

Oppdrettslokalitet Nakken,
Stord kommune



Konsekvenser for koraller
ved utvidet produksjon





Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Oppdrettslokalitet Nakken, Stord kommune.
Konsekvenser for koraller ved utvidet produksjon

FORFATTER:

Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Lerøy Austevoll AS, 5392 Storebø

OPPDRAGET GITT:

15.mai 2007

ARBEIDET UTFØRT:

2007

RAPPORT DATO:

15. november 2007

RAPPORT NR:

1035

ANTALL SIDER:

27

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-563-6

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet
- Korallforekomst
- Konsekvensutredning (KU)

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forside: Koloni av steinkorallen *Lophelia*. Foto: Martin Hovland (Statoil), fra www.imr.no

FORORD

Lerøy Austevoll AS har midlertidig konsesjon med en produksjonsramme på 1560 tonn (MTB) på lokaliteten "Nakken" (lokalitetsnummer 13696) med de følgende konsesjonene for produksjon av MTB 780 tonn matfisk laksefisk: H/Mf 0011, 0015, 0020 og 0025. En ønsker nå å få denne konsesjonen omgjort fra midlertidig til permanent, med en ramme på MTB=3120 tonn.

I den forbindelse er det framkommet opplysninger om at det er påvist koraller på bunnen under lokaliteten, og miljømyndighetene har krevd en konsekvensutredning (KU) med hensyn på vurderingen av virkningen på korallene av en slik drift. Påvirkning fra oppdrettsanlegg på koraller er imidlertid en ny problemstilling i forbindelse med miljøforvaltning, det foreligger lite kunnskap om temaet og ingen tidligere tilsvarende vurderinger. Det foreligger heller ikke noen fulldekkende oversikt over forekomst av koraller i denne regionen.

En har valgt å benytte en "standardisert" og systematisk tre trinns prosedyre for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og lettere å etterprøve i henhold til Statens vegvesen sin håndbok (2006).

I denne rapporten er "naturmiljø-verdien" av de aktuelle korallene anslått, de eventuelle "virkningene" for korallforekomster ved etablering av et stort oppdrettsanlegg på lokaliteten "Nakken" er vurdert, og på grunnlag av disse to framkommer "konsekvensene". Det er ikke utført nye undersøkelser i forbindelse med denne vurderingen, men et omfattende referansemateriale er gjennomgått og sammenstilt.

Rådgivende Biologer AS takker Lerøy Austevoll AS ved Ørjan Tveiten for oppdraget.

Bergen, 15. november 2007

INNHOOLD

Forord	1
Innhold	1
Sammendrag	2
Oppdrettslokalitet Nakken.....	4
Oppankring	4
Planlagt driftssyklus i anlegg.....	6
Metodebeskrivelse.....	7
konsekvensvurdering (KU).....	7
Verdisetting marint biologisk mangfold.....	8
Strømmålinger	9
Avgrensning av tiltaks- og influensområdet	10
Områdebeskrivelse med verdivurdering	11
Dybdeforhold ved Nakken.....	11
Bunnforhold ved Nakken.....	11
Strømforhold ved Nakken.....	12
Koraller ved Nakken.....	15
Verdivurdering koraller ved Nakken	15
Diskusjon og vurdering av konsekvenser.....	16
Kvalitet av datagrunnlag.....	16
0-alternativet uten anlegg	16
Direkte fysiske virkninger av oppdrett på koraller	16
Virkninger ved økte tilførsler av organisk materiale	17
Avbøtende tiltak / oppfølgende undersøkelser	26
Referanser.....	27

SAMMENDRAG

Johnsen, G.H. 2007.

Oppdrettslokalitet Nakken, Stord kommune. Konsekvenser for koraller ved utvidet produksjon Rådgivende Biologer AS rapport 1035, ISBN 978-82-7658-563-6, 27 sider.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Lerøy Austevoll AS gjennomført en vurdering av konsekvensene (KU) for koraller ved en eventuell utvidelse av oppdrettslokaliteten "Nakken".

Lerøy Austevoll AS har midlertidig konsesjon med en produksjonsramme på 1560 tonn (MTB) på lokaliteten "Nakken" (lokalitetsnummer 13696) med de følgende konsesjonene for produksjon matfisk laksefisk: H/Mf 0011, 0015, 0020 og 0025. Det har ikke vært drift ved lokaliteten de siste årene, og en ønsker nå å få denne konsesjonen omgjort fra midlertidig til permanent, med en ramme på MTB=3120 tonn. Anlegget vil bli ankret opp i eksisterende fortøyningsystem som ble etablert i april 2005. Planlagt anlegg ved Nakken vil da tilføre miljøet fra 5 tonn organisk avfall daglig vinteren det andre året og økende til over 20 tonn daglig siste høst. Særlig de siste månedene vil belastningen være særdeles stor (figur 14).

Områdebeskrivelse med verdivurdering

Lokaliteten Nakken ligger på vestsiden av Huglo i Langenuen. Utenfor lokaliteten er det over 200 meter dypt, men anlegget vil ligge over dybder på mellom 90 meter og 120 meter. Strømmåling på lokaliteten viste en gjennomsnittstrøm på 6,1 cm/s som tilsvarer "sterk" vannskiftingsstrøm (7 meters dyp), og det var "svært lite" strømsstille med kun 5% strømsstille i måleperioden. Spredningsstrømmen på 50m tilsvarer "middels sterk", men her var det "middels" andel med strømsstille, med nesten 50% av måleperioden.

Ved videoinspeksjon av fortøyningene ved lokalitet Nakken i 2005, ble det registrert to områder med levende koraller på dyp mellom 200 og 220 m. Det ene området var på vel 10.000 m² og var dominert av rester av døde koraller, og det så ut til å være snakk om korallblokker. Levende steinkorall (*Lophelia*) forekom kun som spredte kolonier mindre enn 0,5 m høye, og det ble også observert et par sjøtrær (*Paragorgia arborea*) her. Dette området ligger mellom eksisterende ankringspunkt og planlagt anlegg. Lokaliseringen stemmer med strukturer som Havforskningsinstituttet har identifisert som mulig korallrev fra multistrålekartlegging i området.

Forekomsten vurderes som korallområde, altså en "mer eller mindre tett forekomst av stein- eller hornkoraller innenfor et område". I henhold til veileder for kartlegging av marine naturtyper (DN 2007), vil korallforekomstene i Nakken i Langenuen ha middels verdi, med vekt på de sannsynlige tettere forekomstene litt høyere oppi fjordsiden, enn de sparsomme forekomstene som er påvist nede mot det dypeste i fjorden. Det er også påvist sporadiske korallforekomster ellers i fjordene i Hordaland, med nærliggende registreringer helt nord i Langenuen, nord for Tysnes, sør for Stord mellom Stord og Sveio og vest for Stord i Stokksundet utenfor Sørstokken.

Virkning av fortøyningsanlegg

Ved oppankring kan ankere, men særlig fortøyningskjettinger ligge gjennom korallområder og medføre direkte skade på koraller. Dette er imidlertid begrenset til selve kjettingtraséen, men dersom kjettingen ligger og gnager når det er belastninger på anlegget, vil det kunne få et større omfang enn bare selve kjettingens plassering på bunnen.

Siden det ikke planlegges etablert nytt fortøyningsopplegg, vil det ikke være noen nye virkninger for korallene i forbindelse med denne aktuelle søknaden. Med middels verdi av korallene og liten/ingen virkning av eksisterende anlegg utover den skade som eventuelt allerede er etablert, betyr det at selve fortøyningsopplegget vil ha ubetydelig (0) konsekvens.

Virkning av eventuell nedslamming

Koraller lever av å filtrere små partikler fra vannmassene, mens fiskeanlegg slipper ned slam bestående av relativt store partikler, som i svært liten grad er mat for koraller. Omfang av sedimentasjon og akkumulering av organisk materiale under merdanlegg i sjø, vil avhenge av flere variabler, og følgende er diskutert i rapporten:

- produksjonens omfang betyr mye for selve slamproduksjonen,
- hastigheten på vannstrømmen bidrar til å spre tilførslene
- stor avstanden til bunn bidrar også til spredning av tilførslene
- den biologiske nedbrytingen av materialet på bunnen fjerner deler av belastningen.

Erfaringsmaterialet viser at lokaliteter med stor produksjon har dårligere miljøtilstand på bunnen under anlegget. Det er imidlertid stor spredning i det undersøkte materialet av lokalitetsundersøkelser, og anlegg med ringer synes å påvirke miljøet på bunn noe mindre enn kompakte rammeanlegg med doble merdrekker. Anlegg med god vanngjennomstrømming har også en lavere miljøpåvirkning enn anlegg med liten vanngjennomstrømming. Samme tendens finner en for anlegg som ligger over store dybder. Selv ved dårlig miljøtilstand ved stor belastning, synes påvirkningen på bunnen å være veldig lokal og begrenset til bunnen direkte under anlegget. Anlegg som ligger over bunn med velutviklet primærsediment synes å ha en relativt raskere rehabilitering av miljøforholdene.

På dette grunnlag er det ikke usannsynlig at full drift ved lokalitet Nakken vil kunne resultere i en miljøtilstand mellom 2 = "middels påvirket" og 3 = "sterkt påvirket" til 4 = "uakseptabelt påvirket" ved maksimal produksjon. Etter endt brakklegging, og gjennom første år av neste produksjonssyklus, vil miljøtilstand være 1 = "lite påvirket" til 2 = "middels påvirket", hvilket antas å være akseptabelt.

Konsekvenser

Fiskerier utgjør generelt den største fysiske trusselen mot korallforekomster langs kysten, og korallforekomstene i Langenuen synes å ha vært utsatt for ytre påvirkninger. Det er grunn til å anta at slike påvirkninger også vil ha tilsvarende omfang i fremtiden, og at 0-alternativet uten oppdrettsanlegg på lokaliteten, derfor likevel vil ha en liten negativ virkning på korallområdet ved Nakken. Med middels verdi av korallene, betyr det at 0-alternativet uten anlegg vil ha ubetydelig (0) konsekvens.

Det planlagte anlegget vil ikke bli lokalisert rett over de påviste korallforekomstene, men det er likevel sannsynlig at deler av det som sedimenterer i fjordsiden oppom korallområdene på 200-220 meters dyp, vil synke ned skråningen mot korallområdene. Korallstrukturene vil ventelig også i seg selv "fange opp" sediment som eventuelt sedimenterer mot større dyp.

Med middels verdi av korallene og middels negativ virkning av planlagt anlegg på de dypere liggende korallområdene, betyr det at det omsøkte anlegget vil ha middels negativ (- -) konsekvens.

Avbøtende tiltak

Dersom anlegget plasseres litt lenger inn mot land i eksisterende fortøyninger, vil sannsynligvis noe mindre slam sedimentere nedover den bratte siden og havne ved korallstrukturene. Dybdene under anlegget er omtrent 100 meter, og det ligger på en ikke så bratt del av fjordsiden, der det også er noe primærsediment. Dette vil bidra til at nedbrytingen av sedimentert materiale går relativt raskt.

Inntil en har samlet erfaring med denne type storanlegg nær inntil et korallområde, bør en innledningsvis vurdere å begrense produksjonen til 2340 tonn (MTB). Etter endt brakklegging, og gjennom første år av neste produksjonssyklus, vil miljøtilstand da sannsynligvis være rundt 2 = "middels påvirket". Etter oppfølgende undersøkelser av miljøtilstand og eventuell videoregistrering av virkning på korallene, kan en så vurdere å ta i bruk hele den omsøkte produksjonsrammen.

