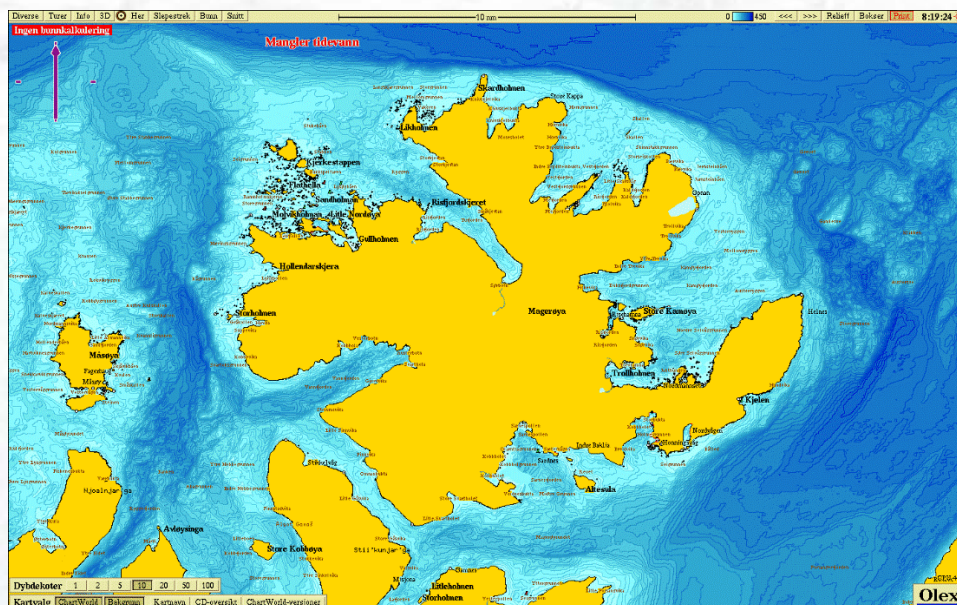


Grieg Seafood Finnmark Forundersøkelse Vannfjorden C, 2016.



Rapporttittel / Report title

Grieg Seafood Finnmark. Forundersøkelse Vannfjorden C, 2016.

Forfatter(e) / Author(s)

Roger Velvin

Per-Arne Emaus

Akvaplan-niva rapport nr / report no

8609.01

Dato / Date

18.05.2017

Antall sider / No. of pages

15 + vedlegg

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / Client

Grieg Seafood Finnmark, Markedsgata 3

9510 Alta

Oppdragsg. referanse / Client's reference

Vidar Nikolaisen

Sammendrag / Summary

Det er gjennomført en forundersøkelse type C ved oppdrettslokaliteten Vannfjorden. Resultatene viste at TOC-nivåene i sedimentene var generelt lave, men lett forhøyet på stasjonene (tilstandsklasse II), unntatt i sediment fra Va3 (klasse III). C/N-forholdene på stasjonene indikerte at det organiske innholdet var av marin opprinnelse. Ingen av bløtbunnsamfunnene var preget av organiske belastninger og lå i økologisk tilstandsklasse I, unntatt Va3 (fra 2015) som viste klasse II. Nivåene av metallene kobber og sink var lave i alle undersøkte sedimenter (tilstandsklasse I).

Prosjektleder / Project manager

Per-Arne Emaus

Kvalitetskontroll / Quality control

Hans-Petter Mannvik

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 OPPSUMMERINGSTABELL	3
2 INNLEDNING	4
2.1 Bakgrunn og formål.....	4
2.2 Drift	4
2.3 Tidligere undersøkelser	4
3 MATERIALE OG METODE.....	5
3.1 Faglig program	5
3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering	5
3.3 Geokjemiske analyser.....	7
3.3.1 Feltinnsamlinger	7
3.3.2 Total organisk materiale (TOM).....	7
3.3.3 Total nitrogen (TN) - Kjeldahl nitrogenbestemmelse	7
3.3.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling	7
3.3.5 Total fosfor (P-tot), kobber (Cu) og sink (Zn).....	8
3.3.6 Redoks- og pH måling.....	8
3.4 Bunndyr	8
3.4.1 Om organisk påvirkning av bunndyrsamfunn	8
3.4.2 Innsamling og fiksering	8
3.4.3 Kvantitative bunndyranalyser	9
4 RESULTATER.....	10
4.1 Geokjemiske analyser.....	10
4.1.1 TOM, TOC, TN, C/N, P-tot, kornfordeling og pH/Eh	10
4.1.2 Kobber og sink i sediment	10
4.2 Bunndyr	10
4.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser	10
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	14
5.1 Sammenfatning.....	14
5.2 Konklusjon	14
6 REFERANSER.....	15
7 VEDLEGG	16
Vedlegg 1 Bunndyrsstatistikk og artslister	16
Vedlegg 2. Analysebeviser	29
Vedlegg 3. Resultater fra 2015 (Velvin og Emaus, 2016).....	31

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en forundersøkelse type C ved den tenkte lokaliteten Vannfjorden. Oppdragsgiver har vært Grieg Seafood Finnmark. Undersøkelsen inngår som en del av kunnskapsgrunnlaget for selskapets søknad om ny lokalitet.

Følgende personer har deltatt:

Per-Arne Emaus	Akvaplan-niva	Feltarbeid, rapport, prosjektleder.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Bunndyranalyser. Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr og børstemark).
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Vera Remen	Akvaplan-niva	Koordinering bunndyrsortering.
Ingar H Wasbotten	Akvaplan-niva	Koordinering geokjemiske analyser.

Akvaplan-niva vil takke Grieg Seafood Finnmark ved Roger Skjeldnes for godt samarbeid.

Akkreditert virksomhet:

Analysene er utført av Akvaplan-niva AS med underleverandøren ALS Laboratory Group, Tsjekkia.

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

Tromsø, 18.05.2017



Per-Arne Emaus

Prosjektleder

1 Oppsummeringstabell

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	Forundersøkelse Vannfjorden C, 2016.		
Rapportnummer	Apn 8609.01	Lokalitetsnavn:	Vannfjorden
Lokalitetsnummer:	Ny lokalitet	Kartkoordinater (anlegg):	
Fylke:	Finnmark	Kommune:	Nordkapp
MTB-tillatelse:	Ikke avklart	Driftsleder:	Roger Skjeldnes
Oppdragsgiver:	Grieg Seafood Finnmark		

Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato			
Fiskegruppe:	Laks/ørret	Biomasse ved undersøkelse:	0
Utføret mengde:	0	Produsert mengde:	0
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:		Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	X

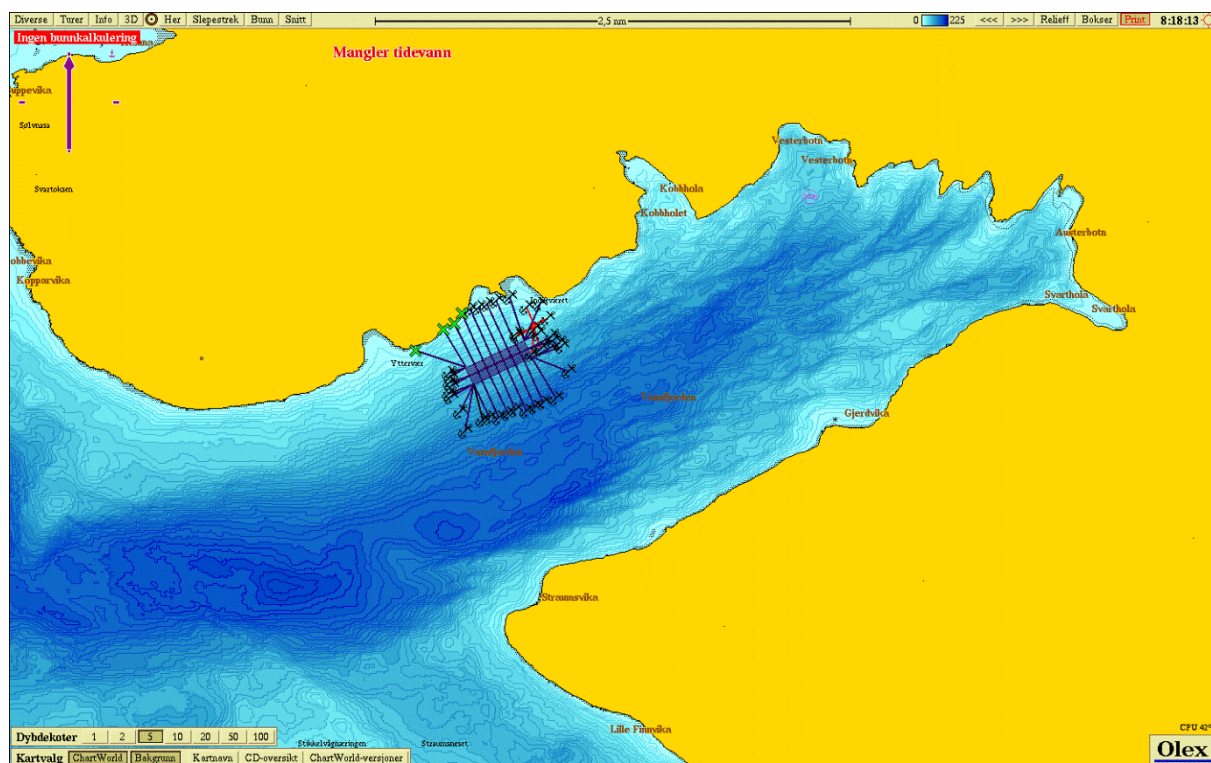
Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2013)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2013)	
Fauna C1	0,858	Fauna C1	I Svært god
Fauna C3	0,907	Fauna C3	I Svært god
Fauna C4	0,889	Fauna C4	I Svært god
Fauna Va2 (2015)	0,887	Fauna Va2 (2015)	I Svært god
Fauna Va3 (2015)	0,756	Fauna Va3 (2015)	II God
Dato feltarbeid:	17.11.2016	Dato rapport:	18.05.2017
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)		TOC i klasse II på C1,C3 og klasse III på Va3. Cu og Zn i klasse I på alle stasjoner..	
Ansvarlig feltarbeid:	Per-Arne Emaus	Signatur:	

