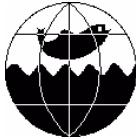


R A P P O R T

MOM C-gransking ved lokaliteten Brattavika i Austevoll kommune



Rådgivende Biologer AS 1737



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

MOM C - gransking ved lokaliteten Brattavika i Austevoll kommune

FORFATTARAR:

Hilde Eirin Haugsøen, Erling Brekke og Mette Eilertsen

OPPDRAKGJEVER:

Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS

OPPDRAGET GITT:

oktober 2012

ARBEIDET UTFØRT:

november 2012

RAPPORT DATO:

3. mai 2013

RAPPORT NR.:

1737

ANTAL SIDER:

28

ISBN NR.:

Ikke nummerert

EMNEORD:

- Resipientgransking
- Austevoll kommune
- Hordaland Fylke

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Akkreditering
Prøvetaking	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)
Kjemiske analyser	Akkreditert underleverandør Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
Sortering bløtbunnfauna	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)
Artsbestemming bløtbunnfauna	Akkreditert underleverandør Marine Bunndyr AS
Vurdering av resultat	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)
Rapportering	Søkt etter NS-EN ISO / IEC 17025 (2005)

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843 667 082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefaks: 55 31 62 75

Framsidebilete: Lokaliteten Brattavika i 2012. Foto: Mette Eilertsen

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS utført ei MOM C-gransking på oppdrettslokalitet nr 11488 Brattavika i Austevoll kommune. Lokaliteten er godkjent for ein maksimalt tillaten biomasse (MTB) på 3120 tonn.

Granskinga av resipienten til lokaliteten Brattavika er utført etter ønskje frå oppdragsgjevar for å få kartlagt miljøstatus i resipienten som kan leggjast ved søknad om utviding av lokaliteten. Denne rapporten presenterer resultat og vurdering av tilstand i resipienten frå ei MOM C-gransking med innsamling av botnprøvar av sediment og botndyr, samt hydrografiprofiler i resipienten den 30. november 2012.

Rådgivende Biologer AS takkar Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS ved Ingebrigts Landa for oppdraget, og Egil Øksnes for lån av båt og assistanse ved feltarbeidet.

Bergen, 3. mai 2013

INNHOLD

Føreord.....	2
Innhald	2
Samandrag.....	3
Områdeskildring.....	4
Utviding av oppdrettslokalitet Brattavika.....	6
Metode og datagrunnlag	7
Resultat	11
Sjiktning og hydrografi	11
Sedimentkvalitet	12
Blautbotnfauna.....	16
Tilhøvet til naturmangfaldlova.....	20
Vurdering av tilstand	20
Referansar	21
Om fjordar og kyst	23
Om marin blautbotnfauna	25
Vedleggstabellar.....	26

SAMANDRAG

Haugsøen, H.E., E. Brekke & M. Eilertsen 2013

*MOM C – granskning ved lokaliteten Brattavika i Austevoll kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 1737, 28 sider.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Kobbenvik og Furuholmen Oppdrett AS utført ei MOM C-granskning på oppdrettslokalitet nr 11488 Brattavika i Austevoll kommune. Den 30. november 2012 vart det samla inn prøvar av sediment og botnfauna på tre stasjonar frå nær lokaliteten og eit stykke ut i Languenen, samt hydrografiprofil på den djupaste stasjonen.

Lokaliteten Brattavika ligg i Austevoll kommune, i nordre del av Languenen, mellom Huftarøy og Reksteren. Anlegget ligg om lag i lengderetning med Languenen på Austevoll sida, lokaliteten er eksponert for nordlege og sørlege vindretningar, men ligg godt beskytta for vind og bølgjer frå aust og vest.

Granskninga den 30. november 2012 viser gode og upåverka miljøtilhøve i Languenen med omsyn på oksygentilhøve i djupålen, sedimentkvalitet og blautbotnfauna. Resultat frå feltarbeid og analyser tilsvavar beste tilstandsklasse for samtlige målte parametrar og gjenspeglar ein recipient i naturtilstand med god kapasitet.

Lokaliteten Brattavika i Languenen er godkjent for ein maksimal tillaten biomasse på 3120 tonn og har hatt jamn og høg produksjon minst sidan 2007. Det skal søkjast om å utvide produksjonskapasiteten til ein MTB på 5460 tonn. Ut frå denne granskninga er det tilsynelatande ingen påverknad frå oppdrettsverksemda i ein avstand på ca. 130 m frå anlegget og ned mot det djupaste i Languenen. MOM B granskningar utført i 2009, 2011 og 2013 ved maksimal produksjon har også gitt beste tilstandsklasse for samtlige granskningar. Dette indikerer at sjølv under anlegget, med jamn produksjon, har lokaliteten evne til å ta unna og omsetje dei organiske tilførslane frå oppdrettsverksemda.

Lokaliteten synest svært godt eigna til storskala oppdrett. Resipienten har høg kapasitet, og vil truleg kunne tolke ein vesentleg auke i produksjonen på lokaliteten.

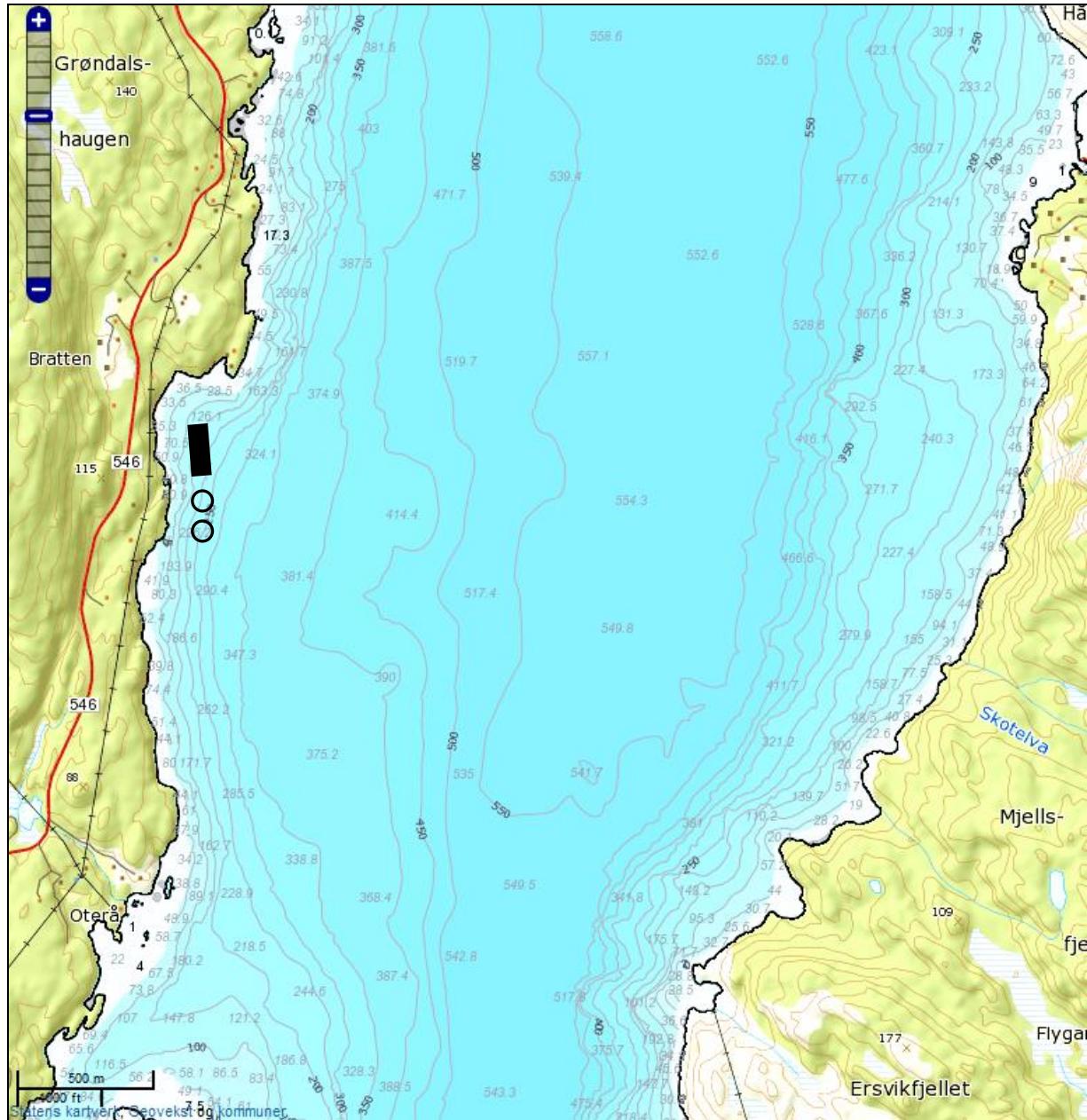
OMRÅDESKILDRING

Lokalitet Brattavika ligg i Austevoll kommune, i nordre del av Langenuen, mellom Huftarøy og Reksteren, og denne delen av Langenuen strekkjer seg fra Selbjørnsfjorden i sør til Bjørnafjorden i nord (**figur 1**). Lokaliteten er eksponert for nordlege og sørlege vindretninger, men ligg godt beskytta for vind og bølgjer fra aust og vest.



Figur 1. Utsnitt av sjøområda rundt lokaliteten Brattavika, med Langenuen, Selbjørnsfjorden og delar av Bjørnafjorden. Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.kystverket.no>.

Langenuen er omtrent 300 m djup ved den ytste delen av anlegget, og botnen skrånar nedover mot aust til eit djupområde på ca. 500 - 560 m sentralt i fjorden (**figur 2**). Dette djupområdet strekkjer seg heilt nord til Bjørnafjorden omrønt 7 km frå lokalitetten, der botnen går opp til vel 450 meters djup før det blir djupare att vidare mot nord, til over 650 meters djup forbi Lysefjorden og utover i Korsfjorden. Mot sør vert Langenuen gradvis grunnare mot skjeringspunktet med Selbjørnsfjorden, der det stort sett er mellom 250 og 450 m djupt. Det er ingen tersklar i nærleiken av lokalitetten.