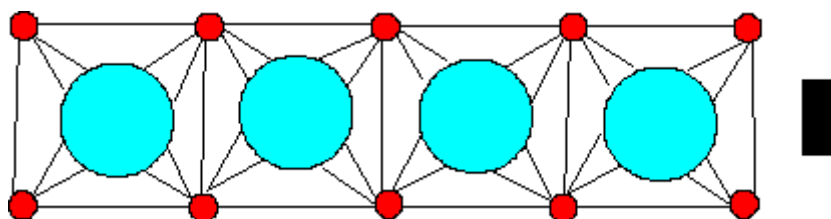
OPPDRETTSLOKALITET NAKKEN

Lerøy Austevoll AS har midlertidig konsesjon med en ramme på MTB=1560 tonn på lokaliteten "Nakken" (lokalitetsnummer 13696) med de følgende konsesjonene for produksjon matfisk laksefisk: H/Mf 0011, 0015, 0020 og 0025. En ønsker nå å få denne konsesjonen omgjort fra midlertidig til permanent, med en ramme på MTB=3120 tonn.



Figur 1. Lokaliteten "Nakken" vest for søre del av Huglo i Langenuen like nord for Leirvik i Stord kommune (manipulert fra www.norgebilder.no).

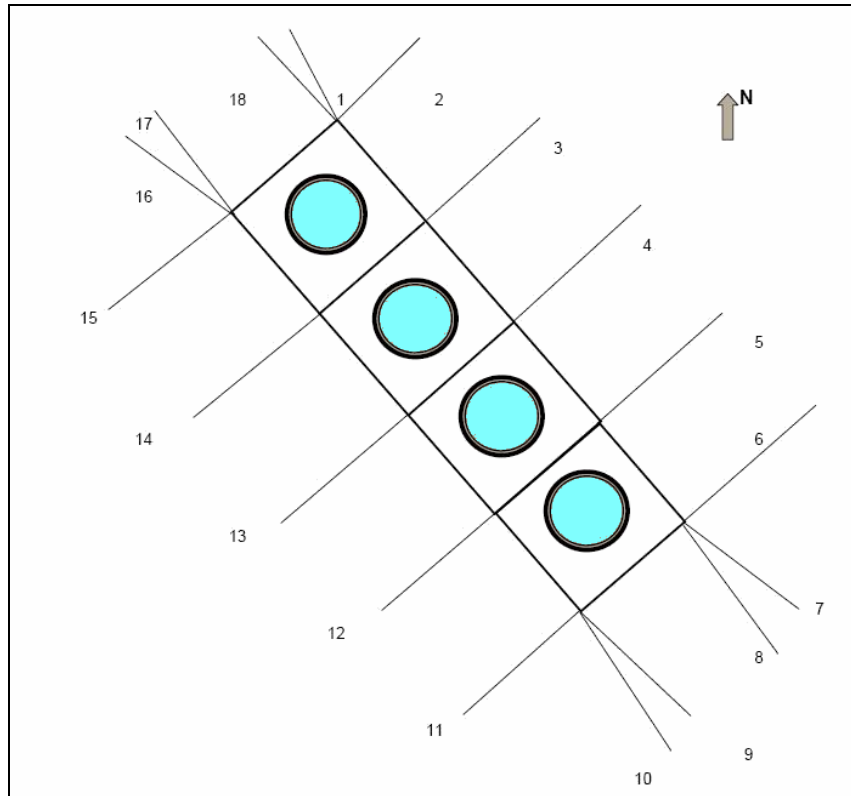
Det planlegges drift i fire stk 50-meters ringer i rammefortøyninger med tilhørende flåte for fôrlager og oppholdsrom med verksted (**figur 2**), som vil bli plassert ut i eksisterende oppankringssystem, der både lodd og blåser allerede ligger på lokaliteten.



Figur 2. Planlagt anlegg med fire stk 50-meters ringer i rammefortøyninger med tilhørende flåte.

OPPANCRING

Anlegget vil bli ankret opp i eksisterende fortøyningssystem som ble etablert i april 2005. Da ble det av Karmsund Redskap AS lagt ut både lodd, kjettinger og ankere på bunnen, samt bolt i fjell inn mot land i et komplett fortøyningsopplegg som vist i **figur 3** og gjennomgått i **tabell 1**. Inn mot land er anlegget festet i 6 bolter i fjell på mellom 7,5 og 16 meters dyp. Nord og sør for anlegget, på kortsidene, er det lagt ut patentankere med motvekt av 60mm og 84mm kjettinger og 48mm tau til anlegget. På utsiden av anlegget er oppankringen tilsvarende (Karmsund Redskap AS 2005) (**tabell 1**).



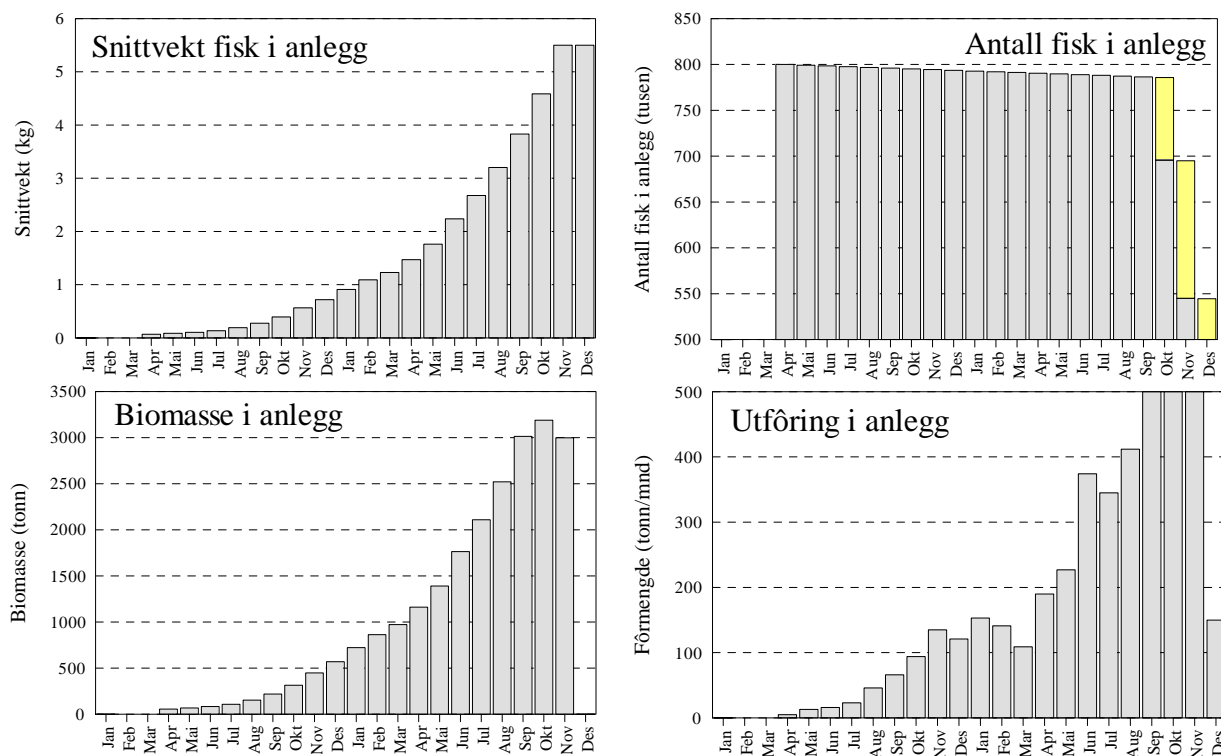
Figur 3. Skisse over oppankringssystem for planlagt anlegg, for detaljer vises til tabell 1 og beskrivelse i Karmsund Redskap AS (2005).

Tabell 1. Beskrivelse av fortøynings- og oppankringssystemet på lokalitet Nakken. Fra Amundsen Divings videorapport.

nr	Ankring	Dyp	Posisjon ankring
1	Anker	137 m	59°50.178N - 05°33.725E
2	Bolt i fjell	16 m	59°50.091N - 05°34.010E
3	Bolt i fjell	10,5 m	59°50.035N - 05°33.969E
4	Bolt i fjell	8,5 m	59°49.995N - 05°33.948E
5	Bolt i fjell	8 m	59°49.938N - 05°33.975E
6	Bolt i fjell	7,5 m	59°49.916N - 05°34.092E
7	Anker	137 m	59°49.704N - 05°33.916E
8	Anker	147 m	59°49.705N - 05°33.896E
9	Anker	138 m	59°49.698N - 05°33.839E
10	Anker	134 m	59°49.702N - 05°33.891E
11	To steinblokker	216 m	59°49.768N - 05°33.346E
12	Anker	220 m	59°49.800N - 05°33.263E
13	Anker	221 m	59°49.843N - 05°33.231E
14	Anker	222,5	59°49.881N - 05°33.202E
15	Anker	221,5	59°49.957N - 05°33.230E
16	Anker	191 m	59°50.163N - 05°33.478E
17	Anker	187,5 m	59°50.156N - 05°33.516E
18	Anker	177 m	59°50.164N - 05°33.582E
F1	Anker	155 m	59°49.890N - 05°33.523E
F2	Anker	221 m	59°50.055N - 05°33.264E
F3	Anker	210 m	59°50.134N - 05°33.359E
F4	Anker	180 m	59°50.169N - 05°33.561E
F5	Bolt i fjell	13,5 m	59°50.216N - 05°33.949E
F6	Anker	74 m	59°49.958N - 05°33.925E

PLANLAGT DRIFTSSYKLUS I ANLEGG

Et anlegg med en maksimal ramme på MTB=3120 tonn, tilsvarer driften ved fire standard oppdrettskonsesjoner. Det planlegges en driftssyklus på 21 måneder med utsetting av 800.000 stk 70 grams smolt i april. Fisken vokser seg så fram til stor slakteferdig størrelse på over 5 kg høsten året etter. Det medfører en biomasseoppbygging som når toppen andre høsten med vel 3,1 tusen tonn fisk i anlegget. Utføring er avhengig av både mengde fisk i anlegget, men også temperaturen i sjøen. Utføringsforløpet følger da driftssyklusen med en jevn økning til vel 150 tonn/måned etter ett år, med en liten reduksjon gjennom vinteren, før det virkelig skyter fart til en månedlig utføring på 500 tonn fra september til november fram mot slaktning. Utslaktning vil skje i perioden oktober til desember andre produksjonsåret (**figur 4**).



Figur 4. Planlagt driftssyklus i et MTB=3120 tonn anlegg, med månedlig oversikt over:

- Oppe til venstre: fiskens gjennomsnittsvekt
- Oppe til høyre: antall fisk i anlegget (utslaktet antall i gult)
- Nede til venstre: samlet biomasse i anlegget
- Nede til høyre: utføring

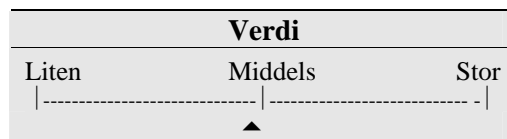
METODEBESKRIVELSE

KONSEKVENSVURDERING (KU)

Denne konsekvensutredningen er basert på en ”standardisert” og systematisk tre trinns prosedyre for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og lettere å etterprøve (Statens vegvesen 2006).