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

Grieg Seafood Finnmark ønsker å etablere akvakulturvirksomhet i Vannfjorden og har i den forbindelse gjennomført en forundersøkelse ved den tenkte lokaliteten, som en del av kunnskapsgrunnlaget til søknad om ny lokalitet.

Lokaliseringa av anlegget er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart, Vannfjorden med oppdrettsanlegg.

2.2 Drift

Det har ikke vært akvakulturvirksomhet ved lokaliteten tidligere.

2.3 Tidligere undersøkelser

Hverken oppdragsgiver eller Akvaplan-niva er kjent med at det er gjennomført miljøundersøkelser ved anleggets tenkte plassering eller i umiddelbar nærhet.

Det ble gjennomført en C-undersøkelse ved planlagt lokalitet i 2015 (Velvin og Emaus, 2016). Resultatene fra denne er vist i Vedlegg 3. Resultatene fra den økologiske tilstandsklassifiseringen av bløtbunnsamfunnene, basert på faunaindeksene, inngår som tillegg i foreliggende rapport. Dette begrunnet ved at analysene er såpass "ferske" og at det ikke har vært drift på lokaliteten. I tillegg er prøvene samlet inn på samme tid av året (november 2015 og 2016).

3 Materiale og metode

3.1 Faglig program

Valg av undersøkelsesparametere, stasjonsplasseringer og type innsamlingsprogram for bunnprøvetakinger og andre registreringer er gjort i henhold til NS 9410 (2016). En oversikt over det faglige programmet er gitt i Tabell 1.

For gjennomføring og opparbeiding er følgende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet:

- ISO 5667-19. *Guidance on sampling of marine sediments*.
- ISO 16665. *Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft bottom macro fauna*.
- NS 9410 (2016). *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg*.
- Prosedyreakt. *Kvalitetshåndbok for Akvaplan-niva*.
- SFT (nå Miljødirektoratet) veileder 97:03. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl., 1997) og revidert veileder TA 2229/2007 (Bakke m.fl., 2007)*.
- Veileder 02:2013. *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Tabell 1. Faglig program på stasjonene i overgangssonen ved Vannfjorden, 2016. TOM = total organisk materiale. TOC = total organisk karbon, TN = total nitrogen, Zn = sink, Cu = kobber. P-tot = total fosfor, Korn = kornfordeling. pH/Eh = Surhetsgrad og redokspotensial.

Stasjoner	Type undersøkelse
C1	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM. TOC. Korn. TN, Zn, Cu, P-tot. pH/Eh.
C3	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM. TOC. Korn. TN, Zn, Cu, P-tot. pH/Eh
C4	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM. TOC. Korn. TN, Zn, Cu, P-tot. pH/Eh
Va3	TOM. TOC. Korn. TN, Zn, Cu, P-tot.

I C undersøkelsen i 2015 (Velvin og Emaus, 2016) ble det bl.a. gjennomført kvantitative bunndyranalyser på stasjon Va2 og Va3 (se Figur 2). Siden det ikke har vært drift på lokaliteten inngår resultatene fra disse analysene i foreliggende rapport. Dette gjelder resultatene fra økologisk tilstandsklassifisering basert på faunaindeksene fra 2015.

Feltarbeidet ble gjennomført 17.11.2016.

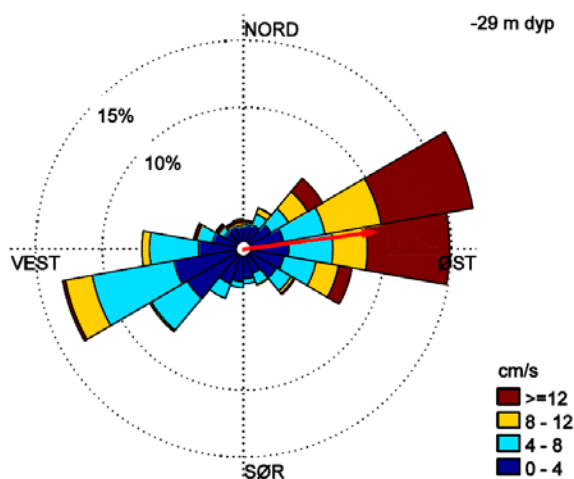
3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

Lokaliteten ligger i ytre del og på nordsiden av Vannfjorden i Nordkapp kommune. Bunnen under anlegget er bratt og jevnt skrående ned mot dypområdet i fjorden. Dybden under anleggets tenkte plassering ligger mellom 55 og ca 80 meter. Vannfjorden strekker seg vider vestover og ut mot Magerøysundet, og det er ingen terskeldannelser mellom Vannfjorden og dette sundet.

Stasjonsvalgene er gjort med bakgrunn i hovedstrømretning hentet fra Strømmodell Finnmark (FVCOM), som viser hovedstrøms retning og vanntransport mot øst-nordøst, 80 grader.

I perioden november-desember 2016 ble det målt strøm ved lokaliteten på 5m, 15m, spredningsdyp og ved bunn. Målerne brukt til spredning og bunn forsvant en gang under måleperioden, mens målingene ved 5 og 15 meter gikk som planlagt. Dermed var det kun to måledyp for å vurdere hovedstrøms retning for spredningsdyp og hvordan stasjonene til

