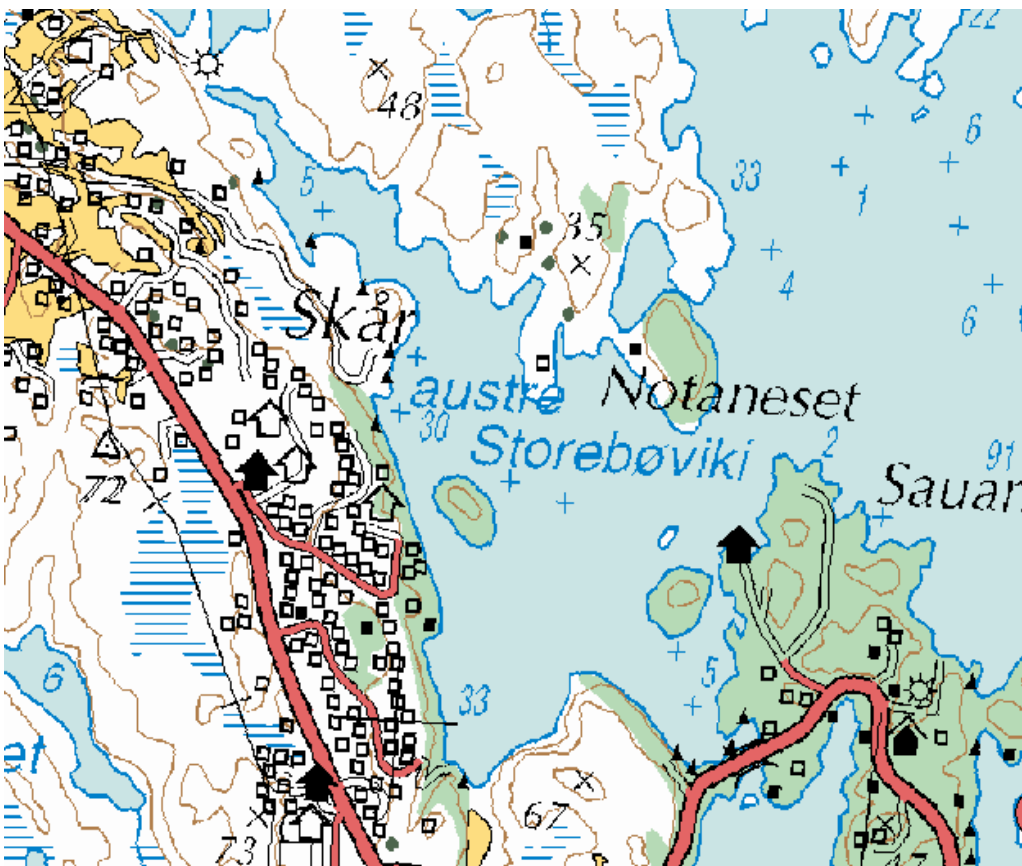


Resipientundersøkelse av
Austre Storebøvågen,
Austevoll kommune,
sommeren 2005

R
A
P
P
O
R
T



Rådgivende Biologer AS

848



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientundersøkelse av Austre Storebøvågen, Austevoll kommune, sommeren 2005

FORFATTERE:

Erling Brekke, Geir Helge Johnsen & Bjarte Tveranger

OPPDRAGSGIVER:

Veststar AS, 5392 Storebø

OPPDRAGET GITT:

2. juni 2005

ARBEIDET UTFØRT:

2005

RAPPORT DATO:

18.november 2005

RAPPORT NR:

848

ANTALL SIDER:

25

ISBN NR:

ISBN 82-7658-441-1

EMNEORD:

- Resipientundersøkelse
- MOM C
- Sjø-områder
- Austevoll 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

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Veststar AS (tidligere Kvernsmolt AS) gjennomført en utvidet MOM-C resipientvurdering av Austre Storebøvågen i Austevoll kommune sommeren 2005. Veststar AS har samlet avløpet fra sitt settefiskanlegg til utslipp i Austre Storebøvågen på omtrent 20 meters dyp, og er i den forbindelse pålagt å gjennomføre en resipientundersøkelse av forholdene i området. Dette er den tredje tilsvarende resipientundersøkelsen av Austre Storebøvågen. De to første ble gjennomført vinteren 2000 (Johnsen 2000) og høsten 2001 (Johnsen m.fl. 2002). Undersøkelsen skal søke å gi svar på det grunnleggende forvaltningsrettede spørsmål: *Er det en sammenheng mellom tilstanden i resipienten og utslippets omfang ?*

Feltbefaringen ble foretatt 22. juni 2005. Ved det dypeste punktet og i innerste basseng ble det målt temperatur, saltholdighet og oksygenforhold i vannsøylen og samlet inn vannprøver. Det ble foretatt vurdering og prøvetaking av sediment og samlet inn prøver av bunnfauna på tre steder i hovedbassenget utenfor avløpet fra anlegget.

Rådgivende Biologer AS takker Veststar AS, ved Rasmus Kåre Storebø, for oppdraget.

Bergen, 18. november 2005.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	Side 2
Innholdsfortegnelse	Side 2
Sammendrag	Side 3
Innledning	Side 4
Område- og lokalitetsbeskrivelse	Side 6
Veststar AS	Side 8
Metode	Side 9
Miljøtilstanden 22. juni 2005	Side 12
Sjiktforhold	Side 12
Næringsrikhet	Side 12
Sedimentanalyser	Side 13
Vurdering av resultater	Side 17
Referanser	Side 22
Vedleggstabell	Side 24

SAMMENDRAG

BREKKE, E., G. H. JOHNSEN & B. TVERANGER 2005

Resipientundersøkelse av Austre Storebøvågen, Austevoll kommune, sommeren 2005

Rådgivende Biologer AS Rapport nr 848, 25 sider, ISBN 82-7658-441-1

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Veststar AS gjennomført en utvidet MOM-C resipientvurdering av Austre Storebøvågen i Austevoll kommune sommeren 2005. Veststar AS har utslipp til Austre Storebøvågen, og undersøkelsen er pålagt i forbindelse med selskapets utslippsløyve. Feltbefaringen ble foretatt 22. juni 2005, og undersøkelsene er gjennomført i henhold til Norsk Standard (NS 9410). Resultatene er også vurdert i henhold til SFTs klassifisering.

Austre Storebøvågen ligger øst for Storebø på Huftarøy i Austevoll, og er et relativt innelukket sjøområde med et avsperrert dypvann der det fra naturens side periodevis vil være oksygenfrie forhold. Veststar AS har utslipp fra sitt settefiskanlegg på vel 20 meters dyp utenfor det innerste bassenget i Austre Storebøvågen, og utslippet blandes inn i høyereliggende vannmasser der det er hyppig og god utskifting med tidevannet. Det ble innført rensing av utslippene fra 2002, og samlede årlige utslipp fra anlegget har derfor vært en god del mindre de siste årene enn i årene før forrige undersøkelse i 2001. Fôrbruken har lagt på rundt 70 tonn hvert år siden 2001. I forbindelse med denne resipientundersøkelsen ble det samlet inn prøver av sediment og bunndyr fra selve utslippspunktet, ved det dypeste punktet i Austre Storebøvågen og ved ett punkt midtveis mellom de to andre.

Hovedbassenget i Austre Storebøvågen har hyppig vannutskifting av overflatevannet og er generelt lite påvirket av næringstilførsler. Tilstanden i overflatevannet var "god" med hensyn på innhold av nitrogen og fosfat-fosfor, mens innholdet av total fosfor var høyt. Både det høye innholdet av total fosfor og et forholdstall mellom nitrogen og fosfor på 6,9 indikerer fosforrike tilførsler til denne delen av Austre Storebøvågen, noe som kan skyldes en lokal lekkasje eller utslipp av kloakk. Et lavt innhold av næringsstoffer ved utslippet viser at det høye innholdet av total fosfor i hovedbassenget i Austre Storebøvågen trolig ikke har noen sammenheng med utslippet fra Veststar AS. I Indre Austre Storebøvågen er næringsinnholdet blitt noe lavere etter at Veststar AS førte utslippet lengre ut på dypere vann.

Oksygenforholdene ved det dypeste i Austre Storebøvågen var gode, men det var likevel et tydelig sprangsjikt på rundt 30 meters dyp, der oksygeninnholdet i dypvannet var begynt å minke. Det viser at resipienten har en naturlig sjiktning med et stagnerende dypvann fra omtrent fem meter under terskeldyp på 25 meter. En tidligere måling fra november 2001 viste jevnt avtakende oksygeninnhold fra 30 meters dyp til oksygenvikt ved bunnen på 45 meters dyp, mens det i januar 2000 var oksygen helt til bunns, med et svakt oksygenvinn nedover i dypet. Forskjellene kan forklares ut fra naturlige variasjoner gjennom året, ved at en fullstendig utskifting av dypvannet er vanlig i perioden rundt og etter nyttår.