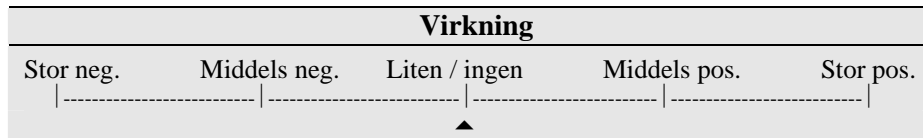
Trinn 1: Registrering og vurdering av verdi

Her beskrives og vurderes områdets karaktertrekk og verdier innenfor hvert enkelt fagområde så objektivt som mulig. Med verdi menes en vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er med utgangspunkt i nasjonale mål innenfor det enkelte fagtema. Verdien blir fastsatt langs en skala som spenner fra *liten verdi* til *stor verdi* (se eksempel under):



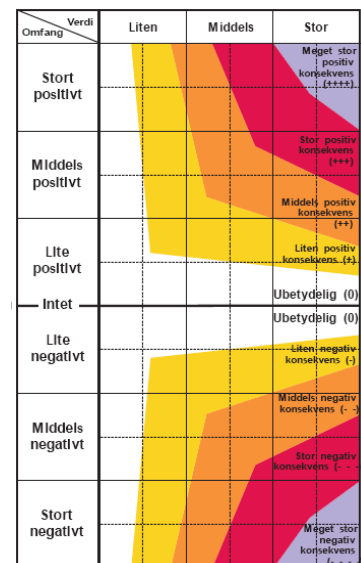
Trinn 2: Tiltakets virkning

Med virkning menes en vurdering av hvilke endringer tiltaket antas å medføre for de ulike tema, og graden av denne endringen. Her beskrives og vurderes type og virkning av mulige endringer hvis tiltaket gjennomføres. Virkningen blir vurdert langs en skala fra *stor negativ* til *stort positiv virkning* (se eksempel under).



Trinn 3: Samlet konsekvensvurdering

Her kombineres trinn 1 (områdets verdi) og trinn 2 (tiltakets virkning) for å få frem den samlede konsekvensen av tiltaket. Sammenstillingen skal vises på en nidelt skala fra *svært stor negativ konsekvens* til *svært stor positiv konsekvens*, og finnes ved hjelp av **figur 5**.



Figur 5 - "Konsekvensviften". Konsekvensen for et tema framkommer ved å sammenholde områdets verdi for det aktuelle tema og tiltakets virkning (omfang). Konsekvensen vises til høyre, på en skala fra meget stor positiv konsekvens (+ + +) til meget stor negativ konsekvens (- - -). En linje midt på figuren angir null virkning og ubetydelig/ingen konsekvens. Over linja vises positive konsekvenser og under linja negative konsekvenser (etter Statens vegvesen 2006).

VERDISSETTING MARINT BIOLOGISK MANGFOLD

Ved kartlegging av marint biologisk mangfold skal spesielle naturtyper vektlegges, og det er vist til og omtalt 15 ulike slike "spesielle naturtyper" (DN 2007), der korallforekomster (10) er en av de spesielle naturtypene som skal vektlegges.

1. Større tareskogforekomster
2. Sterke tidevannsstrømmer
3. Fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet
4. Spesielt dype fjorder
5. Poller
6. Littoralbasseng
7. Israndavsetninger
8. Bløtbunnsområder i strandsonen
9. Løstliggende kalkalger
10. Korallforekomster
11. Ålegrasenger
12. Skjellsand
13. Østersforekomster
14. Større kamskjell forekomster
15. Gyteområder for fisk

Korallforekomster regnes sammen med tareskogene, for å være blant de mest artsrike marine biotopene. Norge har en unik naturressurs i form av dypvannskorallrev, og disse områdene har stor betydning for fiskearter som uer og annen bunnfisk. Siden slutten av 1990-tallet har Havforskningsinstituttet kartlagt flere dypvannsrev av steinkorallen (*Lophelia pertusa*). Det er denne korallens kalkskjelett som akkumulerer og danner rev dersom den får vokse i fred noen hundre år. Ingen andre steder i verden er det avdekket så store konsentrasjoner av *Lophelia*-rev som langs norskekysten, og særlig utenfor Midt-Norge er tettheten av rev høy. Her utgjør korallområdene 4% av det samlede arealet av kontinentalsokkelen.

Korallområdene består også av korallskog, der særlig de tre artene sjøtre (*Paragorgia arborea*), sjøbusk (*Paramuricea placomus*) og risengrynskorall (*Primnoa resedaeformis*) kan opptre i tette forekomster. Dette er hornkoraller, som er uten et ytre kalkskjelett, men de danner også store kolonier. Sjøtre kan bli opptil 3 meter høy, mens risengrynskorall sjelden blir over 70 cm. Koloniene kan bli over 500 år gamle (Mortensen mfl. 2005).

Korallene i våre sjøområder fanger sine fødepartikler ved hjelp av tentaklene, og jevn og god tilførsel av vann med egnede fødepartikler er derfor en viktig faktor for fordelingen av koraller. Hvis strømmen blir for sterk vil ikke dyrene klare å fange opp partikler som vannet fører med seg, og blir strømmen for svak får de ikke nok. Vi finner de vanligste lokalitetene langs fjordsidene der det er god strøm, spesielt på de bratte partiene, men ikke for bratt. Vanligvis finner en koraller dypere enn 100 m.

De store korallområdene er viktige leveområder for fiskeyngel, i tillegg til at både spesielle børsteormer, snegl, bivalver, rur, isopoder, kreps og reker forekommer spesielt i tilknytning til revene. Områdene har dermed stor betydning for opprettholdelse av det biologiske mangfoldet. Korallområdene opprettholder altså et stort biologisk mangfold, selv om det ikke er korallartene i seg selv som representerer det høye mangfoldet.

Ved kartlegging av korallforekomster er det to viktige naturtypeutforminger som er vist til

- **Steinkoraller** (*Lophelia pertusa*) (type: I0901)
- **Hornkoraller**, for eksempel sjøbusk, sjøtre eller risengrynskorall (type: I0902)

Nærmere identifikasjon av naturtypen må gjøres ved å klassifisere forekomstene etter både tetthet, struktur og utbredelse. Det skilles da mellom følgende typer, listet etter synkende "verdi", der bare "alle store rev av *Lophelia* både på eggakanaten og i fjordene samt alle tette bestander av hornkoraller" er svært viktig:

- 1) **Korallrev:** *Lophelia*-forekomst hvor døde deler er akkumulert eller har begynt å akkumulere.
- 2) **Korallskog:** "Mer eller mindre tett forekomst" av hornkoraller innenfor et spesifisert område.
- 3) **Korallområde:** "Mer eller mindre tett forekomst" av stein- eller hornkoraller innenfor et område.
- 4) **Korallforekomst:** Forekomst av *Lophelia* eller andre koraller.

STRØMMÅLINGER

Strømmålingene som er presentert i denne rapporten er utført av Marine Aquaculture AS i perioden 12.oktober til 10.november 2004 i forbindelse med lokalitetsklassifiseringen. Rådatafiler er oversendt for presentasjon og vurdering etter Rådgivende Biologer AS sitt oppsett.

Resultatene av måling av strømhastighet og strømretning er presentert hver for seg, samt kombinert i en **progressiv vektoranalyse**. Det er en figurstrek som blir til ved at en tenker seg en merket vannpartikkel som er i strømmålerens posisjon ved målestart og som driver med strømmen og tegner en sti etter seg som funksjon av strømhastighet og retning. Når måleperioden er slutt har en fått en lang sammenhengende strek, der **vektoren** blir den rette linjen mellom start- og endepunktet på streken. Dersom en deler lengden av vektoren på lengden av den faktiske linjen vannet har fulgt, får en **Neumann-parameteren**. Neumann parameteren beskriver stabiliteten til strømmen i retningen til vektoren. Vinkelen til vektoren blir kalt resultatretningen. Dersom strømmen er stabil i resultatretningen, vil figurstreken være relativt rett, og verdien av Neumann-parameteren er tilsvarende høy. Ustabil strøm gir en Neumann-parameter med lavere verdi. Verdien av Neumannparameteren vil ligge mellom 0 og 1.

Vanntransporten (relativ fluks) er også en funksjon av strømhastighet og strømretning, og beskriver hvor mye vann som har rent gjennom en rute på 1 m² i hver 15 graders sektor i løpet av måleperioden. Relativ fluks beskriver fordelingen av alle målingene for strømhastighet i hver 15 graders sektor. Relativ fluks er svært informativ og forteller hvordan vanntransporten som funksjon av strømhastighet og vannstrømmens retning er på lokaliteten.

Rådgivende Biologer AS har utarbeidet et system for **klassifisering** av overflatestrøm, vannutskiftingsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm med hensyn på de tre forholdene: gjennomsnittlig strømhastighet, retningsstabilitet og innslag av strømstille perioder (**tabell 2**). Klassifiseringen er basert på fordelingen av resultat fra omtrent 60 måleserier med overflatestrøm, 150 måleserier med vannutskiftingsstrøm og 70 måleserier med spredningsstrøm og bunnstrøm. De foretatte strømmålingene på lokalitet Nakken omfatter målinger på 7 (vannutskiftingsstrøm) og 50 meters dybde (spredningsstrøm). Bunnstrøm er derfor utelatt i tabellen.

Tabell 2. Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike forhold ved strømmålinger, basert på en gjennomgang av resultater i et omfattende erfaringsmateriale fra Vestlandet. Strømstille perioder er definert som strøm svakere enn 2 cm/s i perioder på 2,5 timer eller mer.

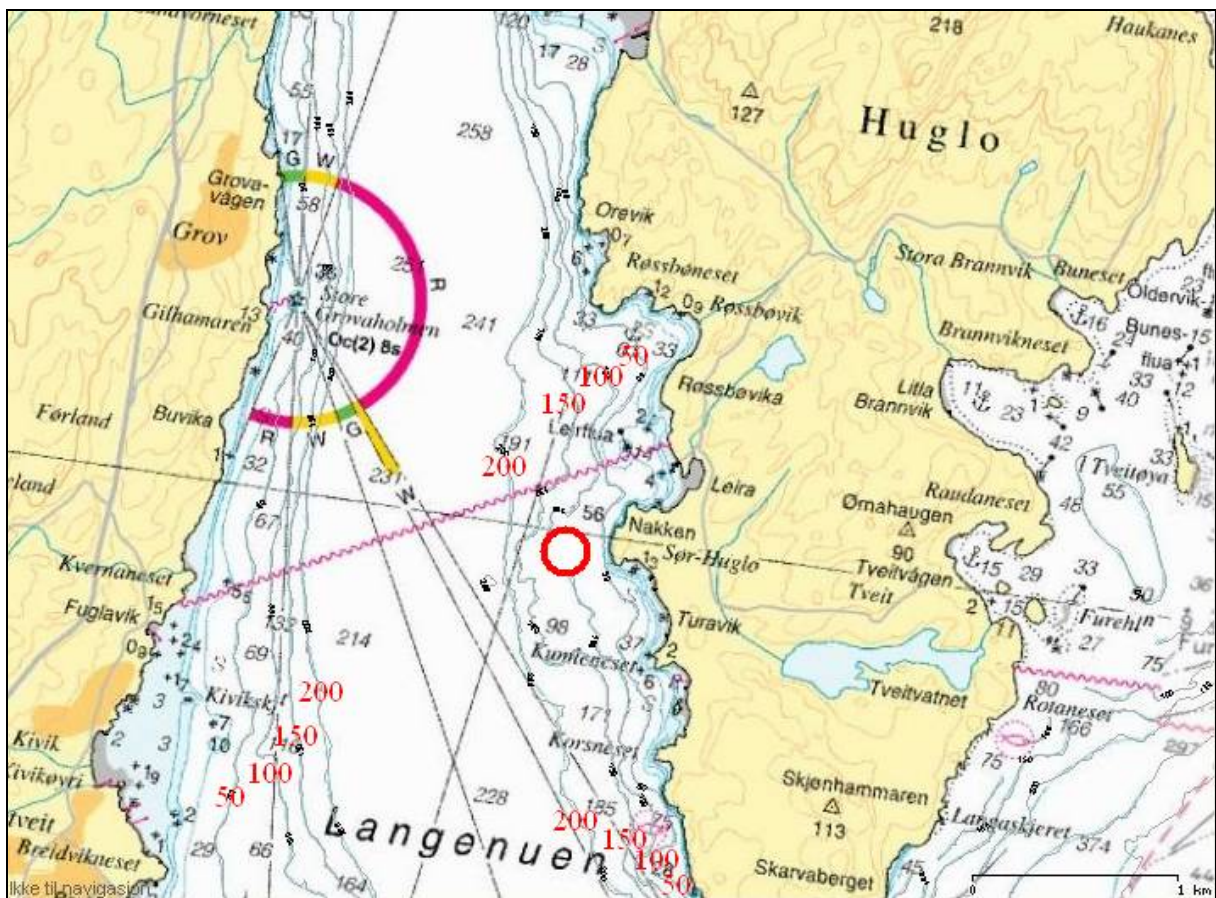
Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
Gjennomsnittlig strømhastighet		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	(cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vannutskiftingsstrøm	(cm/s)	> 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Spredningsstrøm	(cm/s)	> 4	2,8 - 4	2,1 - 2,7	1,4 - 2,0	< 1,4
Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
andel strømstille		svært lite	lite	middels	høg	svært høg
Overflatestrøm	(%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vannutskiftingsstrøm	(%)	< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Spredningsstrøm	(%)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
retningsstabilitet		svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (Neumann parameter)		> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	< 0,1