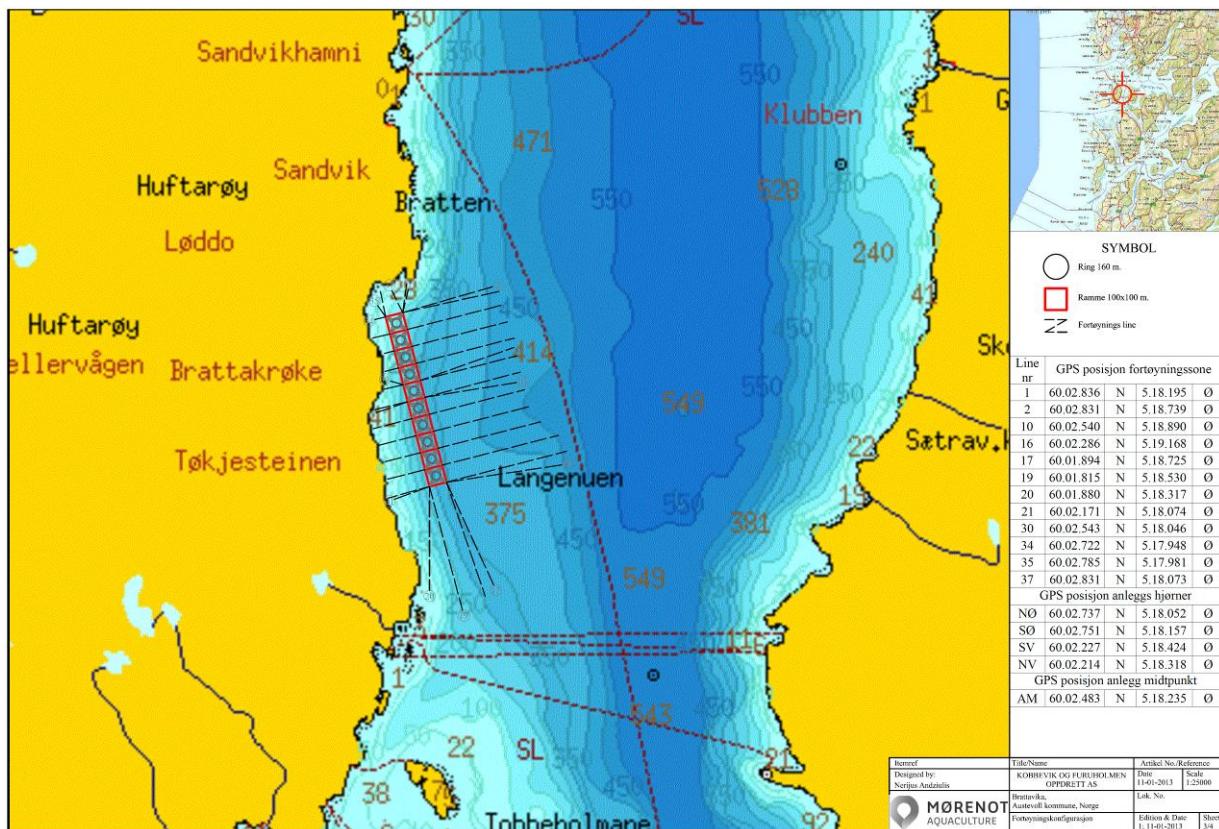


Figur 2. Utsnitt av Langenuen med djupnedata og avmerking av lokalitetten Brattavika. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

UTVIDING AV OPPDRETTSLOKALITET BRATTAVIKA

Lokaliteten Brattavika (nr. 11488) har vore i bruk sidan 2000, og er godkjent for en MTB på 3120 tonn. Det skal søkjast om å utvide produksjonskapasiteten til ein MTB på 5460 tonn (**figur 3**). Anlegget er per i dag frittliggende i tilnærma retning nord – sør, og avstand til land er omlag 100 meter (**figur 2**). Under anlegget er det frå omtrent 100 til 300 m djupne, og botnen skrånar ned mot austsøraust.

Anlegget på lokaliteten er per dags dato todelt. I nord ligg eit Rabben stålanlegg beståande av seks bur à 25 x 36 m (innvendige mål) plassert parvis i rekke, og i sør ligg to Ocea plastringar med 160 m omkrins (**figur 2**). Førflåten ligg langs den nordlege kortsida av stålanlegget. Ved utviding skal ein erstatte stålanlegget med ringar. Det skal til saman vere eit 1000 m langt anlegg bestående av ti stk 160 m ringar.



Figur 3. Oversikt over planlagt utviding (i raudt) av lokaliteten Brattavika, Austevoll kommune.

Det er utsett av haustfisk anna kvart år. Fôrforbruk og produsert mengde for kvart år sidan 2008 har vore som følgjer: (**tabell 1**):

Tabell 1. Anlegget sin driftshistorikk i perioden 2008-2012.

	2008	2009	2010	2011	2012
Fôrmengde (tonn)	2555	1194	2364	1498	3526
Produksjon (tonn)	2224	973	2020	1377	2618

METODE OG DATAGRUNNLAG

Føreliggjande datagrunnlag frå lokaliteten er MOM B granskingar utført i 2009, 2011 og 2013. Det er ikkje utført MOM C gransking på lokaliteten tidlegare.

MOM C – recipientgransking den 30. november 2012 består av ein analyse av hydrografi i vassøyla, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analysar) og botndyrsamfunnet si samansetjing. Både prøvetaking og vurdering vert utført i samsvar med NS 9410:2007, NS-EN ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665:2005, samt i samsvar med Klifs klassifisering av miljøkvalitet (Molvær mfl. 1997, Bakke m. fl 2007) og indeksane til Vanndirektivet (veileder 01:09).

NS 9410:2007 gjev eit oversyn over kva granskingar som vert anbefalt utført i samband med granskinga sitt føremål (**tabell 2**). Denne granskinga tek utgangspunkt i miljøtilstand ved lokaliteten (nærsona) og vidare utover i recipienten (overgangssona og fjernsona).

Tabell 2. Oversyn over soneinndelinga i MOM-systemet. Tabellen skildrar påverknadskjelde og potensiell påverknad, samt kva type granskingar som inngår i overvakainga og kva slags miljøstandardtypar som vert brukt (frå NS 9410:2007).

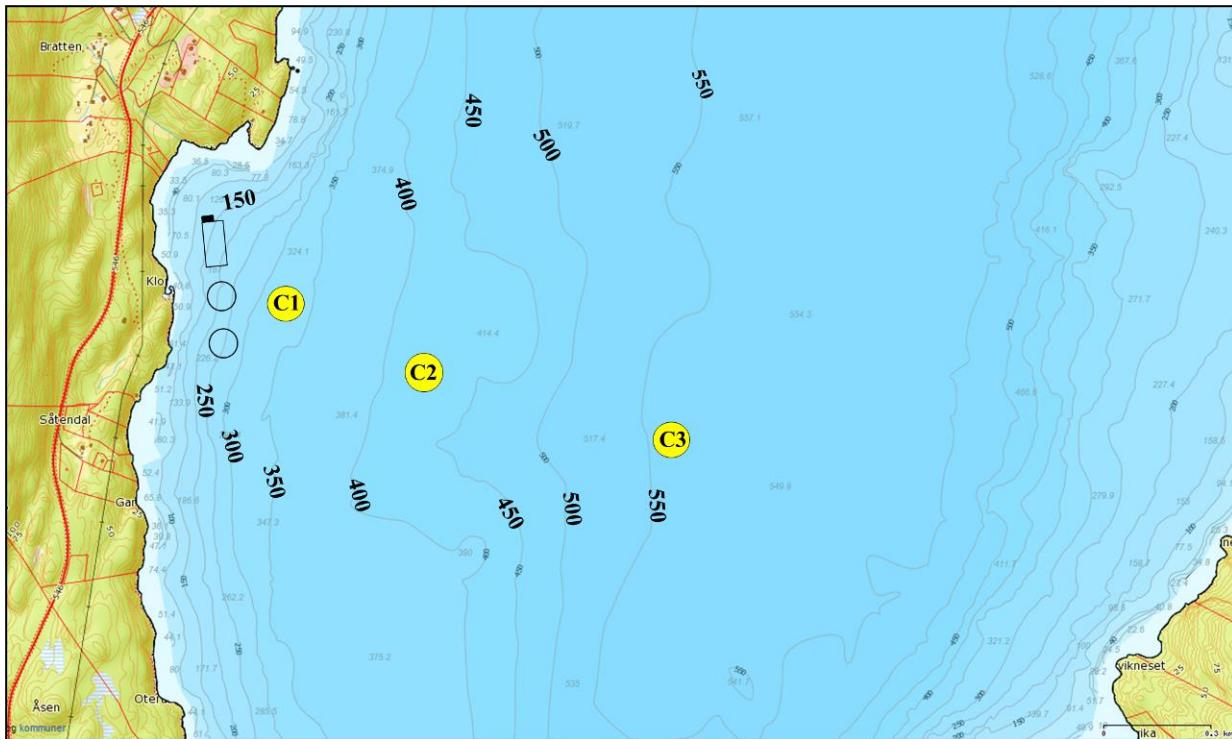
	Nærsone	Overgangssone	Fjernsone
Definisjon	Område under og i umiddelbar nærleik til eit anlegg der det meste av større partiklar vanlegvis sedimenterer.	Område mellom nærsone og fjernsone der mindre partiklar sedimenterer. På djupe, strømsterke lokalitetar kan også større partiklar sedimentere her.	Område utanfor overgangssona.
Påverknads-kjelde	Akvakulturanlegget.	Akvakulturanlegget er hovudpåverkar, men andre kjelder kan ha betydning.	Akvakulturanlegget er ei av fleire kjelder.
Potensiell påverknad	Endringar i fysiske, kjemiske og biologiske forhold i botnen.	Vanlegvis mindre påverknad enn i nærsone.	Auka primærproduksjon og oksygenforbruk i djupvatnet. Oksygenmangel i recipientar med dårlig vassutskifting.
Gransking	Primært B	Primært C	C
Miljøstandard	Eigne grenseverdiar gitt i NS 9410:2007	Eigne grenseverdiar gitt i NS 9410:2007	SFT: Klassifisering av miljøkvalitet i fjordar og kystfarvatn.

Temperatur, oksygen- og saltinnhald i vassøyla vart målt til botn i nærleik til stasjon C3 ved hjelp av ein SAIV SD 204 nedsenkbar sonde som logga kvart 2. sekund (jf. **figur 4, tabell 3**). Målingar er gjort i ein vintersituasjon.

