

Kombinert MOM B- og MOM C-  
resipientundersøkelse av  
Hjelmåsvågen,  
Lindås kommune,  
høsten 2006







# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen, Lindås kommune, høsten 2006

**FORFATTERE:**

Erling Brekke

**OPPDRAGSGIVER:**

Lerøy Fossen AS, Ulsmågveien 29B, 5224 Nesttun

**OPPDRAGET GITT:**

14. september 2006

**ARBEIDET UTFØRT:**

oktober 2006

**RAPPORT DATO:**

3. april 2007

**RAPPORT NR:**

989

**ANTALL SIDER:**

34

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-534-6

**EMNEORD:**

- Marin resipientundersøkelse  
- MOM B og MOM C  
- Lindås kommune

**SUBJECT ITEMS:**

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-MVA  
www.radgivende-biologer.no  
**Telefon:** 55 31 02 78    **Telefax:** 55 31 62 75    **E-post:** post@radgivende-biologer.no

*Forsidefoto: Settefiskanlegget i Sauvågen innenfor Hjelmås.*

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Lerøy Fossen AS høsten 2006 gjennomført en kombinert MOM B- og C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen i Lindås kommune, resipienten til Lerøy Fossen AS i Sauvågen (registreringsnummer H/l 1), der avløpet fra settefiskanlegget pumpes ut i den utenforliggende Hjelmåsvågen gjennom en 1090 m lang 280 mm PEH ledning som ligger gjennom steinfyllingen i vestre løpet under riksveien, og slippes ut på 27 meters dyp i Hjelmåsvågen.

Undersøkelsen er begrunnet i pålegg fra Fylkesmannens miljøvernavdeling i brev datert 12. april 2002, der det er krav om resipientundersøkelse innen 31.12.2006, eller 1 år etter driftsstart.

Resipientforholdene ulike steder i Hjelmåsvågen og Sauvågen ble sist undersøkt høsten 2002 av Rådgivende Biologer (Tveranger & Johnsen 2003). Den foreliggende resipientundersøkelsen ved avløpet er gjennomført på tilsvarende vis som undersøkelsen i 2002.

Feltbefaringen ble foretatt 24. oktober 2006. De kjemiske analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services i Bergen, bunnprøvene er sortert av Christine Johnsen og analysert av Lindesnes Biolab ved Inger Dagny Saanum.

Rådgivende Biologer AS takker Lerøy Fossen AS v/ Rune Engevik for oppdraget, Yngve Fyllingen for assistanse i felt, og Fyllingsnes Fisk AS for leie av båt.

Bergen, 3. april 2007.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord .....	Side 2
Innholdsfortegnelse og referanse .....	Side 2
Sammendrag .....	Side 3
Innledning .....	Side 4
Hjelmåsvågen .....	Side 6
Metode .....	Side 8
Miljøtilstanden 24. oktober 2006 .....	Side 13
Vurdering av tilstand .....	Side 24
Referanser .....	Side 31
Vedleggstabeller .....	Side 33

## REFERANSE

### **Brekke, E. 2007**

*Kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen, Lindås kommune, høsten 2006. Rådgivende Biologer AS, rapport 989, 34 sider, ISBN 978-82-7658-534-6*

## SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Lerøy Fossen AS gjennomført en kombinert MOM B- og C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen i Lindås kommune, begrunnet i pålegg fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i brev datert 12. april 2002. Feltundersøkelsen ble foretatt 24. oktober 2006. Det ble målt profiler av temperatur, saltholdighet og oksygen i vannsøylen, samlet inn vannprøver, foretatt prøvetaking og vurdering av sediment og bunnfauna ved og utenfor avløpet fra anlegget og ved det dypeste i resipienten. Undersøkelsene er gjennomført i henhold til Norsk Standard 9422, 9423 og 9410. Resultatene er også vurdert i henhold til SFTs klassifisering (1993, 1997).

Hjelmåsvågen er omtrent en km bred, og har en rekke med øyer, holmer og skjær som utgjør en langsgående rygg som deler vågen i to. I den vestre og trangeste delen er bunnen relativt jevn, med dybder for det meste mellom 35 og 40 meter, mens bunnen i den østre og videste delen av vågen gradvis blir dypere ned mot 100 meters dyp. Det dypeste punktet i den vestre delen av vågen er ca 44 m, omtrent 500 m ut i vågen. Ca 500 m lenger ute i Hjelmåsvågen finner en trolig den grunneste "terskelen" på ca 35 m dyp. Lerøy Fossen AS sitt settefiskanlegg H/L 1 fikk i 2002 konsesjon til å produsere 750 000 stk sjødyktig settefisk årlig, og har sitt utslipp inne i Hjelmåsvågens vestre del på 27 meters dyp. Det har ikke vært drift i anlegget fra 2002 og frem til sommeren 2006.

I Hjelmåsvågen og Sauvågen tilsvarte konsentrasjonen av alle nærings saltene tilstandsklasse I = "meget god" for alle stasjoner. Oksygeninnholdet i resipienten i Hjelmåsvågen hadde en konsentrasjon på ca 0,5 mg/l (ca 5 %) ved det dypeste, tilsvarende SFT-tilstandsklasse V = "Meget dårlig", mens det på dette tidspunktet var nesten full metning inne i Sauvågen.

På stasjon C3 i Sauvågen var glødetapet som tidligere svært høyt (30,9 %), sedimentet var brunt med noe til sterk lukt av hydrogensulfid, og det var ingen dyr i prøven. På stasjon C1 ved det dypeste inne i Hjelmåsvågen var glødetapet høyt (22,6 %) og andelen leire og silt var høy (95 %). Av bunndyr ble det funnet 33 individer fordelt på 7 arter, og en diversitetsindeks på 2,14 gir stasjon C1 tilstandsklasse III = "mindre god". På stasjon C2 lenger ute i Hjelmåsvågen var glødetapet lavt (3,6 %) og andelen leire og silt var lav (33 %). Her ble det funnet 282 individer fordelt på 43 arter, og en diversitetsindeks på 4,43 gir stasjon C2 tilstandsklasse I = "meget god".

Det ble også foretatt prøvetaking med en liten grabb på fire stasjoner (B4 - B7) i et dybdeintervall på mellom 16 og 33 meter og i en avstand på -160 til +150 m fra avløpet. Det var generelt et lavt glødetap i alle de tre innerste prøvene, mens glødetapet økte en del når en kom ned mot terskeldyp for resipienten. Alle de fire stasjonene hadde en relativt rik fauna, med en diversitetsindeks mellom 3 og 4. Dette er som ventet ut fra at det ikke har vært utslipp av betydning fra anlegget i Sauvågen de siste årene.

Utviklingen over de siste 26 år viser at tilstanden i sedimentet i resipienten (C1) i Hjelmåsvågen har vært tilnærmet konstant, både med hensyn på organisk innhold og bunnfauna. I løpet av disse årene har det både vært produksjon ved settefiskanlegget og flere sammenhengende år uten produksjon, uten at dette ser ut til å ha påvirket forholdene i resipienten i Hjelmåsvågen i nevneverdig grad.

Et ferskvannsutslipp i sjø, som det fra Lerøy Fossen AS i Sauvågen, vil stige opp som en fontene og gi innblanding av finpartikulære tilførsler i de øvre vannlag, og tilførslene vil spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet. Bare de største partiklene vil sedimentere helt lokalt ved selve utslippet, og kan her gi en svært avgrenset punktbelastning. Så lenge utslippet ligger over terskeldyp for resipienten, vil det være god utskifting og omsetning av organisk materiale lokalt i nærområdet til utslippet, og man vil ikke få akkumulering av betydning utover i resipienten. Ut fra de foreliggende undersøkelsene er det grunn til å tro at utslippene fra settefiskanlegget i liten grad vil påvirke resipientforholdene ved det dypeste i Hjelmåsvågen (mellom 35 og 44 m dyp) med en produksjon i den størrelsesorden som har vært frem til nå, men med en betydelig økning i utslipp kan man ikke utelukke at man kan få en effekt på det lille dypområdet i den dypeste delen av resipienten.

## INNLEDNING

Settefiskanlegget i Sauvågen har vært i drift siden 1973 (Fossegrimen klekkeri). Anlegget har opp gjennom årene hatt flere forskjellige eiere, der den nåværende eier og driver er Lerøy Fossen AS. Anlegget fikk i 2002 konsesjon til å produsere 750 000 stk sjødyktig settefisk årlig, og fikk i den forbindelse i brev datert 12. april 2002 fra Fylkesmannen i Hordaland krav om gjennomføring av resipientgransking innen 31.12.2006, eller 1 år etter driftsstart. Det har ikke vært drift i anlegget fra 2002 og frem til sommeren 2006.

Fjorder og poller er pr. definisjon adskilt fra de tilgrensende utenforliggende sjøområder med en terskel i munningen/utløpet. Dette gjør at vannmassene innenfor ofte er sjiktet, der dypvannet som er innestengt bak terskelen, kan være stagnerende, mens overflatevannet hyppig skiftes ut fordi tidevannet to ganger daglig strømmer fritt inn og ut. I Hjelmåsvågen er det en liten terskel som stenger dypvannet inne, slik at de geografiske og topografiske forholdene tilsier mulighet for stagnerende vannmasser i et ganske lite dypeleliggende område.

“Overflatelaget” vil ofte kunne være preget av ferskvannstilrenning slik at det utgjør et varierende tykt *brakkvannslag* på toppen. Under dette finner vi “*tidevannslaget*” som er påvirket av det to ganger daglige inn- og utstrømmende tidevannet. Fra noen meter under terskelnivået finner vi “*dypvannet*”, som også ofte kan være sjiktet i et “*øvre- og nedre- dypvannslag*” grunnet forskjeller i temperatur, saltholdighet og oksygenforbruk. I Hjelmåsvågen tilsier terskeldypet inn til resipienten at en har et *dypvannslag*, dvs et sjikt med vannmasser fra ca 35 - 40 m dyp og nedover der det i perioder kan oppstå stagnerende forhold. Grunnere enn dette vil det være tilnærmet full utveksling av vannmassene med de utenforliggende sjøområdene.

I det stabile dypvannet innenfor tersklene i slike sjøbasseng (poller), er tettheten vanligvis større enn i det daglig innstrømmende tidevannet, og her foregår det to viktige prosesser. For det første forbrukes oksygenet i vannmassene jevnt på grunn av biologisk aktivitet knyttet til nedbryting av organisk materiale. For det andre skjer det en jevn tetthetsreduksjon i dypvannet på grunn av daglig påvirkning av det inn- og utstrømmende tidevannet. Dersom munningen er kanalformet, vil det inn- og utstrømmende tidevannet kunne få en betydelig fart, og påvirkningen på de underliggende vannmassene vil kunne bli stor. Når tettheten i dypvannet er blitt så lav at den tilsvarer tidevannets tetthet, kan dypvannet skiftes ut med tilførsel av friskt vann helt til bunns i bassenget.

Vinterstid kan også tyngre og saltere vannmasser komme nærmere overflaten i sjøområdene langs kysten, fordi ferskvannspåvirkningen til kystområdene da er liten og brakkvannslaget blir tynnere. Dersom dette tyngre vannet kommer opp over terskelnivå, vil en kunne få en fullstendig utskifting av dypvannet innenfor terskelen. Hyppigheten av slike utskiftinger avhenger i stor grad av terskelens dyp,- jo grunnere terskel jo sjeldnere forekommer utskiftinger av denne typen. I Hjelmåsvågen får man bunnvannsfornyng trolig en eller flere ganger i året.

I slike innestengte dypvannsområder, som altså finnes naturlig i alle fjorder under fjordens terskelnivå, vil balansen mellom disse to nevnte prosessene avgjøre miljøtilstanden i dypvannet. Dersom oksygenforbruket er stort, slik at oksygenet blir brukt opp raskere enn tidsintervallet mellom dypvannsutskifting, vil det oppstå oksygenfrie forhold med dannelse av hydrogensulfid i dypvannet. Under slike forhold er den biologiske aktiviteten mye lavere, slik at nedbryting av organisk materiale blir sterkt redusert. Motsatt vil en hele tiden ha oksygen i dypvannet dersom oksygenforbruket i dypvannet enten er lavt eller tidsintervallet mellom dypvannsutskiftingene er kort. Det er utviklet modeller for teoretisk beregning av balansen mellom disse to forholdene (Stigebrandt 1992).

Alt organisk materiale som blir tilført et sjøområde, enten fra de omkringliggende landområder, fra det daglig innstrømmende tidevannet, eller fra sjøområdet egen produksjon av alger og dyr i vannmassene, bidrar til en sedimentasjon av dødt organisk materiale som legger seg på bunnen. Dette er en naturlig prosess, som kan øke i omfang dersom store mengder organisk materiale tilføres. Viktige kilder kan være kloakk eller for eksempel spillfôr og fekalier fra fiskeoppdrettsanlegg. Store eksterne tilførsler av organisk

nedbrytbart materiale til dypvannet i sjøområdene vil imidlertid øke oksygenforbruket i dypvannet. Dersom oksygenet i dypet er brukt opp, vil sulfatreduserende bakterier fortsette nedbrytingen, og den giftige gassen hydrogensulfid ( $H_2S$ ) dannes. Dyreliv vil ikke forekomme under slike betingelser. Mange bassenger vil også fra naturens side ha en balanse som gjør at slike situasjoner vil opptre uten ekstra ytre påvirkning. Det behøver derfor ikke være et tegn på "overbelastning" at det forekommer hydrogensulfid i dypvannet og i sedimentene.

Glødetap er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10% eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sedimenter der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at den biologiske nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er et annet mål på mengde organisk stoff, og dette er vanligvis omtrent 0,4 x glødetapet. Den forventede naturtilstanden for sedimenter i sjøbasseng der det er gode nedbrytingsforhold ligger på rundt 30 mg C/g eller mindre.

Sedimentprøver og bunndyrprøver fra de dypeste områdene i de undersøkte sjøbassengene gjenspeiler derfor disse forholdene på en utfyllende måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie forhold, vil ikke ha noe dyreliv av betydning i de dypeste områdene, og vil dermed ha en sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på bunnen. Da vil innholdet av ikke-nedbrutt organisk materiale være høyt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlig klassifikasjonssystemer for vurdering av disse forholdene.

De ulike typer tilførsler inneholder også plantenæringsstoffer, der de ulike typene kilder har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffene, uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. Vanligvis venter en å finne et forholdstall på 15 - 20 i lite påvirkete systemer (vassdrag og overflateag i fjorder), altså at en har 15 til 20 ganger så høye konsentrasjoner av nitrogen som fosfor. Dersom en finner betydelige avvik fra dette, tyder det på at en har dominans av enkelte tilførselskilder til denne aktuelle resipienten. For eksempel vil avrenning fra fjell, myr og skog på Vestlandet kunne ha et N:P-forholdstall på hele 70, mens avløp fra boliger og for eksempel gjødsel fra kyr har et forholdstall på rundt 7. Særlig fosfor-rike utslipp er silosaft, med et forholdstall på 1,5 mens tilførsler fra fiskeoppdrett ligger rundt 5. Det samme gjør gjødsel fra gris.

