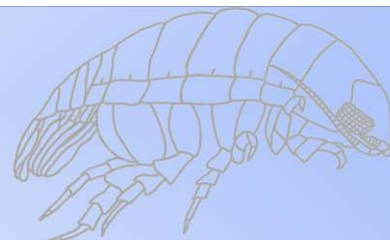


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni-Research



e-Rapport nr. 11-2010



Marin miljøundersøkelse ved Stjørdal båthavn, Eggebogen i Steinkjer og Kjerkneshvågen i Inderøy

Anders Waldemar Olsen

Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



	SAM-marin	
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin		
Seksjon for anvendt miljøforskning Thormøhlensgt. 49B, 5006 Bergen, Norway Tlf: 55 58 4779 Fax 55 58 45 25 Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30	

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse ved Stjørdal båthavn, Eggebogen i Steinkjer og Kjerknsvågen i Inderøy	Dato: 01.02.2011
	Antall sider og bilag: 23
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen, Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Anders W. Olsen
	Prosjektnummer: 111-11-9C

Oppdragsgiver: Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Nord-Trøndelag	Tilgjengelighet: Åpen
---	--------------------------

Sammendrag:

Aqua Kompetanse AS har samlet inn bunnprøver fra tre småbåthavner i Trondheimsfjorden. Uni Research i Bergen har identifisert innholdet i disse, og vurdert miljøtilstanden opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (KLIF).

Det ble ikke avdekket alarmerende forhold ved faunen i noen områder, og man ser ingen grunn til å gjennomføre tiltak. Stasjon Stjørdal-09 ble funnet å ha miljøtilstand III (mindre god). De to andre, Eggebogen-09 og Kjerknsvågen-09 ble funnet å ha miljøtilstand II (god). Alt i alt ble det kun funnet små forskjeller mellom de tre stasjonene. Det er ikke avdekket åpenbare mangler i faunaen og heller ingen oppblomstring av arter som indikerer forurensninger. Det er likevel noen tegn på at stasjon Stjørdal-09, rett utenfor småbåthavna og Gråelva, har en noe dårligere miljøtilstand enn de andre to stasjonene. Dette anses likevel ikke som unaturlig, i og med at stasjonen ligger rett utenfor utløpet av ei elv som i flomperioder vil bringe med seg mye organisk stoff fra land. Samtidig er området noe innestengt og lite utsatt for utvasking fra havstrøm og bølger. I slike tilfeller kan mindre god miljøtilstand registreres i områder som kun har naturlige kilder til organisk partikkelnedfall.

Emneord: Småbåthavner Resipient Bunndyr Sediment
--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 11-2010

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	9.2.2011	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	01.02.2011	<i>Anders W. Olsen</i>