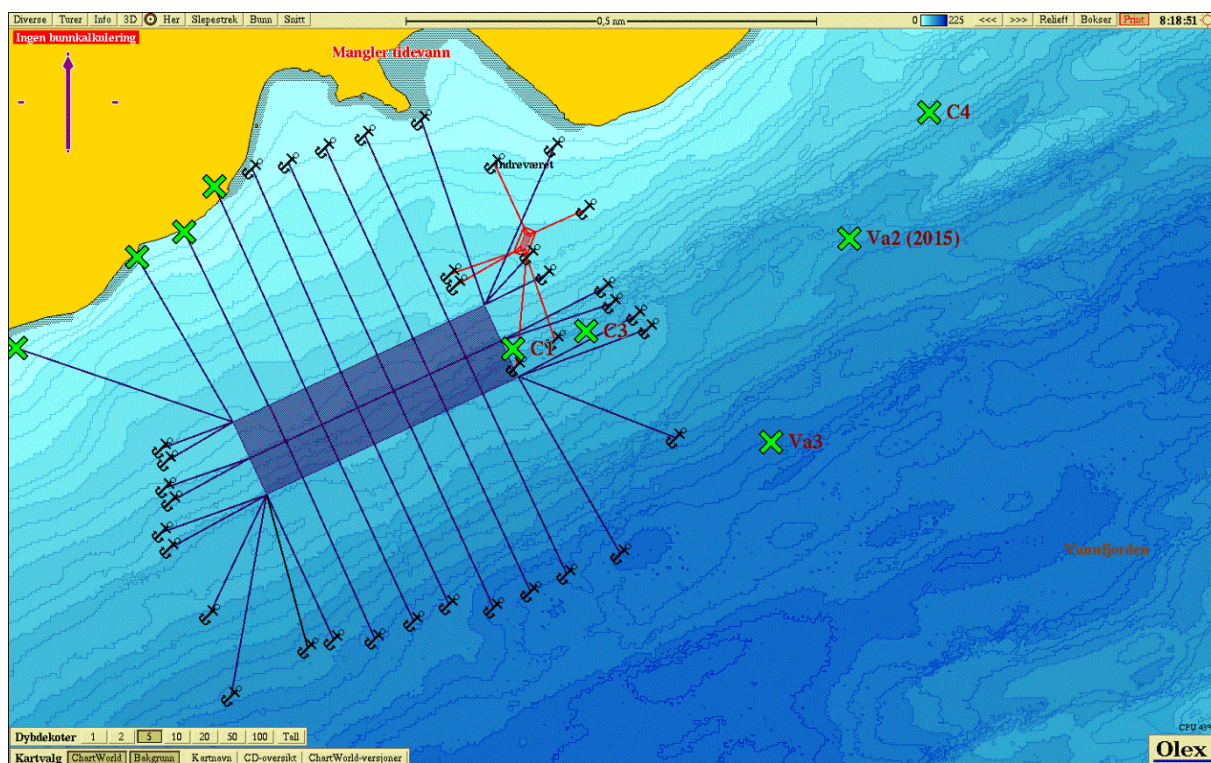
forundersøkelsen skulle plasseres. For å unngå forsinkelse på forundersøkelsen ble det bestemt at vi skulle vurdere spredningsstrømmen ved lokaliteten gitt i strømodell Finnmark som grunnlag for stasjonsvalgene til forundersøkelsen. Vanntransporten ved spredningsdyp i strømodellen (29 m) ble midlet over en periode på nesten 4 måneder (1. sept. – 26. des.) og er vist i figuren under (pers. medd, Frank Gaardsted), som viser vanntransport mot øst-nordøst, 80 grader. Dette sammenfalt med strømmålingene gjort på 5 og 15 meters dyp (Heggem, 2017). For å verifisere strømodellens beregninger av vanntransport på spredningsdyp ble det gjennomført nye strømmålinger ved spredningsdyp og bunn i perioden 03.02.2017 – 07.03.17. Disse målingene viste imidlertid motsatt hovedstrøm for denne perioden enn for perioden beregnet i strømodellen, altså mot vest-sørvest, 270 grader. Det er imidlertid sannsynlig at hovedstrømsretningen over tid er mot østlig retning, noe strømodell Finnmark tydelig indikerer.



En oversikt over stasjonsdyp og GPS-koordinater er gitt i Tabell 2. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Vannfjorden, 2016

Stasjon	C1	C3	C4	Va3
Dyp (m)	74	82	68	140
GPS	71° 01,127 25° 23,856	71° 01,149 25° 24,132	71° 01,415 25° 25,415	71° 01,014 25° 24,822
Avst. til anlegg (m)	15	188	1100	619



Figur 2. Stasjonskart, Vannfjorden, 2016.

3.3 Geokjemiske analyser

3.3.1 Feltinnsamlinger

Prøvene ble hentet med en 0,1 m² bunngrabb (van Veen). Prøvematerialet ble tatt ut gjennom inspeksjonsluker etter at sedimentoverflaten var godkjent. Prøver for TOC, TOM, TN, P-tot og Zn ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent, og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

3.3.2 Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vekt tap etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproduserbarheten av TOM-analysene er sjekket i opparbeidingsperioden ved å bruke et husstandsediment som inneholder TOM med kjent nivå. Standard kalsiumkarbonat ble brent sammen med prøvene som kontroll på at karbonat ikke ble forbrent i prosessen.

3.3.3 Total nitrogen (TN) - Kjeldahl nitrogenbestemmelse

Sedimentene blir mineralisert ved 420 °C med svovelsyre og bruk av katalysatorer. Natriumhydroksid tilsettes i overskudd for å mineralisere prøvene. Deretter destilleres prøven og kondensatet går inn i en løsning med svovelsyre. Innholdet av organisk bundet nitrogen og ammoniakk/ammonium i prøven kvantifiseres spektrofotometrisk vha. en metode basert på reaksjonen mellom ammoniumioner, natriumsalicylat og trinatriumcitrat.

3.3.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling

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

Etter tørking ble innhold av total organisk karbon (TOC) bestemt ved IR deteksjon (LECO IR 212) etter behandling med konsentrert saltsyre (HCl) og katalytisk forbrenning ved 480 °C. For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC, er de målte konsentrasjonene

normalisert for andel finstoff (nTOC) ved bruk av ligningen: $nTOC = TOC + 18(1 - F)$, hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m.fl.*, 1993).

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

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

nTOC, mg/g	< 20 I Meget god	20-27 II God	27-34 III Mindre god	34-41 IV Dårlig	> 41 V Meget dårlig
------------	---------------------	-----------------	-------------------------	--------------------	------------------------

3.3.5 Total fosfor (P-tot), kobber (Cu) og sink (Zn)

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

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

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

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

3.3.6 Redoks- og pH måling

På alle stasjonene ble det utført en kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) ble målt ved hjelp av elektroder og instrumentet YSI Professional Plus.

3.4 Bunndyr

3.4.1 Om organisk påvirkning av bunndyrsamfunn

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

3.4.2 Innsamling og fiksering

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

3.4.3 Kvantitative bunndyranalyser

På C1, C3 og C4 ble det innsamlet to prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2016). Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For å klassifisere miljøtilstanden er Direktoratgruppens veileder 02:2013 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI_{2012}), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet (DI), benyttes ved lavt individtall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet ($NQI1$)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i $NQI1$ ($AMBI$)
- Normalisert EQR ($nEQR$)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-ti)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

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

Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
$NQI1$	0.9-0.82	0.82-0.63	0.63-0.49	0.49-0.31	0.31-0
H'	5.7-4.8	4.8-3.0	3.0-1.9	1.9-0.9	0.9-0
ES_{100}	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI_{2012}	13-9.6	9.6-7.5	7.5-6.2	6.1-4.5	4.5-0
NSI	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
$nEQR$	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0,0

4 Resultater

4.1 Geokjemiske analyser

4.1.1 TOM, TOC, TN, C/N, P-tot, kornfordeling og pH/Eh

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-forholdet, total fosfor (P-tot), kornfordeling og pH/Eh i sedimentene er presentert i Tabell 3.

TOC-nivåene var lett forhøyet på C1, C2 og C4 (tilstandsklasse II) og forhøyet på Va3 (klasse III). TOM-nivåene var lave (1,6 – 4,1 %) og TN-nivået noe forhøyet på Va3 (3,13 mg/g). C/N-forholdene var lave (6,8 – 11,9) og indikerte at det organiske innholdet hovedsakelig hadde marin opprinnelse. Total fosfor var høyest på C3 (1180 mg/kg) og lavest på Va3 (540 mg/kg). Sedimentet var mest grovkornet på C1 med pelittandel på 13 %, og noe mer finkornet på C3, C4 og Va3 med hhv. 27, 21 og 41 % pelitt.

Eh viste positive verdier på alle stasjonene (11-96), mens pH varierte mellom 7,7 og 8,1.

Tabell 3. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, P-tot (mg/kg), kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Vannfjorden, 2016.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	N-TOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	P-tot	Pelitt	pH/Eh
C1	Grå skjellsand og sand. Skjellrester på overflata. Frisk lukt.	2,7	9,6	25,3	II God	0,81	11,9	1040	12,8	8,1 / 25
C3	Olivengrå sand og skjellsand. Skjellrester og rørbegger på overflaten. Frisk lukt.	4,1	11,5	24,8	II God	1,26	9,1	1180	26,5	8,1 / 13
C4	Olivengrå skjellsand og sand. Frisk lukt.	2,6	8,8	23,0	II God	0,92	9,6	1130	21,2	8,0 / 11
Va3	Olivengrønn leire og silt. Frisk lukt	1,6	21,2	31,7	III Mindre god	3,13	6,8	540	41,4	7,7 / 96

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

4.1.2 Kobber og sink i sediment

Sink- og kobbernivået på stasjonene er vist i Tabell 4. Konsentrasjonene av sink og kobber lå på bakgrunnsnivå i alle undersøkte sedimenter (tilstandsklasse I).

Tabell 4. Metallanalyse. Zn og Cu (begge mg/kg TS), Vannfjorden, 2016.