Det ble ikke funnet bunndyr ved det dypeste i Austre Storebøvågen i juni 2005. Det var ikke direkte uventet, siden dypvannet med jevne mellomrom er oksygenfritt. Det kunne likevel tenkes at noen få dyr kunne ha etablert seg i perioden med gode oksygenforhold fra dypvannsutskifting og frem til prøvetakingsdatoen, men dette ser ikke ut til å ha vært tilfelle i 2005. Sedimentet hadde dessuten et høyt innhold av ikke nedbrutt organisk materiale, målt som høyt glødetap og høyt innhold av nitrogen. Samlet sett ble forholdene i dypvannet og i sedimentet klassifisert til SFT-klasse V="meget dårlig", og situasjonen er uendret eller litt dårligere enn for fire og fem år siden.

De to øvrige undersøkte stedene i Austre Storebøvågen hadde en vesentlig bedre miljøtilstand enn det som var tilfellet ved det dypeste, med en bunnfauna tilsvarende SFT miljøtilstand I = "meget god". Tilstanden i denne delen av Storebøvågen er samlet sett "god", og forholdene for bunnfaunaen og i sedimentet ser ut til å ha bedret seg noe i forhold til i 2001. I resipientens dypområder er tilstanden "dårlig" fra naturens side, og det er ikke funnet noen sammenheng mellom årlig produksjon ved anlegget og miljøforholdene i resipientens dypeste områder. Så selv om det ikke kan utelukkes at noe av belastningen finner veien til dypområdene, har dette liten påvirkning på tilstanden her. Denne og tidligere undersøkelser med beregninger viser at de dårlige forholdene i den dypeste delen av resipienten i Austre Storebøvågen skyldes naturgitte forhold. Det er således tydelig at utslippet fra Veststar AS sitt settefiskanlegg påvirker dypområdet lite, og miljøforholdene mellom utslippet og det dypeste i resipienten er så pass gode at mesteparten av tilførslene omsettes lokalt i dette området.

INNLEDNING

Fjorder og poller er pr. definisjon adskilt fra de tilgrensede 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.

“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 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 tilsvarende 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 utskiftninger avhenger i stor grad av terskelens dyp, - jo grunnere terskel jo sjeldnere forekommer utskiftninger av denne typen.

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 overflatelag 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.

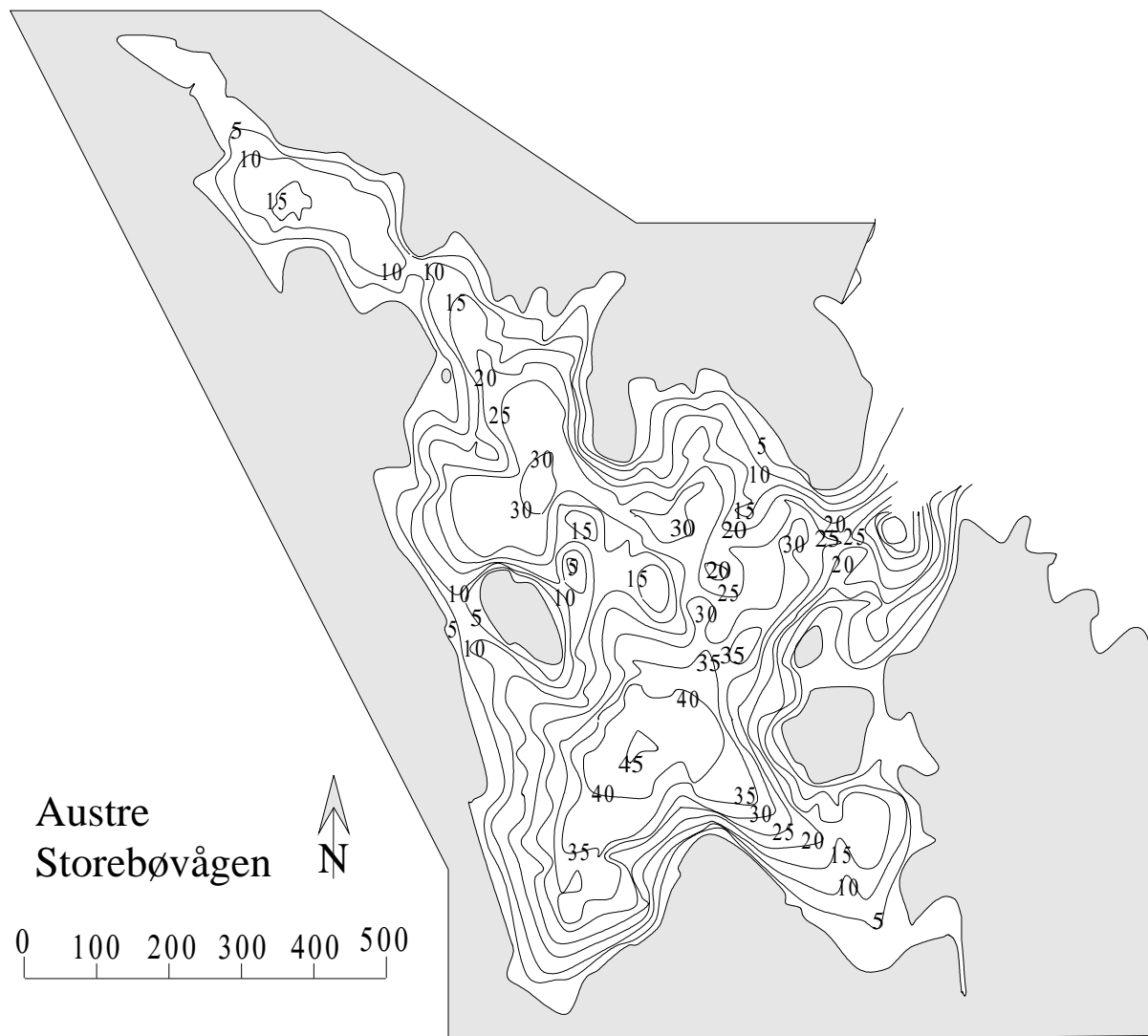
Næringsmengdene måles direkte ved å ta vannprøver av overflatelaget, dit det meste av tilførslene kommer, og analysere disse for innhold av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Disse stoffene utgjør viktige deler av næringsgrunnet for algeplanktonet i sjøområdene, og beskriver sjøområdets "næringsrikhet". 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 Modellering) 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).

OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Austre Storebøvågen ligger øst for Storebø på Huftarøy i Austevoll kommune, og har forbindelse ut til Langenuen i sørøst (**figur 1**). Det er også en trang forbindelse videre sørover inn til Haukanespollen, men denne er ikke regnet med i de videre betraktninger her. Austre Storebøvågen har et areal på 0,46 km² innenfor terskelen på 25 meter i sundet nord for Austevoll Havbruksstasjon. Det samlede volumet innenfor terskelen er på 7,5 millioner m³ (**tabell 1**). Gjennomsnittsdypet er på 16 meter og munningen ut til Lambøyosen/Langenuen har et tverrsnitt på omtrent 2500 m² (**tabell 2**).



Figur 1 Dybdekart over Austre Storebøvågen i Austevoll kommune, basert på opplodding utført ved befaring høsten 2001 ved bruk av Olex-systemet med integrert GPS, ekkolodd og digitalt sjøkart.

Vannutskiftingstiden for overflatevannet er teoretisk beregnet til 2,1 døgn. I dypvannet vil det fra naturens side være stagnerende forhold med et teoretisk beregnet oksygenforbruk på 0,9 ml O₂/l/mnd,- altså blir det oksygenfrie forhold etter omtrent åtte måneders stagnerende forhold. Intervallet for utskifting av dypvannet er teoretisk beregnet til å være mellom åtte og ni måneder, slik at det fra naturens side teoretisk sett jevnlig vil forekomme kortvarige perioder med oksygenfrie forhold ved bunnen i bassenget.

Påvirkningen fra tidevannet som strømmer ut og inn av Haukanespollen er ikke medtatt i beregningene, og vil teoretisk sett kunne føre til en noe større påvirkning på dypvannet og dermed noe hyppigere utskifting enn her beregnet. Samtidig vil belastning fra kloakktilførsler og andre tilførsler til bassenget føre til at forholdene i dag sannsynligvis vil være noe dårligere enn de var fra naturens side.

Tabell 1. Dybdeforhold i Austre Storebøvågen. Tallene refererer seg til **figur 1**.

Dyp / sjikt meter	Areal på dyp km ²	Volum av sjikt millioner m ³	Volum under dyp millioner m ³
0 / 0-5	0,465	2,08	7,54
5 / 5-10	0,366	1,68	5,46
10 / 10-15	0,306	1,33	3,78
15 / 15-20	0,227	1,00	2,45
20 / 20-25	0,175	0,77	1,45
25 / 25-30	0,132	0,24	0,68
30 / 30-35	0,071	0,24	0,44
35 / 35-40	0,039	0,15	0,20
40 / 40-45	0,019	0,05	0,05
48	0	0	0

Tabell 2. Beskrivelse av sundet inn til Austre Storebøvågen i Austevoll kommune. Tallene refererer seg til **figur 1**.