Næringsmengdene måles direkte ved å ta vannprøver av overflatelaget, dit det meste av tilførslene kommer, og analysere disse for innhold av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Disse stoffene utgjør viktige deler av næringsgrunnlaget for algeplanktonet i sjøområdene, og beskriver sjøområdets "næringsrikhet". SFT har utarbeidet oversiktlig klassifikasjonssystemer for vurdering av disse forholdene også.

Den målbare påvirkningen av næringstilførsler vil imidlertid være svært avhengig av hyppigheten av overflatevannets utskifting. Selv store tilførsler kan "skylles bort" dersom vannmassene skiftes ut nærmest daglig, og vannkvaliteten vil i større grad være preget av kystvannets kvalitet enn av de lokale tilførslene. Motsatt blir det dersom vannutskiftingen er ekstremt liten, - da kan selv små tilførsler utgjøre en betydelig påvirkning på miljøkvaliteten i sjøområdet. Det finnes også gode modeller for å beregne vannutskiftingen i slike sjøområder (Stigebrandt 1992).

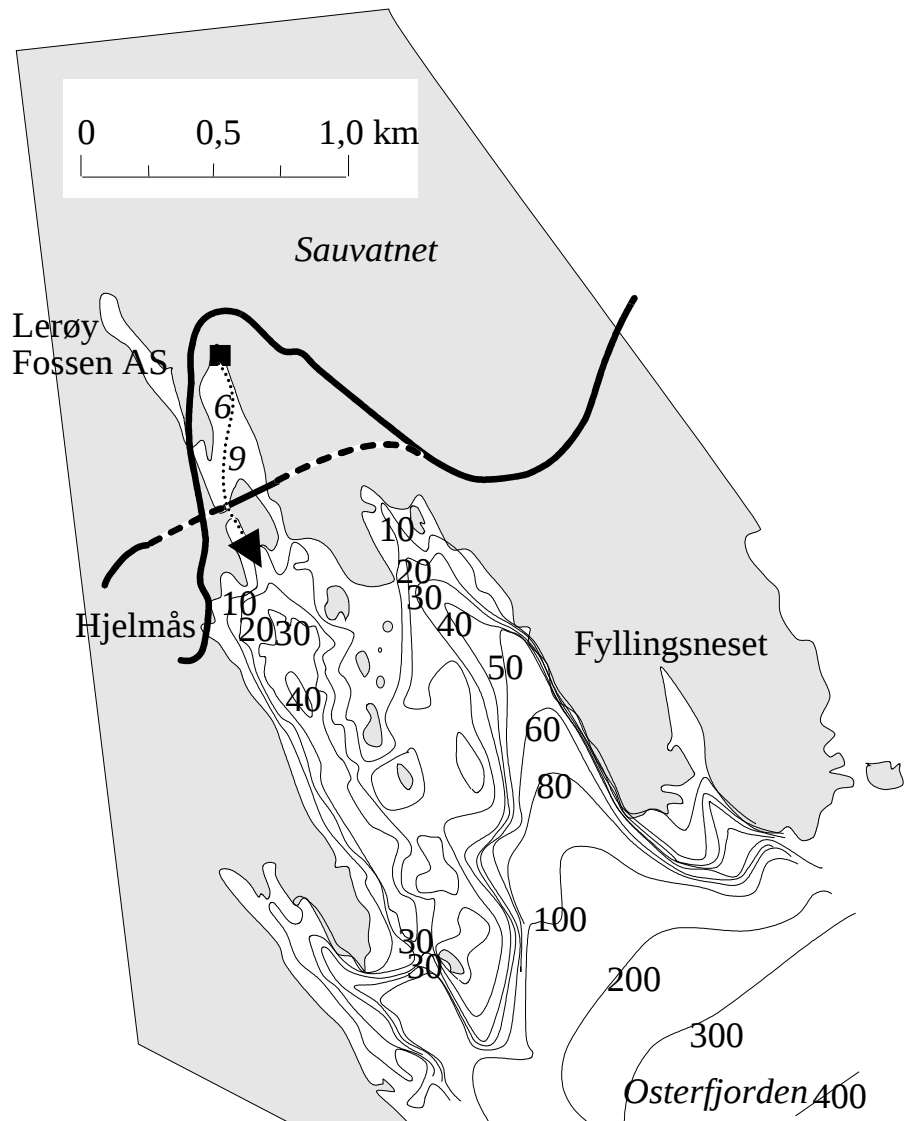
Det er utviklet en standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning fra fiskeoppdrettsanlegg, som også inkluderer undersøkelser i resipienter (MOM-undersøkelsene). MOM (Matfiskanlegg, Overvåking og Modelling) består av et overvåkingsprogram (A, B og C-undersøkelser) og en modell for beregning av lokalitetens bæreevne og fastsetting av lokalitetens produksjonskapasitet. For nærmere beskrivelse av overvåkingsprogrammet vises til «Konsept og revidert utgave av overvåkingsprogrammet 1997» (Hansen m. fl., 1997) og Norsk Standard for miljøovervåking av marine matfiskanlegg (NS 9410). Denne resipientundersøkelsen følger i all hovedsak opplegget for en MOM C-undersøkelse, som er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget/utslippet (nærsonen) og utover i resipienten (fjernsonen). Det er i tillegg utført en utvidet MOM B-undersøkelse fra umiddelbart ved utslippet og i økende avstand utover i resipienten for å kartlegge det lokale påvirkningsområdet.

## HJELMÅSVÅGEN

Lerøy Fossen AS sitt settefiskanlegg (lok nr 13641) ligger innerst i Sauvågen, nord og innenfor Hjelmås. Avløpet fra settefiskanlegget skal ikke gå ut i Sauvågen, men skal pumpes ut i Hjelmåsvågen gjennom en 1090 meter lang 280 mm avløpsledning som ligger gjennom steinfyllingen i vestre løpet under riksveien. Den munner ut på 27 meters dyp øst for Hjelmås (**figur 1** og **2**).

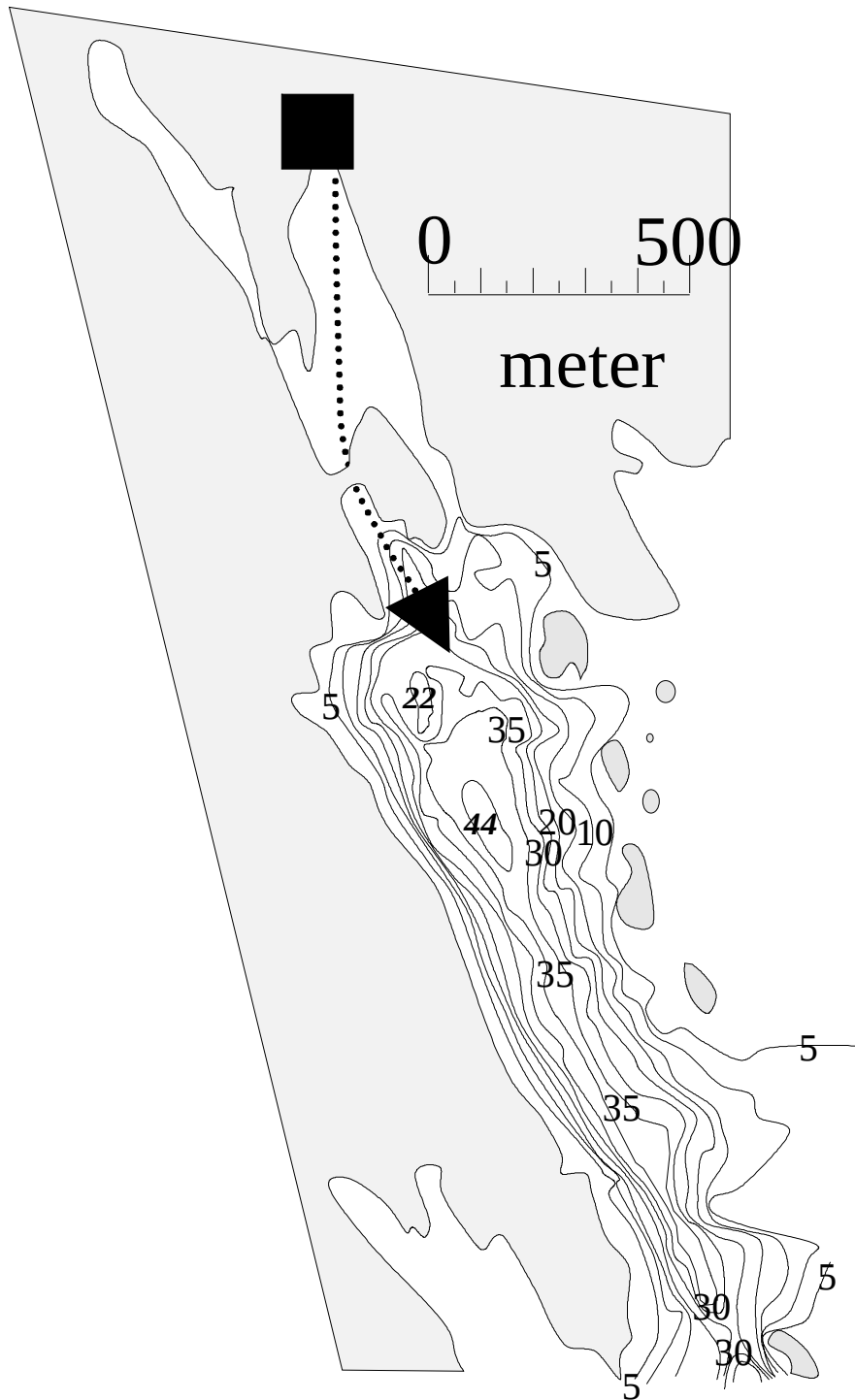
Hjelmåsvågen er omtrent en km bred, og har en rekke med øyer, holmer og skjær som utgjør en langsgående rygg som deler vågen i to. I den vestre og trangeste delen er bunnen relativt jevn, med dybder for det meste mellom 35 og 40 meter, mens bunnen i den østre og videste delen av vågen gradvis blir dypere ned mot 100 meters dyp. Av **figur 2** ser en at det dypeste punktet i den vestre delen av vågen er ca 44 m, omtrent 500 m ut i vågen. Ca 500 m lenger ute i Hjelmåsvågen finner en trolig den grunneste "terskelen" på ca 35 m dyp. Det er altså knappe 10 m dybdeforskjell mellom det dypeste og grunneste stedet i den vestre delen av Hjelmåsvågen. Bunnen er kanalformet, og dybden er mellom 35 og 37 meter helt fra dypområdet innerst i vågen og 1 km videre utover til utløpet mot Osterfjorden. I **figur 2** er det antydnet en terskel på knappe 30 meters dyp ca en km sør for dypområdet. En nærmere gjennomgang av oppløddingsdataene kan tyde på at denne terskelen ikke er reell, og at bunnprofilen trolig er relativt flat i området.

I Osterfjorden vil det vanligvis være meget god vannutskifting i de øverste vannmassene, med et varierende tykt utgående fersk-/brakkvannslag øverst, og et inn- og utstrømmende tidevannslag under dette. Det kan trolig forekomme stagnerende vannmasser i det dypeste av Hjelmåsvågen i kortere perioder.



**Figur 1.** Oversiktskart over Hjelmåsvågen, med inntegnede dybdekoter (fra Sjøkartverkets angitte dybdemålinger) og anlegget til Lerøy Fossen AS.





**Figur 2.** Dybdekart over vestre del av Hjelmåsvågen, utarbeidet i forbindelse med undersøkelsen i 2002. Det er benyttet OLEX integrert digitalt sjøkart, ekkolodd og GPS ved opploddingen. Anlegget til Lerøy Fossen AS, reg. nr. H/L 1 er vist med svart firkant, med utslippsledning og dagens utslippspunkt i Hjelmåsvågen ved Hjelmås.

## METODE

Det ble gjennomført en kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse 24. oktober 2006 ved utslippet fra Lerøy Fossen AS avd. Sauvågen i forbindelse med utredningen av miljøpåvirkningen i nærsone og utover i resipienten (**tabell 1**). Hovedbestanddelene i undersøkelsen består av en analyse av hydrografi i vannsøylen, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser) og bunndyrsamfunnets sammensetning. Ved denne resipientundersøkelsen analyseres i tillegg næringsrikhet i overflatevannet, og både prøvetaking og vurdering utføres etter NS 9410, NS 9422, NS 9423 og i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

**Tabell 1.** Oversikt over soneinndelingen i MOM-systemet. Tabellen beskriver påvirkningskilde og potensiell påvirkning, samt hvilke undersøkelser som inngår i overvåkingen og hvilke typer miljøstandarder som anvendes (fra NS 9410).

	Nærsonen	Overgangssone	Fjernsone
Definisjon	Område under og nær et anlegg der det meste av større partikler sedimenterer. Denne strekker seg normalt ikke mer enn 15 meter fra anlegget.	Område mellom nærsone og fjernsone der mindre partikler sedimenterer.	Område utenfor overgangssonen.
Påvirkningskilde	Oppdrettsanlegget.	Oppdrettsanlegget er hovedpåvirker, men andre kilder kan ha betydning.	Oppdrettsanlegget er en av flere kilder.
Potensiell påvirkning	Store endringer i dyresamfunn og kjemiske forhold i bunnen. Begroing av installasjoner, redusert oksygeninnhold i merdene	Gradvis mindre påvirkning	Økt primærproduksjon og oksygenforbruk i dypvannet.
Overvåking	Primært A og B	Primært C	Primært C
Miljøstandarder	Egne grenseverdier gitt i NS 9410	Egne grenseverdier gitt i NS 9410	SFT: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann

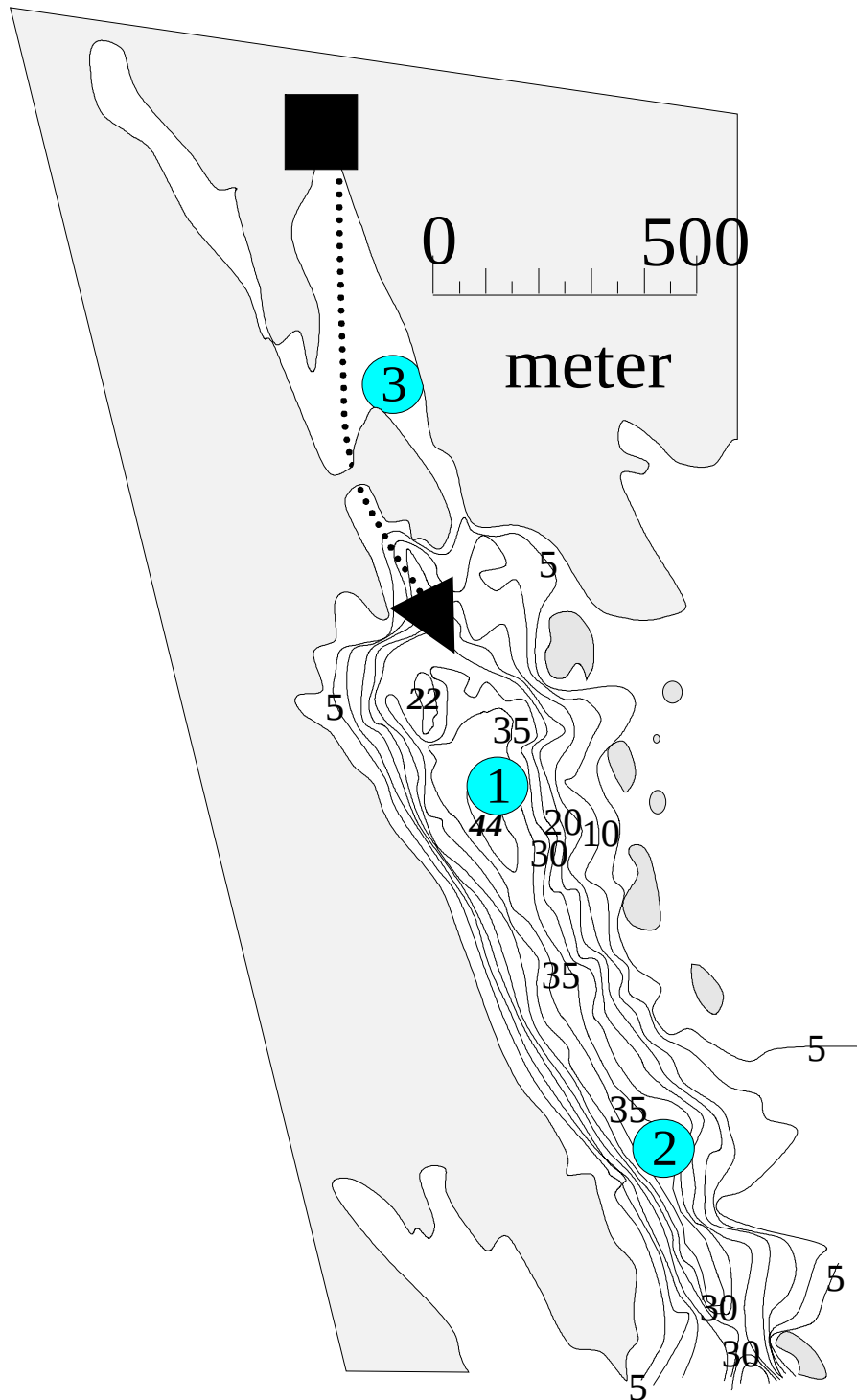
### MOM C-resipientundersøkelsen

Det ble tatt vannprøver og sedimentprøver på tre stasjoner, og posisjoner er tatt ut med GPS (**tabell 2**).

Overflatevannprøver for måling av næringsrikhet ble tatt på stasjon C1 og C2 i Hjelmåsvågen og stasjon C3 i Sauvågen (**figur 3**). Prøvene ble innsamlet med vannhenter på 1 meters dyp og umiddelbart fiksert med 4 mol svovelsyre. Prøvene ble siden analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat -P og nitrat-N.

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved det dypeste punktet i Hjelmåsvågen (ca 44 m dyp) ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde som logget hvert 30. sekund (jf. **figur 3**).

Ved MOM C-undersøkelsen ble sedimentet undersøkt på tre ulike steder med en 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb (**figur 3**). Av bunnprøvene ble det tatt to replikater fra hvert av de to stedene C1 og C2 i Hjelmåsvågen og bare en replikat på stedet C3 i Sauvågen, fordi det ikke ble påvist bunnfauna her. En liten andel materiale ble tatt ut fra de 2-3 øverste cm i hver prøve for analyse av henholdsvis kornfordeling og kjemiske parametre der sediment fra de to parallellene ble slått sammen til en blandeprøve før analysing. Gjenværende sediment i prøvene for hver av de to parallelle prøvene ble vasket gjennom en rist med hulldiameter 1 mm, og gjenværende materiale ble fiksert med formalin tilsatt bengalrosa og tatt med til lab for sortering og artsbestemmelse av fauna.



**Figur 3.** Dybdekart med 5-meterskoter over Hjelmåsvågen i Lindås kommune med prøvetakingsstedene C1 - C3 i MOM C-resipientundersøkelsen 24. oktober 2006. Dybdekotene er tegnet etter opplodding med Olex integrert ekkolodd, GPS-posisjonering og digitalt sjøkartsystem 20. november 2002.

**Tabell 2.** Posisjoner for stasjonene ved den utvidete MOM C-resipientundersøkelsen av Hjelmåsvågen i Lindås kommune, 24. oktober 2006.

Stasjon:	Hjelmåsvågen - C1	Hjelmåsvågen - C2	Sauvågen - C3
Posisjon nord (WGS 84)	60° 35,438'	60° 35,074'	60° 35,877'
Posisjon øst (WGS 84)	5° 22,230'	5° 22,528'	5° 22,054'
Dybde, m	39	36	9

For vurdering av sedimentkvalitet ble det tatt ut prøvemateriale fra hver prøvestasjon for kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (tørrstoff, glødetap, total nitrogen (totN) og total fosfor (totP)). Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres etter standard metoder (NS 9423). Bearbeiding av de resterende kjemiske analysene utføres også i henhold til NS 9423. Innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet beregnes som  $0,4 \times \text{glødetap}$ , men for å kunne benytte klassifiseringen i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100% finstoff etter nedenforstående formel, der  $F$  = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

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

I forbindelse med MOM C-undersøkelsen ble det også foretatt sensoriske vurderinger av prøvematerialet samt måling av pH/Eh på samme måte som ved en MOM B-undersøkelse (se nedenfor). Disse opplysningene blir i hovedsak brukt som tilleggsopplysninger for å støtte oppunder en god og helhetlig vurdering av resipienten.

Det er utført en kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm). Vurderingen av bunndyr sammensetningen gjøres på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfatter to parametre, artsrikdom og jevnhet, (fordelingen av antall individer pr art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949), og denne er brukt for å angi diversitet for de prøvene (R1 og R2) som er tatt i anleggets fjernsone i resipienten:

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

der  $p_i = n_i/N$ , og  $n_i$  = antall individer av arten  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer og  $S$  = totalt antall arter.

Dersom artsantallet er høyt, og fordelingen mellom artene er jevn, blir verdien på denne indeksen ( $H'$ ) høy. Dersom en art dominerer og/eller prøven inneholder få arter blir verdien lav. Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse selv om det er få arter (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er også et dårlig mål på miljøtilstand i prøver med mange arter, men hvor svært mange av individene tilhører en art. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling av individene (lav jevnhet), mens mange arter viser at det er gode miljøforhold. Ved vurdering av miljøforholdene vil en i slike tilfeller legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er til stede enn på diversitet.

Jevnheten av prøven på stasjon R1 og R2 er også kalkulert, ved Pielous jevnhetsindeks ( $J$ ):

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

der  $H'_{\max} = \log_2 S$  = den maksimale diversitet som kan oppnåes ved et gitt antall arter,  $S$ .

Beregningen av diversitetsindekser m. m. er minimumsanslag, da en liten andel av hver prøve ble tatt ut til analysing av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven ble analysert for innhold av dyr. Det reelle tallet på arter og individer i prøvene kan derfor trolig være litt høyere enn det som er påvist.

Helt opp til utslippet vil man på grunn av den store lokale påvirkningen ofte kunne finne få arter med ujevn individfordeling i prøvene. Diversitetsindekser blir da lite egnet til å angi miljøtilstand. Helt opp til utslippet (i nærsonen) og i overgangssonen gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen etter nærmere beskrivelse i NS 9410 (**tabell 3**).

**Tabell 3.** Grenseverdier benyttet i nærsonen og overgangssonen til vurdering av prøvestasjonens tilstandsklasse (fra NS 9410).

Miljø-tilstand 1	-Minst 20 arter av makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> -Ingen av artene må utgjøre mer enn 65% av det totale individantallet.
Miljø-tilstand 2	-5 til 19 arter av makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> -Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> -Ingen av artene må utgjøre mer enn 90 % av det totale individantallet
Miljø-tilstand 3	-1 til 4 arter av makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>
Miljø-tilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>

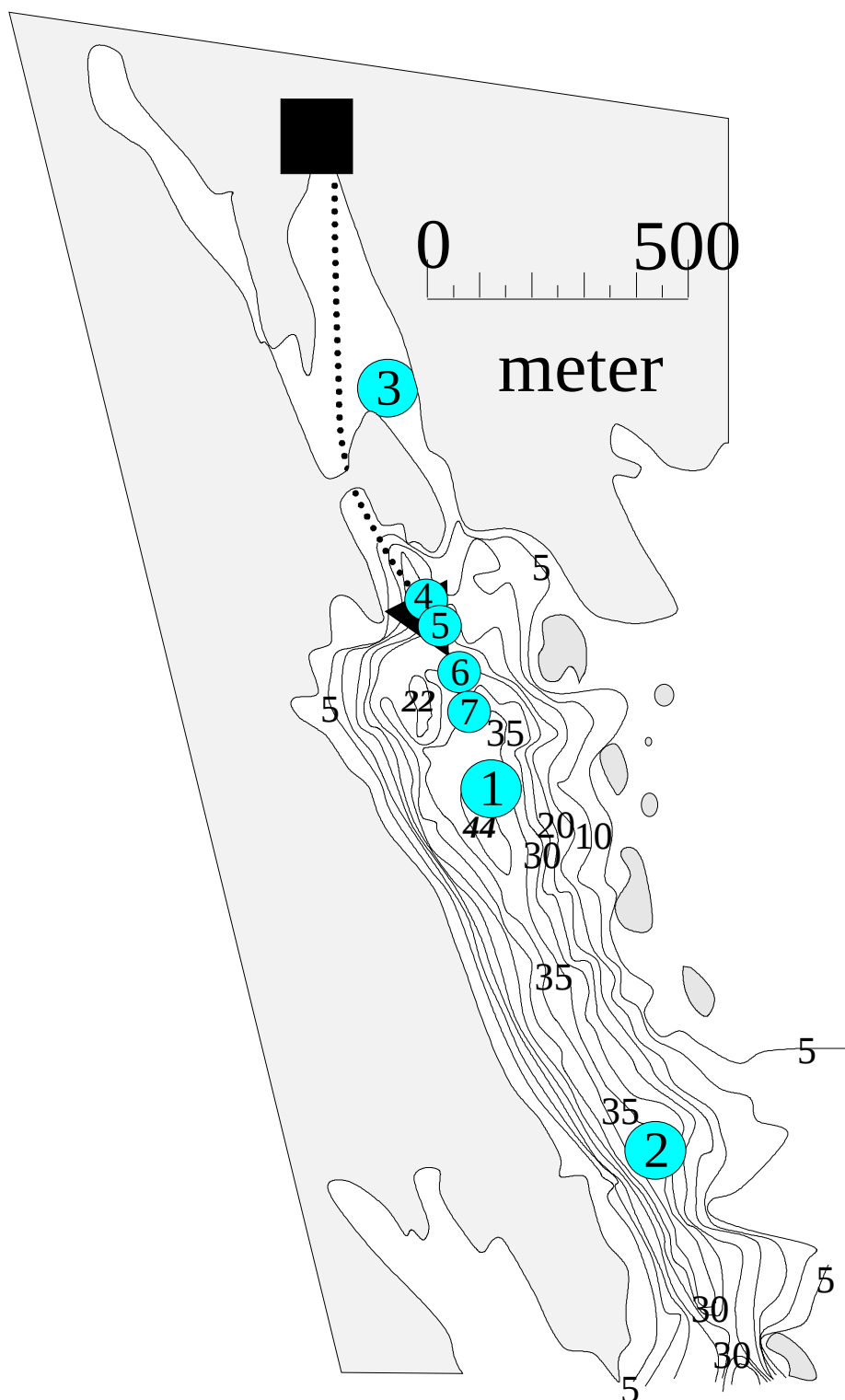
Alle kjemiske analyser samt kornfordelingsanalyse er utført av Chemlab Services AS. Bunnprøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

## MOM B-undersøkelsen ved avløpet

For å få mer utfyllende informasjon om sedimenttilstanden rundt avløpet ble det tatt grabbhogg med en liten grabb på fire ulike stasjoner fra ca 160 m nord for (innenfor) avløpet og til 150 m sør for (nedenfor) avløpet utover mot resipienten i Hjelmåsvågen (**figur 4**). Det ble benyttet en 0,028 m<sup>2</sup> stor vanVeen grabb, og prøvene ble i hovedsak undersøkt etter standard MOM B-metodikk (NS 9410).

I tillegg til den standard MOM B-metodikken, ble det også tatt ut en liten andel materiale fra hver enkelt prøve for analyse av tørrstoff og glødetap, og bunnfaunaen ble ikke vurdert i felt, men fiksert og tatt med til lab for videre analyse på samme måte som for C-undersøkelsen.

I en standard MOM B-undersøkelse blir bunnsedimentet undersøkt med hensyn på tre sedimentparametre, som alle blir tildelt poeng etter hvor mye sedimentet er påvirket av tilførsler av organisk stoff. **Faunaundersøkelse (gruppe I)** består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stede i sedimentet eller ikke. Ved denne undersøkelsen ble dyrene i tillegg tatt med og artsbestemt i laboratoriet. **Kjemisk undersøkelse (gruppe II)** av surhet (pH) og redokspotensial (Eh) i overflaten av sedimentet blir gitt poeng etter en samlet vurdering av pH og Eh etter spesifisert bruksanvisning i NS 9410. **Sensorisk undersøkelse (gruppe III)** omfatter forekomst av gassbobler og lukt i sedimentet, og beskrivelse av sedimentets konsistens og farge, samt grabbvolum og tykkelse av deponert slam. Her blir det gitt opp til 4 poeng for hver av egenskapene. **Vurderingen** av lokalitetens tilstand blir fastsatt ved en samlet vurdering av gruppe I – III parametre etter NS 9410.