St.	Zn	Tilst.klassif. Zn	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1	14,0	I Bakgrunn	4,11	I Bakgrunn
C3	21,1	I Bakgrunn	6,28	I Bakgrunn
C4	16,0	I Bakgrunn	4,16	I Bakgrunn
Va3	34,6	I Bakgrunn	11,0	I Bakgrunn

4.2 Bunndyr

4.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser

4.2.1.1 Artsmangfold, ømfintlighet og jevnhet

Resultatene fra de kvantitative bunndyranalysene er presentert i Tabell 5. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI, etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

På C1 og C3 ble det registrert 566 og 540 individer fordelt på 109 og 114 arter. De fleste faunaindeksene, inkludert nEQR viste økologisk tilstandsklasse I, mens NSI ga klasse II. På C4 var det 468 individer og 97 arter. Samtlige faunaindeksene ga tilstandsklasse I.

På Va2 ble det i 2015 registrert 587 individer fordelt på 109 arter. De fleste faunaindeksene viste økologisk tilstandsklasse I, mens NSI ga klasse II. På Va3 var det 641 individer og 89 arter. Her viste de fleste indeksene, inkludert nEQR, klasse II, mens ES100 ga økologisk tilstandsklasse I.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en skjev individfordeling mellom artene, og indikerer at bunndyrsamfunnet er forstyrret. Individfordelingen var jevn på alle stasjonene med verdier mellom 0,79 og 0,89.

Tabell 5. Antall arter og individer pr. 0,2 m², H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks. NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI₂₀₁₂ = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQI1). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Vannfjorden, 2016. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2013.

St.	Individtall	Ant arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1	566	109	5,35	47,1	0,83	10,34	23,07	0,858	0,38	1,754	0,85
C3	540	114	5,64	49,4	0,86	10,80	24,67	0,907	0,38	1,503	0,89
C4	468	97	5,30	44,7	0,85	11,08	26,41	0,889	0,31	1,433	0,87

Fra 2015 (Velvin og Emaus, 2016)

St.	Individtall	Ant arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
Va 2	587	109	5,54	46,8	0,85	10,28	24,68	0,887	0,41	1,490	0,88
Va 3	641	89	4,78	35,8	0,78	9,26	20,81	0,756	0,46	2,103	0,79

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

4.2.1.2 NS 9410 Vurdering av bunndyrsamfunnet i nærsone (C1).

I følge NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden i nærsone baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsamfunnet (se kap. 8.6.2. i NS 9410:2016). Tabell 6 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsamfunnet på nærsonestasjonen C1.

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for tilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter/0,2m² og at ingen av disse utgjør mer enn 65 % av individene. Data for antall arter og dominerende taksa på nærsonestasjonene er hentet fra Tabell 5 og Tabell 7.

Tabell 6. NS 9410 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnene på innerste stasjon C1, Vannfjorden, 2016.

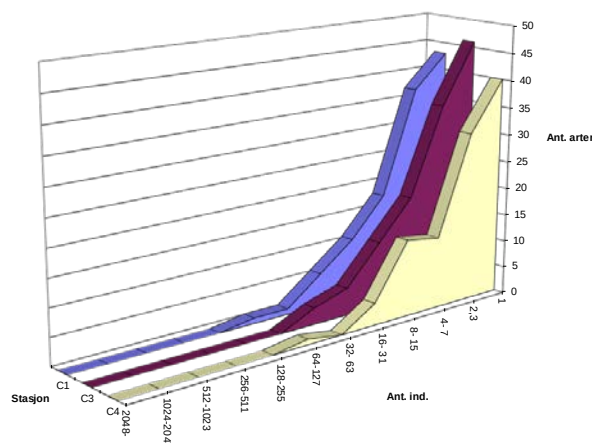
Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa -%	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Vannfjorden	109	Mytilus edulis 15 %	Miljøtilstand 1

4.2.1.3 Geometriske klasser

Figur 3 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser. Det vises til Vedlegg 1 for en forklaring av begrepet geometriske klasser og beskrivelse av metoden. Bakgrunnen for analysen er at et upåvirket samfunn består av mange

arter med lavt individtall, slik at kurven starter høyt på y-aksen. Et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser.

Kurvene hadde naturlig høye startpunkter og ingen strakk seg langt ut mot høyere klasser. Kurveforløpene viste ingen faunaforstyrrelser.



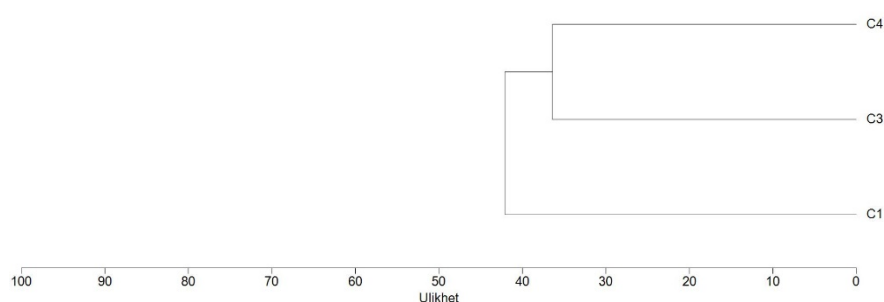
Figur 3. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrstasjonene i Vannfjorden, 2016 (pr. 0,2 m²).

4.2.1.4 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 4. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale aksene. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 % ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 100 % ulikhet. Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av stasjoner med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet.

Bløtbunnsamfunnene på C3 og C4 var 64 % lik med hensyn til arts- og individfordeling. Faunaen på C1 var 58 % lik disse to stasjonene.

Forundersøkelse Vannfjorden 2016. Stasjoner uten juvenile
Group average



Figur 4. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen i Vannfjorden, 2016.

4.2.1.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en topp-ti artsliste fra hver stasjon i Tabell 7.

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

På C1 var *Mytilus edulis* (blåskjell) mest tallrik med 15 % av individmengden. Ellers var det en blanding av tolerante, nøytrale og sensitive arter blant topp-ti. På C3 og C4 var børstemarken *Nothria hyperborea* i flertall med hhv. 8 og 14 % av individene. På begge stasjonene var det ellers naturlige forekomster av tolerante, nøytrale og sensitive arter. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-ti på noen av stasjonene.

Tabell 7. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Vannfjorden, 2016.

C1	Ant.	Kum.	EG	C3	Ant.	Kum.	EG
<i>Mytilus edulis</i>	87	15 %	IV	<i>Nothria hyperborea</i>	45	8 %	ik
<i>Spio limicola</i>	38	21 %	ik	<i>Labidoplax buskii</i>	38	15 %	II
<i>Nothria hyperborea</i>	31	26 %	ik	<i>Chaetozone</i> sp.	36	21 %	III
<i>Actiniaria</i> indet.	23	30 %	I	<i>Actiniaria</i> indet.	20	25 %	I
<i>Chaetozone</i> sp.	22	34 %	III	<i>Lepeta caeca</i>	20	28 %	ik
<i>Labidoplax buskii</i>	21	37 %	II	<i>Myriochele olgae</i>	19	31 %	ik
<i>Chone</i> sp.	16	40 %	I	<i>Ophiuroidea</i> indet. juv.	17	34 %	II
<i>Pholoe baltica</i>	16	43 %	III	<i>Spio limicola</i>	17	37 %	ik
<i>Ophiuroidea</i> indet. juv.	13	45 %	II	<i>Pholoe baltica</i>	15	40 %	III
<i>Scoloplos armiger</i>	13	47 %	III	<i>Owenia</i> sp.	13	42 %	II
C4	Ant.	Kum.	EG				
<i>Nothria hyperborea</i>	69	14 %	ik				
<i>Actiniaria</i> indet.	27	19 %	I				
<i>Chaetozone</i> sp.	24	24 %	III				
<i>Labidoplax buskii</i>	20	28 %	II				
<i>Ophiuroidea</i> indet. juv.	19	32 %	II				
<i>Crenella decussata</i>	15	35 %	I				
<i>Galathowenia fragilis</i>	15	38 %	I				
<i>Petaloproctus tenuis</i>	15	41 %	ik				
<i>Jasmineira caudata</i>	13	44 %	II				
<i>Nuculana minuta</i>	12	46 %	I				

*Økologiske grupper: EG I = sensitive arter. EG II = nøytrale arter. EG III = tolerante arter. EG IV = opportunistiske arter. EG V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013. Ik = ikke kjent gruppe.