Dyp meter	Bredde på angitt dyp meter	Areal under angitt dyp m ²
0	175	2500
5	140	1730
10	130	1070
15	100	490
20	35	150
25	20	0

Indre del av Austre Storebøvågen er adskilt fra selve hovedbassenget med en terskel på omtrent seks meters dyp, og innenfor ligger det et dypområde med dybder ned til 15 meter og en grunne midt i, på under 5 meters dyp. Det vil også i dette bassenget periodevis kunne være stagnerende dypvannsmasser, selv om disse er av begrenset volum. På grunn av det lille volumet av dypvann, vil oksygenforbruket her være raskere enn i det større hovedbassenget, men intervallet for dypvannsutskifting vil være vesentlig hyppigere. Det er derfor ikke å vente at det vil oppstå langvarige perioder med oksygenfrie forhold i dette dypvannet fra naturens side.

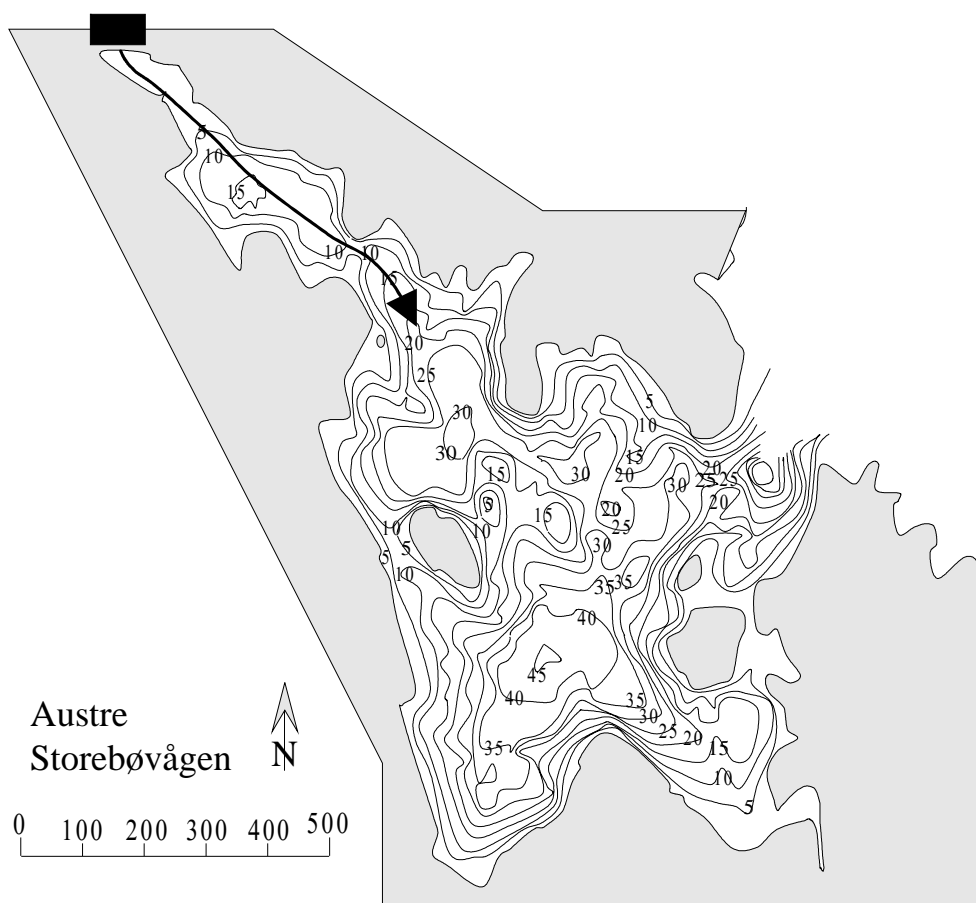
VESTSTAR AS

Settefiskanlegget i Kvernavatnet ble startet av Havforskningsinstituttet i 1979 som et ledd i forskningsarbeidet med å høste erfaringer med denne type anlegg. Tidligere Kvernsmolt AS fikk høsten 2001 utvidet sin konsesjonsramme til 1 million sjødyktig settefisk, men ble samtidig pålagt å etablere tjenlig rensing og utføring av avløpet til egnet dyp i Austre Storebøvågen. Avløpet fra anlegget går gjennom to Unik filter i en rensestasjon før avløpet føres ut på 20 meters dyp utenfor det innerste bassenget av Austre Storebøvågen (**figur 2**). Det ene filteret håndterer oppsamlet avløp fra presenningene under merdanlegget i Kvernavatnet. Det andre og ytterste filteret håndterer avløpet fra karanlegget ved sjøen. Filteret er ment å filtrere organisk stoff, og en antar en rensegrad i størrelsesorden 50 %. Produksjon og fôrbruk ved Veststar AS sitt settefiskanlegg er vist i **tabell 3**.

Tabell 3. Driftshistorikk ved settefiskanlegget til Veststar AS.

	2001	2002	2003	2004	2005
Fôrmengde (tonn)	68	87	76	73	70
Produksjon (tonn)	62	78	66	70	58

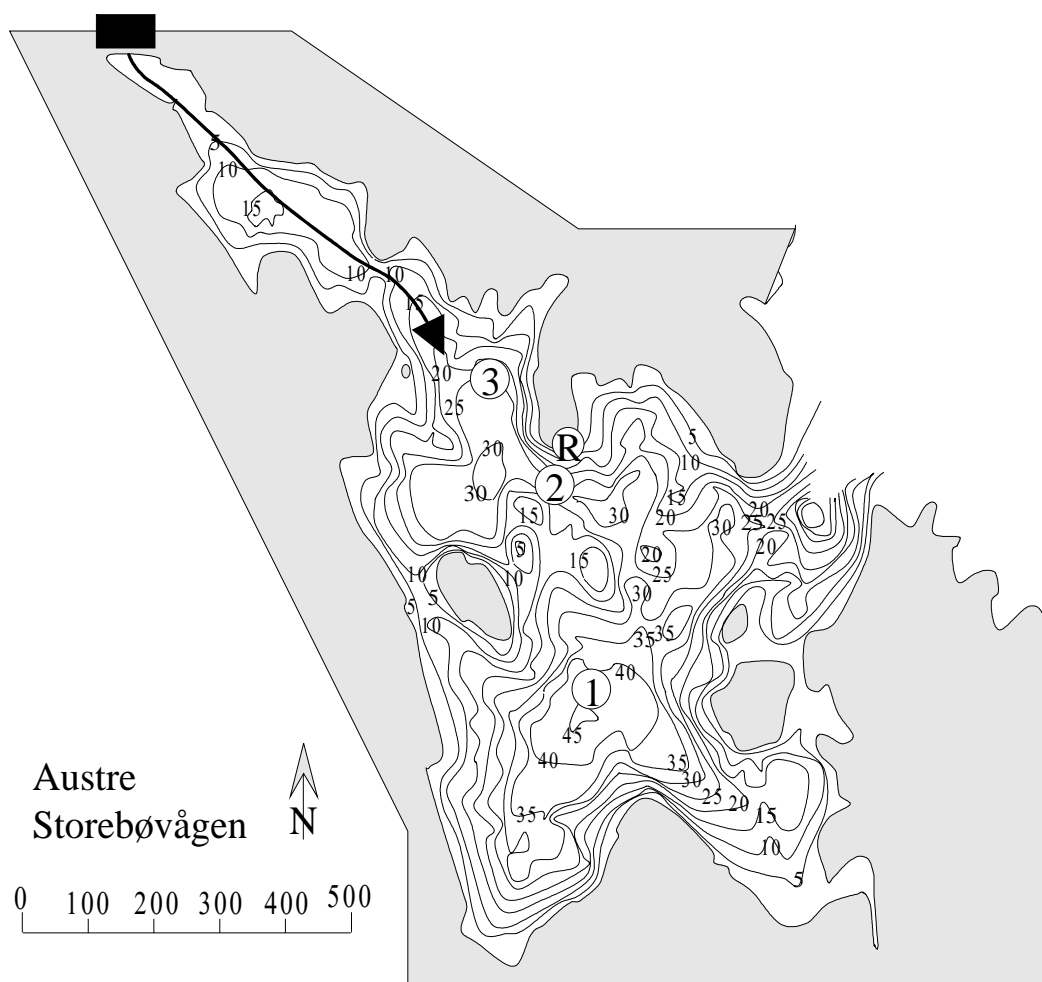
Figur 2 Veststar AS sitt settefiskanlegg ligger helt i nordenden av Austre Storebøvågen, og har sitt utslipp på 20 meters dyp i dette sjøområdet slik pilen på figuren viser.



METODE

Det ble gjennomført en MOM C-resipientundersøkelse 22. juni 2005 i forbindelse med utredningen av miljøpåvirkningen til Veststar AS sitt anlegg i resipienten i Austre Storebøvågen. 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).

Sedimentet ble undersøkt på de samme tre stedene som ved tidligere undersøkelser. Nær utslippet, i det dypeste av resipienten og ett sted mellom utslippet og det dypeste partiet (**figur 3, tabell 4**). To parallelle sedimentprøver ble tatt med en 0,1 m² stor vanVeen-grabb på hvert sted. En liten andel materiale ble tatt ut fra hver prøve for analyse av henholdsvis kornfordeling og kjemiske parametre der sediment fra de to parallellene ble slått sammen til en blandeprobe før analysering. Gjenværende sediment i prøvene for hver av de parallelle prøvene ble vasket gjennom en rist med hull diameter 1 mm, og gjenværende materiale ble fiksert med formalin tilsatt bengalrosa og senere analysert for fauna.