Det vart tatt prøvar av sediment på tre stasjonar. Stasjon C1 vart tatt i nærleiken til lokaliteten, ca 130 m mot aust (**figur 4, tabell 3**) og stasjon C2 vart tatt i overgangssona ca 600 m aust for lokaliteten. Stasjon C3 vart tatt på det djupaste i recipienten i Langenuen, ca 1,3 km austsøraust for lokaliteten. Det vart forsøkt tatt ein stasjon like opp til anlegget, men her traff grabben bratt fjellbotn, og stasjon C1 vart difor flytta noko lenger aust til der botnen flata meir ut og ein fekk opp sediment.

Tabell 3. Posisjonar (WGS 84) for stasjonane ved MOM C-resipientgranskinga ved lokaliteten Brattavika i Langenuen i Austevoll kommune, 30. november 2012.

Stasjon:	C1	C2	C3
Posisjon nord	60° 02,638'	60° 02,552'	60° 02,513'
Posisjon aust	5° 18,333'	5° 18,793'	5° 19,660'
Djupne (m)	340	410	545-555



Figur 4. Stasjonane C1 – C3 i MOM C-granskinga av sjøområdet i nærsoma til lokaliteten Brattavika og utover i recipienten i Langenuen 30. november 2012. Kartgrunnlaget er henta fra kart.kystverket.no

To parallelle sedimentprøver vart tekne med ein 0,1 m² stor vanVeen-grabb på kvar av dei tre undersøkte stadane for vurdering av botnfauna. Sedimentet for kvar av dei to parallelle prøvene vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart fiksert på kvar sin boks med formalin tilsett bengalrosa og teke med til lab for sortering og analyse av fauna.

Til analyse av høvesvis kornfordeling og kjemiske analyser vart det på kvar stasjon teke ut litt prøve frå dei øvste 2-5 cm av sedimentet av kvart grabbhogg og samla til ein blandprøve. Kornfordelingsanalysen målar den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet. Kornfordelingsanalyser og kjemiske analyser (tørrstoff, glødetap, total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), total fosfor (totP), sink og kopar) vart utført i samsvar med NS-EN ISO 16665. Alle kjemiske analysar samt kornfordelingsanalyse er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen. Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert direkte etter AJ 31, men for å kunne nytte klassifiseringa i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter nedanforståande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

BOTNFAUNA

Botndyrprøvene er sortert av Guro Igland Eilertsen og Anette Skålnes og artsbestemt ved Marine Bunndyr AS av Øystein Stokland.

Det er utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) på kvar enkelt parallel og for kvar stasjon samla. Vurderinga av botndyrsamansetnaden vert gjort på bakgrunn av diversitet og førekommst av sensitive eller tolerante artar i prøven. Diversitet omfattar to faktorar, artsrikdom og jamleik, (fordelinga av talet på individ per art). Det vert brukt fire ulike indeksar for å sikre best mogeleg vurdering av tilstanden på botndyr (**tabell 4**). To av indeksane, Shannon Wieners indeks og indikatorartsindeksen blir nærmere skildra nedanfor. For detaljar om Hurlberts indeks (ES_{100}) og NQI1 viser ein til veileder 01:2009.

Tabell 4. Oversikt over klassegrenser for ulike botndyrindeksar (veileder 01:09).

Indikativ parameter	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
H'	>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
ES ₁₀₀	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI indeks	> 8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2

H' Shannon Wiener indeks

Komponentane artsrikdom og jamleik er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949), og denne er brukt for å oppgi diversitet for dei ulike prøvene:

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

der $p_i = n_i/N$, og n_i = tal på individ av arten i , N = totalt tal på individ og S = totalt tal på artar.

Jamleiken av prøven på stasjonane er også kalkulert, ved Pielous jamleksindeks (J):

$$J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

der $H'_{max} = \log_2 S$ = den maksimale diversitet ein kan oppnå ved eit gitt tal på artar, S .

Dersom talet på artar er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, vert verdien på diversitetsindeksen (H') høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøven inneholder få artar vert verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individua blant artane gir høg diversitet, også ved eit lågt tal på artar. Ein slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er eit dårleg mål på miljøtilstand i prøver med mange artar, men der svært mange av individua tilhører ein art. Diversiteten vert låg som følgje av skeiv fordeling av individua (låg jamleik), mens mange artar viser at det er gode miljøtilhøve. Ved vurdering av miljøtilhøve vil ein i slike tilfelle legge større vekt på talet på artar og kva for artar som er til stades enn på diversitet.

ISI indeks

Det er etablert eit klassifiseringssystem basert på førekommstar av sensitive og forureiningstolerante artar (Rygg 2002, **tabell 4**). Ein indikatorartsindeks (ISI = Indicator species index) kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artar sin reaksjon på ugunstige miljøtilhøve. Artar som er sensitive for miljøpåverknadar har høge sensitivitetsverdiar, medan artar med høg

toleranse har låge verdiar. Indikatorindeksen er eit gjennomsnitt av sensitivitetsverdiane til alle artane som er til stades i prøven. Den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Capitella capitata* har til dømes ein sensitivitetsverdi på 2,46, medan fleirbørstemarken *Terebellides stroemi*, som ein vanlegvis finn i upåverka miljø, har ein sensitivitetsverdi på 9,5.

MOM C indeks

Heilt opp til eit utslepp vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Følsame diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. I nærsoma til lokaliteten blir vurderinga difor gjort på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter nærare skildring i NS 9410:2007 (**tabell 5**).

Tabell 5. Grenseverdiar nytta i nærsoma til eit utslepp for vurdering av prøvestasjonen sin miljøtilstand (frå NS 9410:2007).

Miljøtilstand 1	-Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² ; -Ingen av artane må utgjera meir enn 65 % av det totale individantalet.
Miljøtilstand 2	-5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² ; -Meir enn 20 individ utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² ; -Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individantalet.
Miljøtilstand 3	-1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² .
Miljøtilstand 4	-Ingen makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² (uakseptabel)

Geometriske klassar

Då botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv (**tabell 6**). For ytterlegare informasjon kan ein vise til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x- aksen og antal artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominerande artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

Tabell 6. Døme på inndeling i geometriske klassar.

Geometrisk klasse	Tal individ/art	Tal artar
I	1	15
II	2-3	8
III	4-7	14
IV	8-15	8
V	16-31	3
VI	32-63	4
VII	64-127	0
VIII	128-255	1
IX	256-511	0

RESULTAT

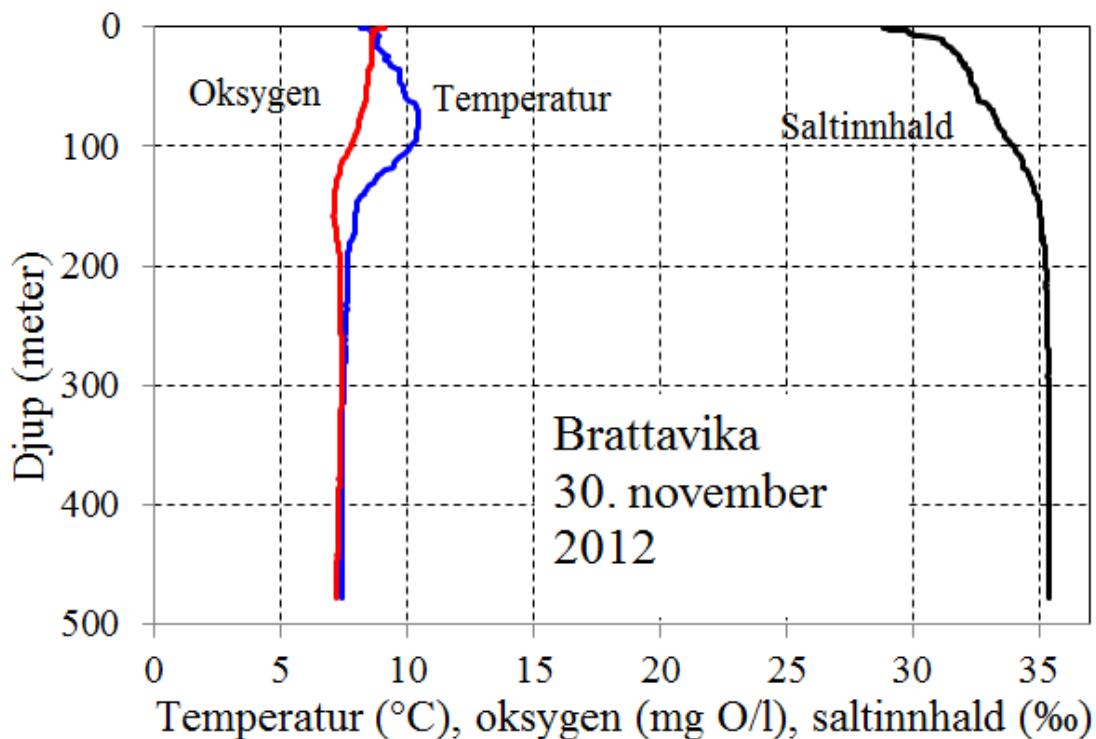
SJIKTNING OG HYDROGRAFI

Målingar av vassøyla vart gjort ned til 478 meter djupne i Langenuen. Profilen viser at overflatelaget var moderat ferskvasspåverka. På måletidspunktet var det også noko sjikting på om lag 80 m djupne, med aukande temperatur i øvste del av skilje, og kaldare under skiljet. Saltinnhaldet auka og oksygenkonsentrasjonen minka ned til 150 – 200 meters djupne. Frå omlag 200 m djup og nedover var verdiane relativt stabile ned mot botn.

Temperaturen var 8,2 °C i overflata og auka gradvis til 10,45 °C på 80 m djupne. Vidare nedover i vassøyla sokk temperaturen like gradvis til 7,6 °C på 200 m djupne. Temperaturen lenger nedover i vassøyla var relativt stabil ned til botn, der den vart målt til 7,4 °C på 478 m djup (**figur 5**).

Profilen viser at vassøyla var svakt ferskvasspåverka i overflata, med eit saltinnhald på 28,9 %, men saltinnhaldet steig raskt til ca. 31,2 % på 10 m djup. Vidare auka saltinnhaldet meir gradvis til 35,0 % på 150 m djup, og derfrå til ca. 35,3 % på 200 m djup før det stabiliserte seg. Ved botn på 478 m djup vart saltinnhaldet målt til 35,39 %.