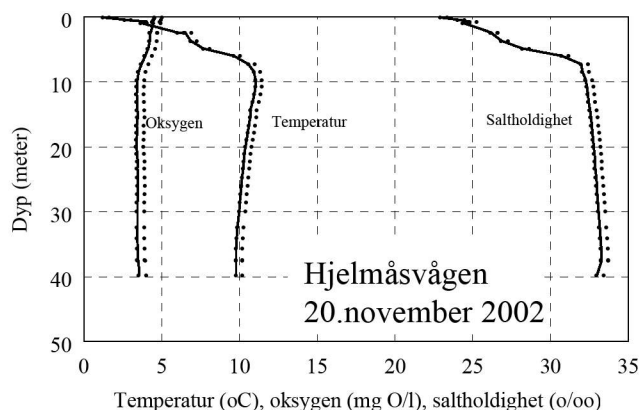
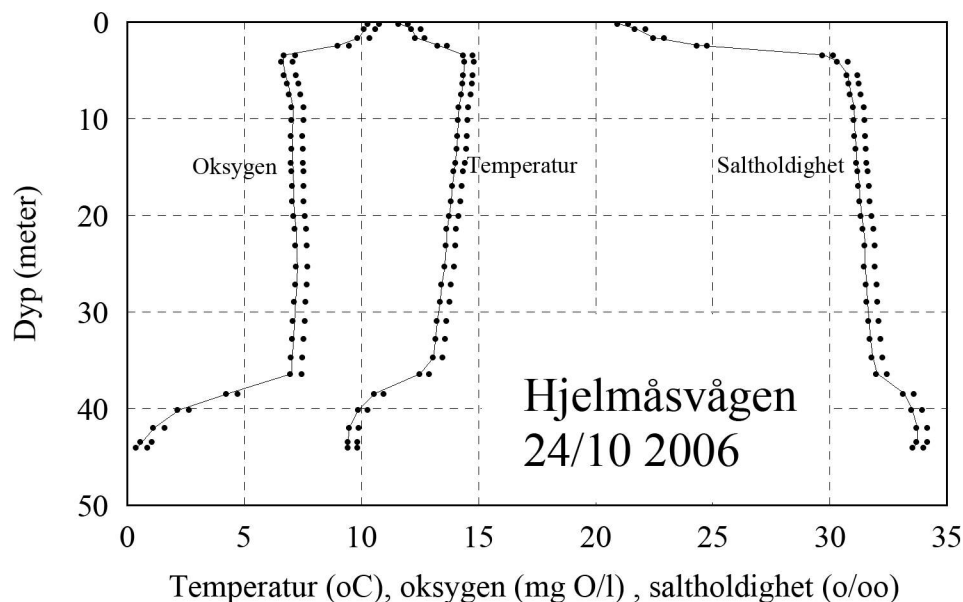
**Figur 4.** Dybdekart med 5-meterskoter over Hjelmåsvågen i Lindås kommune med prøvetakingsstedene for MOM B-undersøkelsen 24. oktober 2006 rundt avløpet fra Lerøy Fossen AS (stasjon 4 - 7), samt MOM C-resipientundersøkelsens prøvesteder (1 - 3). Dybdekotene er tegnet etter opplødding med Olex integrert ekkolodd, GPS-posisjonering og digitalt sjøkartsystem 20. november 2002. Plassering av avløpsledning med utslippspunkt er vist med pil (delvis skjult). Posisjonsreferansepunktet er det samme som posisjonen til stasjon 3 (N 60° 35,877' / Ø 5° 22,054').

## Sjiktning og oksygenforhold

Den 24. oktober 2006 ble det målt temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold i vannsøylen ved det dypeste punktet i Hjelmåsvågen (stasjon C1). Vannsøylen var tydelig lagdelt med et noe brakt overflatelag som strakk seg ned til vel 3 meters dyp (**figur 5**). Deretter var det et relativt homogent tidevannslag ned til ca 37 meters dyp, og et dypvannslag, som gikk fra ca 37 meters dyp og ned til bunnen på 44 meters dyp. Temperaturen falt svakt i tidevannslaget fra 14,4 °C til 13,1 °C, men var bare ca 9,4 °C i dypvannslaget dypere enn 40 meter. Saltholdigheten økte tilsvarende svakt, fra 30,8 på 5 meters dyp til 32,0 på 36 meters dyp, men var oppe i 33,7 i dypvannslaget.

Oksygeninnholdet var høyt i overflaten med en konsentrasjon på 10,3 mg/l, tilsvarende en metning på 108%. I tidevannslaget lå oksygeninnholdet mellom 6,7 og 7,3 mg/l (79 - 85 %). I dypvannslaget sank oksygeninnholdet raskt, og ned mot det dypeste var konsentrasjonen ca 0,5 mg/l, tilsvarende en metning på ca 5 %. Det var altså nesten ikke oksygen igjen ved bunnen i det lille dypområdet inne i Hjelmåsvågen på måletidspunktet, og målingen tilsvarende SFT-tilstandsklasse V = "Meget dårlig" på dette tidspunktet. En måling fra november 2002 (Tveranger & Johnsen 2003) viste også et noe brakt overflatelag, men det var ikke noe definert dypvannslag ved den målingen, og oksygeninnholdet var jevnt ned til 40 meters dyp (**figur 5**).

Det ble også tatt en profil ned til bunnen på vel 9 meters dyp inne i Sauvågen, denne var tilnærmet lik de øverste 9 meterne av profilen i Hjelmåsvågen, og altså uten redusert oksygen i bunnvannet.



**Figur 5.** Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved det dypeste i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006, og ved forrige undersøkelse 20. november 2002.

## Næringsrikhet

Det ble samlet inn tre overflatevannprøver på stasjon C1 - C3 i Hjelmåsvågen, og disse ble analysert for næringssalter. Resultatene er vist i **tabell 4**. Prøver fra ett enkelt tidspunkt gir ikke grunnlag for tilstandsklassifisering etter SFT (1997), men kan brukes som indikasjoner på tilførsler. I Hjelmåsvågen og Sauvågen tilsvarte konsentrasjonen av alle næringsstoffene tilstandsklasse I = ”meget god” for alle stasjoner. For nitrat-nitrogen er grenseverdien mellom klasse I og II for en sommersituasjon (12 • g/l) lavere enn deteksjonsgrensen i analysen (20 • g/l), men vurdert ut fra en vintersituasjon er konsentrasjonen klart innenfor tilstandsklasse I (grenseverdi 90 • g/l). Både Hjelmåsvågen og Sauvågen kan karakteriseres som næringsfattige ut fra disse målingene. Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor var mellom 15 og 26 på alle tre stasjoner, og indikerer ingen spesielle tilførsler utenom naturlig avrenning.

**Tabell 4.** Innhold av næringssalter i overflatevann på stasjonene C1 og C2 i Hjelmåsvågen og C3 i Sauvågen 24. oktober 2006. Prøvene er hentet på en meters dyp og er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. SFT-tilstand er markert i parentes.

PRØVESTED	Total-fosfor • g / l	Fosfat-fosfor • g / l	Total-nitrogen • g / l	Nitrat-nitrogen • g / l	N:P- forhold
Hjelmåsvågen - C1	8 (I)	<2 (I)	209 (I)	<20 (I-II)	26,1
Hjelmåsvågen - C2	8 (I)	<2 (I)	127 (I)	<20 (I-II)	15,9
Sauvågen - C3	9 (I)	3 (I)	205 (I)	<20 (I-II)	22,8

## Sedimentanalyser

**Stasjon C1 Hjelmåsvågen** ble tatt på ca 39 m dyp, ca 300 m sør for endepunktet til avløpsledningen, omtrent ved det dypeste av det vestre og sørsørøstgående undersjøiske dalføret i Hjelmåsvågen (**figur 3**). Bunnen er relativt flat midt i dalen videre ca 1 km mot sør. Ved prøvestedet har dalføret dybder på mellom 30 og 44 meter i ca 125 meters bredde, men skråner så relativt bratt opp på begge sider mot land i vest og den undersjøiske ryggen og holmene mot øst. Langtidseffekter av de samlede utslippene til Hjelmåsvågen vil eventuelt kunne spores her. Grabbhoggene inneholdt fulle grabber med 12 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 5**). Stasjonen er tatt på samme sted som ved undersøkelsen i 2002 (Tveranger & Johnsen 2003) og er omtrent identisk med den tidligere undersøkte "Sal 12" (Johannessen 1980, Johannessen m. fl. 1990, 1991) og "L7" (Botnen m. fl. 1992, Heggøy m. fl. 2005).

**Stasjon C2 Hjelmåsvågen** ligger ca 1,0 km sørsørøst fra avløpet til settefiskanlegget i det samme undersjøiske dalføret som C1 (**figur 3**). Her er det ca 36 m dypt. Det dypeste partiet i dalføret er smalt, og skråner etter en kort distanse relativt bratt oppover både mot vest og øst. Ca 450 m sørsørøst for prøvestedet er det fortsatt ikke mer enn 40 m dypt, men herfra skråner bunnen bratt videre nedover til store dyp i Osterfjorden. Grabbhoggene inneholdt to 3/4 fulle grabber med fast til mykt, grått finkornet sediment beskrevet på stedet som inneholdende ca 20 % fin sand, 60 % silt og 20 % leire, uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 5**). Stasjonen er tatt på samme sted som ved undersøkelsen i 2002.

**Stasjon C3 Sauvågen** ligger ca 450 m fra anlegget innerst i Sauvågen, inne i et relativt grunt og sedimenterende basseng innenfor riksveien (**figur 3**). Her er det ca 9 m dypt. Grabben var full med et svart, mykt mudder med noe til sterk lukt av hydrogensulfid (**tabell 5**). Stasjonen er tatt på samme sted som ved undersøkelsen i 2002, og den tidligere undersøkte "a 12" (Johannessen m. fl. 1990).



**Tabell 5.** Sensorisk beskrivelse av MOM C-prøver fra Hjelmåsvågen og Sauvågen 24. oktober 2006.

Stasjon	Hjelmåsvågen - C1		Hjelmåsvågen - C2		Sauvågen - C2
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1
Antall forsøk	1	1	1	1	1
Grabbvolum (liter)	12 (full)	12 (full)	10	10	12 (full)
Bobling i prøve		Nei		Nei	Nei
H <sub>2</sub> S lukt		Nei		Nei	noe til sterk
Skjellsand		1 %		2-3 %	Nei
Primær Grus		Nei		Nei	Nei
sediment Sand/silt		Ja		Ja	Nei
Leire		Ja		Ja	Ja
Mudder		Nei		Nei	Ja
Beskrivelse av prøven	Full grabb med grått (gråsvart), mykt finsediment uten lukt av hydrogensulfid. 0,5 - 1% skjellrester.		Vel 3/4 grabb med grått, mykt/fast sediment uten lukt av hydrogensulfid. Fin sand, silt og leire, samt 2-3% skjellrester (kuskjell m.m.)		Full grabb med mykt, svart mudder med noe til sterk lukt av hydrogensulfid.

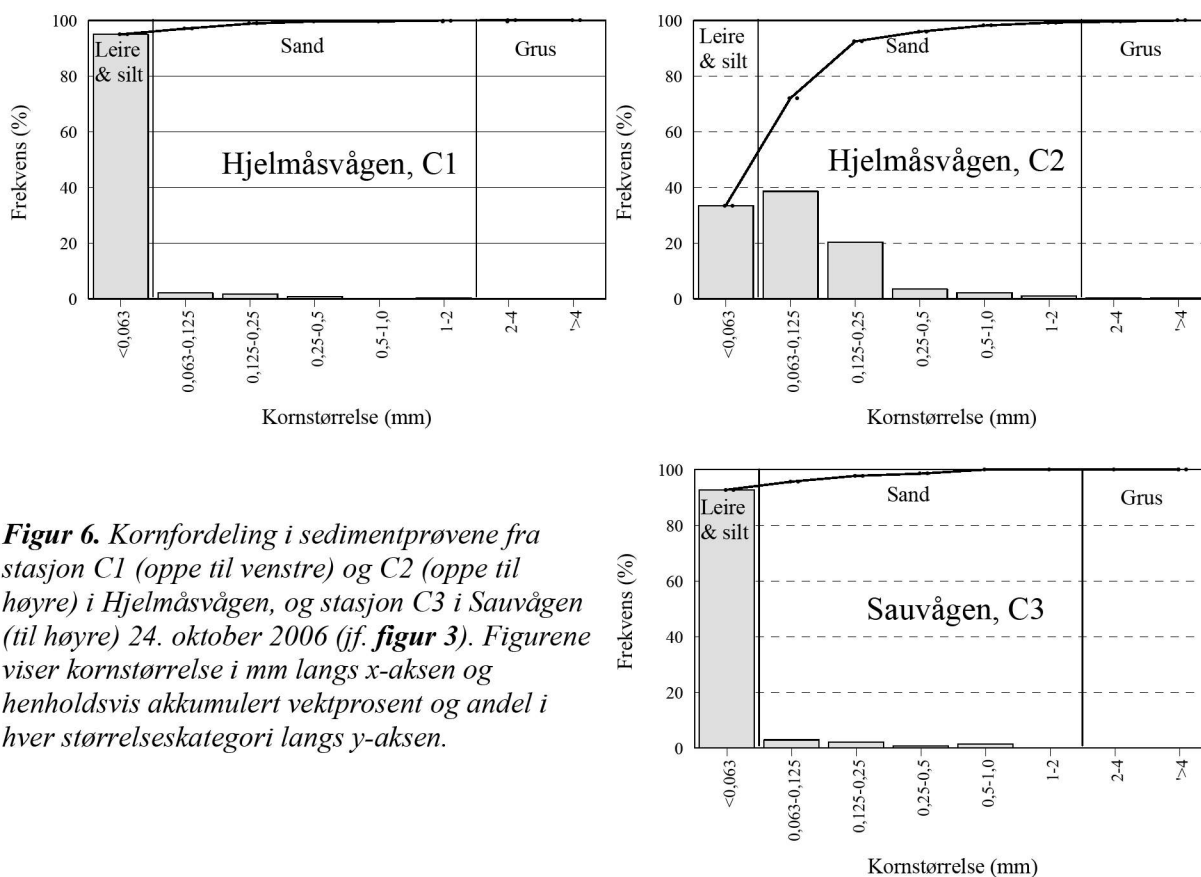
Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan i henhold til NS 9410 beskrives ved surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Sedimentet på begge stasjonene i Hjelmåsvågen hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen (**tabell 6**). Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på begge stasjonene viste positive verdier. Sedimentet ble på disse to prøvetakingsstedene klassifisert til tilstand 1. I Sauvågen ble det derimot påvist mer belastede forhold med en noe lavere pH og negativt elektrodepotensial. Sedimentet ble her klassifisert til tilstand 2.

**Tabell 6.** Resultat fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sediment i Hjelmåsvågen og Sauvågen 24. oktober 2006. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410).

Parameter	Hjelmåsvågen, C1		Hjelmåsvågen, C2		Sauvågen, C3
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1
Surhet (pH)	7,42	7,47	7,39	7,38	7,23
Elektrodepotensial (Eh)	+35	+24	+103	+7	-145
pH/Eh poeng (NS 9410)	1	1	0	1	2
pH/Eh-tilstand (NS 9410)	1	1	1	1	2

## KORNFORDELING

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 2-3 cm av sedimentet fra de tre prøvestedene C1 - C3 i Hjelmåsvågen og Sauvågen (**tabell 7, figur 6**). I dypområdet i Hjelmåsvågen (C1) var det et svært høyt innhold av finstoff (leire og silt) med 95 % av prøvens vekt. På stasjon C2, ca 0,7 km lenger ute i Hjelmåsvågen, er det trolig noe mer bunnstrøm og derfor ikke i samme grad sedimenterende forhold. Her var bare 33% av partiklene finstoff, mens hele 66% var sand, hvorav det meste var fin sand (< 0,25 mm kornstørrelse). Inne i Sauvågen var 93 % av partiklene på vektbasis leire og silt.