Figur 3. Stasjon 1 - 3 i MOM C-resipientundersøkelsen i Austre Storebøvågen i Austevoll kommune, 22. juni 2005. Posisjonsreferansepunktet i land er markert med 'R' (N 60° 05,336' / Ø 5° 15,279' WGS 84).

Tabell 4. Posisjoner for stasjonene ved MOM C-resipientundersøkelsen i Austre Storebøvågen 22. juni 2005.

Stasjon	1	2	3
Dyp (meter)	44	28	26
Posisjon (WGS 84)	N: 60° 05,149' E: 05° 15,317'	N: 60° 05,316' E: 05° 15,245'	N: 60° 05,399' E: 05° 15,146'

Det er utført en kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm). Vurderingen av bunndyrs sammensetningen gjøres på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfatter to faktorer, artsrikdom og jevnhet, (fordelingen av antall individer pr art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949):

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

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 stasjonene 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.

For vurdering av sedimentkvalitet ble det tatt ut prøvemateriale fra hver stasjon for kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (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 $0,4 \times$ glødetapet, men for å kunne benytte klassifiseringen i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100% finstoff etter nedenstående 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. Disse opplysningene blir i hovedsak brukt som tilleggsopplysninger for å støtte oppunder en god og helhetlig vurdering av resipienten.

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved det dypeste punktet i henholdsvis Austre Storebøvågen og Indre Austre Storebøvågen ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde som logget hvert 30. sekund.

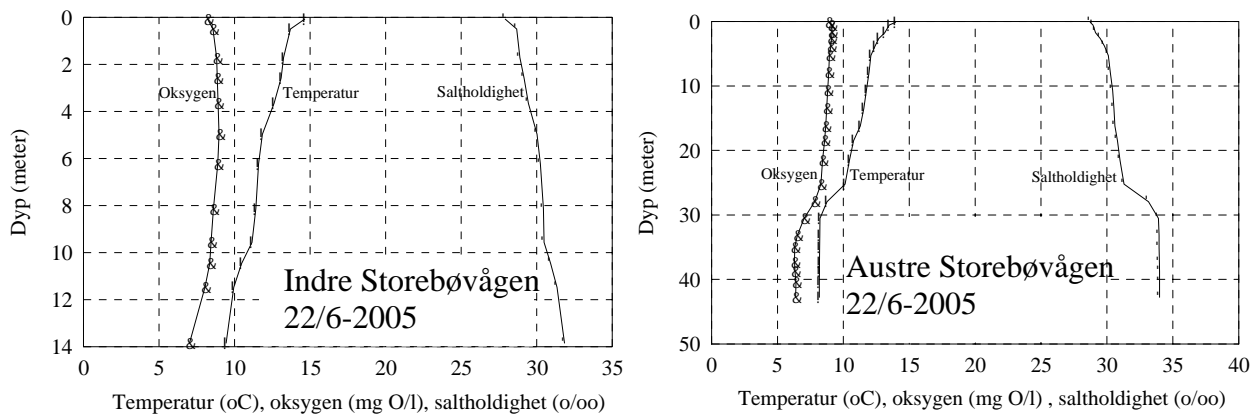
Overflatevannprøver ble tatt på stasjon 1 og 3 samt i Indre Austre Storebøvågen (jf. **figur 3**). Prøvene ble innsamlet med vannhenter på 1 meters dyp og umiddelbart fiksert med 4 mol svovelsyre. Prøvene ble siden analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat -P og nitrat-N.

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

MILJØTILSTANDEN 22. JUNI 2005

SJIKTNINGSFORHOLD

Skillet mellom *overflatelaget* og *tidevannslaget* var lite på prøvetakingstidspunktet, da saltholdigheten økte forholdsvis jevnt, men svakt nedover i de øvre delene av vannsøylen (**figur 4**). Det var noe påvirkning fra ferskvann, og saltholdigheten var mindre enn 30 de fem øverste meterne på begge steder. *Tidevannslaget* gikk ned til ca 25 meters dyp i Austre Storebøvågen, og det var en klar sjiktning mot *dypvannslaget*, der saltholdigheten raskt steg opp mot 34,0. Temperaturen falt relativt jevnt nedover de første 25 meterne, falt mer markert i sprangsjiktet, og var stabil på 8,2 °C i dypvannet under 30 meters dyp. Oksygeninnholdet var jevnt høyt ned til sprangsjiktet, men var noe lavere i dypvannet under 30 meter, med en konsentrasjon på rundt 6,3 mg O/l, tilsvarende en oksygenmetning på ned mot 67 %. Det tilsvarer SFT-tilstandsklasse II = "god" på dette tidspunktet. I indre del av Austre Storebøvågen var det ikke noe markert dypvannslag, men det var en tendens til høyere saltholdighet og lavere temperatur dypere enn 10 meter, dvs ca fire meter under terskelnivå.



Figur 4. Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved de dypeste punktene i Indre Austre Storebøvågen (til venstre) og Austre Storebøvågen (til høyre) 22. juni 2005.

NÆRINGSRIKHET

Resultatene av analyser av næringsalter i overflatevannet er vist i **tabell 5**. Prøver fra ett enkelt tidspunkt gir ikke grunnlag for tilstandsklassifisering etter SFT (1997), men kan brukes som indikasjoner på tilførsler. Indre Austre Storebøvågen hadde konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse II = "god" for alle de undersøkte næringsstoffene utenom total fosfor, som hadde konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III = "mindre god" (SFT 1997). På stasjon 3, nær utløpet fra anlegget, tilsvarte konsentrasjonen av alle næringsstoffene tilstandsklasse II = "god". Over det dypeste av Austre Storebøvågen (stasjon 1) tilsvarte konsentrasjonen av alle næringsstoffene utenom total fosfor tilstandsklasse II = "god", mens konsentrasjonen av total fosfor her tilsvarte tilstandsklasse IV = "dårlig". Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor indikerte lite påvirkning i Indre Austre Storebøvågen og på stasjon 3 ved utslippet, mens forholdstallet på stasjon 1 var lavt og indikerte fosforrike tilførsler til denne delen av Austre Storebøvågen (**tabell 4**). Siktedypet var 9,5 meter i Austre Storebøvågen (stasjon 1) og 7,5 meter i Indre Austre Storebøvågen. Dette tilsvarer tilstandsklasse I = "meget god" på begge steder.

Tabell 5. Overflatevannkvalitet i Austre Storebøvågen 22. juni 2005. Prøvene er hentet på en meters dyp og de er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS.

STASJON	Total-fosfor : g / l	Fosfat-fosfor : g / l	Total-nitrogen : g / l	Nitrat-nitrogen : g / l	N:P- forhold
Indre Austre Storebøvåg	19	7	304	20	16,0
Stasjon 3	14	6	319	<20	22,8
Stasjon 1	38	7	262	<20	6,9

SEDIMENTANALYSER

Stasjon 1 ligger på 44 m dyp omtrent midt i det dypeste av Austre Storebøvågen (**figur 3**). Begge grabbhoggene resulterte i fulle grabber med 12 liter mykt, grått mudder (**tabell 6**). Sedimentet luktet noe til sterkt av H₂S og det var ikke dyr i prøvene.

Stasjon 2 ligger på 28 m dyp mellom utslippet fra Veststar og det dypeste i Austre Storebøvågen. Grabbhoggene resulterte i ca 1/2 - 3/4 fulle grabber på henholdsvis ca 6 og 10 liter med fast, grått sediment. Prøvene inneholdt mest skjellsand og en del fin sand / silt. Sedimentet var for øvrig luktfritt og det inneholdt en rik bunnfauna.

Stasjon 3 ligger på 26 m dyp omtrent 100 meter utenfor avløpspunktet. Grabbhoggene resulterte i ca 2/3 - 3/4 fulle grabber på henholdsvis ca 8 og 10 liter med fast, grågul og luktfritt sediment, som besto av en del skjellsand og mest fin sand / silt. Det var en god del bunnfauna også i disse prøvene.

Tabell 6. Sensorisk beskrivelse av MOM C-prøver fra Austre Storebøvågen 22. juni 2005.

Stasjon	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2
Grabbvolum (liter)	12 (full)	12 (full)	10	6	10	8
Bobling i prøve	Nei		Nei		Nei	
H ₂ S lukt	Noe	Noe - sterk	Nei		Nei	
Skjellsand	Nei		Ja		Ja	
Primær sediment	Nei		Nei		Nei	
Grus	Nei		Nei		Nei	
Sand/silt	Ja		Ja		Ja	
Leire	Ja		Nei		Nei	
Mudder	Ja		Nei		Nei	
Beskrivelse av prøven	Full grabb med mykt, grått mudder med noe til sterk lukt av hydrogensulfid.		Fast, grått, luktfritt sediment. 1) ca 5 cm grov skjellsand oppå lag av sand/silt. 2) ca 80% grov/fin skjellsand og 20% sand/silt.		Fast, grågul, luktfri prøve bestående av ca 5 cm skjellsand (30% av prøven) oppå lag av sand/silt (70%).	