5 Sammenfattende vurderinger

5.1 Sammenfatning

Resultatene fra forundersøkelsen (type C) i Vannfjorden, 2016 kan sammenholdes som følger:

- TOC-nivåene var lett forhøyet på C1, C2 og C4 (tilstandsklasse II) og forhøyet på Va3 (klasse III). TOM-nivåene var lave og TN-nivået noe forhøyet på Va3. C/N-forholdene var lave og indikerte at det organiske innholdet hovedsakelig hadde marin opprinnelse. Nivåene av P-tot varierte mellom 540 og 1180 mg/kg. Konsentrasjonene av kobber og sink lå på bakgrunnsnivå (tilstandsklasse I).
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013, ga tilstandsklasse I "Svært god" for de undersøkte bløtbunnsamfunn, unntatt Va3 fra 2015 som fikk klasse II "God". NS 9410:2016-klassifisering på C1 viste miljøtilstand 1 "Meget god".

5.2 Konklusjon

Forundersøkelsen ved lokaliteten Vannfjorden viste at TOC-nivåene i sedimentene var generelt lave, men lett forhøyet på stasjonene (tilstandsklasse II), unntatt i sediment fra Va3 (klasse III). C/N forholdene på stasjonene indikerte at det organiske innholdet var av marin opprinnelse. Ingen av bløtbunnsamfunnene var preget av organiske belastninger og lå i økologisk tilstandsklasse I, unntatt Va3 (fra 2015) som viste klasse II. Nivåene av metallene kobber og sink var lave i alle undersøkte sedimenter (tilstandsklasse I).

6 Referanser

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A. & Hylland, K., 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT veiledning TA-2229/2007. 12 s.
- Direktoratgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013. 263 s.
- Heggen, T., 2017. Strømmålinger Vannfjorden, 5, 15, 32 og 55 meter
- ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. & Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.
- NS 9410:2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Rygg, B. & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.
- Velvin, R. & P-A. Emaus, 2016 Grieg Seafood Finnmark. C-undersøkelse på oppdrettslokaliteten Vannfjord, 2015. Akvaplan-niva rapport 7946.01. 14 s + vedlegg.
- Pers. medd. Frank Gaardsted, fysisk oseanograf, Akvaplan-niva

7 Vedlegg

Vedlegg 1 Bunndyrstatistikk og artslister

Diversitetsmål

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

Shannon-Wieners indeks (Shannon & Weaver, 1949) er gitt ved formelen:

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

der n_i = antall individer av art i i prøven

N = totalt antall individer

s = antall arter

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

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

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

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

Hurlberts diversitetskurver

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

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

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

der N = totalt antall individ i prøven

N_i = antall individ av art i

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

s = totalt antall arter i prøven

Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv., slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen 2^x , $x=0,1,2,\dots$ En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot

klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en en-toppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

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

Faunaens fordelingsmønster

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

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

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet

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

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

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

Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

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

Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)

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

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

Tetthetsindeks (Density index, DI)

DI er en indeks for individtetthet. DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet da av og til dårlig fordi de styres av tilfeldigheter i de små datasettene. Fattig fauna finnes særlig ved dårlige oksygenforhold eller ved svært kraftig industriforurensning. Ekstremt høye

individdettheter av tolerante arter tyder på påvirkning av organisk belastning vanlig nær renseanlegg og matfiskanlegg. DI signaliserer også dette. Indeksen beregnes ved:

$$DI = \text{abs} [\log_{10}(N_{0,1\text{m}^2}) - 2,05]$$

Hvor abs står for tallverdi, altså at negative verdier gjøres positive, $N_{0,1\text{m}^2}$ antall individer pr. $0,1 \text{ m}^2$.

Normalisert EQR (nEQR)

Observert indeksverdi omregnes til nEQR (normalised ecological quality ratio):

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (I)	= 0,8
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (II)	= 0,6
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (III)	= 0,4
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (IV)	= 0,2
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (V)	= 0,0

Klasseintervallet er 0,2 for alle klassene.

nEQR gir altså en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Tallverdien viser ikke bare statusklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger fordi verdiene følger en kontinuerlig skala. F. eks. viser verdien 0,75 at tilstanden ligger tre firedeler opp i tilstand God (God = 0,6 – 0,8). nEQR muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme kvalitetselement og mellom ulike kvalitetselement.

Referanser:

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

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

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

Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. *NIVA report SNO 4548-2002*. 32 p.

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

Statistikk resultater Vannfjorden, 2016:

Antall arter og individer per stasjon:

st.nr.	tot.	C1	C3	C4
no. ind.	1574	566	540	468
no. spe.	180	109	114	97

Bunndyrindekser per replikat:

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02
no. ind.	1574	377	189	251	289	182	286
no. spe.	180	79	76	79	86	55	81
Shannon-Wiener:		5,2	5,5	5,6	5,7	5,1	5,5
Pielou		0,82	0,89	0,88	0,89	0,87	0,88
ES100		43	51	49	50	41	48
SN		2,45	2,61	2,56	2,57	2,43	2,54
ISI-2012		10,23	10,45	10,11	11,50	10,36	11,80
AMBI		1,769	1,738	1,544	1,462	1,381	1,484
NQI1		0,82	0,85	0,85	0,86	0,84	0,86
NSI		22,1	24,1	23,9	25,4	26,2	26,6
DI		0,526	0,226	0,350	0,411	0,210	0,406

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon:

st.nr.	C1	C3	C4
Shannon-Wiener:	5,35	5,64	5,30
Pielou	0,85	0,89	0,87
ES100	47,1	49,4	44,7
SN	2,53	2,56	2,48
ISI-2012	10,34	10,80	11,08
AMBI	1,754	1,503	1,433
NQI1	0,83	0,86	0,85
NSI	23,07	24,67	26,41
DI	0,38	0,38	0,31

Tilstandsklasse nEQR *) 0,858 0,907 0,889

*) Tilstandsklassen nEQR er beregnet uten DI

Geometriske klasser:

int.	C1	C3	C4
1	41	43	38
2,3	33	34	29
4- 7	17	18	12
8- 15	10	12	14
16- 31	6	4	3
32- 63	1	3	0
64-127	1	0	1
128-255	0	0	0
256-511	0	0	0
512-1023	0	0	0