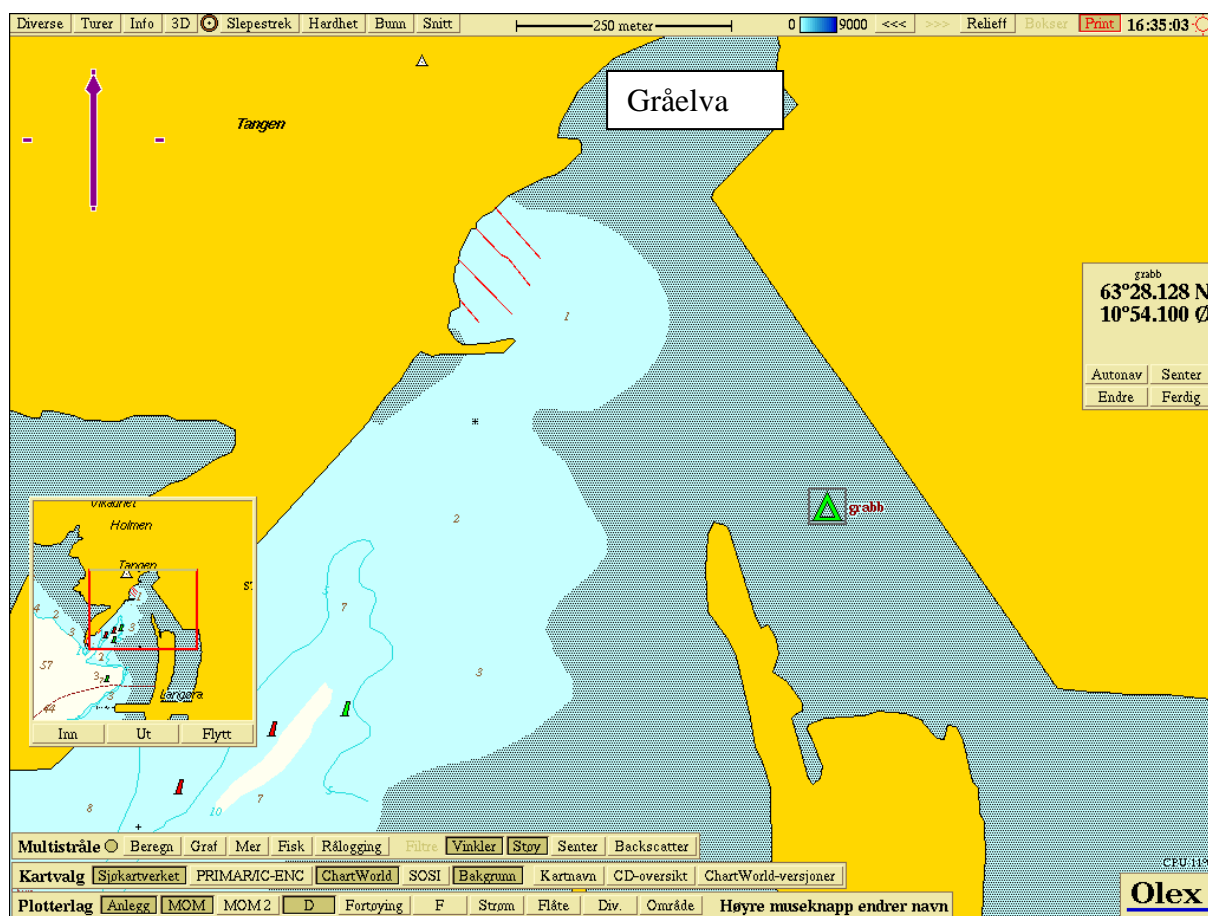
INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Bunndyr.....	6
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	9
3.5 Bunndyr	10
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	14
5 TAKK	14
6 LITTERATUR.....	15
7 VEDLEGG.....	16
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	16
Vedleggstabell 1. Artsliste	21

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen, har Aqua Kompetanse AS tatt bunnprøver fra de tre antatt mest forurensete småbåthavene i Nord-Trøndelag. Prøvene er tatt etter MOMC-metodikken (NS 9410), og analysert med tanke på dyrelivsdiversitet. Opparbeidingen av materialet, og analysene av artene er gjennomført av Uni Research, Seksjon for Anvendt Miljøforskning (SAM-marin) i Bergen.

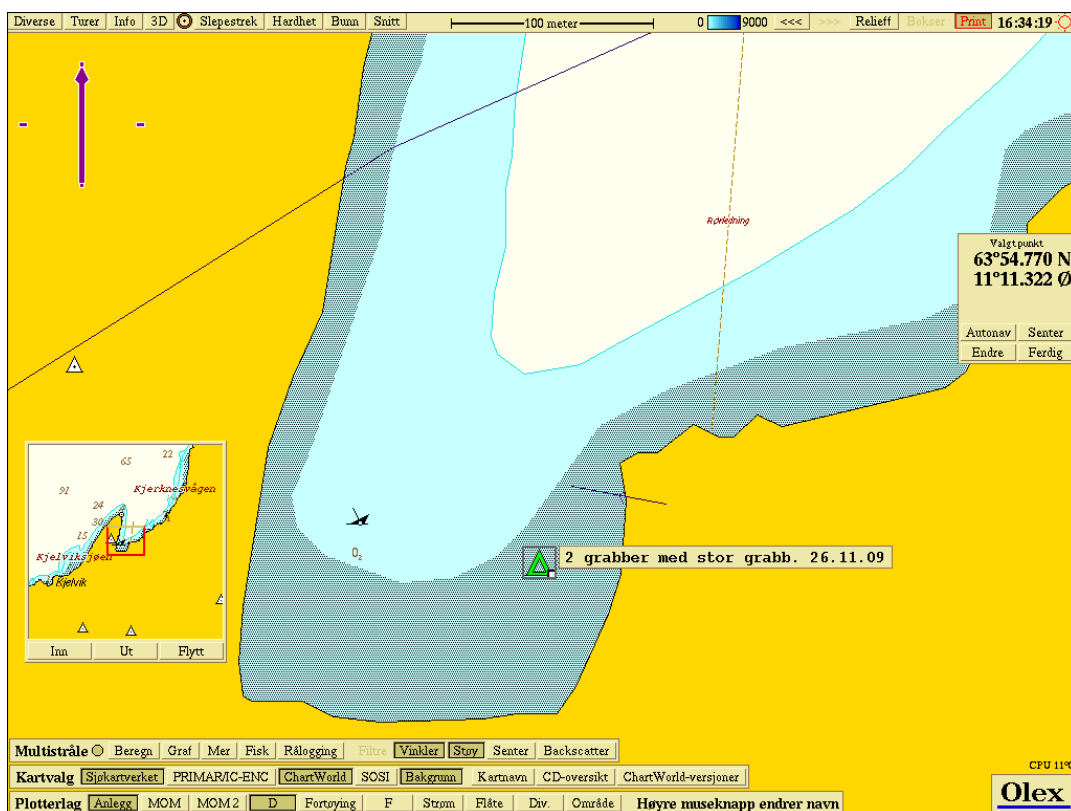
Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAM-marins akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Nå Klima og forurensningsdirektoratet, KLIF) (Molvær et al. 1997).