AVGRENSING AV TILTAKS- OG INFLUENSOMRÅDET

Oppdrettslokaliteten "Nakken" ligger helt sør i Langenuen øst for Huglo i Stord kommune (**figur 6**).

Tiltaksområdet omfatter arealene som direkte berøres av tiltaket. I dette tilfellet selve anleggsområdet på overflaten og oppankringsloddene med tilhørende kjetting og oppankringstauverk som ligger på bunnen.

Influensområdet omfatter arealene og områdene rundt tiltaksområdet, der tiltaket kan tenkes å påvirke de ulike forholdene. I dette tilfellet omfatter influensområdet de nærliggende områdene der det kan spores virkninger av utslippet på sjøbunnen.



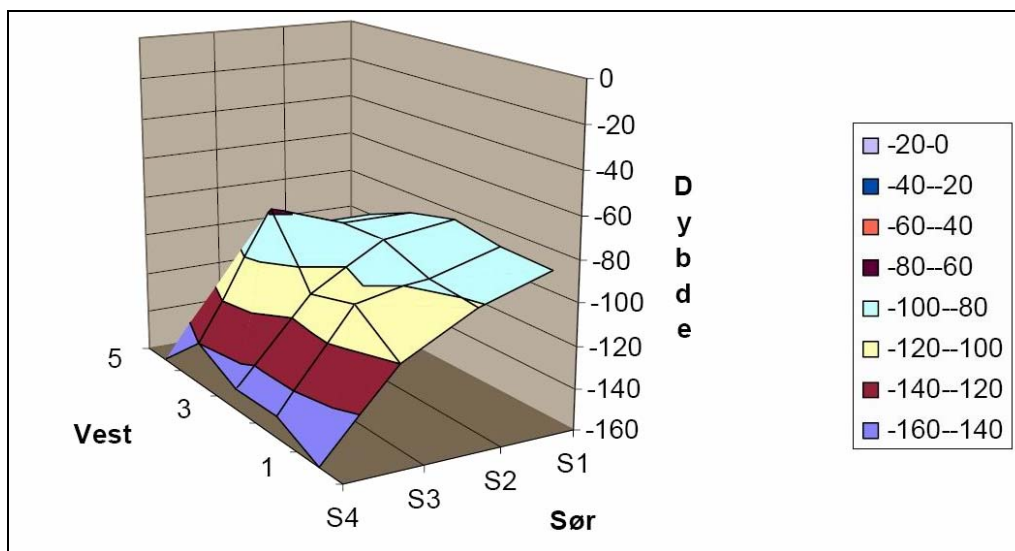
Figur 6. Sjøkart med dybdekoter over Langenuen mellom Stord i vest og Huglo i øst, med lokaliteten "Nakken" markert med rød sirkel.

OMRÅDEBESKRIVELSE MED VERDIVURDERING

Nakken ligger helt sør i Langenuen øst for Huglo i Stord kommune. Langenuen er omtrent 30 km lang og strekker seg fra Bjørnefjorden i nord til Hardangerfjorden i sør, og ligger øst for Stord og vest for Tysnes. Sjøområdet kan beskrives som et stort "strømsund" hvor også tidevannsstrømmen periodevis og stedvis kan være svært sterk. Det er gode dybdeforhold og ingen grunne terskler i området, og det gjør at denne type lokaliteter ofte har gode strømforhold også nedover i vannsøylen. Ved lokaliteten Nakken, vest for søre del av Huglo, er Langenuen jevnt over 200 meter dyp, med en nokså flat fjordbunn med svakt skrånende bunn mot større dybder mot nord. Dette gir effektiv og god vannutskifting og gjør at lokaliteten har god resipientkapasitet fordi tilførsler fra anlegget vil bli spredt over et stort område.

DYBDEFORHOLD VED NAKKEN

Lokaliteten Nakken ligger på vestsiden av Huglo, over skråningen der det brattest til ned mot det dypeste i Langenuen. Utenfor lokaliteten er det over 200 meter dypt, men anlegget vil ligge over dybder på mellom 90 meter og 120 meter, mens det fort blir dypere på utsiden av anlegget (**figur 7**).



Figur 7. Dybdeforhold under anlegget på lokaliteten Nakken (fra "Marine Aquaculture").

BUNNFORHOLD VED NAKKEN

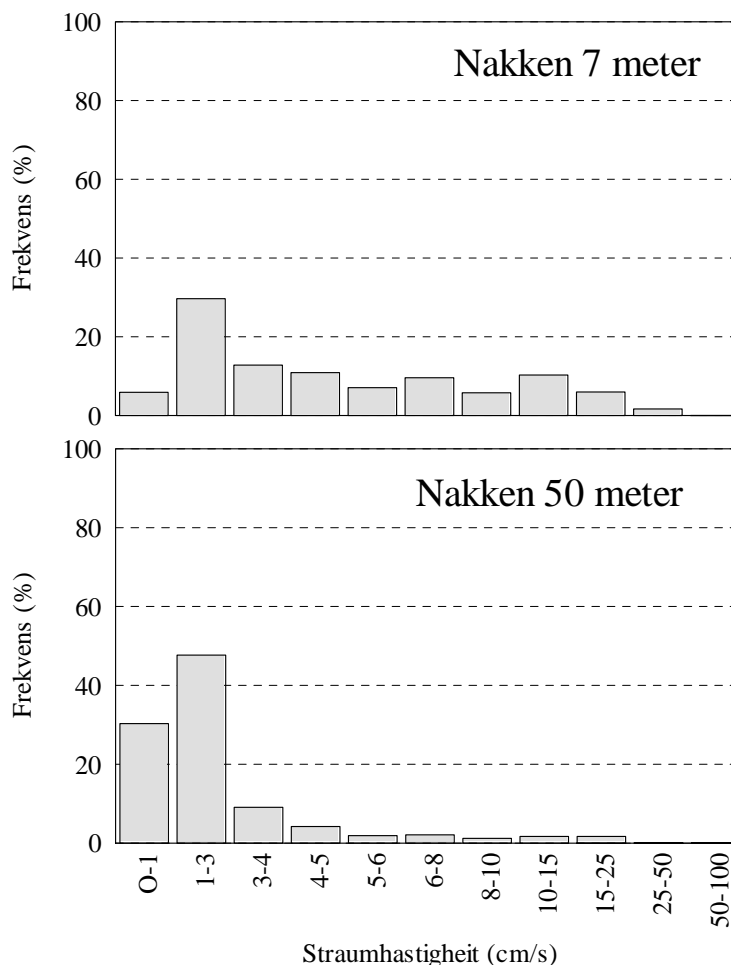
Marine Aquaculture AS har foretatt en enkel MOM-B forundersøkelse på lokaliteten Nakken 21.april 2005. Det ble tatt ti grabbhugg med en 0,0026 m² stor vanVeen-grabb, og resultatene er vurdert i henhold til NS 9410. En fikk opp prøver fra 8 stasjoner. De første to prøvene besto av en blanding av grov skjellsand og grus, mens de tre neste bestod av stein (også stein i grabbåpningen). De to neste bestod av sand og silt, mens prøve nummer 8 besto av avskrap fra hard bunn. De to siste prøvestedene hadde skrånende og hard bunn, og det var ikke mulig å få opp prøvemateriale. Alle de åtte første prøvene hadde tilstedeværelse av dyr i varierende antall og sammensetning, men for det meste små krepsdyr og børstemark. Lokaliteten har primært hard bunn, men det primærsedimentet som en finner er i all hovedsak grov skjellsand og stein. Sedimentet hadde for øvrig ingen lukt eller noe slamlag, og det ble ikke observert gassbobling på prøvepunktene eller andre steder på lokaliteten. Det var ikke mulig å måle pH eller Eh i prøvene (Marine Aquaculture AS 2005).

STRØMFORHOLD VED NAKKEN

Det er målt strøm på 7 meters dyp, og med en gjennomsnittshastighet på 6,1 cm/s i måleperioden, tilsvarer dette en "sterk" vannutskiftingsstrøm. Det var flest målinger i intervallene 1-5 cm/s, men det var også jevnt med målinger opp mot 25 cm/s. Største målte strømhastighet var 38,4 cm/s (**figur 8**).

På 50 meters dyp var gjennomsnittshastigheten på strømmen 2,6 cm/s i måleperioden. Dette tilsvarer "middels sterk" spredningsstrøm. Her var en betydelig større andel av målingene under 3 cm/s, selv om det også forekom en del målinger helt opp til maksimum hastighet på 25,4 cm/s (**figur 8**).

Figur 8. Fordeling av strømhastighet ved Nakken på 7 og 50 m dyp i perioden 12. oktober til 10. november 2004 (målinger utført av Marine Aquaculture AS).



På 7 m dyp var det svært lite innslag av strømsvake perioder i løpet av måleperioden. Til sammen ble det registrert 36 timer av totalt 695 timer med tilnærmet strømsvake i perioder på 2,5 timer eller mer. Det utgjør 5,2% av måleperioden, og den lengste strømsvake perioden varte i 8,5 timer. Dette er klassifisert som "svært lite" strømsvake, og i praksis er det nesten ikke strømsvake på dette dyppet (**tabell 3**).

På 50 m dyp var det et betydelig større innslag av strømsvake periode, med 31 perioder med tilnærmet strømsvake (under 2 cm/s) som varte så lenge som 2,5 timer i løpet av måleperioden. Den lengste strømsvake perioden varte i 49 timer, og strømsvake perioder utgjorde 48,2 % av måleperioden på 695 timer. For spredningsstrøm er dette "middels" andel med strømsvake (**tabell 3**).