De tre stedene ligger nokså ulikt til, ikke bare i forhold til utslippet fra Veststar. **Stasjon 1** ligger i det dypeste bassenget med stagnerende vannmasser godt under terskelnivå og med klart sedimenterende forhold. **Stasjon 3** ligger i innerste og nordre del av dypområdet i Austre Storebøvågen, i tilknytning til et avgrenset basseng i dypområdet der. Det ligger ikke i stagnerende vannmasser, men det er ikke gjennomgående strøm på prøvetakingsdypet, og det antas å være lite strøm i denne enden av bassenget. Det virker likevel som om det er lite sedimenterende forhold her. **Stasjon 2** ligger mellom de to andre, men i en trang dal som forbinder den indre og ytre delen av hovedbassenget med hverandre. Det ligger omtrent på terskelnivå, men har sannsynligvis en betydelig strømpåvirkning ved bunnen grunnet de kanaliserende forholdene og vannutskifting mellom de to områdene. Det var ikke sedimenterende forhold på dette prøvetakingsstedet.

Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan beskrives ved både surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Sedimentet ved stasjon 1 var litt surere enn på de to øvrige stedene, og elektrodepotensialet var vesentlig lavere (**tabell 7**). Sedimentet hadde dermed miljøtilstand 2 på stasjon 1, mens sedimentet på de to andre stedene hadde miljøtilstand 1, med verdier som indikerer oksygenrike forhold ved bunnen.

Tabell 7. Resultat fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sediment i Austre Storebøvågen 22. juni 2005. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur.

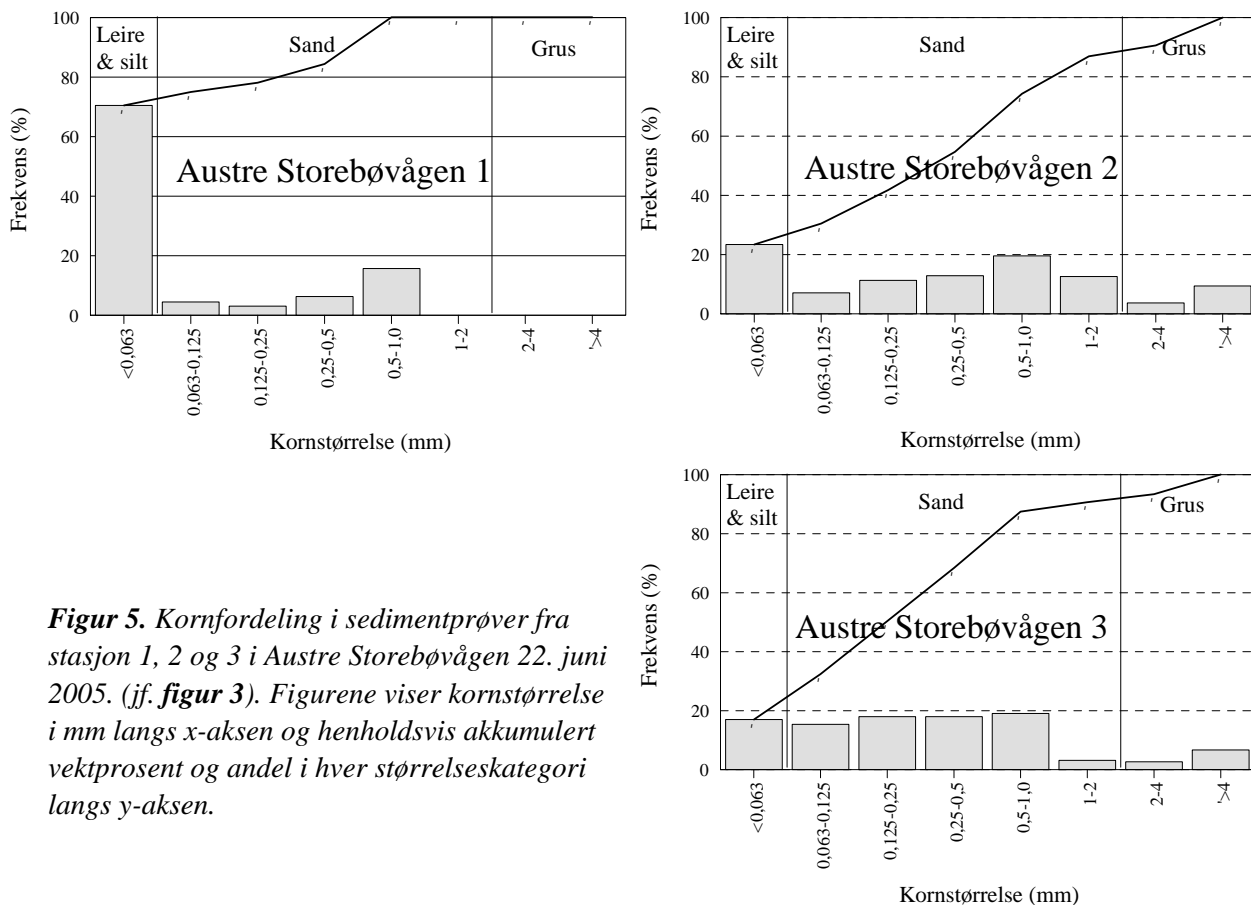
Parameter	Stasjon 1A	Stasjon 1B	Stasjon 2A	Stasjon 2B	Stasjon 3A	Stasjon 3B
pH	7,25	7,47	7,54	7,66	7,52	7,52
Eh	-70	-86	+103	+110	+110	+100
pH/Eh-poeng (MOM B)	2	2	0	0	0	0
pH/Eh-tilstand (MOM B)	2	2	1	1	1	1

Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 2-3 cm av sedimentet på de tre undersøkte stedene i Austre Storebøvågen (**tabell 8, figur 5**). Ved stasjon 1 var det høyt innhold av ikke nedbrutt organisk materiale og over 70 % av prøvens vekt besto av finstoff (leire og silt). Ved de to andre stedene var innholdet av organisk materiale vesentlig lavere, og andelen finstoff var på rundt 20 %. Størsteparten av disse prøvene besto av sand, med innslag av grus.

Tabell 8. Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet fra de tre stasjonene i Austre Storebøvågen 22. juni 2005.

FORHOLD	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
Glødetap i %	30,70	6,07	5,89
Leire + silt i %	71	23	17
Sand i %	29	64	74
Grus i %	0	13	9



Figur 5. Kornfordeling i sedimentprøver fra stasjon 1, 2 og 3 i Austre Storebøvågen 22. juni 2005. (jf. figur 3). Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

Kjemiske analyser

Resultatene av analyser av sediment fra de ulike stasjonene er vist i **tabell 9**. Sedimentprøvene ble analysert med hensyn på tørrstoff, glødetap, nitrogen og fosfor, mens innholdet av TOC og normalisert TOC ble beregnet (se metodekapitlet).

Tabell 9. Sedimentkvalitet i prøvene tatt på tre stasjoner i Austre Storebøvågen 22. juni 2005. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS.

FORHOLD	Enhet	Metode	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
Tørrstoff	%	Chem-206	17,4	52,4	51,1
Glødetap	%	Chem-206	30,7	6,07	5,89
TOC	mg/g	beregnet	122,8	24,28	23,56
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	128,0	38,14	35,50
Total fosfor	mg/g	Chem-133	1,4	0,7	0,8
Kjeldahl Nitrogen	g N/kg	Chem-201	11,3	1,6	2,2

Tørrstoffinnholdet var lavt og glødetapet høyt på stasjon 1, noe som bekrefter at det i dette området er sedimenterende forhold kombinert med lav nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere enn nedbrytingsraten. På stasjon 2 og 3 var tørrstoffinnholdet høyere og glødetapet forholdsvis lavt, noe som tyder på mindre sedimentering og/eller god nedbryting av organisk materiale. 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, som på stasjon 1.

Innholdet av normalisert TOC, som er TOC korrigert for andel finstoff i sedimentet, var svært høyt på stasjon 1, med 128 mg C/g (**tabell 9**). Dette gir SFT-tilstandsklasse V = “meget dårlig”. På stasjon 2 og 3 var innholdet av normalisert TOC mye lavere enn på stasjon 1, men fremdeles noe høyt, og verdier på henholdsvis ca 38 og 36 mg C/g plasserer begge disse stedene i tilstandsklasse IV = “dårlig” med hensyn på innholdet av organisk karbon.

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt lave konsentrasjoner av nitrogen på 1,6 - 2,2 mg N/g (tilsvarer g N/kg) i sedimentet på stasjonene 2 og 3, mens det var vesentlig høyere ved stasjon 1 med 11,3 mg N/g (**tabell 9**). Dette tilsvarer tilstandsklasse I = “god” for stasjonene 2 og 3, og tilstandsklasse V = “meget dårlig” for stasjon 1 (SFT 1993). Forskjellene i nitrogeninnholdet og fosforinnholdet på de tre stedene samsvarer bra med innhold av ikke nedbrutt organisk stoff i de samme prøvene.