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Stjørdal avmerket. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Eggebogen (Steinkjer) avmerket. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Kjerkesvågen (Inderøy) avmerket. Kartkilde: Olex.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Det er totalt tatt seks grabbhugg på tre stasjoner, to på hver stasjon. Stasjon 1, ved småbåthavna i Stjørdal er tatt på 2,7 meters dyp den 7.9.09. Denne prøven er tatt noe sørøst for småbåthavna, mellom Langøra, og utløpet av Gråelva. Plasseringen er valgt for også å fange opp eventuell påvirkning fra elva. For plassering, se figur 2.1.

Stasjon 2, er tatt på 3,8 meters dyp inne i småbåthavna ved Eggebogen, Steinkjer kommune, den 26.11.09. For plassering, se figur 2.2.

Stasjon 3, er tatt på 5,1 meters dyp i Kjerkesvågen, Inderøy kommune den 26.11.09. Denne er i likhet med stasjon 2, tatt inne i selve småbåthavna. For plassering, se figur 2.3.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båt. Innsamling, og fiksering av prøvene er gjennomført etter metodikk i NS9410 og NS-EN ISO 16665 samt NS 9422 (NS-EN ISO 5667-19:2004). Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157).

2.2.1 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 det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Stjørdal-09	Stjørdal 63° 28.128N 10° 54.100Ø	2,7	1	9,5	Silt og leire. Noe lukt. Gråbrun farge på toppen. Svart lenger ned. Børstemark observert. Uttak til faunaprøve. 2 prøveglass.
			2	9,5	Silt og leire. Noe lukt. Gråbrun farge på toppen. Svart lenger ned. Børstemark og snegler observert. 1 prøveglass.
St. Eggebogen-09	Eggebogen 64°00.808 N 11°28.020 Ø	3,8	1	6,37	Silt. Litt lukt. Brun farge. Børstemark observert. pH = 7,42. Eh = -155. Uttak til faunaprøve. 1 glass.
			2	7,38	Silt. Litt lukt. Brun farge. Børstemark observert. Uttak til faunaprøve. 1 glass.
St. Kjerknes-09	Kjerknesvågen 63°54.770 N 11°11.324 Ø	5,1	1	3,57	Grus, sand og stein. Svart farge. Noe lukt. pH = 7,36. Eh = 60. Sjøstjerner observert. Uttak til faunaprøve. 2 prøveglass.
			2	4,45	Grus, sand og stein. Svart farge. Noe lukt. Blåskjell/oskjell og sjøstjerner observert. Uttak til faunaprøve. 2 glass.

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. 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.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt, med hulldiameter 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 1). 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.

Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) 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).

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

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget 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

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Sediment

Det ble ikke gjennomført analyser av bunnsedimentet i denne undersøkelsen, men dette er tidligere gjennomført av Geolab Nor AS, på oppdrag fra Fylkesmennene i Nord- og Sør Trøndelag. Resultatene fra denne undersøkelsen er sammenfattet i tabell 3.1.