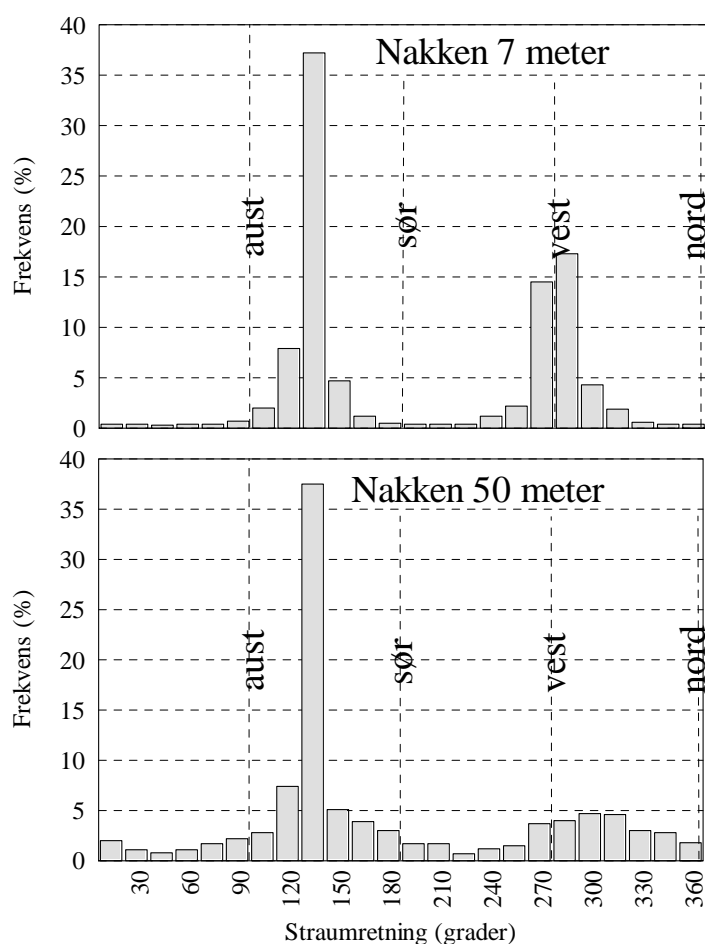
Tabell 3. Fordeling av alle strømmålingene på lokaliteten Nakken, oppgitt som antall observerte perioder av en gitt lengde med strømhastighet mindre enn 2 cm/s. Lengste strømsvake periode er også oppgitt. Måleintervallet er 30 minutter, og målingene er utført i perioden 12. oktober til 10. november 2004 av Marine Aquaculture AS.

Periodens lengde->	0,5-2 t	2,5-6 t	6,5-12 t	12,5-24 t	24,5-36 t	36,5-48 t	48,5-60 t	60,5-72 t	>72t	Maks
7 meter	135	6	2	0	0	0	0	0	0	8,5 t
50 meter	95	18	5	4	2	1	1	0	0	49 t

Vannstrømmen på 7 m dyp gikk i to hovedretninger, mest mot sørøst og også nesten motsatt rettet mot vest. Hele 37,2% av målingene gikk i retning 135°, mens over 30% av målingene gikk i vestlig retning (**figur 9 og 10**).

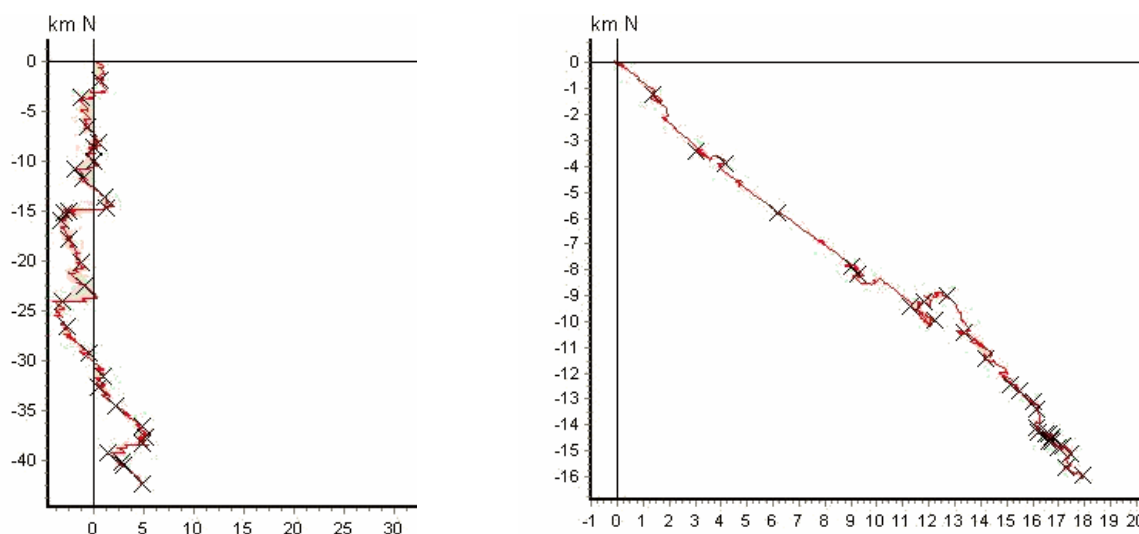
På 50 m dyp var bildet mer markert med dominerende retning sørøst, der 37,5% av målingene gikk i retning 135°. Det var også her en svak tendens til motstrøm mot vestnordvest i retning rundt 315° (**figur 9 og 10**).

Figur 9. Fordeling av strømretning ved Nakken på 7 og 50 m dyp i perioden 12. oktober til 10. november 2004 (målinger fra Marine Aquaculture AS).



Tabell 4. Beskrivelse av hastighet, varians, stabilitet, og retning til strømmen ved lokalitet Nakken på 7 og 50 m dyp i perioden 12. oktober til 10. november 2004 (målinger fra Marine Aquaculture AS).

Måledyp	Middel hastighet (cm/s)	Maksimum hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Resultant retning
7 meter	6,1	38,4	31,5	0,281	173° = S
50 meter	2,6	25,4	9,2	0,374	132° = SØ



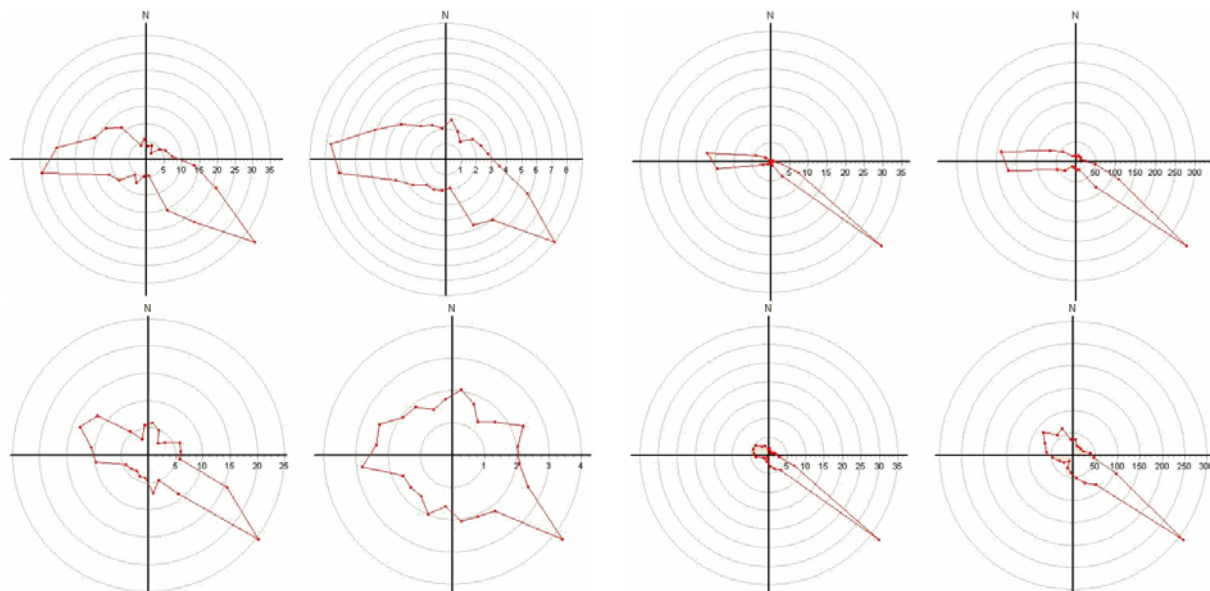
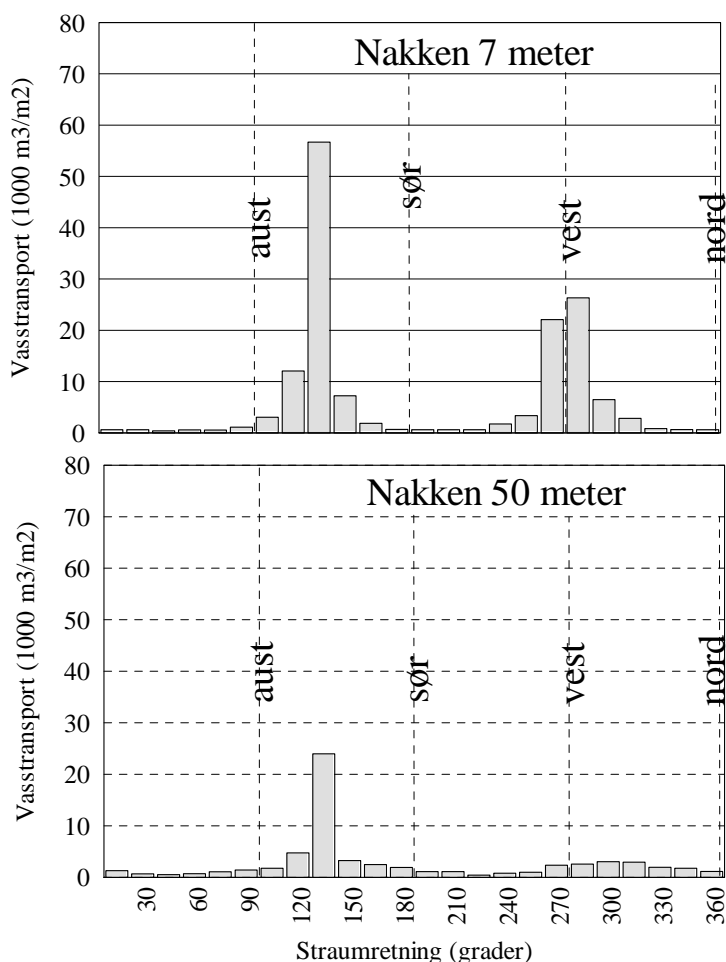
Figur 10. Progressivt vektorplott for målingene på 7 og 50 meters dyp ved Nakken i perioden 12. oktober til 10. november 2004.

Vanntransporten er en funksjon av strømhastigheten og strømrretning i hver av målingene, og er framstilt i **figur 8**. **Figur 9** viser strømroser av største registrerte, samt middel strømhastighet, vanntransport og antall målinger i de ulike retningene.

På 7 m dyp passerte vannet enten på vei sørøstover eller vestover, og hele 57.000 m³ passerte gjennom et areal på 1 m² i retning sørøst. Motstrømmen gikk i vestlig retning 315° (**figur 11 og 12**).

På 50 m dyp var det betydelig mindre vanntransport, med 24.000 m³ som passerte i retning sørøst, mens motstrømmen synes spredd i de fleste retninger, selv om vestnordvestlig retning var noe fremtredende (**figur 11 og 12**).

Figur 11. Vanntransport (total fluks) ved Nakken på 7 og 50 m dyp i perioden 12. oktober til 10. november 2004 (målinger fra Marine Aquaculture AS).