Oksygeninnhaldet var høgt i heile vassøyla. I overflata var innhaldet 9,1 mg O/l, tilsvarande ei metting på ca. 95 %. Vidare nedover sokk konsentrasjonen gradvis til eit minimum på 7,1 mg O/l (77 %) på 150 m djup før konsentrasjonen steig litt att til 7,4 mg O/l (79 %) rundt 300 m djup. Ved botn på 478 m vart oksygeninnhaldet målt til 7,2 mg O/l tilsvarande ei metting på 77 %. Dette tilsvarar SFT sin tilstandsklasse I = "meget god".



Figur 5. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhald (mg O/l) og saltinnhald (‰) i vassøyla ved stasjon C3 i Langenuen 30. november 2012. Profilen er tatt på 478 m djup i posisjon N 60° 02,513' / Ø 5° 19,660' (WGS 84).

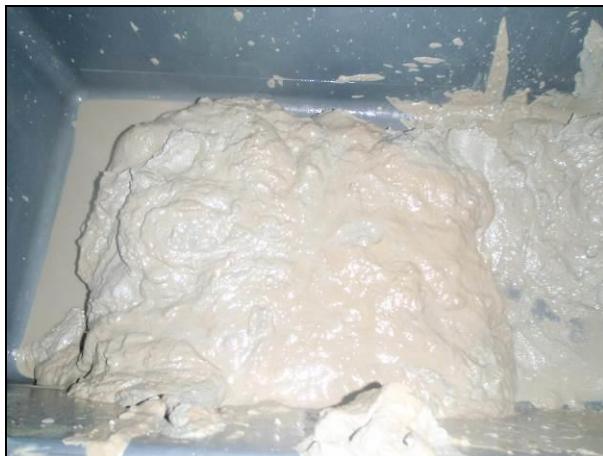
SEDIMENTKVALITET

SKILDRING AV PRØVENE

Stasjon C1 ligg ca. 130 m aust for lokaliteten og vart teken på om lag 340 meters djup. Stasjonen vart flytta lenger ut mot djupna då grabben ikkje løyste seg ut etter to forsøk inntil anlegget, grunna bratte botnforhold. Dei to parallellelane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var mjukt, luktfritt og grått med eit tynt brunleg slør oppå (**figur 6, tabell 7**). Prøvene bestod hovudsakleg av silt og leire, og noko sand og skjelsand. Sedimentkarakteristikk (NS 9410:2007) for dei to parallellelane var høvesvis tilstand 1 = "meget god" og 2 = "god" (**tabell 8**).

Stasjon C2 ligg ca. 600 m aust for lokaliteten og vart teken på om lag 410 meters djup. Dei to parallellelane var like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var mjukt, luktfritt og grått med eit ca. 1 cm brunleg lag oppå. Prøvene bestod hovudsakleg av silt og leire. Samla sedimentkarakteristikk for stasjonen var tilstand 1.

Stasjon C3 ligg ca. 1,3 km austsøraust for lokaliteten og vart teken på om lag 555 meters djup i det djupaste av Langenuen. Dei to parallellelane var like i struktur og samansetjing. Grabbvolumet var høvesvis full og vel $\frac{3}{4}$ full (12 og 9–10 liter sediment), og sedimentet var mjukt til kompakt, luktfritt og grått med eit ca. 1 cm brunleg lag oppå. Prøvene bestod hovudsakleg av silt og leire. Samla sedimentkarakteristikk for stasjonen var tilstand 1.



Figur 6. Bilete av sediment frå stasjon C1, C2 og C3. **Over t.v.** Sedimentet ved C1a. **Over t.h.** Sedimentet ved C2a. **Nede t.h.** Sedimentet ved C3a. Prøvene bestod av luktfritt, mjukt eller mjukt til kompakt og grått finsediment, med eit tynt lag av brunleg materiale på toppen, noko som er vanleg på større djup i dei fleste fjordar.

Tabell 7. Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn i Langenuen 30. november 2012.

Stasjon	C1 a-b	C2 a-b	C3 a-b	
Grabbvolum (liter)	12	12	9–10 og 12	
Gassbobling i prøve	Nei	Nei	Nei	
H ₂ S lukt	Nei	Nei	Nei	
Primær- sediment:	Skjelsand Grus Sand Silt Leire Mudder	20–10 % — 10 % 40–50 % 30 % 	— — — 50 % 50 % —	— — — 40 % 60 % —
Feltskildring av prøvene	Full grabb med grått, mjukt og luktfritt materiale beståande av silt, leire, sand og skjelsand. Oppå ligg eit tynt, brunt lag. Begge parallellear var av same type.	Full grabb med mjukt (til litt kompakt), grått og luktfritt materiale beståande av hovudsakleg silt og leire. Oppå ligg eit mjukare brunt lag på ca. 1 cm. Begge parallellear var av same type.	To forsøk på grabb C3a (første forsøk ikkje lukka). Full og vel ¾ grabb med mjukt til kompakt, luktfritt og grått materiale beståande av hovudsakleg silt og leire. Oppå ligg eit mjukare brunt lag på ca. 1 cm. Begge parallellear var av same type. Ein fekk opp ei ølflaske i opninga av grabben til prøve C3b, og noko sediment rann ut på vegen opp.	

Oppgjeven prosentandel av dei ulike fraksjonane i prøvene i **tabell 7** er basert på rein visuell observasjon og ikkje absolutte, målte verdiar. Dei prosentvise anslaga er meir ein indikasjon på kva for type sediment ein fann i prøvene. Resultat frå kornfordelingsanalyse er presentert nedanfor.

Nedbrytingstilhøva i sedimentet kan beskrivast ved hjelp av både surleik (pH) og elektrodepotensial (Eh). Ved høg grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet verte surt og ha eit negativt elektrodepotensial. Sedimentet på alle stasjonane var lite belasta, med middels høge pH-verdiar og middels høg til høge Eh-verdiar. Alle stasjonar og parallellear hamna i tilstand 1 utanom ein av parallellane på stasjon C1, der replikat b hamna i tilstand 2 = "god" (**tabell 8**). Meir detaljert var det høgast Eh-verdiar i sedimentet på den djupaste stasjonen C3, medan Eh-verdiane var noko lågare på stasjon C1 og C2. pH-verdiane var nokså like på alle stasjonane.

Ein av dei to parallellane frå stasjon C1 fekk tilstand 2 (middelverdi av gruppe II+III), men samla vurdering av sedimentkvalitet gav tilstand 1 på kvar av stasjonane (**tabell 8**).

Tabell 8. PRØVESKJEMA for granskingane i dei ulike parallellane frå dei tre stasjonane i Langenuen 30. november 2012.

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks
			1a	1b	2a	2b	3a	3b		
	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0		0,00
I	Tilstand gruppe I	A								
II	pH	verdi	7,33	7,28	7,38	7,54	7,3	7,37		
	Eh	verdi	110	14	89	76	115	179		
	pH/Eh	frå figur	0	2	1	1	0	0		0,67
	Tilstand prøve		1	2	1	1	1	1		
	Tilstand gruppe II	1	Buffertemp: 7,6 Sjøvasstemp: 7,8 °C Sedimenttemp: ca 5,4 °C pH sjø: 7,32 Eh sjø: 228 Referanseelektrode: +200 mV							
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0		
	Farge	Lys/grå=0	0	0	0	0	0	0		
		Brun/sv=2								
		Ingen=0	0	0	0	0	0	0		
	Lukt	Noko=2								
		Sterk=4								
		Fast=0								
	Konsistens	Mjuk=2	2	2	2	2				
		Laus=4								
		<1/4 =0								
	Grabb-volum	1/4 - 3/4 = 1								
	Tjukkelse	> 3/4 = 2	2	2	2	2	2	2		
	på	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0		
	slamlag	2 - 8 cm = 1								
		> 8 cm = 2								
		SUM:	4	4	4	4	3	3		
		Korrigert sum (*0,22)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,66	0,66		0,81
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand gruppe III	1							
II +	Middelverdi gruppe II+III	0,44	1,44	0,94	0,94	0,33	0,33			0,74
III	Tilstand prøve	1	2	1	1	1	1			
	Tilstand gruppe II+III	1								
	“pH/Eh”									
	“Korr.sum”									
	“Indeks”	Tilstand								
	< 1,1	1								
	1,1 - 2,1	2								
	2,1 - 3,1	3								
	> 3,1	4								
	“Tilstand”							Lokalitetens tilstand		
	Gruppe I		Gruppe II & III					1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	
	A							1, 2, 3	1, 2, 3	
	4							4	4	
	LOKALITETENS TILSTAND :									1

KORNFORDELING OG KJEMI

Resultatet frå kornfordelingsanalysen viser at det er noko variasjon i sedimentterande tilhøve på stasjon C1–C3 i Langenuen. På stasjon C1 var innhaldet av finsediment (silt og leire) om lag 69 %, medan andelen sand og grus var vel 30 % (**tabell 9, figur 7**). På dei to djupare stasjonane ute i Langenuen var andelen finsediment høgare, med høvesvis 87,4 og 95,3 %, og det var ikkje grus på desse to stasjonane. Det finkorna sedimentet og relativt små variasjonar mellom stasjonane er som venta i ein stor og djup recipient.

Tabell 9. Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå tre stasjonar i Langenuen 30. november 2012. SFT-tilstand er markert med tal og farge, som tilsvavarar tilstandsklassifiseringa etter SFT (1997 og 2007).