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: C1						
FORAMINIFERA						
PORIFERA			Foraminifera indet.	-1		-1
CNIDARIA			Porifera indet.	-1		-1
	Anthozoa		Edwardsia sp.		2	2
			Actiniaria indet.	16	7	23
NEMERTINI			Cerianthus lloydii juv.	4	3	7
ANNELIDA			Nemertea indet.	3	2	5
	Polychaeta					
		Orbiniida				
		Spionida	Scoloplos armiger	5	8	13
			Dipolydora sp.	2		2
			Laonice cirrata	3	1	4
			Prionospio cirrifera	2	1	3
			Pseudopolydora pulchra		1	1
			Spio armata	3	1	4
			Spio limicola	19	19	38
			Chaetopterus variopedatus	3	4	7
			Tharyx killariensis	1		1
			Chaetozone sp.	7	15	22
			Cirratulus cirratus		1	1
			Dodecaceria concharum	1		1
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis		1	1
			Notomastus latericeus	2		2
			Petaloproctus tenuis		1	1
			Praxillella praetermissa	1		1
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa		1	1
			Eumida sanguinea		1	1
			Harmothoe fragilis	1	1	2
			Malmgrenia mcintoshii	1	2	3
			Polynoidae indet.	9	2	11
			Pholoe assimilis	8	3	11
			Pholoe baltica	6	10	16
			Nereimyra punctata	5	2	7
			Podarkeopsis helgolandicus		1	1
			Syllis armillaris	6	4	10
			Exogone verugera	3	3	6
			Syllis sp.	1		1
			Syllis cornuta	1	1	2
			Nereis zonata	1		1
			Glycera alba	2		2
			Glycera capitata	3	2	5
			Goniada maculata	2	1	3
			Nephtys hombergii		1	1
			Nephtys pente	2		2
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	1		1
		Eunicida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Nothria hyperborea	20	11	31
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	2	1	3
			Owenia sp.	2		2
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	2	1	3
			Pherusa plumosa		1	1
			Pherusa sp.		1	1
		Terebellida				
			Amphictene auricoma		4	4
			Lagis koreni		2	2
			Anobothrus gracilis	5	5	10
			Ampharete finmarchica	1	1	2
			Amphicteis gunneri	2	2	4
			Melinna elisabethae	4	3	7
			Proclea graffii	2		2
			Thelepus cincinnatus	5		5
		Sabellida				
			Bispira crassicornis		1	1
			Branchiomma bombyx		1	1
			Chone sp.	10	6	16
			Euchone elegans		1	1
			Jasmineira caudata	5	2	7
			Sabella pavonina		1	1
			Hydroides norvegicus	1	1	2
			Spirorbinae indet.	3		3
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.		1	1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1		1
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1		1
	Cirripedia					
		Thoracica				
			Sessilia indet.	-2	-2	-4
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leptostylis sp.	2		2
		Amphipoda				
			Hippomedon sp.		2	2
			Scopelocheirus crenatus		1	1
			Tryphosites longipes		1	1
			Synchelidium sp.	1	1	2
			Westwoodilla caecula	1		1
			Tiron spiniferus		1	1
			Urothoe elegans		2	2
			Gammaridea indet.	4	1	5
			Hyperidae indet.	1		1
			Phtisica marina	2	1	3
		Isopoda				
			Janira maculosa		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	4		4
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton asellus	3		3
			Leptochiton sp.	6	2	8
		Ischnochitonidae				
			Stenosemus albus	1		1
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			iothia fulva	1		1
			Lepeta caeca	3	1	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Mesogastropoda				
			Euspira montagui	1		1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philina sp.	1	1	2
			Cylichna cylindracea		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Nuculana minuta	2	1	3
			Nuculana sp. juv.	3		3
		Mytiloida				
			Crenella decussata	8	1	9
			Musculus sp. juv.		2	2
			Modiolula phaseolina	7		7
			Mytilus edulis	87		87
		Ostreoidea				
			Similipecten similis	2	1	3
			Palliolum tigrinum	3		3
			Heteranomia squamula	12		12
		Veneroida				
			Mendicula sp.		1	1
			Thyasira gouldi	4	2	6
			Thyasira sarsii	1		1
			Parvicardium minimum		2	2
			Parvicardium pinnulatum	5	4	9
			Spisula elliptica	1		1
			Arctica islandica	1		1
			Timoclea ovata		1	1
		Myoida				
			Hiatella sp.	7	1	8
	Scaphopoda					
		Dentaliida				
			Antalis sp.	2	1	3
BRACHIOPODA						
	Articulata					
		Terebratulida				
			Macandrevia cranium	2		2
PHORONIDA						
			Phoronis sp.		1	1
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.	2		2
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiopholis aculeata	2	1	3
			Amphipholis squamata	1		1
			Amphiura borealis	1		1
			Ophiura albida	1	1	2
			Ophiuroidea indet. juv.	5	8	13
	Echinoidea					
		Laganoida				
			Echinocyamus pusillus		1	1
		Spartangoida				
			Spartangoida indet. juv.	1		1
	Holothuroidea					
		Dendrochirotida				
			Psolus sp. juv.	1	1	2
		Apodida				
			Labidoplax buskii	12	9	21
			Holothuroidea indet. juv.		1	1
			Maks:	87	19	87
			Antall:	89	82	121
			Sum:			592

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
Stasjonsnr.: C3						
FORAMINIFERA						
PORIFERA			Foraminifera indet.		-1	-1
CNIDARIA			Porifera indet.	-1		-1
	Anthozoa		Actiniaria indet.	4	16	20
			Cerianthus lloydii	3	2	5
PLATYHELMINTHES			Cerianthus lloydii juv.		5	5
NEMERTINI			Platyhelminthes indet.		1	1
SIPUNCULIDA			Nemertea indet.	3	2	5
			Phascolion strombus	2	1	3
ANNELIDA			Sipunculida indet.	1		1
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Leitoscoloplos mammosus		2	2
			Scoloplos armiger	3	2	5
			Aricidea laubieri		1	1
		Spionida				
			Dipolydora sp.	5	4	9
			Laonice cirrata	2		2
			Prionospio cirrifera	3	1	4
			Pseudopolydora paucibranchiata		1	1
			Pseudopolydora pulchra	1		1
			Spio armata	2		2
			Spio limicola	9	8	17
			Chaetopterus variopedatus		2	2
			Tharyx killariensis		1	1
			Chaetozone sp.	18	18	36
			Cirratulus cirratus	3		3
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis		1	1
			Nicomache lumbricalis	2	1	3
			Petaloproctus tenuis	5	3	8
			Maldane sarsi	2		2
			Praxillella praetermissa	1	1	2
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	2		2
			Scalibregma inflatum	1		1
		Phyllodocida				
			Gattyana cirrhosa		1	1
			Enipo torelli	1		1
			Polynoidae indet.	2	3	5
			Pholoe assimilis	8	4	12
			Pholoe baltica	9	6	15
			Nereimyra punctata		4	4
			Syllis armillaris	2	11	13
			Exogone verugera	2	2	4
			Syllis cornuta		1	1
			Glycera capitata	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Goniada maculata	3	1	4
			Nephtys hombergii	1	1	2
			Nephtys incisa		1	1
			Nephtys pente	1		1
		Amphinomida	Paramphinode jeffreysii	3		3
		Eunicida	Nothria hyperborea	24	21	45
			Scoletoma impatiens	1	1	2
		Oweniida	Galathowenia fragilis		3	3
			Galathowenia oculata	2	7	9
			Myriochele olgae	4	15	19
			Owenia sp.	6	7	13
		Flabelligerida	Brada villosa	1	1	2
			Diplocirrus glaucus	2	6	8
			Pherusa plumosa	1		1
		Terebellida	Amphictene auricoma	2	4	6
			Lagis koreni		3	3
			Anobothrus gracilis	2	3	5
			Amphicteis gunneri	1	4	5
			Melinna elisabethae	2	3	5
			Amphitrite cirrata	1	2	3
			Laphania boeckii		2	2
			Leaena ebranchiata		1	1
			Thelepus cincinnatus		1	1
			Terebellides sp.	2	5	7
		Sabellida	Chone sp.	5	2	7
			Euchone elegans	1	1	2
			Jasmineira caudata	8	4	12
			Laonome kroyeri	1	1	2
			Sabella pavonina	1	1	2
			Hydroides norvegicus	3	1	4
CRUSTACEA						
	Ostracoda		Ostracoda indet.	5		5
	Cirripedia		Sessilia indet.	-1		-1
		Thoracica				
	Malacostraca					
		Cumacea	Eudorella sp.		1	1
			Diastylis scorpioides		1	1
		Amphipoda	Ampelisca macrocephala		1	1
			Liljeborgia pallida		2	2
			Gammaridea indet.	3		3
			Phtisica marina	1	2	3
		Isopoda	Janira maculosa	1		1
		Decapoda	Galathea sp.	1		1
			Paguridae indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata		Caudofoveata indet.	5	6	11
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida	Leptochiton asellus	2	6	8
			Leptochiton sp.	3	8	11
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			Lepeta caeca	12	8	20
		Mesogastropoda				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Trichotropis borealis		1	1
		Neogastropoda	Taranis moerchi	1		1
		Opisthobranchia	Cephalaspidea			
			Cylichnina sp.	1		1
			Philina sp.		3	3
		Nudibranchia	Nudibranchia indet.		1	1
		Bivalvia	Nuculoida			
			Ennucula tenuis	1		1
			Nuculana minuta		2	2
			Nuculana sp. juv.	1		1
			Yoldiella nana	1		1
		Mytiloida	Crenella decussata	3	4	7
			Musculus sp. juv.	1	1	2
			Modiolula phaseolina	1	3	4
			Mytilus edulis	2		2
		Arcoidea	Batharca pectunculoides	1		1
		Ostreoidea	Similipecten similis	1	2	3
			Heteranomia squamula	1	2	3
		Veneroidea	Thyasira gouldi	2	1	3
			Thyasira sp.		2	2
			Tellinomya ferruginosa	1		1
			Montacuta substriata	1		1
			Parvicardium pinnulatum	1		1
			Macoma calcarea		1	1
			Abra nitida	1		1
			Abra prismatica		1	1
		Myoidea	Hiatella sp.	1	2	3
		Scaphopoda	Dentaliida			
			Antalis sp.	1	1	2
		BRACHIOPODA	Rhynchonellida			
		Articulata	Hemithiris psittacea		1	1
		BRYOZOA	Bryozoa indet.	-1		-1
		ECHINODERMATA	Ophiuroidea			
			Ophiurida			
			Ophiopholis aculeata		1	1
			Amphipholis squamata		1	1
			Ophiacantha bidentata		1	1
			Ophiocten affinis	1		1
			Ophiura albida	1		1
			Ophiura robusta		2	2
			Ophiura sarsii		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	7	10	17
		Echinoidea	Spartangoida			
			Spartangoida indet. juv.	1		1
		Holothuroidea	Dendrochirotida			
			Psolus sp. juv.		1	1
			Thyone fusus		1	1
		Apodida	Labidoplax buskii	21	17	38