Bunndyrundersøkelse

Prøvene fra det dypeste ved stasjon 1 inneholdt ingen dyr. På stasjon 2 var det en artsrik fauna med til sammen 50 registrerte arter (**tabell 10**). Shannon-Wieners diversitetsindeks, H', ble beregnet til 4,31. En dominans av den rørbyggende børstemarken *Myriochele oculata* førte til at verdiene for jevnhet og diversitet ble forholdsvis lave i forhold til antall arter. Likevel klassifiseres lokaliteten i tilstandsklasse I = "Meget god". *Myriochele oculata* er ikke noen typisk "forurensningsindikator", så det høye antallet av denne har sannsynligvis ingen økologisk betydning. Det var ingen vesentlig forskjell mellom de to parallelle prøvene fra denne stasjonen (**vedleggstabell 1**).

På stasjon 3 ble det registrert noe færre arter og individer enn på stasjon 2. Det ble på stasjon 3 registrert til sammen 35 arter, og diversiteten ble beregnet til 4,03 (**tabell 10**). Dette klassifiserer også denne lokaliteten akkurat inn i tilstandsklasse I = "Meget god". Heller ikke her var det noen vesentlig forskjell mellom de to parallelle prøvene (**vedleggstabell 1**).

Tabell 10. Antall arter og individer av bunndyr i de seks MOM C-grabbhoggene tatt i resipienten i Austre Storebøvågen 22. juni 2005, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, jevnhet (evenness), beregnet maksimal diversitet (H'-max) og SFT-tilstandsklasse. MOM C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Se **vedleggstabell 1** for artslistene.

FORHOLD	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
Antall individer	0	478	277
Antall arter	0	50	35
Shannon-Wiener, H'	-	4,31	4,03
Jevnhet, J	-	0,76	0,79
H'-max	-	5,64	5,13
SFT tilstandsklasse	V = “meget dårlig”	I = “meget god”	I = “meget god”
MOM C-vurdering dyr	Miljøtilstand 4	Miljøtilstand 1	Miljøtilstand 1

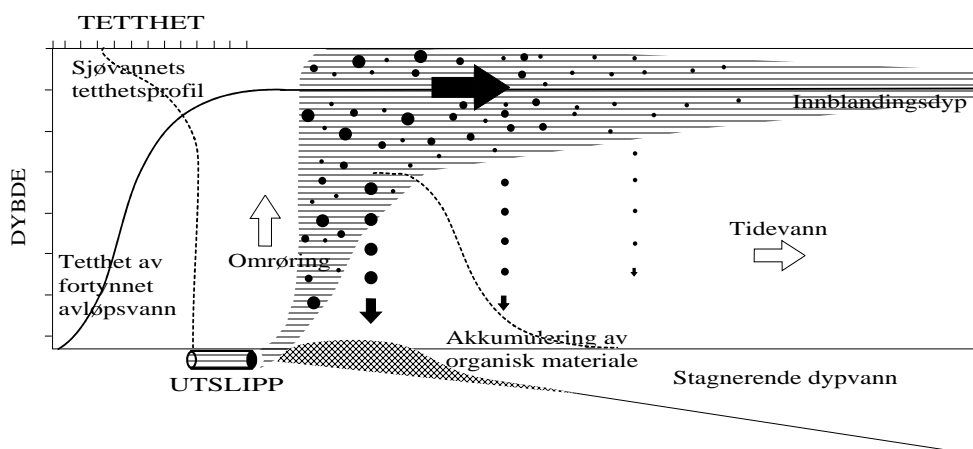
VURDERING AV RESULTATER

Austre Storebøvågen ligger øst for Storebø på Huftarøy i Austevoll, og er et relativt innelukket sjøområde med et avsperrt dypvann der det fra naturens side periodevis vil være oksygenfrie forhold med utvikling av hydrogensulfid. Sjøområdet er i tillegg resipient for tilførsler fra en god del bebyggelse langs vestsiden, Austevoll havbruksstasjon ligger i sørøst ved sundet ut til Langenuen i øst. Haukanespollen ligger sør for Austre Storebøvågen, med utløp via denne og til Langenuen. I nord ligger Kvernvatnet, som med sitt nedslagsfelt står for en ikke ubetydelig del av ferskvannstilrenningen til selve Austre Storebøvågen.

Veststar AS har sitt utslipp på vel 20 meters dyp utenfor det innerste bassenget i Austre Storebøvågen. Utslippspunktet er over terskeldypet, og ligger til et nesten separat basseng i nordre del av selve Austre Storebøvågen. Dette er vel 30 meter dypt, men det går en trang passasje mot sørøst med dybder mellom 25 og 30 meter ut mot selve hovedbassenget i sør, der det er 45 meter dypt. Prøvepunkt 2 ligger i denne trange "kanalen" og bunnssubstratet tyder på at det er relativt kraftige vannstrømmer gjennom dette området mellom de to dypbassengene. Siden terskeldypet til Austre Storebøvågen er på omtrent 25 meter, er det lite sannsynlig at det noen gang vil forekomme oksygenfrie forhold i dette nordlige dypbassenget, fordi det alltid vil være god vannutskifting til bunns.

Siden utslippet ligger på omtrent 20 meters dyp, vil det oppstigende ferskvannet vanligvis ikke slå gjennom til overflaten. Innblandingsdypet for avløpsvannet vil være i de øvre delene av vannsøylen, der tidevannet sørger for hyppig og god vannutskifting. På denne måten vil de finpartikulære tilførslene spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet (**figur 6**). Bare de største partiklene vil sedimentere helt lokalt ved selve utslippet. 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. Det er tre uavhengige forhold som til sammen medfører at den naturlige nedbrytningen greier å håndtere disse tilførslene slik at det ikke er vanlig å observere organisk belastning på sjøbunnen et stykke borte fra slike utslipp:

- 1) Disse minste partiklene er i seg selv lettere omsettelig/nedbrytbare enn de større,
- 2) Den samlede mengden av de små er vanligvis mindre enn de større, og
- 3) Tilførslene som transporteres lengst bort med vannstrømmen, sedimenterer dessuten over stadig større areal.



Figur 6. Prinsippskisse for et grunt ferskvannsutslipp i sjø, uten skikkelig gjennomslag til overflaten og sedimentering av organiske tilførsler i resipienten.

Virkning av tilførsler av næringsstoff

Prøvene fra Indre Austre Storebøvågen viste for det meste “god” tilstand 22. juni 2005. Det indikerer små tilførsler til denne delen av Storebøvågen, og tilførslene er jevnt over noe mindre enn i 2000, da en del av utslippene fra Veststar AS gikk direkte ut i overflaten av dette bassenget (Johnsen 2000), (**tabell 11**). Tilførslene er likevel noe større enn i 2001, som er det første året etter at utslippet hadde blitt ført ut på dypt vann utenfor den indre delen av Storebøvågen (Johnsen m.fl. 2002). Naturlige tilførsler vil variere en del gjennom året, og en så liten resipient som Indre Austre Storebøvågen vil lett bli påvirket av for eksempel nedbør. En enkelt prøve vil dermed bare gi en grov indikasjon på tilstanden. Innholdet av næringssalter er heller ikke direkte sammenlignbart mellom de ulike prøvetakingsårene, da konsentrasjonene varierer med årstiden, og naturlig vil være høyere om vinteren enn om sommeren.

Tabell 11. Sammenligning av overflatevannkvalitet for de tre stasjonene (jfr. **figur 3**) i Austre Storebøvågen som er undersøkt 19. januar 2000, 22. november 2001 og 22. juni 2005. Konsentrasjoner av næringssalter øverst (oppgitt i : g / l) og SFT-vurdering av disse nederst. Det er ulike klassegrenser for sommer- og vintersituasjon.

STASJON	Total fosfor			Fosfat-fosfor			Total nitrogen			Nitrat-nitrogen		
	2000	2001	2005	2000	2001	2005	2000	2001	2005	2000	2001	2005
Indre Austre Storebøvågen	19	14	19	17	8	7	440	204	304	181	107	20
Austre Storebøvågen (3)		9	14		7	6		187	319		88	<20
Austre Storebøvågen (1)	11	10	38	7	6	7	180	188	262	102	85	<20
Indre Austre Storebøvågen	I	I	III	II	I	II	III	I	II	III	II	II
Austre Storebøvågen (3)		I	II		I	II		I	II		I	(II)
Austre Storebøvågen (1)	I	I	IV	I	I	II	I	I	II	II	I	(II)

Prøvetakingen ved selve utslippet (stasjon 3) viste “god” tilstand for alle næringsstoffene, og det var ikke noe høyere innhold av næringsstoffer enn på de andre stedene. Dette bekrefter at det ikke er noen påvirkning fra utslippet til overflatevannet, og at dette ferskvannsutslippet ikke har gjennomslag til overflaten, men at innblandingsdypet er noe dypere.

Hovedbassenget i Austre Storebøvågen har hyppig vannutskifting av overflatevannet og er generelt lite påvirket av næringstilførsler. Tilstanden var “god” med hensyn på innhold av nitrogen og fosfat-fosfor ved prøvetakingen 22. juni 2005, mens innholdet av total fosfor var høyt. Både det høye innholdet av total fosfor og et forholdstall mellom nitrogen og fosfor på 6,9 indikerer fosforrike tilførsler til denne delen av Austre Storebøvågen, noe som kan skyldes en lokal lekkasje eller utslipp av kloakk. Et lavt innhold av næringsstoffer på stasjon 3 viser at det høye innholdet av total fosfor i hovedbassenget i Austre Storebøvågen trolig ikke har noen sammenheng med utslippet fra Veststar AS.