**Figur 6.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjon C1 (oppe til venstre) og C2 (oppe til høyre) i Hjelmåsvågen, og stasjon C3 i Sauvågen (til høyre) 24. oktober 2006 (jf. figur 3). Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

**Tabell 7.** Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet fra de tre undersøkte stasjonene i Hjelmåsvågen og Sauvågen 24. oktober 2006. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Hjelmåsvågen, C1	Hjelmåsvågen, C2	Sauvågen, C3
Leire + silt organisk stoff i %	95,0	33,5	92,8
Sand i %	5,0	65,7	7,2
Grus i %	0	0,8	0

## KJEMISKE ANALYSER

Resultatene av analyser av sediment fra de tre stasjonene er vist i **tabell 8**. Sedimentprøvene ble analysert med hensyn på tørrstoff, glødetap, nitrogen og fosfor, mens innholdet av TOC og normalisert TOC ble beregnet (se metodekapitlet).

**Tabell 8.** Sedimentkvalitet i prøvene fra de tre undersøkte stasjonene i Hjelmåsvågen og Sauvågen 24. oktober 2006. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS.

FORHOLD	Enhet	Metode	Hjelmåsvågen - C1	Hjelmåsvågen - C2	Sauvågen - C3
Tørrstoff	%	Chem-206	22,7	61,2	11,9
Glødetap	%	Chem-206	22,6	3,58	30,9
TOC	mg/g	beregnet	90,4	14,32	123,6
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	91,3	26,29	124,9
Total Fosfor	mg/g	Chem-133	3,9	1,3	1,1
Kjeldahl Nitrogen	g N/kg	Chem-201	8,4	1,4	14,4

Tørrstoffinnholdet var lavt og glødetapet høyt på stasjon C1 i Hjelmåsvågen, noe som bekrefter at det i dette området er sedimenterende forhold. Tørrstoffinnholdet var høyere på prøvested C2, hvilket skyldes at prøven inneholdt mye sand. Glødetapet var tilsvarende lavt (3,6 %), noe som tyder på mindre sedimentering og god utskifting og nedbryting av organisk materiale her. Glødetapet er vanligvis 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. På stasjon C3 i Sauvågen var tørrstoffinnholdet svært lavt og glødetapet svært høyt, noe som viser sedimenterende forhold med opphoping av organisk materiale.

Innholdet av normalisert TOC, som er TOC korrigert for andel finstoff i sedimentet, var høyt på stasjon C1, med 91,3 mg C/g og på stasjon C3 inne i Sauvågen, med 124,9 mg C/g (**tabell 8**). Dette gir SFT-tilstandsklasse V = "meget dårlig" for disse to stasjonene. På stasjon C2 lenger ute i Hjelmåsvågen var innholdet av normalisert TOC lavere, med en verdi på 26,3 mg C/g, og dette gir SFT-tilstandsklasse II = "god" med hensyn på innholdet av organisk karbon (SFT 1997).

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt en høy konsentrasjon av nitrogen på stasjon C3 inne i Sauvågen, med 14,4 mg N/g (tilsvarende g N/kg), og i sedimentet på stasjon C1 inne i Hjelmåsvågen (8,4 mg N/g), (**tabell 8**). Dette tilsvarende tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for begge disse stasjonene (SFT 1993). Det ble målt en lav konsentrasjon av nitrogen med 1,4 mg N/g i sedimentet på stasjon C2 ute i Hjelmåsvågen, noe som tilsvarende tilstandsklasse I = "meget god" (SFT 1993). Innholdet av fosfor er vanligvis en del lavere enn innholdet av nitrogen, og det samsvarer godt med innholdet av disse i Hjelmåsvågen.

## BUNNDYRUNDERSØKELSE

På den dypeste stasjonen inne i Hjelmåsvågen (C1) ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 33 individer fordelt på 7 arter (**tabell 9**). Faunaen bestod av arter som er typiske ved moderat organisk belastning og/eller dårlige oksygenforhold (**vedleggstabell 1**). Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 2,14 som gir lokaliteten tilstandsklasse III = "mindre god". Skjellet *Thyasira spp.* dominerte prøvene (til sammen 51,5%), og jevnheten ble dermed noe lav.

Det var en mye rikere og mer variert fauna lenger ute i Hjelmåsvågen på prøvested C2. Der ble det funnet 282 individer fordelt på 43 arter. Vanligste arter var *Spiophanes wigleyi* (24,8 %) og *Pectinaria koreni* (7,8 %), (**vedleggstabell 1**). Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 4,43, noe som gir lokaliteten tilstandsklasse I = "meget god". Det var liten forskjell mellom de to parallelle prøvene, noe som tyder på jevnt gode forhold for bunnfaunaen.

Inne i Sauvågen (C3) ble det som ventet ikke funnet noen gravende bunndyr, da sedimentet var råttent og luktet noe til sterkt av hydrogensulfid.

**Tabell 9.** Antall arter og individer av bunndyr i de fem MOM C-grabbhoggene tatt i Hjelmåsvågen og Sauvågen 24. oktober 2006, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, beregnet maksimal diversitet ( $H'$ -max), jevnhet (evenness) og SFT-tilstandsklasse. MOM C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Se **vedleggstabell 1** for artslistene. Det ble bare tatt en prøve på stasjon C3 i Sauvågen.

FORHOLD	Hjelmåsvågen - C1 (Prøve A+B)	Hjelmåsvågen - C2 (Prøve A+B)	Sauvågen - C3 (Prøve A)
Antall individer	33	282	0
Antall arter	7	43	0
<b>Shannon-Wiener, <math>H'</math></b>	<b>2,14</b>	<b>4,43</b>	-
$H'$ -max	2,81	5,43	-
Jevnhet, J	0,76	0,82	-
SFT tilstandsklasse	III = "mindre god"	I = "meget god"	V = "meget dårlig"
MOM C-vurdering dyr	Miljøtilstand 2	Miljøtilstand 1	Miljøtilstand 4

## Utvidet MOM B-undersøkelse ved avløp

I tillegg til MOM C-undersøkelsen ble det gjennomført en utvidet MOM B-undersøkelse av sedimentet på fire stasjoner i en noenlunde rett linje fra ca 160 m nord for (innenfor) avløpet og nedover bakken forbi avløpet og til 150 m sør for (nedenfor) avløpet ned mot resipienten i Hjelmåsvågen (jf. **figur 4**). De fire stasjonene ble tatt på samme steder som ved undersøkelsen i 2002, og er nummerert fra B4 til B7 (**tabell 10 & 11**).

- **Stasjon 4** lå på 16 meters dyp ca 160 m innenfor (nord for) avløpet, og en fikk opp en halvfull grabb bestående av ca 30 % fin sand, 50 % silt og 20 % leire, samt 2-3 % skjellsand/skjellrester. Prøven var grå, myk og uten lukt av hydrogensulfid.
- **Stasjon 5** lå på 17 meters dyp ca 100 m innenfor (nord for) avløpet, og en fikk opp ca 1/3 grabb med en grå, myk og luktfri prøve bestående av ca 30 % sand, 40 % silt og 10 % leire, samt 20 % skjellsand/skjellrester.
- **Stasjon 6** lå på 27 meters dyp ca 40 m sør for avløpet, og en fikk opp ca 2/5 grabb med en grå, myk og luktfri prøve bestående av ca 5 % skjellsand, 15 % grus, 40 % sand, 30 % silt og 10 % leire.
- **Stasjon 7** lå på 33 meters dyp og ca 150 meter sør for avløpet. En fikk opp nesten full grabb med en grå, luktfri og myk prøve bestående av ca 10 % fin sand, 50 % silt og 40 % leire.

Resultatene er presentert i **tabell 10** og **11**.

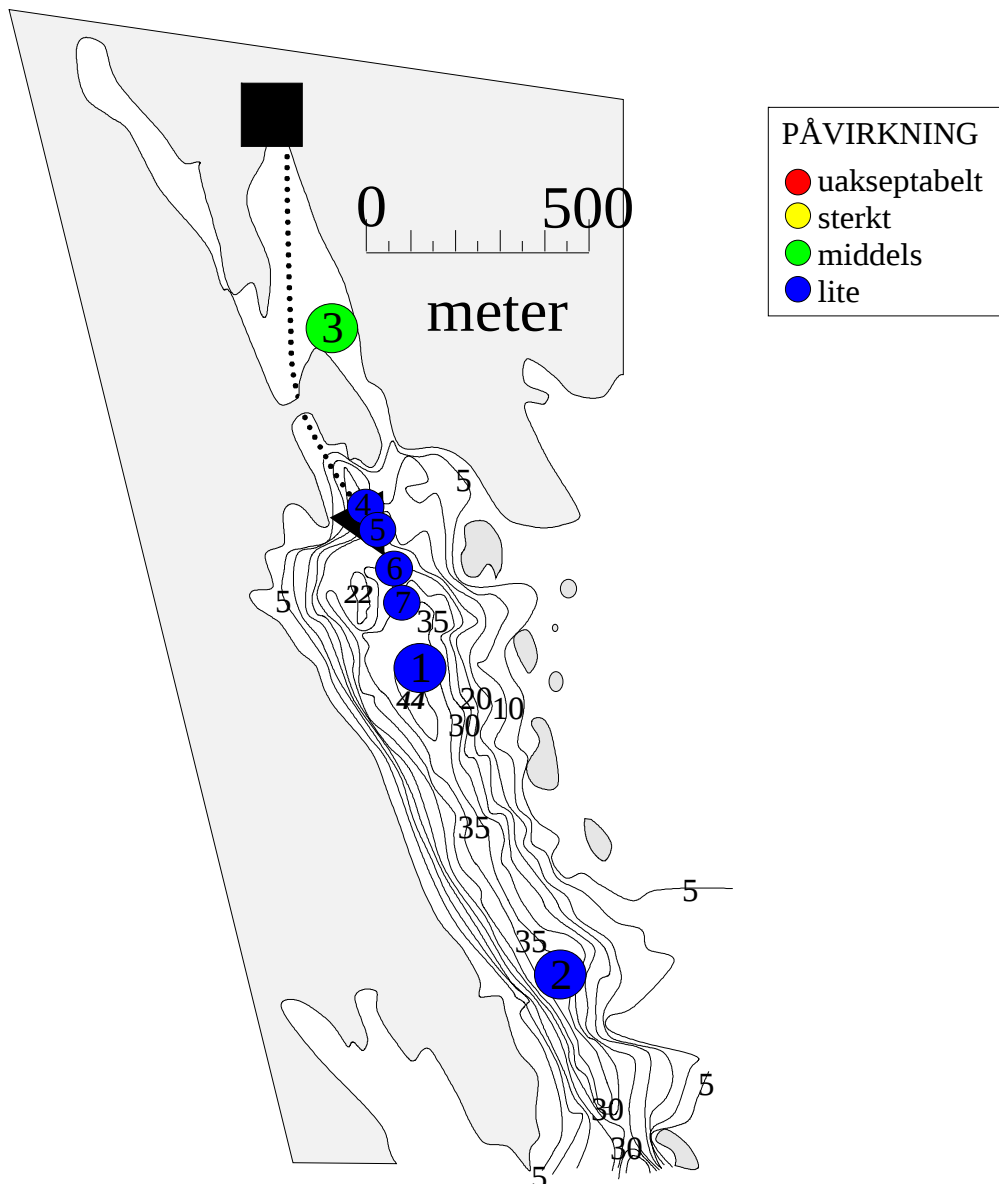
**Tabell 10.** Beskrivelse av de fire MOM B-prøvene tatt med en 0,028 m<sup>2</sup> grabb ved avløpet fra Lerøy Fossen AS i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006.

Prøvetakingssted:		Sted B4	Sted B5	Sted B6	Sted B7
Posisjon nord		60° 35,668'	,641'	,563'	,508'
Posisjon øst		5° 22,095'	,117'	,174'	,191'
Avstand nedenfor avløp		-160 meter	-100 meter	+40 meter	+150 meter
Dyp (meter)		16	17	27	33
Antall grabbhugg		1	1	1	1
Spontan bobling		Nei	Nei	Nei	Nei
Bobling ved prøvetaking		Nei	Nei	Nei	Nei
Bobling i prøve		Nei	Nei	Nei	Nei
H <sub>2</sub> S-lukt		Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Primær sediment	Skjellsand	2 %	20 %	5 %	
	Grus			15 %	
	Sand	30 %	30 %	40 %	10 %
	Silt	50 %	40 %	30 %	50 %
	Leire	20 %	10 %	10 %	40 %
Mudder		nei	nei	nei	nei
Grabbvolum		1/2	1/3	2/5	~full

**Tabell 11.** Prøveskjema for MOM B- undersøkelsen ved avløpet fra Lerøy Fossen AS i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006.

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr				Indeks																													
			Stasjon B4	Stasjon B5	Stasjon B6	Stasjon B7																														
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0																													
	Tilstand gruppe I		A																																	
II	pH	verdi	7.54	7.61	7.57	7.38																														
	Eh	verdi	150	25	-10	20																														
	pH/Eh	frå figur	0	1	1	1	0,75																													
	Tilstand prøve		1	1	1	1																														
	Tilstand gruppe II		1				Buffer: 13,3 °C Sjøvann: 8,9 °C Sediment:9,7 °C pH sjø: 8,03 Eh sjø: +346 Referanseelektrode: +200 mV																													
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0																														
	Farge	Lys/grå=0	0	0	0	0																														
		Brun/svart=2																																		
	Lukt	Ingen=0	0	0	0	0																														
		Noko=2																																		
		Sterk=4																																		
	Konsistens	Fast=0																																		
		Mjuk=2	2	2	2	2																														
		Laus=4																																		
	Grabb- volum	<1/4 =0																																		
		1/4 - 3/4 = 1	1	1	1																															
		> 3/4 = 2				2																														
	Tjukkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0	0	0	0																														
		2 - 8 cm = 2																																		
		> 8 cm = 4																																		
SUM:			3	3	3	4																														
Korrigert sum (*0,22)			0,66	0,66	0,66	0,88	0,715																													
Tilstand prøve			1	1	1	1																														
Tilstand gruppe III			1																																	
Middelverdi gruppe II & III			0,66	0,83	0,83	0,94	0,815																													
Tilstand gruppe II & III			1																																	
<p>TABELL 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”</th> <th>Tilstand</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 1,1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1,1 - 2,1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2,1 - 3,1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>&gt; 3,1</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>			“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”	Tilstand	< 1,1	1	1,1 - 2,1	2	2,1 - 3,1	3	> 3,1	4	<p>TABELL 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">“Tilstand”</th> <th rowspan="2">Lokalitets tilstand</th> </tr> <tr> <th>Gruppe I</th> <th>Gruppe II &amp; III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2</td> <td>1, 2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>				“Tilstand”		Lokalitets tilstand	Gruppe I	Gruppe II & III	A	1, 2, 3	1, 2, 3	A	4	4	4	1, 2	1, 2	4	3	4	4	4	4
“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”	Tilstand																																			
< 1,1	1																																			
1,1 - 2,1	2																																			
2,1 - 3,1	3																																			
> 3,1	4																																			
“Tilstand”		Lokalitets tilstand																																		
Gruppe I	Gruppe II & III																																			
A	1, 2, 3	1, 2, 3																																		
A	4	4																																		
4	1, 2	1, 2																																		
4	3	4																																		
4	4	4																																		
LOKALITETENS TILSTAND						1																														

Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan i henhold til NS 9410 beskrives ved surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Sedimentet på alle stasjonene i Hjelmåsvågen hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen (**tabell 11**). Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på tre av fire stasjoner viste positive verdier. På stasjon B6 var elektrodepotensialet svakt negativt, men elektroden var noe ustabil ved denne målingen, og resultatet er noe usikkert. Avviket fra stasjon B5 og B7 er uansett lite, og sedimentet på alle fire prøvetakingsstedene ble klassifisert til tilstand 1 = "lite påvirket" med hensyn på pH/Eh. Samlet sett (middelverdi av gruppe II og III) hadde sedimentet på alle fire stasjonene i Hjelmåsvågen miljøtilstand 1 = "lite påvirket" (**tabell 11, figur 7**). Dette er som ventet ut fra at det ikke har vært utslipp av betydning fra anlegget i Sauvågen de siste årene.