Figur 12. Strømroser for måleresultatene ved Nakken på 7 og 50 m dyp i måleperioden 12. oktober til 10. november 2004. Resultatene fra 7 meter (øverst) og 50 meter (nederst). De fire ulike rosene viser fra venstre: Største registrerte strømhastighet, middel strømhastighet, vanntransport og antall målinger fordelt på hver 15 grad sirkelen rundt.

KORALLER VED NAKKEN

Amundsen Diving utførte i 2005 en video-inspeksjon av fortøyningene ved lokalitet Nakken, og ved gjennomgang av disse registreringene ble det registrert to områder med levende koraller på dyp mellom 200 og 220 m (Johnsen 2005). Det ene området var på vel 10.000 m² og var dominert av rester av døde koraller, og det så ut til å være snakk om korallblokker. Levende steinkorall (*Lophelia*) forekom kun som spredte kolonier mindre enn 0,5 m høye, og det ble også observert noen sjøtrær (*Paragorgia arborea*) her. Dette området ligger mellom eksisterende ankringspunkt og anlegg. Lokaliseringen av revet stemmer med strukturer som Havforskningsinstituttet har identifisert som mulig korallrev fra multistrålekartlegging i området, men disse synes å ligge noe høyere oppe i skrånningen (Mortensen & Alvsvåg 2007).

Det ble ikke funnet omfattende korallforekomster langs fortøyningene til anlegget ved Nakken, og stort sett var det sporadiske enkeltforekomster med mange døde bruddstykker, og bare ett sted var det rev-strukturer av noe omfang. Ingen av de grunne fortøyningene basert på bolt i fjell på østsiden av anlegget ble vurdert. Alle loddene og ankrene ligger på sandbunn uten korallforekomster, og av de 17 vurderte fortøyningene med kjetting fra loddene/ankrene ble det påvist en kjetting (nr 12) som krysser en tydelig korallrev-struktur. To kjettinger ligger langs med spredte enkeltkorallforekomster, mens åtte kjettinger ligger langs rester av døde koraller. Området med fortøyningene kan sannsynligvis defineres som lite viktig område for korallstrukturer eller rev (Johnsen 2005).

VERDIVURDERING KORALLER VED NAKKEN

Forekomstene av koraller i det undersøkte området i Langenuen består av både steinkoraller og hornkoraller, slik at både naturtype I0901 og I0902 inngår i blanding. Det var lave tettheter av koraller på de flate partiene ned mot bunnen av fjordsiden. De noe brattere partiene litt lenger oppe i siden av fjorden er i mindre grad undersøkt, og der viser kartlegging med multistråleekkolodd utført av Havforskningsinstituttet, at det er to områder med noe mer omfattende strukturer eller rev (Mortensen og Alvsvåg 2007). Funn av korallbiter nede på den bløte og flatere bunnen kan tyde på at det forekommer større strukturer oppi bratthengene, der det er så bratt at biter kan knekke av og ramle ned.

Forekomsten vurderes som **korallområde**, altså en ”mer eller mindre tett forekomst av stein- eller hornkoraller innenfor et område”. I henhold til veileder for kartlegging av marine naturtyper (DN 2007), vil korallforekomstene i Nakken i Langenuen ha **middels verdi**, med vekt på de sannsynlige tettere forekomstene litt høyere oppi fjordsiden, enn de sparsomme forekomstene som er påvist nede mot det dypeste i fjorden.

Samlet verdivurdering koraller i Langenuen



Det er også påvist sporadiske korallforekomster ellers i fjordene i Hordaland, med nærliggende registreringer helt nord i Langenuen, nord for Tysnes, sør for Stord mellom Stord og Sveio og vest for Stord i Stokksundet utenfor Sørstokken (Mortensen & Alvsvåg 2007). De fleste registrerte korallforekomstene av en viss størrelse ligger dypere enn 100 meter, og på kontinentalsokkelen er de stort sett å finne på 200-300 meters dyp og kaldt vann.

Korallforekomstene i Langenuen er således ikke de eneste i denne regionen, og nærmere undersøkelser i nærliggende områder vil kunne vise om slike korallforekomster er vanligere enn vi i dag har kunnskaper om.

DISKUSJON OG VURDERING AV KONSEKVENSER

KVALITET AV DATAGRUNNLAG

Det ble høsten 2005 utarbeidet et notat basert på analyse av videoregistreringer av ankringspunktene til anlegget som da lå på lokaliteten, den gang på oppdrag fra Stein Helge Skjelde, Veststar AS (Johnsen 2005). Siden har Havforskningsinstituttet også gjennomgått disse videoregistreringene og rapportert dette (Mortensen & Alvsvåg 2007). En har i tillegg gått gjennom en lang rekke miljøundersøkelser under oppdrettsanlegg utført av Rådgivende Biologer AS, og foretatt en samlet vurdering på grunnlag av dette. Datagrunnlaget ansees derfor å være "godt". "Meget godt" datagrunnlag kan man ikke oppnå før det er foretatt konkrete undersøkelser av korallområder under oppdrettsanlegg i drift.

0-ALTERNATIVET UTEN ANLEGG

Konsekvensene av det planlagte tiltaket skal vurderes i forhold til den tilsvarende fremtidige situasjon i de aktuelle områdene, basert på foreliggende kjennskap til utviklingstrekk i regionen, men uten det aktuelle tiltaket. I EUs vanddirektiv er det situasjonen i 2015 som er utgangspunktet for vurderinger av utvikling, tilstand og eventuell behov for og prioritering av tiltak.

Den største fysiske trusselen mot korallforekomster er knyttet til fiskeriaktivitet og særlig tråling langs bunnen. I enkelte områder der fiskere har sagt at det tidligere var store korallforekomster, kan en derfor i dag finne helt "døde"områder der det er god trålbunn. Også i korallområder i skråningene, der det er vanlig med garnfiske, kan en finne redskapsrester på korallrevene, men garn skader ikke korallrevene i samme grad som trål. I kystnære områder er det bare lov å tråle etter reker, men også slikt fiske kan skade korallrev (DN 2007).

Med utgangspunkt i at det ble funnet mange døde bruddstykker og rester av koraller ved bunnen av bratthenget der forekomstene finnes, kan en anta at korallforekomstene har vært utsatt for ytre påvirkninger. Det er grunn til å anta at slike påvirkninger også vil ha tilsvarende omfang i framtiden, og at 0-alternativet uten oppdrettsanlegg på lokaliteten, derfor likevel vil ha en **liten negativ virkning** på korallområdet ved Nakken. Med middels verdi av korallene, betyr det at 0-alternativet uten anlegg vil ha **ubetydelig (0) konsekvens**.

Tabell 5. Virkningenes omfang på koraller ved Nakken ved 0-alternativet uten oppdrettsanlegg på lokaliteten.

<i>Stort neg.</i>	<i>Middels neg.</i>	<i>Lite / intet</i>	<i>Middels pos.</i>	<i>Stort pos.</i>
-----	-----	-----	-----	-----
		▲		

Påvirkning fra oppdrettsanlegg på koraller er en ny problemstilling i forbindelse med forvaltning av korallrev. Det kan tenkes mange nyanser i oppdrettsanleggenes påvirkning, og det foreligger ingen tidligere tilsvarende vurderinger eller undersøkelser omkring temaet. Det foreligger heller ingen fulldekkende oversikt over forekomst av koraller i denne regionen.

DIREKTE FYSISKE VIRKNINGER AV OPPDRETT PÅ KORALLER

Ved oppankring kan ankere, men særlig forøyningskjettinger ligge gjennom korallområder og medføre direkte skade på koraller. Dette er imidlertid begrenset til selve kjettingtraséen, men dersom kjettingen ligger og gnager når det er belastninger på anlegget, vil det kunne få et noe større omfang enn bare selve kjettingens plassering på bunnen.

Oppdrettsanlegg blir imidlertid oppankret ved plassering av lodd eller ankere på flatere bunn, og siden koraller oftere forekommer i de brattere skråningene oppi fjordsiden, der det er bedre vannstrøm, vil fortøyningsopplegg i mindre grad komme i direkte fysisk konflikt med eventuelle korallområder. Skadeomfanget vil også være avgrenset til små deler av bunnarealene, siden det i hovedsak vil dreie seg om kjettinger gjennom områdene. Skadeomfang er enkelt å dokumentere ved videoinspeksjon av fortøyningsoppleggene, noe som i prinsippet allerede skal foreligge for alle eldre oppdrettslokaliteter der det er utarbeidet dugelighetsbevis. For lokaliteten Nakken foreligger slik dokumentasjon.

I forbindelse med denne vurdereing for lokaliteten Nakken er det ikke snakk om nye fortøyningsopplegg. Dersom man kun tar i bruk igjen det opplegget som allerede er etablert på lokaliteten, vil det ikke bli noen nye virkninger på eksisterende korallforekomster. Dersom det imidlertid hadde vært snakk om et nytt oppankringssystem, ville virkningene vært noe større, slik de i dag er observert på lokaliteten. Dagens virkninger er vurdert til middels til små negative (**tabell 5**).

Tabell 6. Virkningenes omfang på koraller ved Nakken grunnet skade fra fortøyning. Det er skilt mellom tilfellet der det hadde vært et nytt anlegg og slik det ligger i dag.

Stort neg.	Middels neg.	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
----- -----		----- -----		
hvis nytt oppankringsopplegg ▲		▲ ved bruk av eksisterende opplegg		

Med middels verdi av korallene og liten/ingen virkning av eksisterende anlegg utover den skade som eventuelt allerede er etablert, betyr det at selve fortøyningsopplegget vil ha **ubetydelig (0) konsekvens**. Dersom et nytt anlegg skulle vært fortøyet, er de fysiske virkningene antatt å være mellom lite og middels negative, og konsekvensen av et slikt fortøyningsopplegg ville være middels negativ (-) til liten negativ (-) konsekvens.

VIRKNINGER VED ØKTE TILFØRSLER AV ORGANISK MATERIALE

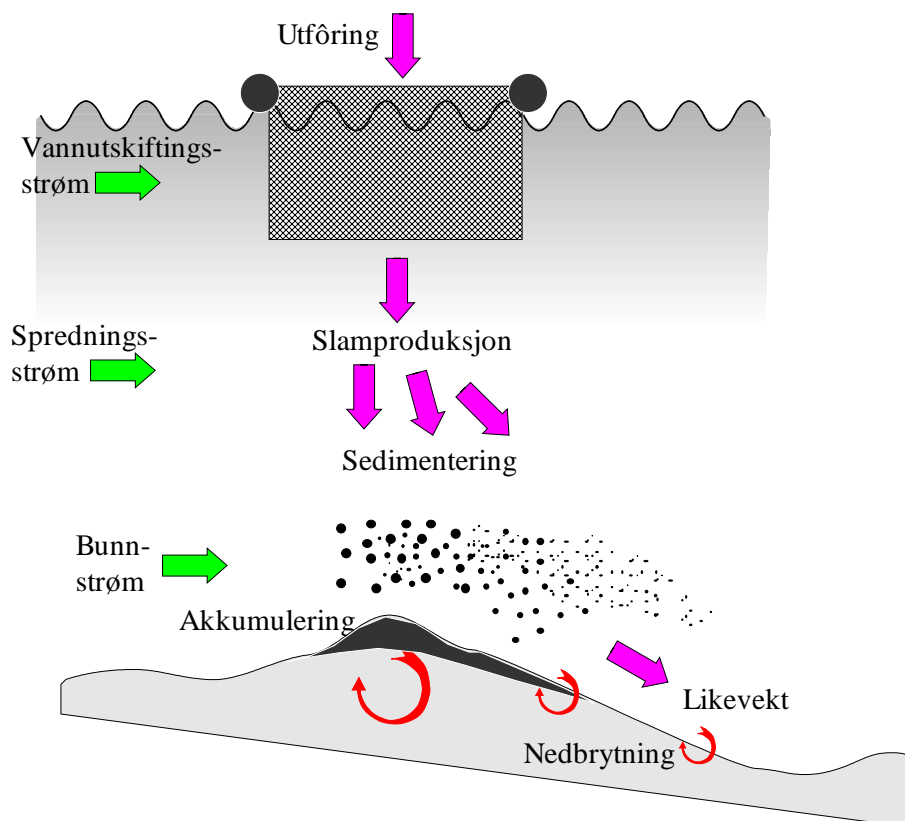
Resultater fra Havforskningsinstituttet viser at det under et oppdrettsanlegg selv på dyp over 200 m, kan skje en firedobling av sedimentasjonen i forhold til naturlig. Steinkoraller (*Lophelia*) og sjøtrær er avhengig av tilførsel av matpartikler gjennom vannet, men tilførsel av for mye organiske partikler gjennom sedimentasjon ovenifra kan slamme ned korallområdene og dermed påvirke korallene negativt (Mortensen & Alvsvåg 2007).