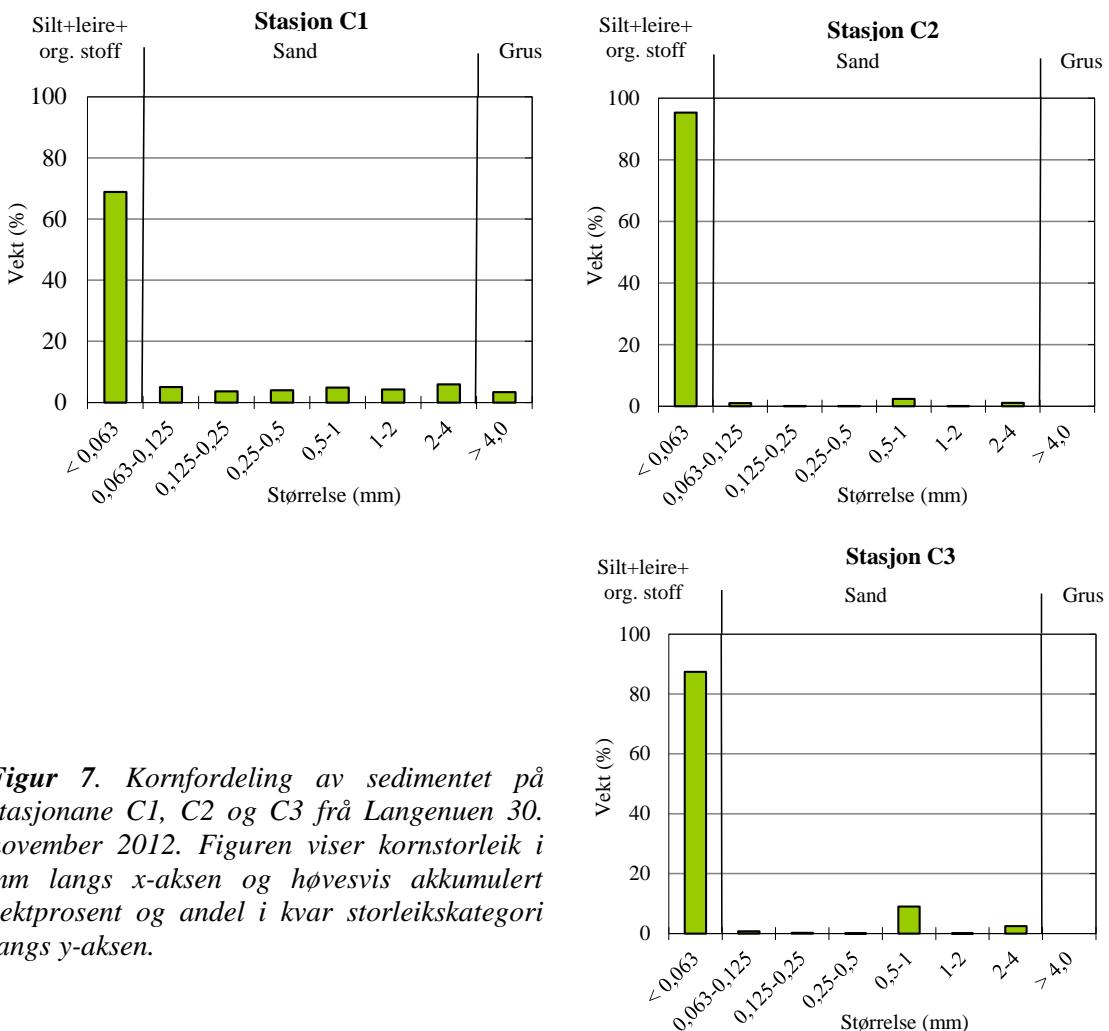
Stasjon	Eining	C1	C2	C3
Leire & silt	%	68,9	95,3	87,4
Sand	%	27,8	4,7	12,6
Grus	%	3,3	0	0
Tørrstoff	%	50,4	51,7	38,6
Glødetap	%	9,34	8,54	12,1
TOC	mg/g	3,1	3,5	3,8
Normalisert TOC	mg/g	8,698 (I)	4,346 (I)	6,068 (I)
Total Fosfor	mg/g	0,750	0,580	0,640
Total Nitrogen (N)	%	0,13	0,20	0,22
Kopar (Cu)	mg/kg	23 (I)	22 (I)	26 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	72 (I)	110 (I)	130 (I)

Tørrstoffinnhaldet i sedimentprøver vil kunne variere, med lågt innhald i prøver med mykje organisk materiale, og høgare innhald i prøver som inneholder mykje mineralsk materiale i form av primærsediment. Tørrstoffinnhaldet var moderat til lågt på stasjonane med eit tørrstoffinnhald på mellom 38,6–51,7 %. Det var lågaste prosentandel på den djupaste stasjonen med størst avstand frå lokalitetten, stasjon C3 (**tabell 9**), medan dei to andre var nokså lik i andel.

Glødetapet var frå lågt til moderat høgt med verdiar frå 8,54 til 12,1 %, og høgast på den djupaste stasjonen C3 i Langenuen. Glødetapet er eit indirekte mål på innhaldet av organisk materiale (TOC) i sedimentet. Målt direkte var innhaldet av TOC derimot lågt, og normalisert for innhaldet av finsediment var innhaldet mellom 4,35 og 8,70 mg C/g på stasjonane i Langenuen (**tabell 9**). Dette tilsvavarar SFTs tilstandsklasse I = "god" for samtlige stasjonar (Molvær m.fl. 1997).

Innhaldet av fosfor var nokså lågt og innafor normale verdiar i lite påverka resipientar med gode nedbrytingstilhøve, og det same var innhaldet av nitrogen.

Nivået av kopar og sink på alle stasjonane hamna innan tilstandsklasse I = "bakgrunn" (**tabell 9**). Det kan tyde på at det generelt er lite tungmetall i sedimentet i Langenuen.



Figur 7. Kornfordeling av sedimentet på stasjonane C1, C2 og C3 fra Langenuen 30. november 2012. Figuren viser kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen.

BLAUTBOTNFAUNA

ST C1

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallellelane. Individantalet i dei to grabbane på stasjonen var relativt lågt, med høvesvis 241 og 268 for grabb A og grabb B. Totalt individantal var også relativt lågt med 509. Artsantalet var høgt med 55 og 59 artar i høvesvis grabb A og grabb B. Samla artsantall var også høgt med 84 (**tabell 10**).

Hippigast førekommande art på stasjonen var fleirbørstemarken *Paramphipnoma jeffreysii* som førekom med 81 individ tilsvarande om lag 16 % for dei to grabbane samla (**tabell 11**). Arten kan auke noko i antal ved moderat forureiningsbelastning. Fleirbørstemarken *Heteromastus filiformis* var nest hyppigast med 41 individ og 8 %. Arten kan finnast talrikt både ved påverka og upåverka tilhøve.

Låg dominans blant artane fører til at verdien for jamleik vart høg, med 0,81. Diversiteten var høg, og med ein verdi av Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') på 5,19, samt Hulberts indeks på 39,4 hamnar stasjonen i tilstandsklasse I = "svært god".

Indikatorartsindeksen har høg verdi på grunn av høgt innslag av sensitive artar i botndyrsamfunnet. Indikatorartsindeksen tek ikkje omsyn til antal individ men til kva artar som er representert. Verdiene for artsindeksen i dei to grabbhoggga var relativt jamne, med verdiar i tilstandsklasse I. Samla vart stasjonen klassifisert i beste tilstandsklasse, I = "svært god".

Verdiane for NQI1-indeksen låg i tilstandsklasse ”svært god” for begge enkeltgrabbane og samla.

Kombinasjonen høgt artsantal, relativt lågt individantal, artsmangfald, ISI-indeks og NQI1-indeks innanfor tilstandsklasse ”meget god”, lite dominans og hyppigast førekommende artar utan indikasjon på forureiningsbelastning karakteriserer stasjon C1 ved Brattavika per 30. november 2012. Stasjonen synast best klassifisert i tilstandsklasse «svært god». Lokaliteten framstår som upåverka på prøvetakingstidspunktet.

Tabell 10. Tal på artar og individ av botndyr i dei 2 parallellelane tekne tre stader ved Brattavika 30. november 2012, samt jamleik (evenness), maksimal diversitet (H' -max) og fire ulike indeksar for diversitet og sensitivitet. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. tabell 3). Enkeltresultat er presentert i vedleggstabell 1.

Stasjon	Antal artar	Antal individ	Jamleik, J	H' -max	Diversitet, H'	Hurlberts indeks	ISI indeks	NQI1-indeks
St. C1 samla	84	509	0,81	6,41	5,19	39,4	9,79	0,796
A	55	241	0,80	5,81	4,65	34,1	9,92	0,791
B	59	268	0,85	5,86	4,98	37,9	9,83	0,800
St. C2 samla	44	278	0,84	5,43	4,56	30,9	9,82	0,718
A	31	120	0,91	4,97	4,52	29,5	9,81	0,724
B	33	158	0,81	5,07	4,11	27,7	9,94	0,711
St. C3 samla	40	185	0,86	5,29	4,55	31,8	9,29	0,722
A	26	114	0,86	4,73	4,07	24,7	8,84	0,681
B	30	71	0,90	4,92	4,43	-	9,24	0,763

ST C2

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallellelane. På stasjon C2 i Brattavika vart det registrert 278 individ fordelt på 44 artar, eit middels høgt artstal og lågt til relativt lågt individtal. Arts- og individantalet var jamt fordelt mellom dei to grabbhoggene på stasjonen.

Hyppigast førekommande art på stasjonen var fleirbørstemarken *Heteromastus filiformis* med 54 individ, tilsvarende om lag 20 % for dei to grabbane samla. Arten er forureiningstolerant, men kan også være talrik på upåverka lokalitetar. Den forureiningsømfintlege slangestjerna *Amphilepis norvegica* var nest hyppigast med 20 individ tilsvarende omkring 8 %.

Låg dominans blant artane førar til at verdien for jamleik vart høg, med 0,84. Diversiteten var høg, og med ein verdi av Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') på 4,56, samt Hurlberts indeks på 30,9, hamnar stasjonen i tilstandsklasse I = ”svært god”.

Indikatorartsindeksen har høg verdi på grunn av høgt innslag av sensitive artar i botndyrsamfunnet. Indikatorartsindeksen tek ikkje omsyn til antal individ men til kva artar som er representert. Verdiane for artsindeksen i dei to grabbhoggene var relativt jamne, med verdiar i tilstandsklasse I. Samla vart stasjonen klassifisert i beste tilstandsklasse, I = ”svært god”. Verdiane for NQI1-indeksen låg innanfor tilstandsklasse II = ”god”, men nær klasse ”svært god” både for grabb 2 og samla. For grabb 1 låg verdien i klasse ”svært god”, nær klasse ”god”.

Kombinasjonen midlere artsantal, lågt til relativt lågt individantal, artsmangfald og ISI indeks innafor tilstandsklasse ”svært god”, låg dominans, NQI1-indeks i grenseområda mellom klasse ”god” og klasse ”svært god” og hyppigast forekommande art utan spesiell indikasjon på forureiningsbelastning karakteriserer stasjon C 2 i Brattavika per 30. november 2013. Stasjonen framstår som upåverka på det aktuelle tidspunkt og synest best klassifisert i tilstandsklasse ”svært god”, men nær klasse ”god”.