**Figur 7.** Prøvetakingsstasjoner for MOM B-undersøkelsen utenfor avløpet fra Lerøy Fossen AS i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006. Stasjonene er nummerert fra 4 - 7, og MOM-tilstand er angitt ut fra middelverdien av gruppe II og III parametre (jf. **tabell 11**). Også MOM-tilstand for prøvetakingsstasjonene C1 - C3 er angitt.

## KJEMISKE ANALYSER

Resultatene av analyser av sediment fra de fire ulike MOM B-stasjonene er vist i **tabell 12**. Sedimentprøvene ble analysert med hensyn på tørrstoff og glødetap, mens innholdet av TOC ble beregnet. Normalisert TOC er ikke beregnet, da kornfordeling ikke er analysert i disse prøvene. Det er gitt en vurdering av tilstand i henhold til SFT (1997), blant annet vurdert ut fra en anslått kornfordeling i **tabell 10**.

**Tabell 12.** Sedimentkvalitet i de fire MOM B-prøvene tatt i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006.

FORHOLD	Enhet	Metode	Stasjon B4	Stasjon B5	Stasjon B6	Stasjon B7
Tørrstoff	%	Chem-206	58,0	67,3	57,9	36,9
Glødetap	%	Chem-206	3,66	2,82	4,04	9,86
TOC	mg/g	beregnet	14,64	11,28	16,16	39,44
SFT-vurdering			(I)	(I)	(II)	(IV)

Det var generelt et lavt glødetap i alle de tre innerste prøvene i et dybdeintervall på mellom 16 og 27 meter og i en avstand på -160 til +40 m fra avløpet. Glødetapet økte en del når en kom ned mot terskeldyp for resipienten, og var middels høyt på stasjon B7 på 33 m dyp. Glødetapet er vanligvis 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold.

## BUNNDYR

Sedimentprøvene fra de fire ulike MOM B-stasjonene ble analysert for fauna (**tabell 13, vedleggstabell 2**). Resultatene er også vurdert i henhold til SFT og NS 9410, selv om arealet av den lille grabben bare er 0,028 m<sup>2</sup>. En klassifisering blir vanligvis gjort ut fra et areal på henholdsvis 0,1 m<sup>2</sup> og 0,2 m<sup>2</sup> for disse to klassifiseringssystemene, og det er grunn til å anta at både antall arter og individer ville vært til dels vesentlig høyere med et større prøveareal. Mye av forskjellen i antal arter og fordeling av antall individer mellom artene (jevnhet) kan være tilfeldigheter som ville ha utjevnet seg ved flere parallelle prøver på hver stasjon. Resultatene gir imidlertid et godt sammenligningsgrunnlag mellom stasjonene, og i forhold til tidligere undersøkelser.

Alle de fire stasjonene B4 - B7 hadde en relativt rik fauna. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til mellom 3 og 4 på alle stasjonene, og dette tilsvarer tilstandsklasse II = "God" for alle stasjonene (**tabell 13**). Stasjon B7 skiller seg likevel ut med færrest antall arter og individer. En jevn fordeling av individer mellom artene gir imidlertid høy verdi for jevnhet (0,94) og derfor også relativt høy diversitet.

Faunasammensetningen synes således å være normal på alle stasjoner. Det er ingen typiske "forurensningsarter" som dominerer. Med såpass lite prøvemateriale (kun ett grabbhogg med liten grabb) kan antall individer og arter anees som normalt.

Følsomme diversitetsindekser er lite egnet til å angi miljøtilstand i utslippets nærsone og overgangssone på grunn av den lokale påvirkningen fra utslippet. En har derfor også vurdert stasjon B4 - B7 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS 9410, **tabell 3**).



Antall arter og individer tilsier at miljøtilstanden ikke er i nærheten av å overskride de miljøforholdene en forventer å finne i forbindelse med et utslipp fra et settefiskanlegg, og at forholdene ved utslippskilden og i den undersøkte nærsone og overgangssone dermed er svært gode. Dette er som ventet ut fra at det ikke har vært utslipp av betydning fra anlegget i Sauvågen de siste årene.

**Tabell 13.** Antall arter og individer av bunndyr i de fire MOM B-grabbhoggene tatt i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, beregnet maksimal diversitet ( $H'$ -max) og jevnhet (evenness). SFT-vurdering og MOM C-vurdering av miljøtilstand er gjort ut fra et grabbareal på 0,028 m<sup>2</sup>, mens en klassifisering vanligvis blir gjort ut fra et areal på henholdsvis 0,1 og 0,2 m<sup>2</sup> for disse to. Artslistene er presentert i **vedleggstabell 2**.

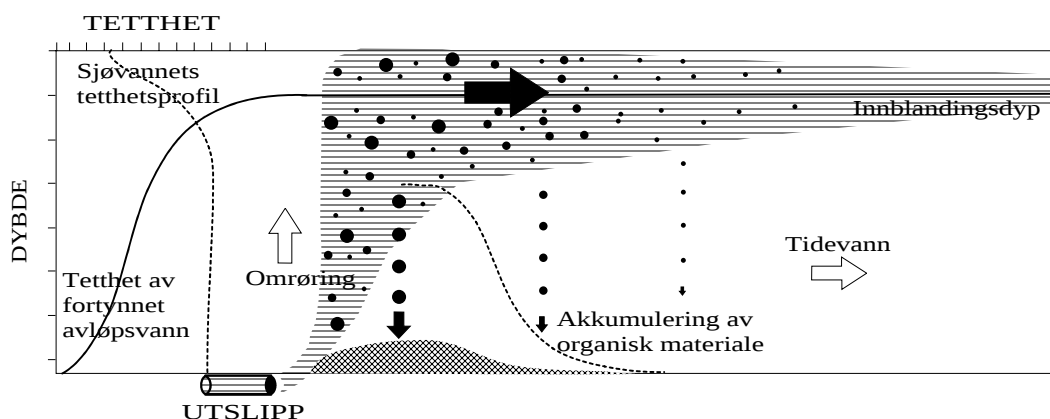
FORHOLD	Stasjon B4	Stasjon B5	Stasjon B6	Stasjon B7
Antall individer	67	33	37	20
Antall arter	17	15	18	11
<b>Shannon-Wiener, <math>H'</math></b>	<b>3,31</b>	<b>3,54</b>	<b>3,86</b>	<b>3,25</b>
$H'$ -max	4,09	3,91	4,17	3,46
Jevnhet, J	0,81	0,91	0,93	0,94
SFT-vurdering	II="god"	II="god"	II="god"	II="god"
MOM C-vurdering dyr	Tilstand 2	Tilstand 2	Tilstand 2	Tilstand 2

## VURDERING AV TILSTAND

Lerøy Fossen AS har en konsesjon på 750.000 stk sjødyktig settefisk ved settefiskanlegget i Sauvågen. Utslippsledningen fra anlegget er plassert på ca 27 meters dyp i vestre del av Hjelmåsvågen, som vil være hovedresipient for utslippene fra anlegget. Det har ikke vært drift i anlegget fra 2002 og frem til sommeren 2006, og forholdene rundt avløpet og i resipienten vil således gjenspeile naturtilstanden i området, eller eventuelt påvirkningen fra andre utslippskilder enn settefiskanlegget. Det er grunn til å tro at dypområdet i de indre deler av det vestre undersjøiske dalføret i Hjelmåsvågen er hovedresipient for tilførsler fra bebyggelsen i Hjelmås.

Resipientforholdene ulike steder i Hjelmåsvågen og i Sauvågen ble sist undersøkt 20. november 2002 av Rådgivende Biologer (Tveranger & Johnsen 2003). Den foreliggende undersøkelsen er gjennomført 24. oktober 2006 på tilsvarende vis og på samme steder som undersøkelsen høsten 2002, og inkluderer en MOM C-resipientundersøkelse samt en MOM B-undersøkelse på fire stasjoner rundt avløpet. Dypområdet inne i Hjelmåsvågen (stasjon C1) har tidligere vært undersøkt flere ganger, i 1980, 1988, 1989, 1990, 1991 og 2004 (Johannessen 1980, Johannessen m. fl. 1990, 1991, Botnen m. fl. 1992, Heggøy m. fl. 2005).

Utslippsledningen til Lerøy Fossen AS er plassert på 27 meters dyp. Siden ferskvannet er lettere enn det saltre sjøvannet, vil vannet stige opp som en fontene og strømme mot overflaten. På grunn av det så pass dype utslippspunktet, vil det ikke være gjennomslag til overflaten. Denne indre ferskvannsfontenen vil imidlertid medføre at de finpartikulære tilførslene vil spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet. Bare de største partiklene vil sedimentere helt lokalt ved selve utslippet (**figur 8**), fordi den sterke oppstigende og bortgående strømmen tar med seg alle de finere partiklene. Det er derfor vanlig å observere en svært avgrenset punktbelastning i forbindelse med slike utslipp dersom utslippet skjer på dybder med relativt god vannutskifting og gode nedbrytingsforhold. Siden strømforholdene i området rundt avløpet er relativt moderate (Tveranger & Johnsen 2003), vil også mye av det finpartikulære materialet trolig sedimentere innen 100 - 200 meter fra avløpet.



**Figur 8.** Prinsippkisse for primærfortynningsfasen av innblanding av et ferskvannsutslipp i en sjøresipient. Utslippet får økt sin tetthet ettersom det lettere ferskvannet stiger opp og blandes med sjøvannet (heltrukken linje).

## Hydrografi og sjiktning

Ved undersøkelsen i oktober 2006 var det en klar sjiktning i vannsøylen ved det dypeste i Hjelmåsvågen, med et noe brakt overflatelag på ca 3 m, et homogent tidevannslag ned til ca 37 meters dyp og et noe kaldere og saltere dypvannslag, som gikk fra ca 37 meters dyp og ned til bunnen på 44 meters dyp. I dypvannslaget sank oksygeninnholdet raskt, og ned mot det dypeste var konsentrasjonen ca 0,5 mg/l, tilsvarende en metning på ca 5 %. Det var altså nesten ikke oksygen igjen ved bunnen i det lille dypområdet inne i Hjelmåsvågen på måletidspunktet, og målingen tilsvarende SFT-tilstandsklasse V = "Meget dårlig" på dette tidspunktet.

I tersklede dypvannsbassenger vil det ofte være redusert strøm og utskifting fra ca 5-10 meter under terskeldyp. I slike bassenger kan en dermed få stagnerende vann med redusert oksygeninnhold. Terskelen inn til Hjelmåsvågen er trolig ca 35 meter, og det indikerer at en her har stagnerende forhold bare ca 2 meter under terskeldyp. Det kan skyldes at terskelen ligger midt i en nesten 1 km lang kanal, der bunnen er mellom 35 og 37 meter dyp. I motsetning til i mange andre terskelområder vil tidevannet dermed ikke få økt fart over en kort terskel, men heller bli noe bremsert langs bunnen, slik at det får en lavere "spylingseffekt" når det kommer inn mot dypvannsområdet. Ut fra de tilgjengelige opploddingene kan det heller ikke utelukkes at det kan være en terskel på opp mot 30 meters dyp i utløpet av Hjelmåsvågen mot Osterfjorden, men mest sannsynlig er det også her dypere enn 35 meter.

Det er trolig altså knappe 10 m dybdeforskjell mellom terskelen og det dypeste stedet i den vestre delen av Hjelmåsvågen. Det er ganske lite, og en vil trolig ikke få stagnerende forhold i lengre perioder av gangen. Det vil trolig være utskifting flere ganger i året, f. eks. i forbindelse med uvær, og oksygenvinn i dypvannet vil trolig bare oppstå i perioder med langvarig stabile værforhold. Høsten 2006 var svært varm med høye sjøtemperaturer og stabilt, varmt vær og forholdsvis lite vind fram til undersøkelsen ble utført. Deretter var det mye urolig vær, og trolig full utskifting til bunns allerede i november. En måling fra 20. november 2002 (Tveranger & Johnsen 2003) viste ikke noe definert dypvannslag, og oksygeninnholdet var jevnt ned til 40 meters dyp. Det var ingenting ved den målingen som indikerte et begynnende oksygenforbruk i dypvannet, og det må trolig ha vært en vind-generert utskifting ikke så lenge i forkant av målingen. Den årlige bunnvannsfornyningen man har i mange resipienter skjer oftest på sen vinteren, og sjelden så tidlig som i november.

En analyse av sedimentkvalitet og dyresamfunn på det dypeste i Hjelmåsvågen indikerer at det periodevis kan være noe redusert oksygeninnhold i bunnvannet, men at det sjelden eller aldri blir helt oksygenfritt.

## Virking av tilførsler av næringsalter

I vannprøvene fra overflatevannet på stasjon C1 - C3 i Hjelmåsvågen og Sauvågen tilsvarte konsentrasjonen av alle næringsstoffene tilstandsklasse I = "meget god". Både Hjelmåsvågen og Sauvågen kan karakteriseres som næringsfattige ut fra disse målingene. Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor var mellom 15 og 26 på alle tre stasjoner, og indikerer ingen spesielle tilførsler utenom naturlig avrenning.

På grunn av Hjelmåsvågens topografi vil det trolig være gode utskiftingsforhold med vanntransport i alle retninger ned til 10 meters dyp i hele vågen. Dette gir god utskifting og innblanding av punktutslipp av lokale næringsalltilførsler, som f. eks fra settefiskanlegget. Med en forventet utskiftingstid av overflatevannmassene i Hjelmåsvågen på noen få dager, vil disse tilførslene fort bli fortynnet og ført vekk.

Hjelmåsvågen har således en meget god resipientkapasitet for tilførsler av næringsalter. Sauvågen er et mer innelukket og grunt basseng med større effekt av de lokale tilførslene, og har mindre resipientkapasitet, selv om det var lave konsentrasjoner av næringsalter på prøvetakingstidspunktet.

## Virkning av tilførsler av organisk stoff på sedimenkvalitet

Undersøkelsen viste at det er sedimenterende forhold ved det dypeste i Hjelmåsvågen (C1), med en andel finstoff (silt +leire) på 95 %, noe som skyldes at Hjelmåsvågen er et tersklet basseng der det fra naturens side er sedimenterende forhold. Glødetapet var 22,6 %, som er relativt høyt. Vanligvis venter man å finne et glødetap på rundt 10 % eller mindre i sediment med normale tilførsels- og nedbrytingsforhold. Det betyr at den dypeste delen av resipienten inne i Hjelmåsvågen har noe begrenset nedbryting, trolig på grunn av periodevis oksygenfattige forhold. De totale tilførslene kan også være noe høye i forhold til kapasiteten.