Tabell 3.1 Glødetap, og andel leire + silt, grus og % TOC i sedimentprøver fra de tre småbåthavnene (Fritt etter Ferriday, 2004).

Stasjon	Glødetap	Leire+Silt	Grus	TOC	
	%	%	%	%	
Stjørdal	Stasjon 1	4,77	98,3	0,1	0,79
	*Stasjon 2	6,02	99,0	0,1	1,04
	Ref.		95,1	0,8	
Eggebogen	*Stasjon 1	8,72	94,2	0,5	1,82
	Stasjon 2	7,55	88,7	1,9	1,59
	Stasjon 3	6,31	57,6	11,2	1,48
	Ref.		68,9	0,3	
Kjerknesvågen	Stasjon 1	2,99	19,6	19,3	0,66
	*Stasjon 2	4,52	32,5	2,8	1,07
	Stasjon 3	4,04	21,2	3,6	1,05
	Ref.			19,3	

*er stasjonene nærmest de stasjoner omtalt i denne rapport.

3.2 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.2-3.4, Figurene 3.1-3.3 og Vedleggstabell 1.

Stasjon Stjørdal ligger på 2,7 meters dyp. Det ble funnet 256 individer fordelt på 15 arter på 0,2 m², noe som gir en diversitetsindeks på 2,95 (H') og en jevnhet på 0,75 (J). De vanligst forekommende artene/gruppen ved Stjørdal var fåbørstemarker, *Oligochaeta* sp. med 21,1 % av alle individene i prøven. Foruten børstemarker var fem av de ti vanligste artene bløtdyr og grafen for de geometriske klassene lå lavt. Prøvene fra Stjørdal skiller seg fra de to andre lokalitetene med kun 20 % likhet. Stasjonen får KLIF's tilstandsklasse III (mindre god).

Stasjon Eggebogen ligger på 3,8 meters dyp. Det ble funnet 330 individer fordelt på 25 arter på 0,2 m². Stasjonen fikk diversitetsindeks 3,17 (H') og en jevnhet på 0,68 (J). De to vanligste forekommende artene ved Stjørdal var flerbørstemarkene *Scoloplos armiger* (35,8 %) og *Pholoe baltica* (23,9 %). Til sammen utgjorde disse over halvparten av alle individene på stasjonen. Prøvene fra Eggebogen samlet seg med en likhet på 70 %. Stasjonen fikk KLIF's tilstandsklasse II (god).

Stasjon Kjerkes ligger på 5,1 meters dyp. Det ble funnet 604 individer fordelt på 41 arter på 0,2 m². Stasjonen fikk diversitetsindeks 3,14 (H') og en jevnhet på 0,59 (J). Den vanligste forekommende arten ved Kjerkes var børstemarken *Scoloplos armiger* (48,8 %). Ni av de ti vanligste artene var børstemarker. Stasjonen fikk KLIF's tilstandsklasse II (god).