Tabell 11. Dei ti mest dominante artane av botndyr tekne på stasjon C1, C2, og C3 i Brattavika 30. november 2012.

St. C1			St. C2		
Taxa	%	Kum %	Taxa	%	Kum %
<i>Paramphинome jeffreysii</i>	15,91	56,58	<i>Heteromastus filiformis</i>	19,42	67,63
<i>Heteromastus filiformis</i>	8,06	40,67	<i>Amphilepis norvegica</i>	7,19	48,20
<i>Lumbrineris</i> sp.	5,70	32,61	<i>Aphelochaeta</i> sp.	6,47	41,01
<i>Thyasira equalis</i>	5,11	26,92	<i>Chaetozone setosa</i>	6,12	34,53
<i>Amphilepis norvegica</i>	4,72	21,81	<i>Paramphинome jeffreysii</i>	5,76	28,42
<i>Terebellides stroemi</i>	3,93	17,09	<i>Notomastus latericeus</i>	5,76	22,66
<i>Eriopisa elongata</i>	3,73	13,16	<i>Eriopisa elongata</i>	4,68	16,91
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	3,54	9,43	<i>Lumbrineris</i> sp.	4,32	12,23
<i>Pholoe pallida</i>	2,95	5,89	<i>Thyasira equalis</i>	3,96	7,91
<i>Chaetozone setosa</i>	2,95	2,95	<i>Pholoe pallida</i>	3,96	3,96

St. C3		
Taxa	%	Kum %
<i>Chaetozone setosa</i>	13,51	66,49
<i>Thyasira equalis</i>	11,35	52,97
<i>Heteromastus filiformis</i>	10,81	41,62
<i>Amphilepis norvegica</i>	8,11	30,81
<i>Lumbrineris</i> sp.	4,86	22,70
<i>Paramphинome jeffreysii</i>	4,86	17,84
<i>Myriochele danielsseni</i>	3,78	12,97
<i>Aphelochaeta</i> sp.	3,24	9,19
<i>Ophelina norvegica</i>	3,24	5,95
<i>Terebellides stroemi</i>	2,70	2,70

ST C3

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. full eller nesten full grabb i dei to parallellane. På stasjon C3 i Brattavika vart det registrert 185 individ fordelt på 40 artar, eit relativt lågt individtal. Artsantalet var jamt, men relativt lågt i dei to grabbhogga på stasjonen, med 26 og 30 artar i høvesvis grabb A og grabb B. Samla artsantal var også relativt lågt.

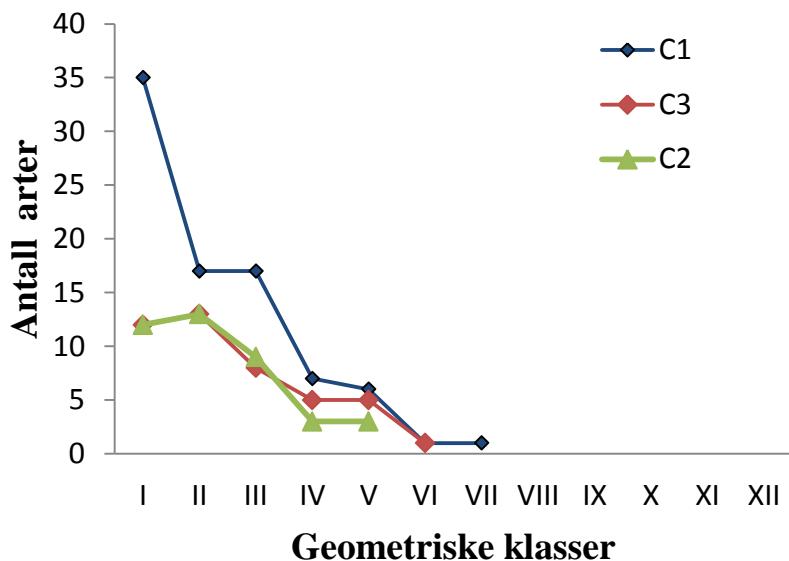
Hyppigast forekommande art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemarken *Chaetozone setosa* med 25 individ og knapt 14 % av totalt individantal. Fleirbørstemarken *Heteromastus filiformis* og muslingen *Thyasira equalis* var begge nest hyppigast med omkring 11 % av individua. Dei to fyrstnemnde kan finnast på både upåverka og forureiningspåverka lokalitetar, mens muslingen er moderat forureiningstolerant.

Låg dominans blant artane fører til at verdien for jamleik vart høg, med 0,86. Diversiteten var høg, og med ein verdi av Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') på 4,55, samt Hurlberts indeks på 31,8, hamnar stasjonen i tilstandsklasse I = "svært god". Verdien for grabb 1 låg i klasse II = "god", men nær "svært god" for Hurlberts indeks.

Indikatorartsindeksen har høg verdi på grunn av høgt innslag av sensitive artar i botndyrsamfunnet. Indikatorartsindeksen tek ikkje omsyn til antal individ men til kva artar som er representert. Verdiane for artsindeksen i dei to grabbhoggene var relativt jamne, med verdiar i tilstandsklasse I. Samla vart stasjonen klassifisert i beste tilstandsklasse, I = "svært god".

Verdiane for NQI1-indeksen låg innafor tilstandsklasse I = "svært god", men nær klasse "god" samla. Verdiane for kvar enkelt grabb låg i klasse "god" for grabb 1 og klasse "svært god" for grabb 2.

Kombinasjonen relativt lågt artsantal, lågt individantal, artsmangfald og ISI-indeks innafor tilstandsklasse "svært god", låg dominans, NQI1-indeks i grenseområda mellom klasse «svært god» og «god» og hyppigast førekommande art med moderat forureiningstoleranse karakteriserer stasjon C 3 i Brattavika per 30. november 2012. Stasjonen framstår som upåverka på det aktuelle tidspunkt og synest best klassifisert i tilstandsklasse "svært god", men relativt nær klasse "god".



Figur 8. Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1, C2 og C3 tekne 30. november 2012 ved Brattavika. Antal artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x- aksen.

Kurva til dei geometriske klassane har generelt eit jamt fallande kurveforløp og syner at det på samtlige stasjonar er få artar som opptrer med høge individtal, noko som tyder på eit tilsynelatande upåverka botndyrsamfunn (figur 8). Det kjem imidlertid godt fram på figuren at stasjon C1 hadde eit betydeleg høgare artsantal i høve til stasjon C2 og C3. Individtalet er og noko høgare, og kan indikere ei anrikning av sedimentet. Det gjev imidlertid ingen utslag på rettleiande indeksar (tabell 10).

TILHØVET TIL NATURMANGFALDLOVA

Denne resipientgranskingsa tek utgangspunkt i forvaltningsmålet nedfesta i naturmangfaldlova (§§ 4-5), og kunnskapsgrunnlaget er vurdert som ”godt” (§ 8) slik at føre var prinsippet ikkje er naudsynt i denne samanhengen (§ 9). Resipientgranskingsa vurderer verknader av oppdrettsverksemda, samt om resipienten har kapasitet til auka belastningar på økosystemet og det registrerte naturmiljøet i resipienten (§ 10), frå denne granskingsa og tidlegare MOM B granskingsar. Ved utviding av anlegg skal det leggjast til ytterligare ringar på eksisterande anlegg, i tillegg til at dei er plassert noko meir ut i Langenuen slik at skadar på naturmangfaldet så langt mogleg vert avgrensa, og ein søker å oppnå det beste samfunnsmessige resultat ut frå ei samla vurdering av både naturmiljø og økonomiske tilhøve (§ 12).

VURDERING AV TILSTAND

Hydrografi profil ved det djupaste i Langenuen syner svært gode tilhøve med eit høgt oksygeninnhald gjennom heile vassøyla. Kornfordelingsanalyser viste at sedimentet var finkorna på samtlige stasjonar, men med høgast andel silt og leire på dei to djupaste stasjonane. Dette er som venta, då det vert meir sedimenterande tilhøve nedover i djupbasseng ettersom straumhastigheita vanlegvis avtek nedover i djupet.

Innhaldet av organisk stoff i sedimentet var lågt på samtlige stasjonar, noko som tyder på at det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Det var lågast innhald av TOC på stasjonen næraast anlegget, men normalisert for innhaldet av finstoff fekk denne stasjonen høgast verdi, noko som kan indikere spor av påverknad. Innhaldet av organisk materiale er uansett lågt. Andre målte parametrar viste òg at i ein avstand på 130 m frå anlegget og til det djupaste i Langenuen, er det eit naturleg friskt og upåverka sediment. Blautbotnfaunaen er med på å stadfeste dette og framstår som upåverka på samtlige stasjonar.

Det har ikkje vore naudsynt å vurdere blautbotnfaunaen på stasjon C1 i høve til MOM C indeksen (sjå metode kapittel) då stasjonen hamna i beste tilstandsklasse for samtlige indeksar etter veileder 01:09.

Resultata frå resipientgranskingsa er ikkje uventa, då Langenuen er ein stor, djup og eksponert resipient som er uteskla mot Selbjørnsfjorden og Bjørnafjorden. Langenuen kan reknast som eit stort nord-sørgåande straumsund, og det vil alltid vere god utskifting og gode oksygentilhøve ned til det djupaste av resipienten. Dette vil også sørge for høg kapasitet til å omsetje organiske tilførslar.

MOM B granskingsar som er gjort på lokaliteten i 2009, 2011 (Hansen mfl. 2009, 2011) og 2013 (Isaksen mfl. 2013) viser lite påverknad frå oppdrettsverksemda. Granskingsane har vore utført ved maksimal produksjon, og lokaliteten har fått beste tilstandsklasse, tilstand 1 = ”meget god”, ved samtlige granskingsar. Det har vore høg og jamn produksjon på lokaliteten, opp mot maksimalt tillaten biomasse på 3120 tonn for kvar generasjon. Det er såleis liten påverknad frå oppdrettverksemda direkte under anlegget, og påverknad kan knapt sporast utover i resipienten sjølv ved full produksjon.

Lokaliteten synest svært godt eigna til storskala oppdrett. Resipienten har høg kapasitet, og vil truleg kunne tolle ein vesentleg auke i produksjonen på lokaliteten.