Oksygenprofilen viste at det var redusert oksygeninnhold i dypvannet, men målingene av pH /Eh i sedimentet indikerte ikke oksygenfrie forhold i sedimentet. Det kan ha sammenheng med at sedimentprøvene på stasjon C1 for sammenligningens del ble tatt på samme sted som ved tidligere undersøkelser, dvs på ca 39 meters dyp, mens oksygenprofilen ble målt litt sørvest for stasjon C1 på ca 44 meters dyp. På 39 m dyp var oksygeninnholdet rundt 4 mg/l (vel 40 %) ved undersøkelsen (jf. figur 5), noe som samsvarer bra med tilstanden i sedimentet på dette dypet.

Utviklingen over de siste 26 år viser at det organiske innholdet i sedimentet på stasjon C1 har vært tilnærmet konstant over tid (**tabell 14**). I løpet av disse årene har det både vært produksjon ved settefiskanlegget og flere sammenhengende år uten produksjon (2002-2006), uten at dette ser ut til å ha påvirket forholdene i resipienten i Hjelmåsvågen i nevneverdig grad. Målingen fra 2004 avviker fra de andre målingene for flere parametre, og er trolig tatt i en del av resipienten der det er noe mindre sedimenterende forhold. En andel silt + leire på 73 % i 2004, mot 95 - 98 % alle de andre prøvetakingsårene tyder på dette. Under normale forhold finner det ikke sted endringer i sedimentets kornfordeling av betydning over tid (Botnen m. fl. 1992). Posisjonen for grabbhoggene i 2004 er oppgitt på være noe lenger mot sør enn de andre undersøkelsene, og således noe nærmere terskelen inn til dypområdet. Det kan tenkes at økt strømhastighet langs bunnen over terskelen kan være noe av årsaken til den lavere andelen finsediment og det lavere glødetapet i undersøkelsen fra 2004.

**Tabell 14.** Innhold av organisk stoff målt som % glødetap i sedimentprøver på de undersøkte stasjonene i Hjelmåsvågen for ulike prøvetakingsår mellom 1980 og 2006.

	C1	C2	C3	B4	B5	B6	B7
Glødetap (%) 1980	21,85						
1988	21,96						
1989	22,6						
2002	22,2	3,51	31,8	3,26		4,63	9,73
2004	11,3						
2006	22,6	3,58	30,9	3,66	2,82	4,04	9,86

På stasjon C2 (37 m dyp), omtrent en km lenger ute i Hjelmåsvågen, er det bedre strøm- og utskiftingsforhold. Her var sedimentet mindre finkornet (33,5 % silt+leire) og glødetapet var lavt (3,58%). Dette viser at de sedimenterende forholdene er begrenset til det relativt lille dypområdet innerst i Hjelmåsvågen. Innholdet av TOC var tilnærmet det samme som for fire år siden (**tabell 14**).

På stasjon C3 i Sauvågen var tørrstoffinnholdet svært lavt og glødetapet svært høyt, noe som viser sedimenterende forhold med opphoping av organisk materiale. Nedbrytingen i sedimentet avgrenses naturlig av periodevis oksygenfrie forhold i store deler av året. Årsaken til dette er den grønne terskelen ved innløpet til Sauvågen. Tilstanden her har ikke endret seg vesentlig de siste årene. I august 1988 ble det påvist H<sub>2</sub>S i bunnvannet inne i Sauvågen (Johannessen m. fl. 1990). Dette ble ikke analysert for i 2006,

men oksygenprofilen tatt 24. oktober viste ved dette tidspunktet god metning ned mot bunnen på 9 meter. Trolig har det vært en utskifting ikke lenge i forkant av undersøkelsen i 2006.

Innholdet av normalisert organisk karbon (TOC) er beregnet som glødetapet x 4, og justert for andelen finstoff (silt + leire) i sedimentet, og var henholdsvis 91,3 og 124,9 mgC/g på stasjon C1 og C3, mens det var 26,3 mgC/g på stasjon C2. I henhold til SFTs klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment fra 1997 (Molvær m.fl. 1997) var tilstanden på stasjon stasjon C1 og C3 “meget dårlig” (tilstandsklasse V), mens den på stasjon C2 var “god” (tilstandsklasse II).

SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimentet er imidlertid ikke uten videre egnet til formålet. Det henger sammen med et ofte tildels betydelig avvik mellom tilstand vurdert ut fra organisk innhold sammenlignet med tilstand vurdert ut fra artsmangfold for bløtbunnsfauna. I NIVA rapporten “Resipientundersøkelse ved Eide avfallsplass” fra 2001 påpekes også dette forholdet (Johnsen m. fl 2001). Bassenger og fjorder med lokal beskyttelse på Vestlandet har ofte et høyt organiske innhold (Moy m. fl. 1996). Sedimentene blir karakterisert som dårligere enn det de egentlig er. I undersøkelser fra andre områder har det gjentatte ganger blitt funnet at karakteristikken for sedimentene er dårligere enn for fauna (Kroglund m. fl. 1998). Dette samsvarer også med mange av våre resipientundersøkelser (f. eks. Tveranger & Johnsen 2004 a, b, c, Tveranger m.fl 2005, 2006 a, b). Kvalitetskriteriene med hensyn på TOC er mer et uttrykk for mengden av organiske komponenter i miljøet, enn en generell miljøtilstand. Faunaen representerer et bedre mål for miljøtilstand i og med at artene må være tilpasset miljøet der de lever. Artsmangfoldet er en grunnleggende parameter, men for sikker karakteristik må også artssammensetning og innslag av karakterarter vurderes. Vi velger å ikke legge vekt på tilstand beregnet ut fra normalisert organisk karbon, men hovedsakelig ut fra artsmangfold for bløtbunnsfauna.

Stasjon B4 - B7, som ble tatt med den lille håndgrabben i en avstand på -160 til 150 meter fra avløpet, viste et lavt glødetap i alle de tre innerste prøvene (mellom 2,8 og 4,0 %) og et noe høyere glødetap i den ytterste og dypeste prøven (9,9 %). Siden det ikke hadde vært utslipp av betydning i årene før prøvetaking, gjenspeiler disse prøvene en tilnærmet “natursituasjon” i ulik dybde nedover i resipienten. I et dybdeintervall på mellom 16 og 27 meter var det altså lavt glødetap og god omsetning, mens det på 33 meters dyp så ut til å være noe mindre omsetning og høyere akkumulering av organisk materiale. Her nærmer man seg også terskeldypet for resipienten, og det er trolig at dette gjenspeiles i prøven tatt på dette dypet. Ned mot og under terskelnivå vil det gradvis bli mindre strøm og utskifting, noe som fører til gradvis mer sedimenterende forhold, med økende andel finstoff og akkumulering av organisk materiale i sedimentet.

Det lave glødetapet på de tre innerste stasjonene indikerer at det her ikke er sedimenterende forhold i nevneverdig grad, og at det ville foregå en effektiv nedbryting av eventuelle tilførsler fra anlegget som sedimenterer på disse dybdene. Således er det viktig at utslippet ligger over terskeldyp, slik at organisk materiale fra anlegget i liten grad sedimenterer på stedet, men raskt og effektivt blir spredt bort fra selve avløpet til utslippets nærområde og omsatt der.

## Virkning av tilførsler av organisk stoff på bunnfaunaen

Resipientundersøkelsene i Hjelmåsvågen og Sauvågen ble foretatt etter MOM-C standardene (NS 9422 og 9423). **Stasjon C1** i dypområdet i Hjelmåsvågen hadde en moderat arts- og individrik fauna til å være i et terskelbasseng. Her ble det til sammen i de to parallelle prøvene med den store grabben funnet 33 individer fordelt på 7 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 2,14 som gir stedet tilstandsklasse III= "Mindre god". For hver enkelt parallell var diversiteten under 2, og altså i tilstandsklasse IV = "dårlig". Faunaen bestod av arter som er typiske ved moderat organisk belastning og/eller noe dårlige oksygenforhold.

Diversiteten til bunndyrsamfunnet har vært nesten uforandret ved en rekke undersøkelser siden 1988 (**tabell 15**), og har med ett unntak vært i tilstandsklasse III= "Mindre god". Det tyder på at forholdene i resipienten er ganske stabile, og at en situasjon med moderat organisk belastning og periodevis noe redusert oksygeninnhold i dypvannet har forekommet jevnlig de siste 18 år, og trolig gjenspeiler naturtilstanden til resipienten. Målingen fra 2004 avviker fra de andre målingene for flere parametre, og er trolig tatt i en del av resipienten der det er noe mindre sedimenterende forhold (jf. diskusjon side 26).

**Tabell 15.** Antall arter, tetthet og Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) for de undersøkte stasjonene i Hjelmåsvågen (C1, C2 og B4-B7) og Sauvågen (C3). Totalt areal for grabhoggene var 1,0 m<sup>2</sup> ved undersøkelsene i 1988 - 1991, 0,2 m<sup>2</sup> i 2002 og 2006, og 0,3 m<sup>2</sup> i 2004. SFT-klassifisering er angitt i parentes. For stasjonene B4-B7 er prøvearealet 0,028 m<sup>2</sup>, og SFT-klassifisering er derfor ikke angitt.

		C1	C2	C3	B4	B5	B6	B7
Antall arter	1988	20						
	1989	29						
	1990	43						
	1991	47						
	2002	12	49	1	12		17	4
	2004	47						
	2006	7	43	0	17	15	18	11
Ind./m <sup>2</sup>	1988	510						
	1989	1306						
	1990	1231						
	1991	2710						
	2002	255	1120	10	714		1286	250
	2004	827						
	2006	165	1410	0	2393	1179	1321	714
Diversitet ( $H'$ )	1988	2,13 (III)						
	1989	2,24 (III)						
	1990	2,61 (III)						
	1991	2,55 (III)						
	2002	2,84 (III)	4,93 (I)	-	(3,38)		(3,86)	(1,84)
	2004	4,78 (I)						
	2006	2,14 (III)	4,43 (I)	-	(3,31)	(3,54)	(3,86)	(3,25)

Antall arter og individer på stasjon C1 var tilsynelatende noe lavere i 2006 enn tidligere, men det kan til dels ha sammenheng med arealet av prøvene som er tatt. Ved undersøkelsen i 2006 ble det tatt to grabbhogg på 0,1 m<sup>2</sup> hver, mens det f.eks. ved undersøkelsen i 1988 ble tatt fem grabbhogg på 0,2 m<sup>2</sup> hver. I hvert av enkeltgrabbhoggene fra 1988 ble det funnet mellom 86 og 117 individer fordelt på mellom 7 og 14 arter (Johannessen m.fl. 1990), noe som er på nivå med undersøkelsen i 2006. Det var likevel noen færre arter og individer og noe lavere diversitetsindeks i 2006 enn ved den tilsvarende undersøkelsen i 2002, men forskjellene ligger trolig innenfor den naturlige variasjonen av bunnfauna som er et resultat av varierende oksygeninnhold i dypvannet fra år til år avhengig av utskiftingsepisoder.

På **stasjon C2** lenger ute i Hjelmåsvågen var det en mye rikere og mer variert fauna. Der ble det funnet 282 individer fordelt på 43 arter, og med en diversitetsindeks på 4,43 havner denne stasjonen i tilstandsklasse I = "meget god". Det var liten forskjell mellom de to parallelle prøvene, noe som tyder på jevnt gode forhold for bunnfaunaen. Dette viser at de sedimenterende forholdene med en moderat arts- og individrik fauna er begrenset til det relativt lille dypområdet innerst i Hjelmåsvågen, og at det utover i Hjelmåsvågen der bunnen er nokså jevnt dyp er en god del bunnstrøm og god utskifting. Tilstanden var tilnærmet uforandret fra forrige undersøkelse i 2002.

Inne i **Sauvågen (C3)** ble det som ventet ikke funnet noen gravende bunndyr, da sedimentet var råttent og luktet noe til sterkt av hydrogensulfid. Dette ble også funnet i 2002. Årsaken er den grunne terskelen ved innløpet til Sauvågen som hindrer regelmessig utskifting av bunnvannet.

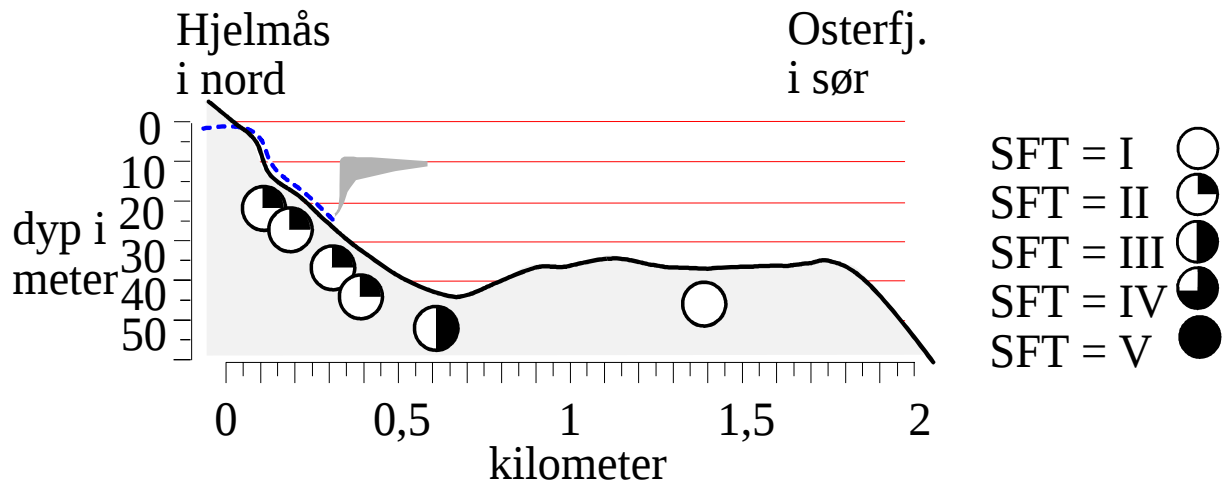
**På stasjon B4 - B7** i en avstand på -160 til +150 m fra avløpet var det en relativt rik fauna. Dette er som ventet ut fra at det ikke har vært utslipp av betydning fra anlegget i Sauvågen de siste årene. Det er heller ingen typiske "forurensningsarter" som dominerer. Med såpass lite prøvemateriale (kun ett grabbhogg med liten grabb) kan antall individer og arter anees som normalt. Stasjon B7 skiller seg likevel ut med færrest antall arter og individer. En jevn fordeling av individer mellom artene gir imidlertid høy verdi for jevnhet (0,94) og derfor også relativt høy diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til mellom 3 og 4 på alle fire stasjonene (B4 - B7), og dette tilsvarer SFT tilstandsklasse II = "God" for alle. En klassifisering blir vanligvis gjort ut fra en grabb med et areal på 0,1 m<sup>2</sup>, og det er grunn til å anta at både antall arter og individer ville vært til dels vesentlig høyere med et større prøveareal (ett grabbhogg med den lille grabben utgjør bare 14 % av arealet i forhold til de to parallelle prøvene tatt med den store grabben). Mye av forskjellen i antal arter og fordeling av antall individer mellom artene (jevnhet) kan være tilfeldigheter som ville ha utjevnet seg ved flere parallelle prøver på hver stasjon. Resultatene gir imidlertid et godt sammenligningsgrunnlag mellom stasjonene, og i forhold til tidligere undersøkelser.