Konklusjon

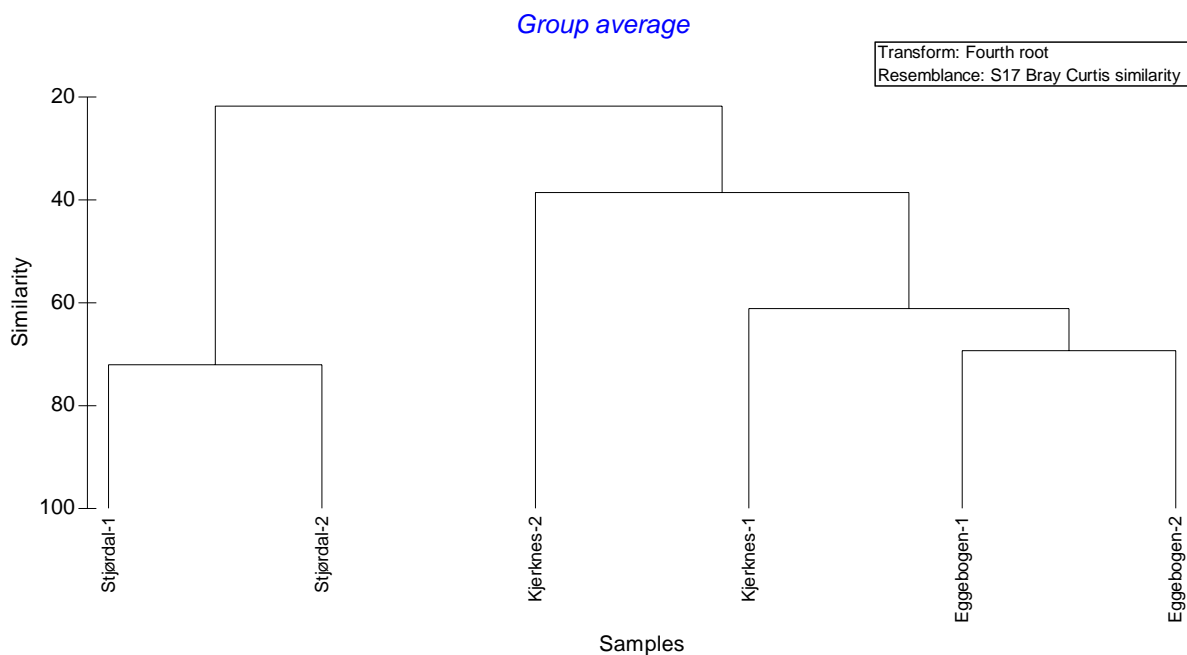
Prøvene fra alle tre lokalitetene kommer fra grunt vann. Det ble kun funnet mindre forskjeller i miljøtilstand på de tre lokalitetene. Flest arter og individer ble funnet på Kjerkes og færrest på Stjørdal. Miljøtilstanden på de tre lokalitetene ble klassifisert til å være i tilstandsklasse II-III (god - mindre god).

Tabell 3.2. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) Stjørdal, Kjerknes og Eggebogen i 2009. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse, TK) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997).

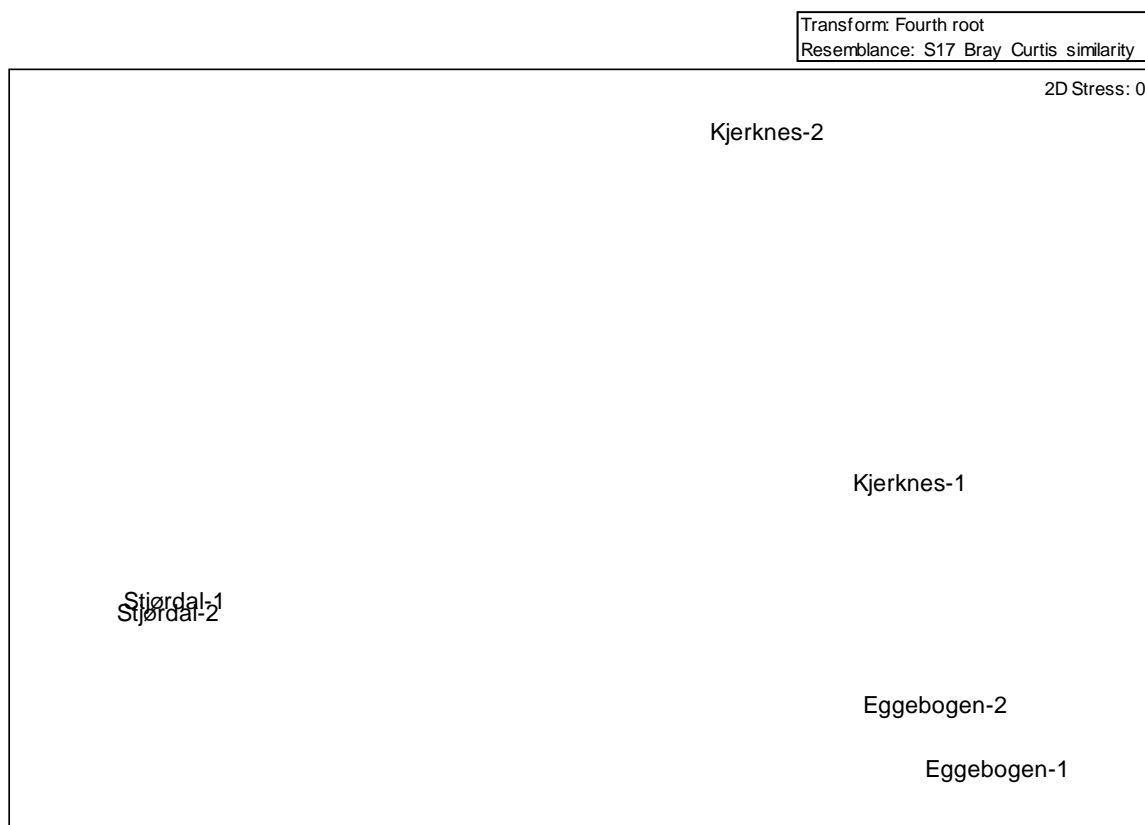
Lokalitet	Dato	Hugg	Antall Individuer	Antall Arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H' -max	KLIF's TK
Stjørdal	07.09.2009	1	147	13	3,01	0,81	3,70	II
		2	109	10	2,60	0,78	3,32	III
		sum	256	15	2,95	0,75	3,91	III
Eggebogen	26.11.2009	1	126	18	2,76	0,66	4,17	III
		2	204	21	3,14	0,72	4,39	II
		sum	330	25	3,17	0,68	4,64	II
Kjerknes	26.11.2009	1	369	22	2,05	0,46	4,46	III
		2	235	31	3,71	0,75	4,95	II
		sum	604	41	3,14	0,59	5,36	II