Virkning av tilførsler av organisk stoff

Det var gode oksygenforhold ved det dypeste i Austre Storebøvågen 22. juni 2005, med en oksygenmetning på rundt 67 %. Det var likevel et tydelig sprangsjikt på rundt 30 meters dyp, og viser at resipienten har en naturlig sjikning med et stagnerende dypvann fra omtrent fem meter under terskeldyp på 25 meter. En tidligere måling fra 22. november 2001 viste jevnt avtakende oksygeninnhold fra 30 meters dyp til oksygensvikt ved bunnen på 45 meters dyp (Johnsen m.fl. 2002), mens ved en måling fra 19. januar 2000 var det oksygen helt til bunns, med et svakt oksygenvinn nedover i dypet (Johnsen 2000).

Forskjellene kan forklares ut fra naturlige variasjoner gjennom året. Undersøkelsen i 2001 ble foretatt i november etter en periode med stagnerende dypvann sommerstid og utover høsten, mens undersøkelsen i januar 2000 antagelig ble gjennomført like i etterkant av en fullstendig utskifting av dypvannet, hvilket er vanlig i perioden rundt og etter nyttår. I 2005 kan det se ut til at utskifting av dypvannet har forekommet sent, dvs ut på vårparten, evt at det har vært flere utskiftinger. Ved undersøkelsen i juni 2005 var oksygeninnholdet i dypvannet begynt å bli redusert, men var fremdeles forholdsvis høyt.

Beregninger viser at det fra naturens side periodevis vil være oksygenfrie forhold i dypvannet, og det er sannsynlig at ytterligere tilførsler av organisk materiale i form av kloakk og andre tilførsler fra omgivelsene, vil kunne bidra til å forlenge disse periodene noe. Det vil likevel etter all sannsynlighet være årlige utskiftinger av dypvannet vinterstid.

Det ble ikke funnet bunndyr ved det dypeste i Austre Storebøvågen i juni 2005. Det var ikke direkte uventet, siden dypvannet med jevne mellomrom er oksygenfritt. Det kunne likevel tenkes at noen få dyr kunne ha etablert seg i perioden med gode oksygenforhold fra dypvannutskifting og frem til prøvetakingsdatoen, men dette ser ikke ut til å ha vært tilfelle i 2005. Ved undersøkelsen i januar 2000 ble det funnet et fåtall levende dyr på bunnen, mens det ikke ble funnet bunndyr ved det dypeste i Austre Storebøvågen i november 2001, da det var oksygenfritt ved bunnen (**tabell 12**).

Tabell 12. Sammenligning av bunndyrsamfunnet for de tre stasjonene i Austre Storebøvågen som er undersøkt 19. januar 2000, 22. november 2001 og 22. juni 2005. * = I 2000 ble det benyttet en liten grabb, som med fire grabbhugg dekket et areal på ca 0,1 m². De to andre årene ble det tatt to paralleller med en 0,1 m² van Veen grabb på hver stasjon med et samlet areal på 0,2 m².

STASJON	Antall individer			Antall arter			Diversitet (H')			SFT-klasse		
	2000	2001	2005	2000	2001	2005	2000	2001	2005	2000	2001	2005
Austre Storebøvågen (3)	15	277		4	35		1,69	4,03		IV	I	
Austre Storebøvågen (2)	403	478		34	50		3,70	4,31		II	I	
Austre Storebøvågen (1) *	17	0	0	3	0	0	0,98	-	-	V	V	V

Ca 100 m sør for utslippet (stasjon 3) og i området mellom utslippet og det dypeste av Storebøvågen (stasjon 2) var tilstanden for bunnfaunaen meget god (tilstandsklasse I). Det var flere arter og høyere diversitet på begge steder i 2005 enn i 2001, og forholdene kan se ut til å ha bedret seg i denne delen av Storebøvågen (**tabell 12**). Det er likevel et lite usikkerhetsmoment knyttet til den nøyaktige posisjonen av stasjon 3, der det i 2001 ble påvist en klar lokal effekt av utslippet. Undersøkelser fra andre slike tilsvarende utslipp viser at det kun er mulig å spore miljøeffekter i den umiddelbare nærhet av selve utslippet (Johnsen 2002; Johnsen & Tveranger 2001; Johnsen m.fl. 2001; 2002; Tveranger & Johnsen 2003a; 2004a), så dersom grabbingen i 2005 ble foretatt få meter lenger til side for utslippet enn i 2001, kan det være nok til at det ikke ble påvist en effekt i 2005. Montering av filtre på avløpet kan også ha redusert mengden av grovpartikulært materiale betydelig ved utslippspunktet. Uansett viser dette at en eventuell effekt av utslippet er svært lokal. Det er også tydelig at utslippet fra Veststar AS ikke har noen merkbar negativ effekt på miljøforholdene 250 meter fra utslippspunktet (stasjon 2), og det er derfor heller ikke å vente at utslippet skal kunne ha noen særlig effekt på dypområdet ytterligere 250 meter mot sør. Tidevannsstrømmen forbi stasjon 2 vil også heller gå mot utløpet av Austre Storebøvågen enn mot det dypeste.

Sedimentet ved det dypeste i Austre Storebøvågen hadde et høyt innhold av ikke nedbrutt organisk materiale (TOC) målt som glødetap, samt et høyt innhold av nitrogen. Kornfordelingen viste også at det var sedimenterende forhold der, ved at det var et høyt innslag av silt og leire. Samlet sett ble forholdene i sedimentet klassifisert til SFT-klasse V = ”meget dårlig” (SFT 1993; 1997). Tilstanden har ikke endret seg vesentlig siden tidligere undersøkelser, selv om innholdet av normalisert TOC ser ut til å ha økt noe (**tabell 13**).

Tabell 13. Sammenligning av sedimentkvalitet for de tre stasjonene i Austre Storebøvågen som er undersøkt 19. januar 2000, 22. november 2001 og 22. juni 2005. Alle verdier er oppgitt i mg/g, og SFT-tilstandsklasse står i parentes (i henhold til SFT 1997 for TOC og SFT 1993 for TotN). * = Normalisert TOC i 2000 er beregnet ut fra gjennomsnittet av andelen finstoff i prøvene fra 2001 og 2005.

STASJON	Normalisert TOC			Total nitrogen		
	2000	2001	2005	2000	2001	2005
Austre Storebøvågen (3)		44 (V)	36 (IV)		3,7 (II)	2,2 (I)
Austre Storebøvågen (2)		40 (V)	38 (IV)		<1 (I)	1,6 (I)
Austre Storebøvågen (1) *	105 (V)	117 (V)	128 (V)	11,0 (V)	12,2 (V)	11,3 (V)

De to øvrige undersøkte stedene i Austre Storebøvågen, stasjon 3 ved utslippet og stasjon 2 mellom utslippet og det dypeste (stasjon 1), hadde en vesentlig bedre miljøtilstand enn det som var tilfellet ved det dypeste, og kornfordelingen viste at forholdene på disse to stedene var vesentlig mindre sedimenterende enn i dypområdet. Det var likevel et noe høyt innhold av normalisert TOC, og begge stedene ble klassifisert til tilstandsklasse IV = ”dårlig” med hensyn på organisk karbon. Imidlertid ble innholdet av nitrogen klassifisert til tilstandsklasse I = ”god” begge steder, men her er brukt SFT 1993, siden SFT 1997 ikke klassifiserer denne parameteren. Klassegrensene er en del endret mellom de to utgavene, og i 1997-utgaven er det noe strengere krav enn før (1993-utgaven) til en klasse med samme romertall. Innholdet av TOC ville etter SFT 1993 blitt klassifisert som tilstandsklasse II = ”mindre god” for begge steder.

På stasjon 2 og 3 i Austre Storebøvågen fant man meget gode forhold for bunnlevende dyr (SFT tilstand I) selv om sedimentkvaliteten ut fra en SFT vurdering av TOC får tildelt tilstanden ”dårlig” (tilstand IV). Disse stedene er således ut fra kvaliteten på dyresamfunnet meget gode steder. Dette er et mønster som vi har sett ved en rekke resipientundersøkelser vi har utført (f. eks. Tveranger m. fl. 2003, Tveranger & Johnsen 2003b; 2004a; 2004b). Det er således grunn til å stille spørsmål ved om SFT klassifiseringen av sedimentkvalitet ut fra en vurdering av TOC-innhold (1997-utgaven) faktisk er for streng i forhold til kvalitetsvurderingen av dyresamfunnet. Med dette menes at det virker noe underlig at et dyresamfunn som blir karakterisert som ”meget godt” skal trives i et sediment som pr definisjon blir klassifisert til å være ”mindre godt” eller ”dårlig”. Ved vurderingen blir derfor tilstanden til bunnfaunaen tillagt større vekt enn det organiske innholdet i sedimentet.