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Maks:	24	21	45
			Antall:	87	91	125
			Sum:			564

Stasjonsnr.: C4

FORAMINIFERA

PORIFERA		Foraminifera indet.	-1	-1	-2
CNIDARIA		Porifera indet.	-1	-1	-2
	Anthozoa				
		Actiniaria indet.	9	18	27
		Cerianthus lloydii		1	1
NEMERTINI		Cerianthus lloydii juv.	2	2	4
NEMATODA		Nemertea indet.	1	4	5
SIPUNCULIDA		Nematoda indet.	-1		-1
		Phascolion strombus	4	1	5
		Sipunculida indet.		1	1
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Orbiniida			
		Leitoscoloplos mammosus	1		1
		Scoloplos armiger		1	1
		Aricidea catherinae		2	2
		Paradoneis lyra	1		1
		Spionida			
		Dipolydora sp.		2	2
		Laonice cirrata	1	1	2
		Prionospio cirrifera	1	2	3
		Spio limicola		1	1
		Chaetopterus variopedatus		3	3
		Chaetozone sp.	11	13	24
		Capitellida			
		Notomastus latericeus	1	1	2
		Rhodine loveni		2	2
		Nicomache lumbricalis	2	7	9
		Nicomache trispinata		2	2
		Petaloproctus tenuis	4	11	15
		Chirimia biceps	1	1	2
		Maldane sarsi		1	1
		Praxillella praetermissa	1	1	2
		Opheliida			
		Asclerocheilus intermedius		2	2
		Polyphysia crassa		1	1
		Phyllodocida			
		Eumida ockelmanni		1	1
		Harmothoe fragilis		1	1
		Polynoidae indet.	3	2	5
		Pholoe assimilis	6	4	10
		Pholoe baltica	5	5	10
		Nereimyra punctata	2	3	5

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Exogone verugera	5	4	9
			Syllis cornuta	2	10	12
			Nereis zonata		1	1
			Glycera alba		3	3
			Glycera capitata	2		2
			Goniada maculata		5	5
			Nephtys paradoxa		1	1
		Eunicida				
			Nothria hyperborea	30	39	69
			Eunice pennata		1	1
		Oweniida				
			Galathowenia fragilis	4	11	15
			Galathowenia oculata	2		2
			Myriochele olgae	5	5	10
			Owenia sp.	4	2	6
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	1	3	4
		Terebellida				
			Lagis koreni	1		1
			Anobothrus gracilis	1		1
			Ampharete lindstroemi		3	3
			Amphicteis gunneri		2	2
			Melinna elisabethae	1	3	4
			Eupolymnia nesidensis	1		1
			Lanassa venusta		1	1
			Terebellides sp.		1	1
		Sabellida				
			Chone sp.	4	3	7
			Euchone elegans		2	2
			Jasmineira caudata	4	9	13
			Hydroides norvegicus	4	7	11
CHELICERATA						
		Pycnogonida				
			Pycnogonida indet.		1	1
CRUSTACEA						
		Ostracoda				
			Ostracoda indet.		3	3
		Cirripedia				
		Thoracica				
			Sessilia indet.	-1	-1	-2
		Malacostraca				
		Cumacea				
			Leucon sp.	1		1
		Tanaidacea				
			Apseudes spinosus		1	1
			Tanaidacea indet.		1	1
		Amphipoda				
			Acanthonotozoma serratum		1	1
			Unciola leucopis	2		2
			Westwoodilla caecula	1		1
			Harpinia sp.	1	1	2
			Gammaridea indet.	1	2	3
		Isopoda				
			Gnathia sp.	2		2
			Janira maculosa		2	2
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	1	5	6
		Polyplacophora				
		Lepidopleurida				
			Leptochiton asellus	2	3	5
			Leptochiton sp.	2	7	9
		Prosobranchia				
		Archaeogastropoda				
			Puncturella noachina		1	1
			Lepeta caeca	2	4	6

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Mesogastropoda				
			Euspira montagui	1		1
		Neogastropoda				
			Taranis moerchi	1		1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philina sp.		3	3
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis		1	1
			Nuculana minuta	8	4	12
			Nuculana sp. juv.	2		2
			Yoldiella solidula		1	1
		Mytiloida				
			Crenella decussata	10	5	15
			Musculus niger		1	1
			Musculus sp. juv.	1	2	3
			Modiolula phaseolina		2	2
		Ostreoidea				
			Similipecten similis		1	1
			Heteranomia squamula		1	1
		Veneroida				
			Thyasira gouldi		1	1
			Parvicardium pinnulatum	1	2	3
			Abra nitida	1		1
			Abra prismatica		1	1
		Myoida				
			Mya sp. juv.		1	1
			Hiatella sp.	1	2	3
	Scaphopoda					
		Dentaliida				
			Antalis sp.	5	3	8
BRACHIOPODA						
	Articulata					
		Rhynchonellida				
			Hemithiris psittacea	1	2	3
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.		-1	-1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiopholis aculeata		1	1
			Ophiocten affinis	3		3
			Ophiura albida	1		1
			Ophiura robusta		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	6	13	19
	Holothuroidea					
		Dendrochirotida				
			Psolus sp. juv.		1	1
		Apodida				
			Labidoplax buskii	9	11	20
			Maks:	30	39	69
			Antall:	63	90	108
			Sum:			490
				TOTAL:	Maks:	87
					Sum:	1646

Vedlegg 2. Analysebeviser

Analyserapport C-und 2016_240217

Redigert av: LTO

Godkjent: _____



Framsenteret
Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø
Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA
Tel: 77 75 03 00
e-post: kjemi@akvaplan-niva.no

ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

Kunde: Akvaplan-niva

Kunde referanse: Vannfjorden

Kontaktperson: Per-Arne Emaus

Adresse: Framsenteret

Postnr./sted: 9007 Tromsø

Tel:

E-post: pae@akvaplan-niva.no

Dato: 27.03.2017

Rapport nr.: 8609_270317

Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu Zn, TP

Kontaktperson: Ida Giæver Tveter

Analyseansvarlig:

Ida Giæver Tveter

(sign.)

Underskriftsberettiget:

Ida Tveter

(sign.)

Prøvene ble sendt/levert til Akvaplan-Niva AS av oppdragsgiver, og merket som angitt i tabellen nedenfor.

Prøve id. Lab	Kundens id.	Materiale	Prøvens beskaffenhet ved mottak	Mottatt lab	Analyse-periode
8609/1	C1	sediment	frossent	29.11.2016	29.11.16-27.02.17
8609/2	C3	sediment	frossent	29.11.2016	29.11.16-27.02.17
8609/3	C4	sediment	frossent	29.11.2016	29.11.16-27.02.17
8609/4	Va3	sediment	frossent	29.11.2016	29.11.16-27.02.17

MERKNAD:

Prøve C4 (8609/3) inneholder stein større enn 15 mm, som ikke er inkludert i analysen.
Steinen(e) ville utgjøre ca 8 vekt% av den totale prøven

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om analysemetodene (måleusikkerhet, metodeprinsipp etc.) fås ved henvendelse til Akvaplan-Niva AS

Prøvene ble analysert med følgende resultater:

Side 1 av 2

Resultater

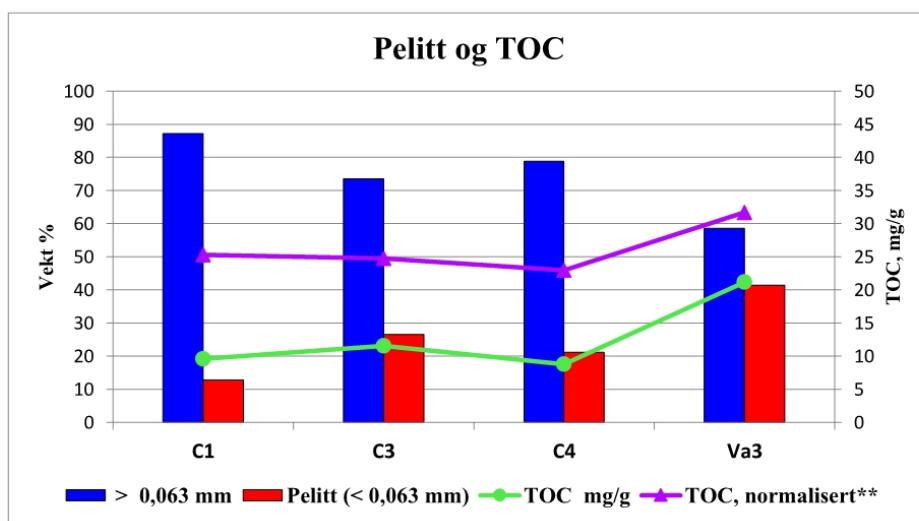
Kundens id.:		C1	C3	C4	Va3
Parameter	Enhet	8609/1	8609/2	8609/3	8609/4
> 0,063 mm	vekt %	87.2	73.5	78.8	58.6
Pelitt (< 0,063 mm)	vekt %	12.8	26.5	21.2	41.4
TOC	mg/g TS	9.6	11.5	8.8	21.2
TOC, normalisert**	mg/g TS	25.3	24.8	23.0	31.7
TOM	% TS	2.7	4.1	2.6	1.6
Total-N **	mg/g TS	0.81	1.26	0.92	3.13
C/N **		11.9	9.1	9.6	6.8
Cu *	mg/kg TS	4.11	6.28	4.16	11.0
Zn *	mg/kg TS	14.0	21.1	16.0	34.6
P-total *	% TS	0.104	0.118	0.113	0.054
	mg/kg TS**	1040	1180	1130	540

* Analysen er utført av ALS Laboratory Group, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa, Tsjekkia og Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice, Tsjekkia

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

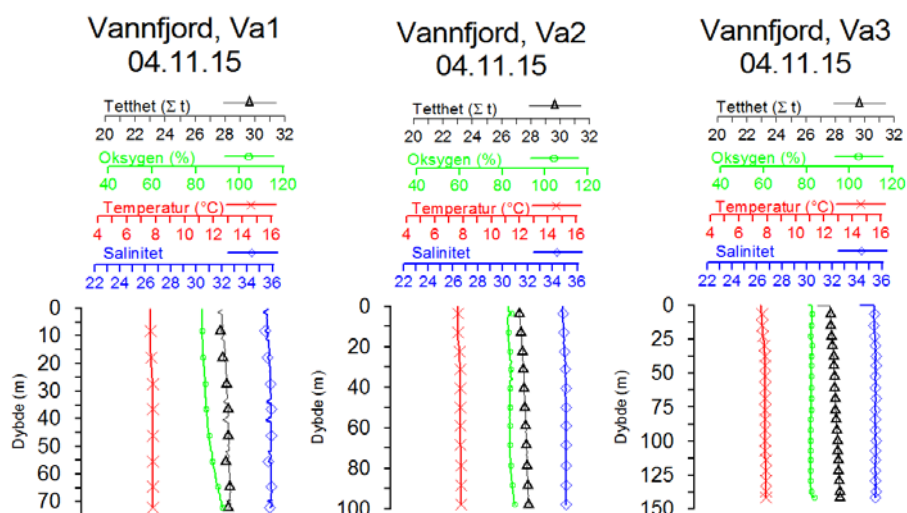
** Uakkreditert analyse eller beregning utført av Akvaplan-niva AS

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



Side 2 av 2

Vedlegg 3. Resultater fra 2015 (Velvin og Emaus, 2016)



Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjonene ved Vannfjord 2015.

Sedimentbeskrivelse, TOC, kornfordeling (pelittandel = % <0,063 mm) og pH/Eh. Vannfjord 2015.

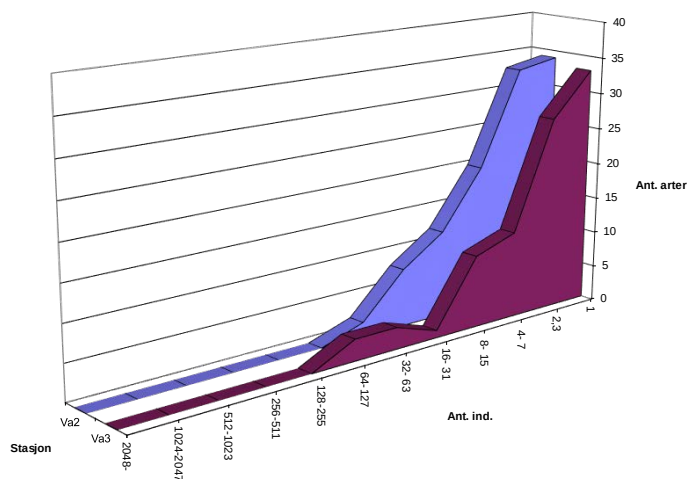
St.	Sedimentbeskrivelse	TOC, mg/g	N-TOC*	Tilstandskl.*	Pelitt (finstoff)	pH/Eh
Va 1	Olivengrønn silt/leire. Skjell på toppen. Frisk lukt.	8,4	21,7	II God	74	7,6 / 94
Va 2	Olivengrønn sand/silt. Litt skjellsand og leire. Frisk lukt.	10,2	21,6	II God	37	7,6 / 109
Va 3	Olivengrønn leire og silt. Frisk lukt.	19,9	29,5	III Mindre god	47	7,7 / 96

Sedimentanalyser. Total fosfor (TOT-P), sink (Zn) og kobber (Cu), alle i mg/kg TS, Vannfjord 2015.

St.	TOT-P	Zn	Tilst.klassif. Zn	Cu	Tilst.klassif. Cu
Va 1	930	15,6	I Bakgrunn	4,2	I Bakgrunn
Va 2	940	23,6	I Bakgrunn	7,4	I Bakgrunn
Va 3	970	29,5	I Bakgrunn	10,2	I Bakgrunn

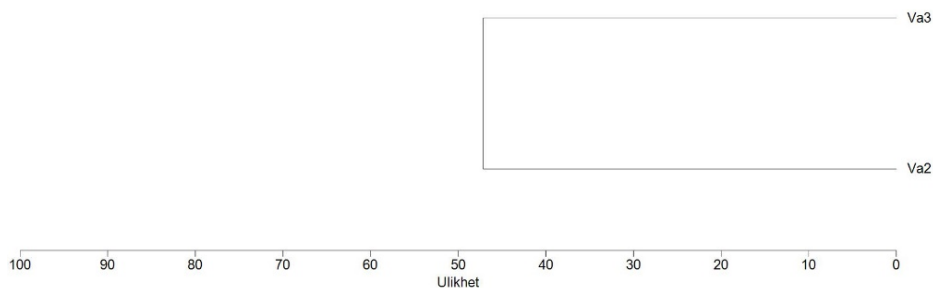
Antall arter og individer pr. 0,2 m², H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES_{100} = Hurlberts diversitetsindeks. $NQI1$ = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI_{2012} = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. $AMBI$ = ømfintlighetsindeks (inngår i $NQI1$). $nEQR$ = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Vannfjord, 2015. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2013.

St.	Individtall	Ant arter	H'	ES_{100}	$NQI1$	ISI_{2012}	NSI	$nEQR$	DI	$AMBI$	J
Va 2	587	109	5,54	46,8	0,85	10,28	24,68	0,887	0,41	1,490	0,88
Va 3	641	89	4,78	35,8	0,78	9,26	20,81	0,756	0,46	2,103	0,79



Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrstasjonene ved Vannfjord, 2015 (pr. 0,2 m²).

Vannfjorden C-und. 2015. Stasjoner uten juvenile
Group average



Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Vannfjord, 2015.

Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Vannfjord 2015. ik = ikke kjent gruppe.

Va 2	Ant.	Kum.	EG	Va 3	Ant.	Kum.	EG
Spio arctica	49	8 %	ik	Maldane sarsi	86	13 %	IV
Nothria hyperborea	38	14 %	ik	Thyasira sarsi	82	26 %	IV
Sabella pavonina	28	18 %	ik	Galathowenia oculata	71	37 %	III
Maldanidae indet.	21	22 %	II	Spio arctica	52	45 %	ik
Ophiuroidea indet. juv.	19	25 %	II	Paramphinome jeffreysii	35	50 %	III
Ostracoda indet.	19	28 %	II	Maldanidae indet.	32	55 %	II
Balanomorpha indet.	18	31 %	ik	Yoldiella lucida	28	59 %	II
Chaetozone sp.	18	34 %	III	Caudofoveata indet.	14	61 %	II
Pholoe baltica	18	37 %	III	Lumbrineris mixochaeta	11	63 %	IV
Maldane sarsi	17	39 %	IV	Abra nitida	9	64 %	III

*Økologiske grupper: EG I = sensitive arter. EG II = nøytrale arter. EG III = tolerante arter. EG IV = opportunistiske arter. EG V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013.