Tabell 3.3. Geometriske klasser ved Stjørdal, Kjerknes og Eggebogen i 2009.

Geom. Kl.	Stjørdal	Eggebogen	Kjerknes
I	4	4	10
II	2	7	15
III	3	5	5
IV	0	6	4
V	2	1	4
VI	4	0	1
VII	0	2	1
VIII	0	0	0
IX	0	0	1
X	0	0	0
XI	0	0	0
XII	0	0	0



Figur 3.2 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Stjørdal, Kjerkes og Eggebogen 7. september og 26. november 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og fjerderots-transformerte artsdata.



Figur 3.3. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Stjørdal, Kjerkes og Eggebogen 7. september og 26. november 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og på fjerderots-transformerte artsdata.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

I forbindelse med et oppdrag fra Fylkesmannen i Nord-Trøndelags miljøvernavdeling har Aqua Kompetanse AS samlet inn dyrelivsprøver fra småbåthavnene ved Stjørdal, Steinkjer (Eggebogen) og Kjerkesvågen (Inderøy). Uni Research – Seksjon for Anvendt Miljøforskning i Bergen har så identifisert artene og har ut fra dette vurdert miljøtilstanden på hver stasjon. Miljøtilstandene blir oppsummert i tabellen nedenfor.

Tabell 4.1 Oppsummering

Stasjon	Dato	Diversitet	KLIF tilstand
Eggebogen-09	26.11.09	3,17	II
Kjerkes-09	26.11.09	3,14	II
Stjørdal-09	7.9.09	2,95	III

Prøvene fra alle tre lokalitetene kommer fra grunt vann. Det ble funnet bare mindre forskjeller i miljøtilstand på de tre lokalitetene. Flest arter og individer ble funnet på Kjerkes og færrest på Stjørdal. Miljøtilstanden på de tre lokalitetene ble klassifisert til å være i tilstandsklasse II-III (god - mindre god). Det ser med andre ord ut til at dyrelivsdiversiteten påvirkes noe av aktiviteten i småbåthavnene over tid. Dette gjelder først og fremst havnen ved Stjørdal, men her kan det også være påvirkning av partikler som kommer ut med Gråelva.

5 TAKK

Vi takker fisker Vidar Tronstad samt Havnemudring AS for leie av båt og båtfører, og ellers god hjelp med innsamlingen av prøvene. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad ved Uni Research i Bergen. Fra Aqua Kompetanse deltok Anders W. Olsen

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- 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.
- Ferriday, I. 2004. Prøvetaking og analyser av Bunn sedimenter i Utvalgte Småbåthavner, Trondheimsfjord. Geolab Nor AS. Rapport nr 61123
- 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.
- NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).