Koraller lever av å filtrere små partikler fra vannmassene, mens fiskeanlegg slipper ned slam bestående av relativt store partikler, i størrelse fra flere mm og opp til et par cm. Selv før benyttet til smolten er mange ganger større enn de fôrpartikler koraller fanger med nesletrådene sine og spiser. Disse stofftilførslene fra oppdrettsanlegg utgjør derfor i liten grad mat for koraller, verken like under eller lenger borte fra anleggene. Det må således antas at en her eventuelt snakker om en ren negativ virkning knyttet til nedslamming og ikke noen positiv virkning ved bedret næringstilgang.

Omfang av sedimentasjon og akkumulering av organisk materiale under merdanlegg i sjø, vil avhenge av flere variabler:

- produksjonens omfang betyr mye for selve slamproduksjonen,
- hastigheten på vannstrømmen bidrar til å spre tilførslene ut over større områder
- avstanden til bunn bidrar også til spredning av tilførslene
- den biologiske nedbrytingen av materialet på bunnen, fjerner deler av belastningen.

Alle disse forhold vil samvariere, og spørsmålet blir da om hvor store arealer som blir påvirket ved den planlagte produksjonen. **Figur 13** på neste side illustrerer dynamikken i dette samspillet. Det finnes imidlertid ingen fasit på noen av disse sammenhengene, men de vil bli forsøkt belyst hver for seg for om mulig å nå en konklusjon.



Figur 13. Skisse for sedimentasjon og akkumulering av organisk materiale under merdanlegg i sjø. Sedimentasjonens akkumulering og omfang på bunnen avhenger av flere variabler, der produksjonens omfang betyr mye, hastigheten på vannstrømmen og avstanden til bunn bidrar til å spre tilførselene på et større areal, og den biologiske nedbrytingen av materialet på bunnen.

OMFANG AV SLAMPRODUKSJON

Ved en fôrbruk på ett tonn tørrfôr til tilsvarende ett tonn tilvekst, kan en anta at mengde stoff som sedimenterer under et oppdrettsanlegg tilsvarer noenlunde den biologiske produksjonen. For hvert tonn tilvekst i anlegget, slippes det altså ut ett tonn slam – bestående av fiskefeces og spillfôr. Dette samsvarer også godt med tall oppgitt i Håkansson mfl (1988), der det med en fôrfaktor på 1 antas et samlet utslipp av feces og spillfôr på tilsvarende 35% av dette som tørrstoff. Slam samlet opp fra renseanlegg ved settefiskanlegg har et tørrstoffinnhold tilsvarende 25-30%. Planlagt anlegg ved Nakken vil da tilføre miljøet fra 5 tonn slam daglig vinteren andre året økende til over 20 tonn daglig siste høst. Særlig de siste månedene vil belastningen være særdeles stor (**figur 14**).

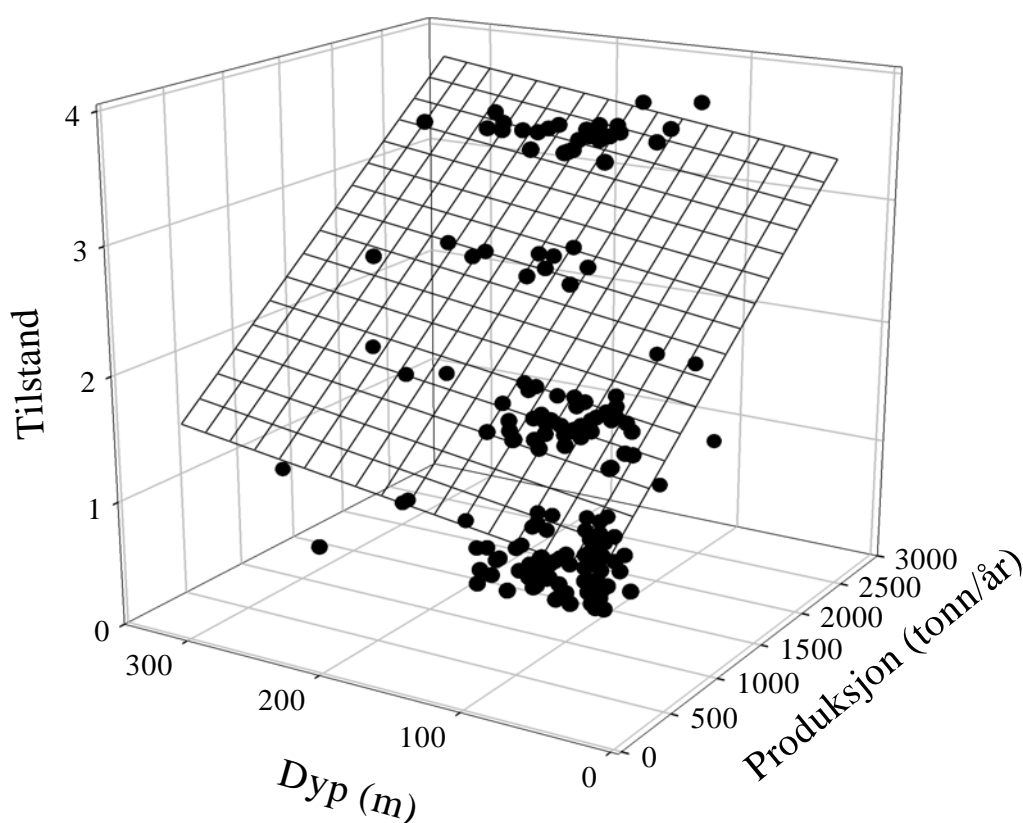


Figur 14. Beregnet daglig tilvekst i tonn ved planlagt driftssyklus i et MTB=3120 tonns anlegg. Sedimentasjonsproduksjon (våtvekt) er antatt å være tilsvarende.

Det foreligger relativt omfattende erfaringsmateriale fra undersøkelser av miljøvirkning under oppdrettsanlegg, hovedsakelig stålranlegg med enten enkle rekker eller doble rekker av merder. Under slike anlegg kan miljøbelastning være betydelig. Vi har sammenstilt våre tall fra 175 miljøundersøkelser der det foreligger tall for produksjon siste år og dybde under anlegget (**figur 15**)

Miljøtilstand undersøkes i henhold til NS 9410, som er utarbeidet for å beskrive miljøtilstand på bunnen under oppdrettsanlegg. Miljøtilstanden vurderes samlet ut fra tre forhold, forekomst av gravende bunnfauna, kjemiske forhold som beskriver nedbrytingsgrad i sedimentet (pH og Eh) og sedimentkvalitet med tykkelse, farge, konsistens, lukt og gassdannelse. Viktige element vektlegges, og miljøtilstand beskrives på en skala fra 1= lite belastet til 4=uakseptabelt belastet.

Resultatene i **figur 15** viser at det, naturlig nok, er en klar sammenheng mellom størrelsen på anleggets produksjon og miljøtilstanden under anlegget. Det er også en noe mindre klar sammenheng mellom dybde under anlegget og miljøtilstand, men dette skyldes at de større anleggene ofte ligger over dypere vann enn de mindre. Modellen under viser at et anlegg med en produksjonsramme på MTB=3120 tonn, vil ha høy sannsynlighet for å få en relativt dårlig miljøtilstand under anlegget ved maksimum produksjon (**figur 15**). Men det er stor variasjon mellom ulike anlegg på grunn av ulike lokaliseringen og anleggstype.



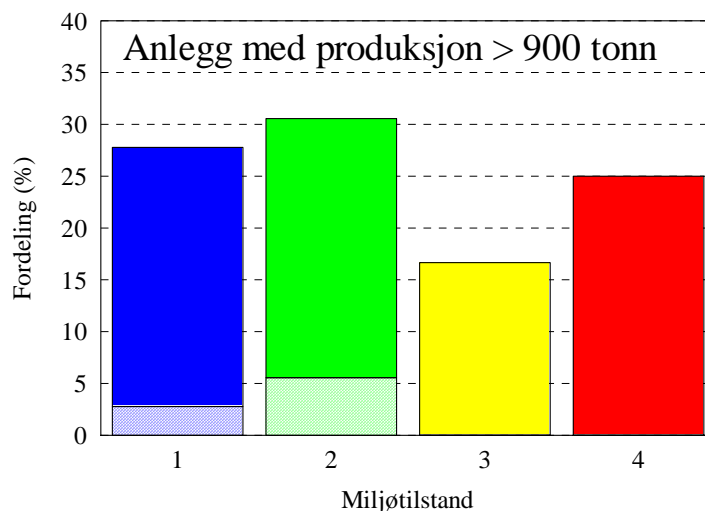
Figur 15. Miljøtilstand (NS 9410) plottet som funksjon av dybde under anlegget og produksjon ved anlegget siste år. Den tilpassete lineære sammenheng mellom punktene er vist med et plan i figuren, der funksjonen med tilhørende forklaringsverdi (r^2) og signifikans (p) er vist under.

Ligning: **Tilstand = 1,26 + 0,0009 produksjon + 0,0015 dyp** (n=175, $r^2= 0,11$)

- Signifikansnivå for (ikke) variasjon i produksjon: $p < 0,0001$
- Signifikansnivå for (ikke) variasjon i produksjon i dyp: $p = 0,41$
- Total signifikansnivå for (ikke) sammenhengene: $p < 0,0001$

I **figur 16** er sannsynligheten for dårlig miljøtilstand under den femdelen av anleggene med høyest produksjon (over 900 tonn siste år), presentert. Det viser seg at det i denne gruppen også finnes anlegg med de to beste miljøtilstandene. Det aller meste av de foretatte undersøkelsene er imidlertid gjort under kompakte stålanlegg med enkle eller doble rekker av merder, slik at belastningen er relativ konsentrert. Det er altså mulig med stor produksjon uten store miljøkonsekvenser, dersom forholdene ligger til rette for det.

Figur 16. Observert miljøtilstand under 36 undersøkte anlegg med produksjon over 900 tonn, hvorav kun tre anlegg med plastringer (skravert). Fargene er i henhold til NS 9410: Blå = "lite påvirket", grønn = "middels påvirket", gul = "sterkt påvirket" og rød = "uakseptabelt påvirket".



Anlegg med store plastringer har ikke vært særlig vanlig i Hordaland til nå, og det foreligger lite erfaringsmateriale fra miljøundersøkelser av slike. I **figur 16** inngår det resultater fra tre slike undersøkelser, der produksjonen har vært mellom 900 og 1500 tonn.