REFERANSAR

BAKKE, T., G. BREEDVELD, T. KÄLLQVIST, A. OEN, E. EEK, A. RUUS, A. KIBSGAARD, A. HELLAND & K. HYLLAND 2007.

Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter.

SFT Veileder. TA-2229/2007. 12 sider.

BOTNEN, H., E. HEGGØY, PJ. JOHANNESSEN, P-O. JOHANSEN, G. VASSENDEN 2007.

Miljøovervåking av olje og gassfelt i Region II i 2006.

UNIFOB- Seksjon for anvendt miljøforskning. Bergen, mars 2007. 72s.

DIREKTORATGRUPPA VANNDIREKTIVET 2009.

Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

GRAY, J.S., F.B MIRZA 1979.

A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 10: 142-146.

HANSEN, E. 2011.

MOM-B Brattavika. 9 s.

HANSEN, E. 2009.

MOM-B Brattavika. 9 s.

HANSEN, P.K., A. ERVIK, J. AURE, P. JOHANNESSEN, T. JAHNSSEN, A. STIGEBRANDT & M. SCHAANNING 1997.

MOM - Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet. 1997

Fisken og Havet nr 5, 55 sider.

ISAKSEN, T. E., H. R. JAKOBSEN & P. JOHANNESEN 2013.

MOM B-undersøkelse ved Brattavika i Austevoll kommune

Uni Miljø, Seksjon for anvendt miljøforskning-marin. Notat 09-2013.

KUTTI, T., P.K. HANSEN, A. ERVIK, T. HØISÆTER & P. JOHANNESSEN 2007.

Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture* 262, 355-366.

MOLVÆR, J., J. KNUTZEN, J. MAGNUSSON, B. RYGG, J. SKEI & J. SØRENSEN 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.

NORSK STANDARD NS 9410:2007

Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Standard Norge, 23 sider.

NORSK STANDARD NS-EN ISO 5667-19:2004

Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veileding i sedimentprøvetaking i marine områder

Standard Norge, 14 sider

NORSK STANDARD NS-EN ISO 16665:2005

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna

Standard Norge, 21 sider

PEARSON, T.H., R. ROSENBERG 1978.

Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment.

Oceanography and Marine Biology Annual Review 16: 229-311

PEARSON, T.H. 1980.

Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J., Farmer, D.M., Levings, C.D. (Eds.), NATO Conf. Ser., Ser. 4. Mar. Sci. Nato Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569–602.

PEARSON, T.H., J.S. GRAY, P.J. JOHANNESSEN 1983.

Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses.

Marine Ecology Progress Series 12: 237-255

RYGG, B. 2002.

Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway.
NIVA-rapport SNO 4548-2002. 32s.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.

The mathematical theory of communication.
University of Illinois Press, Urbana, 117 s.

STIGEBRANDT, A. 1992.

Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter.
ANCYLUS, rapport nr. 9201, 58 sider.

OM FJORDAR OG KYST

Fjordar og pollar er pr. definisjon skilde frå dei tilgrensande utanforliggjande sjøområda med ein terskel i munningen/utløpet. Dette gjer at vassmassane innanfor ofte er sjikta, der djupvatnet som er innestengt bak terskelen, kan vere stagnante, medan overflatevatnet hyppig vert skifta ut fordi tidevatnet to gonger dagleg strøymer fritt inn og ut. I dei store fjordane vil djupvatnet utgjere svært store volum, og djupnene kan vere på mange hundre meter. Langenuen er recipient for Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS avd. Brattavika. Langenuen har god djupne, og er i praksis nesten terskelfri via Korsfjorden og ut mot Nordsjøen, noko som sikrar god utskifting av bassengvatn til ei kvar tid.

“Overflatelaget” vil ofte kunne vere prega av ferskvassstilrenning slik at det utgjer eit varierande tjukt brakkvasslag på toppen. Under dette finn ein “tidevasslaget” som er påverka av det to gonger daglege inn- og utstraumande tidevatnet. Frå nokre meter under terskelnivået finn ein “djupvatnet”, som og ofte kan vere sjikta i eit “øvre- og nedre- djupvasslag” grunna ulikskapar i temperatur, saltinhald og oksygenforbruk.

Ved dei tilhøva ein har stabilt djupvatn innanfor ein terskel, er tettleiken i slike sjøbasseng (pollar eller lokalt terskla sjøområde) vanlegvis større enn i det daglege innstraumande tidevatnet, og her føregår det to viktige prosessar. For det første vert oksygenet i vassmassane forbrukt jamt på grunn av biologisk aktivitet knytt til nedbryting av organisk materiale. For det andre skjer det ein jamn tettleiksreduksjon i djupvatnet på grunn av dagleg påverknad av det inn- og utstraumande tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstraumande tidevatnet kunne få ein betydeleg fart, og påverknaden på dei underliggjande vassmassane vil kunne bli stor. Når tettleiken i djupvatnet er blitt så låg at den tilsvavar tidevatnets tettleik, kan djupvatnet skiftast ut med tilførsel av friskt vatn heilt til botn i bassenget.

Vinterstid kan og tyngre og saltare vassmassar komme nærmare overflata i sjøområda langs kysten, fordi ferskvasspåverknaden til kystområda då er liten og brakkvasslaget vert tynnare. Dersom dette tyngre vatnet kjem opp over terskelnivå, vil ein kunne få ein fullstendig utskifting av djupvatnet innafor terskelen. Frekvensen av slike utskiftingar er i stor grad avhengig av terskelen sitt djup, - dess grunnare terskel dess sjeldnare førekjem utskiftingar av denne typen. Langenuen har eit maksimaldjup på knapt 560 m. Dette djupområdet strekkjer seg heilt nord til Bjørnafjorden omrent 7 km fra lokaliteten, der botnen går opp til vel 450 meters djup før det blir djupare att utover i Korsfjorden. Mot sør blir Langenuen gradvis grunnare mot skjeringspunktet med Selbjørnsfjorden, der det stort sett er mellom 250 og 450 m djupt. Det er ingen tersklar i nærleiken av lokaliteten.

I innestengde djupvassområde, som altså finnест naturleg i alle fjordar under terskelnivået til fjorden, vil balansen mellom desse to nemnde prosessane avgjere miljøtilstanden i djupvatnet. Dersom oksygenforbruket er stort grunna store tilførslar, slik at oksygenet blir brukt opp raskare enn tidsintervallet mellom djupvassutskiftingane, vil det oppstå oksygenfrie tilhøve med danning av hydrogensulfid i djupvatnet. Under slike tilhøve er den biologiske aktiviteten mykje lågare, slik at nedbryting av organisk materiale vert sterkt redusert. Motsett vil ein heile tida ha oksygen i djupvatnet dersom oksygenforbruket i djupvatnet anten er lågt eller tidsintervallet mellom djupvassutskiftingane er kort. Det er utvikla modellar for teoretisk berekning av balansen mellom desse to tilhøva (Stigebrandt 1992).

Alt organisk materiale som vert tilført eit sjøområde, anten frå dei omkringliggende landområda, frå det dagleg innstraumande tidevatnet, eller frå sjøområdet sin eigen produksjon av algar og dyr i vassmassane, bidreg til ein sedimentasjon av dødt organisk materiale som legg seg på botnen. Dette er ein naturleg prosess, som kan auke i omfang dersom store mengder organisk materiale vert tilført. Viktige kjelder kan vere kloakk eller til dømes spillfør og fekalier frå fiskeoppdrettsanlegg. Store eksterne tilførslar av organisk nedbrytbart materiale til djupvatnet i sjøområda vil imidlertid auke oksygenforbruket i djupvatnet. Dersom oksygenet i djupet er brukt opp, vil sulfatreduserande bakteriar halde fram nedbrytinga, og den giftige gassen hydrogensulfid (H_2S) vert danna. Dyreliv vil ikkje

førekomme under slike vilkår. Mange basseng vil også frå naturen si side ha ein balanse som gjer at slike situasjonar vil oppstå utan ekstra ytre påverknad. Det treng difor ikkje vere eit teikn på “overbelastning” at det førekjem hydrogensulfid i djupvatnet og i sedimenta.

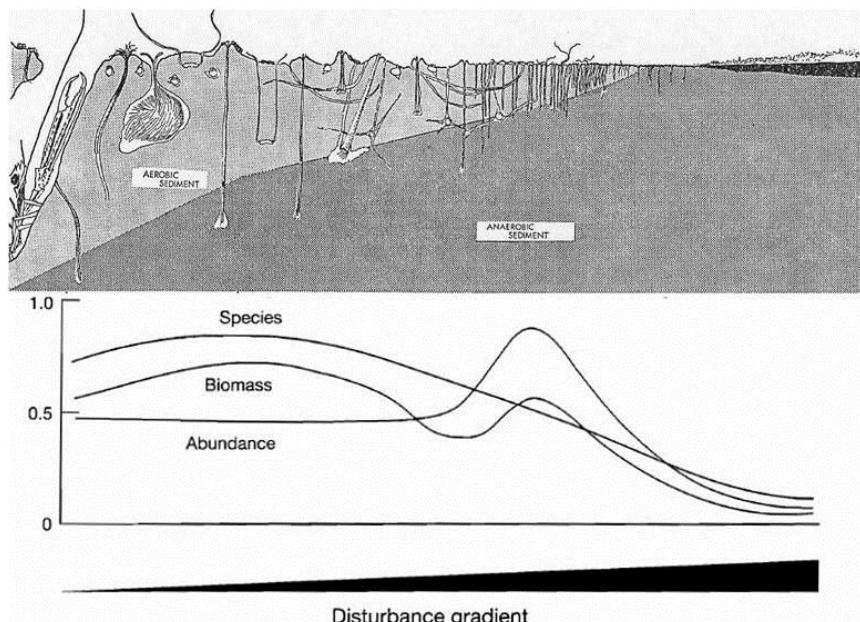
Glødetap er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførslar av organisk stoff at den biologiske nedbrytinga ikkje greier å halde følgje med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige forhold. Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er eit anna mål på mengde organisk stoff, og dette er vanlegvis omtrent 0,4 x glødetapet. Den forventa naturtilstanden for sediment i sjøbasseng der det er gode nedbrytingstilhøve ligg på rundt 30 mg C/g eller mindre.