I forhold til i 2002 var det små endringer på stasjon B4 - B7. Det var noen flere individer og arter, og noe høyere diversitet på stasjon B7 i 2006 enn i 2002, men det er sannsynlig at dette skyldes lite prøvemateriale ved undersøkelsen i 2002 (Tveranger & Johnsen 2003). På stasjon B7 nærmer man seg også terskeldypet for resipienten, og det er trolig at dette gjenspeiles i prøvene tatt på dette dypet. Det var høyere glødetap og mer finkornet sediment her enn på stasjon B4 - B6, og dette kan være med å forklare det noe lavere antallet arter her. På stasjon B5 lyktes det ikke å få opp en representativ prøve i 2002 på grunn av fjell- og/eller steinbunn.

Bunntopografien i vestre delen av Hjelmåsvågen indikerer at det vil være formålstjenelig å unngå å tilføre det lille "dypvannsbassenget" i Hjelmåsvågen noe særlig mer organisk materiale (**figur 9**). Dette fordi sedimentkvaliteten og dyresamfunnet indikerer at man her har moderate miljøforhold. Med det nåværende utslippspunktet på 27 meters dyp omtrent 300 m nord for de dypere partiene ligger utslippet over terskeldyp, og det vil foregå en effektiv nedbryting av tilførsler fra anlegget i utslippets nærområde. Siden strømforholdene i området rundt avløpet er relativt moderate (Tveranger & Johnsen 2003), vil også mye av det finpartikulære materialet trolig sedimentere innen 100 - 200 meter fra avløpet. Det meste av de partikulære tilførslene vil dermed ikke påvirke dypområdene i resipienten direkte. Mesteparten av de løste

næringssaltene og de fineste partiklene vil stige til værs med ferskvannsfontenen fra utslippet, og bli innlagret i de øvre vannlagene. Her vil det daglig inn- og utsrømmende tidevannet sørge for god utskifting, og det vil også være liten påvirkning på dypområdene fra tilførslene av næringssalter. Så lenge utslippet er plassert godt over terskeldyp og i en viss avstand til selve dypområdet, anses utslippet for å være relativt uproblematisk, selv med en produksjon som ligger en del høyere enn det som har vært ved anlegget frem til nå.



**Figur 9.** Lengdesnitt av dybdeforholdene i vestre del av Hjelmåsvågen med utslippspunktet fra settefiskanlegget, samt SFTs miljøtilstand basert på bunndyrsundersøkelsen for de fire MOM B-grabbhoggene (til venstre) og de to MOM C-grabbhoggene (det dypeste og det helt til høyre).

## Konklusjon

Nåværende utslippsledning ble lagt ut ca 1998 - 2000, men var fortsatt ikke i drift i 2002. I perioden fra 2002 og frem til sommeren 2006 var det heller ingen produksjon ved anlegget til Lerøy Fossen AS i Sauvågen, og resipientundersøkelsen i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006 gjenspeiler således hvordan tilstanden i resipienten vil være uten påvirkning fra settefiskanlegget. Resultatene viser at tilstanden i resipienten i Hjelmåsvågen har vært så godt som uforandret i hvert fall de siste 26 år, uavhengig av produksjonen ved anlegget. Resipienten er tersklet, og har dermed fra naturens side noe begrenset kapasitet for tilførsler av organisk materiale, og dette er årsaken til at bunndyrsamfunnet har blitt klassifisert i tilstandsklasse III ("mindre god"). Kapasiteten for tilførsler av næringssalter til overflatevannmassene er derimot god.

Et ferskvannsutslipp i sjø, som det fra Lerøy Fossen AS i Sauvågen, vil stige opp som en fontene og gi innblanding av finpartikulære tilførsler i de øvre vannlag, og tilførslene vil spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet. Bare de største partiklene vil sedimentere helt lokalt ved selve utslippet, og kan her gi en svært avgrenset punktbelastning. Så lenge utslippet ligger over terskeldyp for resipienten, vil det være god utskifting og omsetning av organisk materiale lokalt i nærområdet til utslippet, og man vil ikke få akkumulering av betydning utover i resipienten. Ut fra de foreliggende undersøkelsene er det grunn til å tro at utslippene fra settefiskanlegget i liten grad vil påvirke resipientforholdene ved det dypeste i Hjelmåsvågen (mellom 35 og 44 m dyp) med en produksjon i den størrelsesorden som har vært frem til nå, men med en betydelig økning i utslipp kan man ikke utelukke at man kan få en effekt på det lille dypområdet i den dypeste delen av resipienten.

Sauvågen har som tidligere ingen gjenværende kapasitet for organiske tilførsler, og har begrenset kapasitet for tilførsler av næringssalter.



## REFERANSER

**BOTNEN, H., P. JOHANNESSEN & Ø. TVEDTEN 1992.**

Undersøkelse av marine resipienter i Lindås kommune  
*Universitetet i Bergen, Institutt for Marinbiologi, rapport nr 9, 1992, 83 sider*

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

MOM - Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet. 1997  
*Fisken og Havet nr 5, 55 sider.*

**HEGGØY, E., P.-O. JOHANSEN, G. A. HALVORSEN, G. VASSENDEN, H. BOTNEN & P. JOHANNESSEN 2005.**

Miljøundersøking i Lindås kommune i 2004.  
*VestBio Nr. 3, 2005, 105 sider.*

**JOHANNESSEN, P. 1980.**

Resipientundersøkelse av enkelte fjordavsnitt i Lindås kommune med hovedvekten lagt på bunnforhold og bunndyr.  
*Institutt for Marinbiologi, Universitetet i Bergen, 39 sider*

**JOHANNESSEN, P., K. SJØTUN & Ø. TVEDTEN 1990.**

Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport nr. 1.  
*Universitetet i Bergen, Institutt for Marinbiologi, rapport nr 3,1990, 89 sider*

**JOHANNESSEN, P., I. RISHEIM & Ø. TVEDTEN 1991.**

Marinbiologiske undersøkelser av fjordsystemet innenfor Salhus. Datarapport nr. 2  
*Universitetet i Bergen, Institutt for Marinbiologi, rapport nr 13,1991, 58 sider.*

**JOHNSEN, T., E.R. LØMSLAND, J. MOLVÆR, E. OUG & A. SUNDFJORD 2001.**

Resipientundersøkelse ved Eide avfallsplass.  
NIVA-rapport 4413, ISBN 82-577-4055-1, 54 sider

**KROGLUND, T., E. DAHL & E. OUG 1998.**

Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna  
NIVA-rapport 3908, 58 sider

**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, 36 sider. ISBN 82-7655-367-2.*

**MOY, F.E., S. FREDRIKSEN, J. GJØSÆTER, S. HJOLMAN, T. JACOBSEN, T. JOHANNESSEN, T.E. LEIN, E. OUG & Ø.F. TVEDTEN 1996.**

Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stadt.  
NIVA-rapport 3551, 84 sider

**NORSK STANDARD NS 9410**

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1.utgave mars 2000, 22 sider

**NORSK STANDARD NS 9422**

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder. 1. utgave september 1998, 11 sider.

**NORSK STANDARD NS 9423**

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunnsfauna i marint miljø. 1. utgave september 1998, 16 sider.

**RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.**

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon.  
*SFT Veiledning 93:02. TA-922/1993, 20 sider. ISBN 82-7655-102-5.*

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

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

**STIGEBRANDT, A. 1992.**

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

**TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2003.**

Strømmålinger samt kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen, Lindås kommune, høsten 2002  
*Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 632, 37 sider, ISBN 82-7658-205-2*

**TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2004a.**

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Hillesøy i Bømlo kommune.  
*Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 739, 26 sider, ISBN 82-7658-251-6.*

**TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2004b.**

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Nautvika i Finnøy kommune.  
*Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 740, 26 sider, ISBN 82-7658-252-4.*

**TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2004c.**

Resipientundersøkelse utenfor Vedvik avfallsdeponi i Vågsøy kommune mai 2004.  
*Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 759, 30 sider, ISBN 82-7658-264-8.*

**TVERANGER B., G.H. JOHNSEN & O. SOLDAL 2005.**

Resipientundersøkelse ved Eide fyllplass i Fjell kommune 2005.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 842, 37 sider, ISBN 82-7658-437-3.*

**TVERANGER, B., E. BREKKE & G.H. JOHNSEN 2006**

Kombinert MOM B og MOM C-resipientundersøkelse av Kassosen, Bømlo kommune, våren 2006.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 925, 36 sider, ISBN 82-7658-488-8.*

**TVERANGER, B., E. BREKKE & G.H. JOHNSEN 2006**

Kombinert MOM B og MOM C resipientundersøkelse av Kobbavika, Fitjar kommune, sommeren 2006.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 940, 36 sider, ISBN 82-7658-499-3.*

# VEDLEGGSTABELLER

**Vedleggstabell 1.** Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb, og det ble tatt to parallelle prøver på hver stasjon. Prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,2 m<sup>2</sup> på hver stasjon. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Hjelmåsvågen (C1)			Hjelmåsvågen (C2)		
	parallell 1	parallell 2	samlet	parallell 1	parallell 2	samlet
<b>NEMERTINEA</b>						
<i>Nemertinea</i> spp.	1	1	2	3	3	6
<b>SIPUNCULIDA</b>						
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>					1	1
<i>Golfingia</i> sp.				1		1
<b>POLYCHAETA - Flerbørstemakk</b>						
<i>Harmothoe</i> sp.					2	2
<i>Gattyana cirrosa</i>				1		1
<i>Pholoe inornata</i>					2	2
<i>Sige fusigera</i>				1	2	3
<i>Goniada maculata</i>					1	1
<i>Glycera alba</i>				4	3	7
<i>Exogone verugera</i>				1		1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	5		5	2	3	5
<i>Lumbrineris</i> sp.				3	2	5
<i>Prionospio malmgreni</i>				8	6	14
<i>Prionospio cirrifera</i>				7		7
<i>Scolelepis tridentata</i>				4	6	10
<i>Spiophanes wigleyi</i>				31	39	70
<i>Spiophanes krøyeri</i>				1		1
<i>Chaetozone setosa</i>				1		1
<i>Tharyx</i> sp.	4		4	7	6	13
<i>Caulleriella</i> sp.				2		2
<i>Diplocirrus glaucus</i>				6	8	14
<i>Spiochaetopterus typicus</i>				1		1
<i>Ophelina</i> sp.				1		1
<i>Notomastus latericeus</i>					1	1
<i>Myriochele oculata</i>				2	2	4
<i>Owenia fusiformis</i>				1	2	3
<i>Praxillella affinis</i>				2	4	6
<i>Praxillella gracilis</i>				4	3	7
<i>Clymenura borealis</i>				3	5	8
<i>Pectinaria koreni</i>	1		1	10	12	22
<i>Terebellides stroemi</i>					1	1
<i>Streblosoma intestinale</i>				4	7	11
<b>MOLLUSCA - Bløtdyr</b>						
<i>Philine scabra</i>				4	7	11
<i>Abra nitida</i>				1	3	4
<i>Mya truncata</i>		1	1			
<i>Venus casina</i>					1	1
<i>Thyasira</i> spp.	8	9	17	1	1	2
<i>Corbula gibba</i>		3	3		3	3
<i>Cultellus pellucidus</i>						
<b>CRUSTACEA - krepsdyr</b>						
<i>Ampelisca</i> sp.				3	2	5
<i>Calocaris macandrea</i>					1	1
<b>ECHINODERMATA - pigghuder</b>						
<i>Amphiura filiformis</i>					1	1
<i>Amphiura chiajeii</i>				4	6	10
<i>Brissopsis lyrifera</i>				1	1	2
<i>Lapidoplax buski</i>				4	6	10
Antall individer	19	14	33	129	153	282
Antall arter	5	4	7	33	34	43
Diversitet, H'	1,95	1,43	2,24	4,31	4,3	4,43
Jevnhet, J	0,84	0,71	0,76	0,85	0,85	0,82
H' max	2,32	2	2,81	5,04	5,09	5,43

**Vedleggstabell 2.** Oversikt over bunndyr funnet i de fire MOM B-sedimentprøvene tatt rundt avløpet fra Lerøy Fossen AS i Hjelmåsvågen 24. oktober 2006. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,028 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb i ulik avstand fra utslippet. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Stasjon B4	Stasjon B5	Stasjon B6	Stasjon B7
<b>NEMERTINEA</b>				
<i>Nemertinea</i> spp.				3
<b>POLYCHAETA - Flerbørstemakk</b>				
<i>Pholoe inornata</i>			1	
<i>Goniada maculata</i>		1		
<i>Glycera alba</i>	1			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>				1
<i>Lumbrineris</i> sp.				1
<i>Levinsenia gracilis</i>	1			
<i>Prionospio malmgreni</i>	13	4	2	
<i>Prionospio cirrifera</i>	11	6		3
<i>Scolelepis tridentata</i>	2			1
<i>Spio filicornis</i>			1	
<i>Chaetozone setosa</i>			3	
<i>Caulleriella</i> sp.	1			
<i>Magelona alleni</i>		1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1			
<i>Notomastus latericeus</i>			1	
<i>Myriochele oculata</i>			3	
<i>Owenia fusiformis</i>		1		
<i>Praxillella affinis</i>		1	2	
<i>Clymenura borealis</i>	14	2	7	1
<i>Pectinaria koreni</i>	1	2	4	2
<i>Trichobranchus roseus</i>	1			
<i>Eupolymnia nesidensis</i>		1		
<i>Streblosoma intestinale</i>	2	2	3	
<i>Polycirrus norvegicus</i>	1			
<i>Jasmineira caudata</i>		3		
<b>MOLLUSCA - Bløtdyr</b>				
<i>Philine scabra</i>	1		1	1
<i>Abra nitida</i>			1	1
<i>Venus casina</i>			2	
<i>Thyasira</i> spp.	7	1	1	
<i>Corbula gibba</i>				2
<i>Cultellus pellucidus</i>		1		
<b>CRUSTACEA - krepssdyr</b>				
<i>Ampelisca</i> sp.		1		
<b>ECHINODERMATA - pigghuder</b>				
<i>Amphiura filiformis</i>			1	
<i>Amphiura chiajeii</i>	1		1	4
<i>Lapidoplax buski</i>	2	6	2	
Antall individer	67	33	37	20
Antall arter	17	15	18	11
Diversitet, H'	3,31	3,54	3,86	3,25
Jevnhet, J	0,81	0,91	0,93	0,94
H' max	4,09	3,91	4,17	3,46