Tilstanden for organisk innhold i sedimentet var noe bedre på stasjon 2 og 3 i 2005 enn i 2001, men endringene er små (**tabell 13**). Sammenholdt med resultatene fra bunnfaunaanalysen tyder det på at forholdene i sedimentet totalt sett kan ha bedret seg noe i denne delen av Storebøvågen. Produksjonen ved settefiskanlegget har vært forholdsvis stabil de siste årene, og utført mengde har lagt rundt 70 tonn hvert år siden 2001, bortsett fra i 2002, da det ble utført 87 tonn. Det ble innført rensing av utslippene fra 2002, og samlede årlige utslipp fra anlegget har derfor vært en god del mindre de siste årene enn i årene før forrige undersøkelse i 2001.

Konklusjon

Austre Storebøvågen sine dypere områder i sør er fra naturens side lite egnet som resipient for ytterligere tilførsler. Området har et tersklet dypvannsbasseng med periodevis stagnerende dypvann der sedimentet er preget av ikke-nedbrutt organisk materiale og periodevis er uten dyreliv. Forholdene skyldes i hovedsak naturgitte forhold. Tilstanden i dypvannet er “meget dårlig”, og situasjonen er uendret eller litt dårligere enn for fire-fem år siden.

Utslipet fra settefiskanlegget går i dag ut på vel 20 meters dyp nord i Austre Storebøvågen og blandes inn i høyereliggende vannmasser der det er hyppig og god utskifting. Områdene mellom utslippet og Austre Storebøvågens utløp ligger enten over eller ved terskeldypet på 25 meter, slik at det ikke er sannsynlig å påregne stagnerende vannmasser i utslippsområdet eller ut mot utløpet. Her er det gode resipientforhold, og tilstanden i denne delen av Storebøvågen er samlet sett “god”, og forholdene for bunnfaunaen og i sedimentet ser ut til å ha bedret seg noe i forhold til i 2001.

Forholdene i det innerste og nordligste bassenget er blitt noe bedre etter at Veststar AS forlenget avløpsledingen og førte den ut på dypere vann. Trolig er det også en positiv effekt av den mekaniske rensingen av utslippet siden 2002. Det er ikke sannsynlig at utslippene fra Veststar AS belaster resipientens dypvann i nevneverdig grad.

REFERANSER

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.

JOHNSEN, G. H. 2000.

Resipientvurdering av Austre Storebøvågen, Austevoll kommune, januar 2000
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 428, 14 sider, ISBN 82-7658-281-8.

JOHNSEN, G. H. 2002.

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Bremnes Fryseri AS (reg.nr. H/B 05) avdeling Gjæravågen på Bømlo
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 557, 21 sider.

JOHNSEN, G. H & B. TVERANGER. 2001.

Resipientvurdering av Vespestadvågen juni 2001
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 529, 16 sider, ISBN 82-7658-356-3.

JOHNSEN, G. H., S. KÅLÅS & K. URDAL 2001.

Konsekvensvurdering av omsøkt regulering av Sagvikvatnet og Hållåelva på Tustna med enkel resipientvurdering av Imarsundet
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 522, 31 sider, ISBN 82-7658-352-0.

JOHNSEN, G. H., E. BREKKE & B. TVERANGER. 2001.

Resipientvurdering av Austre Storebøvågen, Austevoll kommune, høsten 2001
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 569, 17 sider, ISBN 82-7658-373-3.

JOHNSEN, G. H, S. KÅLÅS, T. TELNES & B. TVERANGER 2002.

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Stolt Sea Farm AS, Kvingo i Masfjorden
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 555, 28 sider, ISBN 82-7658-370-9.

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.

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.

NORSK STANDARD NS 9422

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

NORSK STANDARD NS 9423

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

RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer.
SFT Veiledning 93:05. TA-925/1993.

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 2003a.

Strømmålinger samt kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse av Ljonesvågen, vinteren 2003.

Rådgivende Biologer AS, rapport nr 639, 37 sider.

TVERANGER, B. & G. H. JOHNSEN 2003b.

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.

Resipientvurdering av Gjøravågen, Sakseidvågen og Lindøyosen februar 2004.

Rådgivende Biologer AS, rapport nr 716, 28 sider, ISBN 82-7658-244-3.

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

Kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjeppvikholmen og resipienten i Herdlefjorden i Meland kommune.

Rådgivende Biologer AS, rapport nr 735, 40 sider, ISBN 82-7658-250-8.

TVERANGER, B., K. BØRSHEIM & G. H. JOHNSEN 2003.

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Lindås Fiskeoppdrett AS på Nesfossen.

Rådgivende Biologer AS, rapport nr 612, 40 sider.

VEDLEGGSTABELL

Vedleggstabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i Austre Storebøvågen 22. juni 2005. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m² vanVeen-grabb, og det ble tatt to parallelle prøver på hver stasjon. Prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,2 m² på hver stasjon. På stasjon 1 ble det ikke påvist bunndyr. Prøvene er analysert ved Lindesnes Biolab av cand.scient. Inger D. Saanum.

ART	Stasjon 2			Stasjon 3		
	Parallell 1	Parallell 2	Samlet	Parallell 1	Parallell 2	Samlet
ANTHOZOA						
<i>Edwardsia sp.</i>	4	5	9	10	13	23
<i>Cerianthus loydii</i>	30	21	51	19	26	45
<i>Phoronis muelleri</i>				3	1	4
NEMERTINEA						
<i>Nemertinea spp.</i>	28	4	32			
SIPUNCULIDA						
<i>Phascolion strombi</i>				1		1
<i>Priapulus caudatus</i>		1	1			
<i>Golfingia sp.</i>		1	1			
POLYCHAETA - Flerbørstemakk						
<i>Harmothoe sp.</i>		1	1			
<i>Eteone longa</i>		1	1			
<i>Glycera alba</i>		4	4	3	2	5
<i>Glycera lapidum</i>		4	4			
<i>Goniada maculata</i>	1	2	3	3		3
<i>Ohiodromus flexuosus</i>	1		1			
<i>Typosyllis sp.</i>	6	5	11	1	1	2
<i>Exogane verugera</i>		1	1			
<i>Exogone hebes</i>	2		2		2	2
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	1	1	2	1		1
<i>Scoloplos armiger</i>		7	7			
<i>Paradoneis lyra</i>	2		2			
<i>Prionospio cirrifera</i>	12	6	18	1		1
<i>Prionospio malmgreni</i>				1	3	4
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	1		1			
<i>Chaetozone setosa</i>	13	12	25	15	14	29
<i>Cirratulus cirratus</i>				1		1
<i>Magelona papilicornis</i>	1		1			
<i>Scalibregma inflatum</i>	8	9	17	4	1	5
<i>Heteromastus filiformis</i>	25	12	37	2	6	8
<i>Notomastus latericeus</i>		1	1			
<i>Capitella capitata</i>					2	2
<i>Myriochele oculata</i>	35	70	105	2	4	6
<i>Owenia fusiformis</i>	5	16	21	7	5	12
<i>Clymenella cincta</i>	1	1	2			
<i>Pectinaria auricoma</i>	2		2	1		1
<i>Pectinaria koreni</i>				1		1

<i>Ampharete falcata</i>		3	3			
<i>Sosane sulcata</i>	4		4	1		1
<i>Terebellides stroemi</i>	1		1			
<i>Polycirrus norvegicus</i>	1	3	4			
<i>Jasmineira caudata</i>		14	14	4	4	8
<i>Euchone sp.</i>		1	1			
<i>Potamilla sp.</i>	1	3	4			
MOLLUSCA - Bløtdyr						
<i>Chaetoderma sp.</i>	1		1			
<i>Bullomorpha sp.</i>		1	1			
<i>Cylichna cyclindacea</i>					1	1
<i>Philine sp.</i>					1	1
<i>Nuculana tenuis</i>	7		7	6	4	10
<i>Mysella bidentata</i>					3	3
<i>Astarte montagui</i>		4	4			
<i>Venus casina</i>	1		1		1	1
<i>Parvicardium minimum</i>		1	1			
<i>Acanthocardia echinata</i>					1	1
<i>Thyasira spp.</i>	14	6	20	22	30	52
<i>Dosina exoelata</i>				2	2	4
<i>Hiatella arctica</i>		1	1			
<i>Corbula gibba</i>	7	1	8	2	4	6
<i>Cultellus pellucidus</i>					2	2
CRUSTACEA - krepsdyr						
<i>Phthisica marina</i>		4	4			
<i>Macropipus pusillus</i>		1	1			
ECHINODERMATA - Pigghuder						
<i>Amphiura filiformis</i>	1		1			
<i>Ophiura chiajei</i>	1	1	2			
<i>Echinocardium sp.</i>	1	1	2	8	14	22
<i>Pseudoarchaster Parelii</i>					1	1
<i>Lapidoplax buski</i>	16	14	30	4	4	8
Antall individer	234	244	478	125	152	277
Antall arter	32	38	50	26	27	35
Diversitet, H'	4.03	4.09	4.31	3.96	3.89	4.03
Jevnhet, J	0.81	0.78	0.76	0.84	0.82	0.79
H' max	5	5.24793	5.64386	4.70044	4.75489	5.12928