Sedimentprøver og botndyrprøver frå dei djupaste områda i dei undersøkte sjøbassenga gjenspeglar difor desse tilhøva på ein utfyllande måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie tilhøve, vil ikkje ha noko dyreliv av betydning i dei djupaste områda, og vil dermed ha ein sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på botnen. Då vil innhaldet av ikkje-nedbrote organisk materiale vere høgt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT, no Klif) har utarbeida oversiktlege klassifikasjonssystem for vurdering av desse tilhøva.

Det er utvikla ein standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning frå fiskeoppdrettsanlegg, som også inkluderer granskningar i resipientar (MOM-gransking). MOP (Matfiskanlegg, Overvåking og Modellering) består av eit overvakningsprogram (B- og C-granskningar) og ein modell for berekning av lokaliteten sin bereevne og fastsetting av lokaliteten sin produksjonskapasitet. For nærmare skildring av overvakningsprogrammet syner ein til «Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet 1997» (Hansen m. fl., 1997) og Norsk Standard for ”Miljøpåvirkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg” (NS 9410:2007). Denne resipientgranskingsa følgjer opplegget for ei MOP C-gransking, som er ei gransking av botnilstanden frå eit anlegg (nærsona) og utover i resipienten (fjernsona).

OM MARIN BLAUTBOTNFAUNA

Blautbotsfauna er dominert av fleirbørstemakkar, krepsdyr, muslingar og pigghudingar, men det er mange ulike organismegrupper som kan vere representert. Det er vanleg å nytte blautbotsfauna som indikator på miljøtilhøva, og for å karakterisere verknadane av ei eventuell forureining. Mange dyr som har sedimentet som habitat er relativt lite mobile og fleirårige, og ut frå dette kan ein difor registrere unaturleg forstyrring på miljøet. Samfunnet kan beskrivast og talfestast. Ved hjelp av slik informasjon kan ein sjå om negative påverknadar har ført til ein dominans av forureiningstolerante artar, reduksjon i talet på artar og reduksjon i diversitet. Er det gode og upåverka botntilhøve med oksygenrikt sediment blir dette vist av større, djuptgravande individ (figur 9). Her vil det vere mange artar som førekjem i få eksemplar kvar, og fordelinga mellom individua vil vera nokolunde jamn. I område med moderate tilførslar vil botnen få ein "gjødslingseffekt", som fører til at ein då vil sjå dyr av mindre storleik, samt ein auke av tolerante artar som førekjem i høge individantal (Kutti m.fl. 2007). I svært påverka område eller under tilnærma oksygenfrie tilhøve vil ein berre finne forureiningstolerante artar, som til dømes *Capitella capitata* og *Malacoboceros fuliginosus*, ofte med svært høge individantal. Ei "overgjødsling" vil føre til at dyresamfunnet vert kvelt.



Figur 9. Biletet (over) og modell (under) illustrerer endringar i botndyrsamfunnet som ein respons på organiske tilførslar, oksygenmangel og fysiske forstyrningar (frå Pearson & Rosenberg, 1978).

Granskingsar av blautbotsfauna er svært vanleg i miljøgranskingsar. Eit døme på overvaking av blautbotsamfunnet over tid i ein større skala, er frå olje- og gassverksemene i Nordsjøen. Med utbygging og etablering av oljeverksemd har det vore eit krav om både biologiske, fysiske og kjemiske granskingsar. Over tid har det vist seg at oljeindustrien har tilført miljøgifter i sedimenta med merkbare påverknader på dyresamfunnet i blautbotnen. Miljøgranskingsar vart starta i 1997 og har sidan vorte utført tre gonger. I løpet av desse granskingane har ein registrert store mengder av blant anna oljehydrokarboner, barium, kopar og bly i sedimenta som skaper store forstyrningar i botndyrafaunaen. Ved hjelp av færre og mindre utslepp, og strengare reinse-/utsleppskrav, har ein sett ei merkbar endring i tilstanden hos blautbotnfaunaen (Botnen m.fl. 2007).

VEDLEGGSTABELLAR

Vedleggstabell 1. Oversyn over botndyr funne i sediment frå dei to parallelle lane frå stasjonane C1, C2 og C3 ved Brattavika den 30. november 2013. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m² stor van Veen Grabb, og prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,2 m² på kvar stasjon.

Taksa	ST. C1			ST. C2			ST. C3		
	A	B	sum	A	B	sum	A	B	sum
ST. NEMERTEA									
<i>Nemertea indet.</i>	7	2	9	6			6	1	1
									2
POLYCHAETA - Fleirbørstemakk									
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	38	43	81	12	4	16	9		9
<i>Neoleanira tetragona</i>		1	1					2	2
<i>Pholoe baltica</i>		3	3						
<i>Pholoe pallida</i>	8	7	15	4	7	11	3		3
<i>Nereimyra punctata</i>					2	2			
<i>Pilargis papillata</i>		1	1		1	1			
<i>Ceratocephale loveni</i>	3		3	3		3		1	1
<i>Nephtys cirrosa</i>	1		1						
<i>Exogone hebes</i>	1	9	10	1		1	3		3
<i>Glycera alba</i>		1	1						
<i>Glycera lapidum</i>		13	13				1		1
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				3	2	5			
<i>Paradiopatra fiordica</i>				5		5	2	3	5
<i>Lumbrineris sp.</i>	11	18	29	5	7	12	7	2	9
<i>Augeneria tentaculata</i>	3	4	7	2		2			
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1	4	5		1	1			
<i>Phylo norvegicus</i>	1		1	1	2	3		2	2
<i>Laonice sarsi</i>		1	1						
<i>Prionospio fallax</i>	1		1						
<i>Prionospio cirrifera</i>					1	1			
<i>Prionospio dubia</i>	3	1	4	6	2	8	1	1	2
<i>Spio gonioccephala</i>		1	1						
<i>Spiophanes kroyeri</i>	1	3	4	1	1	2			
<i>Spiochaetpterus typicus</i>					2	2		2	2
<i>Aricidea simonae</i>	2		2						
<i>Levinsenia gracilis</i>	2		2		3	3	1	1	2
<i>Paradoneis lyra</i>	1	1	2						
<i>Chaetozone setosa</i>	9	6	15	9	8	17	17	8	25
<i>Aphelochaeta sp.</i>		2	2	7	11	18	3	3	6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1		1						
<i>Pherusa falcata</i>							1		1
<i>Fauvelopsis sp.</i>		3	3				1		1
<i>Ophelina norvegica</i>	3		3	1	3	4	3	3	6
<i>Lipobranchius jeffreysi</i>		6	6						
<i>Heteromastus filiformis</i>	34	7	41	12	42	54	17	3	20

<i>Notomastus latericeus</i>	3	1	4	10	6	16	4	1	5
<i>Praxillella praetermissa</i>	2		2	2	1	3			
<i>Rhodine loveni</i>	1	2	3	3		3		1	1
<i>Myriochele danielsseni</i>				2		2	7		7
<i>Pectinaria auricoma</i>		1	1						
<i>Pectinaria belgica</i>	2		2		1	1			
<i>Sabellides octocirrata</i>					1	1			
<i>Amythasides macroglossus</i>		1	1						
<i>Eclysippe vanelli</i>	1	3	4						
<i>Sosane sulcata</i>		1	1						
<i>Melinna cristata</i>		3	3						
<i>Amaea trilobata</i>	6	1	7						
<i>Polycirrus sp.</i>		1	1		1	1			
<i>Terebellides stroemi</i>	14	6	20	2	3	5	4	1	5
<i>Trichobranchus roseus</i>	1	1	2						
<i>Jasmineira sp.</i>	1		1						
<i>Sabella pavonina</i>	1		1						
<i>Sabellidae indet.</i>	1		1						
<i>Hydrooides norvegicus</i>	1		1						
<i>Serpulidae indet.</i>	1		1						

OLIGOCHAETA - Fåbørstemakk

<i>Oligochaeta indet.</i>	1	1							
---------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--

SIPUNCULIDA - Pølseorm

<i>Phascolion strombi</i>		1	1						
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	5	13	18	3		3	2		2
<i>Golfingia sp.</i>	6	1	7	2	2	4		2	2

CRUSTACEA - Krepsdyr

<i>Philomedes lilljeborgi</i>		1	1					1	1
<i>Macrocypris minna</i>								1	1
<i>Eudorella sp.</i>		1	1	1		1			
<i>Lysianassidae indet.</i>	1		1						
<i>Harpinia sp.</i>		4	4						
<i>Oedocerotidae indet fr.</i>		1	1					1	1
<i>Eriopisa elongata</i>	18	1	19	2	11	13		2	2
<i>Caprellidae indet.</i>	1		1						
<i>Amphipoda indet. fr.</i>						4		4	
<i>Apseudes spinosus</i>		5	5						
<i>Calocarides coronatus</i>	1	3	4		1	1			

MOLLUSCA - Blautdyr

<i>Caudofoveata indet.</i>	1	6	7	2	2	4	1	3	4
<i>Euspira nitida</i>		1	1						
<i>Philine scabra</i>		1	1						
<i>Nucula tumidula</i>	3	1	4		5	5			
<i>Yoldiella lucida</i>	1	3	4						
<i>Yoldiella philippiana</i>	1		1						
<i>Yoldiella nana</i>	1	3	4						

<i>Mytilidae indet fr.</i>	1	1						
<i>Limatula gwyni</i>			1			1		
<i>Kurtiella bidentata</i>		1	1					
<i>Kelliella miliaris</i>	3	2	5		2	2	1	1
<i>Thyasira equalis</i>	7	19	26	5	6	11	9	12
<i>Thyasira sarsi</i>	1		1				1	1
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	12	13	1	1	2		4
<i>Axinulus eumyarius</i>				1		1	1	2
<i>Mendicula ferruginosa</i>		3	3					
<i>Mendicula pygmaea</i>		2	2					
<i>Abra nitida</i>		15	15					
<i>Abra longicallus</i>					1	1		
<i>Hiatella arctica</i>	1		1					
<i>Antalis entalis</i>		1	1					
<i>Antalis occidentalis</i>	1		1					
<i>Entalina tetragona</i>	2		2					
ECHINODERMATA - Pigghudar								
<i>Amphiura chiajei</i>						1		1
<i>Amphiura filiformis</i>	1		1					
<i>Amphipholis squamata</i>		2	2					
<i>Ophiura robusta</i>						1		1
<i>Amphilepis norvegica</i>	17	7	24	5	15	20	10	5
<i>Echinocucumis hispida</i>						1	1	