7 VEDLEGG

7.1 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

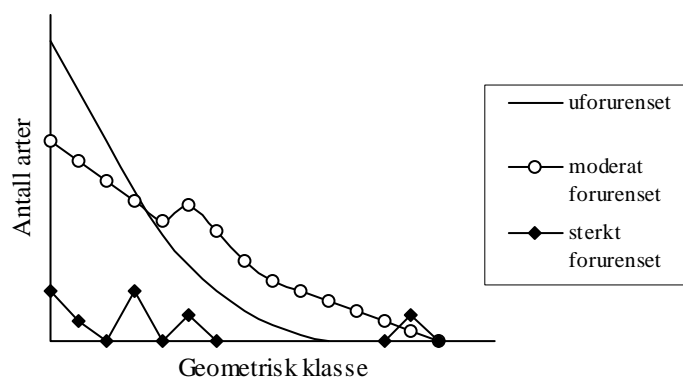
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 & 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 & 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 uforurensede 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 et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrsprøvene 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 arts mangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasse				
	I	II	III	IV	V
	“Meget god”	“God”	“Mindre god”	“Dårlig”	“Meget dårlig”
Bunndyr Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1

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 et 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.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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, Théliin, 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. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.3

BENTHOS ARTSLISTE

Seksjon for anvendt miljøforskning



**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse
Prosjekt nr.: 803984
Prøvetaksingssted (område): Stjørdal, Kjerknes og Eggebogen
Dato for prøvetaking: 7. september og 26. november 2009.
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Tom Alvestad (opplæring) og Per-Johannessen

Metode: Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

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:2 sider.

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

Signatur:.....*P.O. Johann*.....
Signaturberettiget

	Stjørdal	Stjørdal	Eggebogen	Eggebogen	Kjerknes	Kjerknes
	07.09.2009	07.09.2009	26.11.2009	26.11.2009	26.11.2009	26.11.2009
Arter	1	2	1	2	1	2
* Hydrozoa indet.				+		
Anthozoa						
Edwardsia sp.			5	6	12	1
* Nemertini indet.			34	24	50	22
* Nematoda indet.				5		
Polychaeta						
Eunoe nodosa			1	2		
Pholoe assimilis			2	3	10	60
Pholoe baltica			45	34	15	17
Eteone foliosa				1/1	3/2	
Eteone longa	0/3	0/1	1		1/1	0/28
Kefersteinia cirrata						1
Syllidae indet.						5
Nereidae indet.					1	2
Neanthes virens	17	4				
Platynereis dumerilii				7		
Nephtys caeca						10
Nephtys cf. caeca			1			
Nephtys longosetosa						1
Glycera alba						1/1
Lumbrineridae indet.			1	1		
Scoloplos armiger	26	23	40	78	255	40
Spionidae indet.	1					
Polydora sp.						4
Prionospio fallax				14	3	10
Aricidea suecia	1		1	6		
Paraonis sp.				20	1	
Chaetozone sp.				1	3	
Dodecaceria concharum						5
Scalibregma inflatum			6	2	2	
Mediomastus fragilis	9	8		0/2	13	4
Myriochele oculata			3	5	3	
Pectinaria auricoma						1
Pectinaria koreni						1
Sabellidae indet.						2
Hydroides norvegica						2
Pomatoceros triqueter						3
Oligochaeta indet.	25	29		4	1	16

	Stjørdal	Stjørdal	Eggebogen	Eggebogen	Kjerknes	Kjerknes
	07.09.2009	07.09.2009	26.11.2009	26.11.2009	26.11.2009	26.11.2009
Arter	1	2	1	2	1	2
Crustacea						
* Calanoida indet				1		
Balanus balanoides	1					2
* Diastylis sp.				1		
* Amphipoda indet.				1	1	1
* Caprellidae indet.						2
* Chironomidae indet.		1				1
Mollusca						
Leptochiton asellus						1
Hydrobia ulvae	34	11				
Littorina littorea		3				
Philine cf. Aperta			5/1	7/1	12/9	4/1
Akera bullata			4	2	6/1	
Modiolus modiolus						1/1
Mytilus edulis		1				
Parvicardium scabrum	0/3					
Phaxas pellucidus			1/1		0/1	
Macoma calcarea	1/18	12/16				
Abra alba	3/1					2/1
Chamelea striatula					1	0/1
Mya cf. arenaria	0/4	0/1				
Hiatella sp.						3
Cochlodesma praetenuae					0/1	
Phoronida indet.			5	5	8	
Echinodermata						
Astropecten irregularis			1	1		1
Ophiuroidea indet.				+		
Ophiura albida			1			
Ophiura texturata					2	1
Echinocardium flavescens			+		0/2	
Ascidiacea indet.			1	1		1
* Varia				+		+