Ett av disse anleggene ligger i utgangspunktet nokså tilsvarende lokalisert som det planlagte anlegget ved Nakken, med omtrent 140 meter til bunnen, med gjennomsnittlig vannutskiftingsstrøm på 3,2 cm/s, spredningsstrøm (50m) på 2,1 cm/s og en bunnstrøm (100m) på 1,3 cm/s. Dette er svakere strøm enn på Nakken, men samtidig er produksjonen fordelt på flere og mindre ringer, med omtrent halvparten av diameteren. Denne lokaliteten tålte belastningen godt, og på topp belastning etter en produksjon på 1500 tonn, var konklusjonen av miljøundersøkelsen rett under anlegget:

MOM B-granskinga syner at lokaliteten på prøvetakingstidspunktet var middels belasta (tilstand 2) av oppdrettsverksemda rett etter maksimal belastning på lokaliteten. Det var sedimentbotn på alle stasjonar, hovudsakleg beståande av sand og silt, men også med noko leire og grus på dei fleste stasjonar. Grabbvolumet var generelt høgt, og låg mellom 1/2 og 3/4 full grabb på alle stasjonar. Tre prøver var grå, medan sju prøver var gråsvarte, eller grå med eit gråsvart lag på toppen. Sedimentet var mjukt på alle stasjonar utanom tre, der sedimentet var mjukt til fast. Det var litt lukt av hydrogensulfid i ein prøve, medan dei ni andre prøvene var luktfrie. Det var ikkje slamlag i nokon av prøvene, men det var slør av fekalier i ein prøve. To prøver hamna i beste tilstandsklasse med omsyn til organisk belastning (tilstand 1), medan åtte prøver hamna i nest beste tilstandsklasse (tilstand 2), og botn var såleis middels belasta under det meste av anlegget. Det vart påvist infauna på alle 10 stasjonar på lokaliteten.

SPREDNING AV SLAMTILFØRSELEN UNDER ANLEGGENE

Hva vet vi så om størrelsen på bunnområdet som disse tilførselene spres ut over? Her skal gjøres noen enkle teoretiske betraktninger, vurdere et større materiale miljøundersøkelser med kjente strømforhold, samt vurdere erfaringer fra undersøkelser under og utenfor anlegg med høy belastning.

Det organiske materialet vil bestå av mer eller mindre oppløste partikler av ulik størrelse. De minste partiklene vil synke saktere og derfor la seg drive med av vannstrømmen over betydelige strekninger før de sedimenterer til bunns. De største partiklene vil sedimentere nokså direkte og bli spredd mindre utover.

Strømmålingene foretatt på lokaliteten (marine Aquaculture AS) viser "sterk" vann-utskiftingsstrøm med 6,1 cm/s på 7 meters dyp og "middels sterk" spredningsstrøm på 50 meters dyp med gjennomsnittshastighet på 2,6 cm/s i måleperioden. Erfaringsmessig antas det også tilsvarende "middels sterk" bunnstrøm på 100 meters dyp i størrelsesorden 2 - 2,5 cm/s. Dybdene under det planlagte anlegget varierer mellom 90 m på innsiden til 120 m på utsiden mot Langenuen.

De største partiklene med størst egenvekt vil ha størst synkehastighet. Forsøk gjort med fôroppsamling viste at 9mm fôr-partikler hadde en synkehastighet i merd på så mye som 10 cm/s, mens de mindre partiklene og fiskefeces vil ha betydelig lavere synkehastighet (Johnsen mfl. 1993).

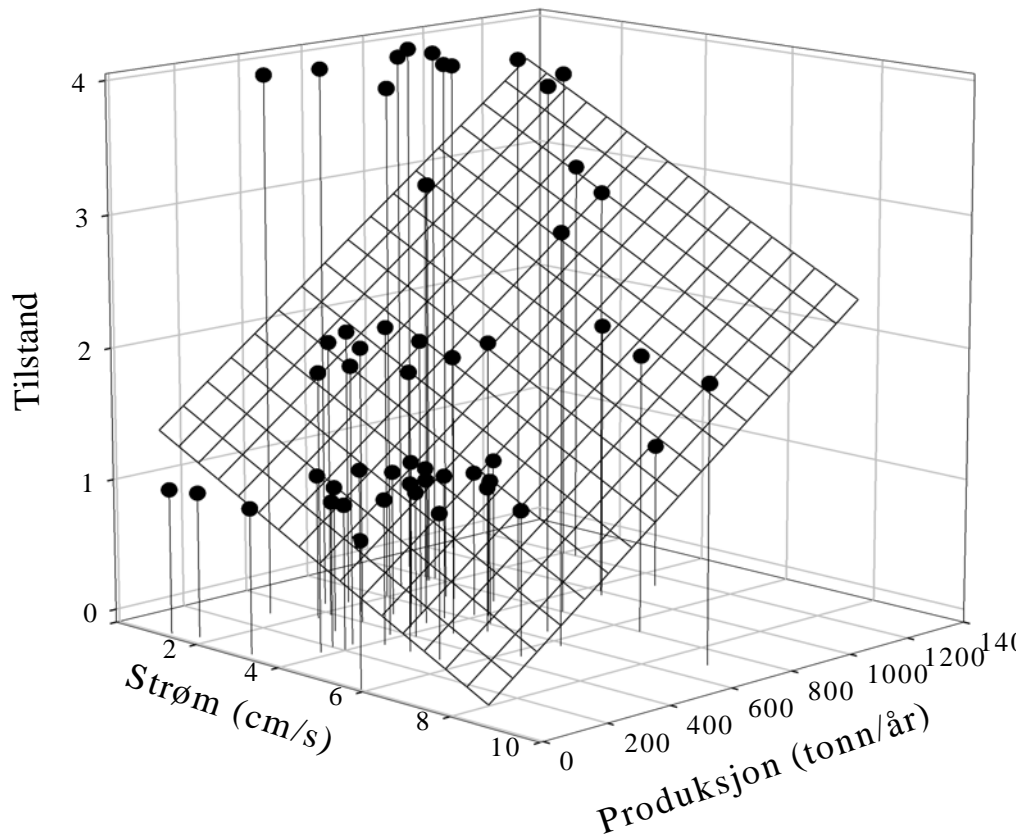
Med en gjennomsnittshastighet i vannsøylen på minst 3-5 cm, vil de største partiklene bevege seg kanskje 50 meter til siden før de treffer bunnen på 120 meters dyp. De middels store partiklene vil kunne fraktes lenger bort enn 150 meter, mens de minste vil kunne fraktes mange hundre meter av gårde. Ved større strømhastigheter, som det periodevis er ved tidevannets passering to ganger daglig, vil disse partiklene kunne fraktes kanskje kilometer vekk fra anlegget, og selv de største partiklene vil kunne bli flyttet 300-400 meter bort før de når bunnen.

De fire ringene med en diameter på 50 meter hver, vil i seg selv dekke et areal på nesten 8.000 m², og med en innbyrdes avstand mellom ringene på 40-50 meter vil hele anlegget dekke nærmere 14.000 m². Hovedbelastningen vil sannsynligvis også dekke et tilstøtende område på bunnen som er like stort som anleggsområdet i begge hovedstrømretningene mot sørøst og vestnordvest for anlegget.

Med en maksimal slamproduksjon på 20 tonn om dagen, tilsvarende omtrent 15 m³, blir dette til i størrelsesorden en kvart mm sediment under anlegget daglig. Dette sedimentasjonslaget er mindre mektig og består av finere partikler utover med økende avstand fra anlegget. Naturlig sedimentasjonsrate på bunnen av en fjord varierer fra en til flere mm årlig avhengig av tilførsler og fjordens biologiske produksjon. Mye av det som sedimenterer naturlig består imidlertid også av uorganisk materiale som silt og leire fra eksterne tilførsler.

I **figur 17** er det sammenstilt resultater fra 55 miljøundersøkelser, der det i tillegg til tall for produksjon siste år også foreligger strømmålinger. Det viser seg da at på de lokaliteter der vannstrømmen er høy gjennom anlegget, vil miljøvirkningen under anlegget bli redusert, selv ved relativt høy produksjon. Ved god gjennomstrømming blir altså risikoen for dårlig miljøtilstand redusert med mer enn en tilstandsklasse.

Dette skyldes i all hovedsak at det sedimenterende organiske materialet blir fraktet bort fra rett under anlegget og spredd ut over et større bunnareal, og den målbare belastningen midt under anlegget blir dermed redusert.



Figur 17. Miljøtilstand (NS 9410) plottet som funksjon av vannutskiftingsstrøm gjennom anlegget og produksjon ved anlegget siste år. Den tilpassete lineære sammenhengen mellom punktene er vist med et plan i figuren, der funksjonen med tilhørende forklaringsverdi (r^2) og signifikans (p) er vist under.

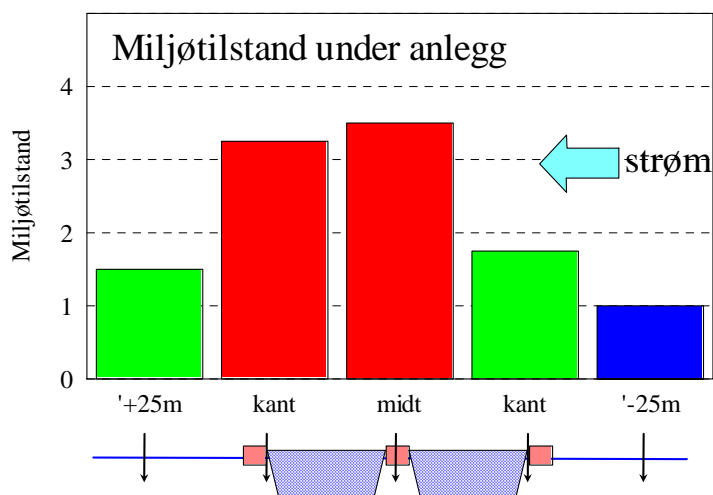
Ligning: **Tilstand = 1,65 - 0,18 strøm + 0,0019 produksjon** (n=55, $r^2 = 0,22$)

- Signifikansnivå for (ikke) variasjon i strømhastighet: $p = 0,048$
- Signifikansnivå for (ikke) variasjon i produksjon i dyp: $p = 0,0005$
- Total signifikansnivå for funksjonen: $p = 0,0006$

Vi har imidlertid lite erfaringsmateriale for å vurdere omfanget av denne spredningen, og hvordan dette igjen påvirker miljøtilstanden på bunnen i de nærliggende områdene utenfor selve anlegget. Ved ett anlegg er det utført fire tverrgående profiler der en også har tatt prøver 25 meter utenfor anlegget på begge sider i strømrørningen, for å sjekke utbredelsen av miljøpåvirkningen på bunnen. Anlegget er et stålanlegg med to merdrekker med 15x15 meters bur, og det hadde ved undersøkelsene hatt en produksjon tilsvarende to konsesjoner, med opp mot 1500 tonn. Anlegget ligger over skrånende bunn i anleggets lengderetning, mens det på tvers av anlegget ikke er særlig varierende dybder.

Resultatene viste at belastningen i all hovedsak var å finne midt under anlegget, og allerede omtrent en merdlengde utenfor anlegget var tilstanden stort sett 1 = "lite påvirket" eller 2 = "middels påvirket" selv om det var tilstand 4 = "uakseptabelt påvirket" midt under anlegget og langs kanten medstrøms. Oppstrøms var det ikke noen særlig virkning, alltid 1 = "lite påvirket" utenfor anlegget, mens det langs kanten av anlegget var tilstand 2 = "middels påvirket" (**figur 18**).

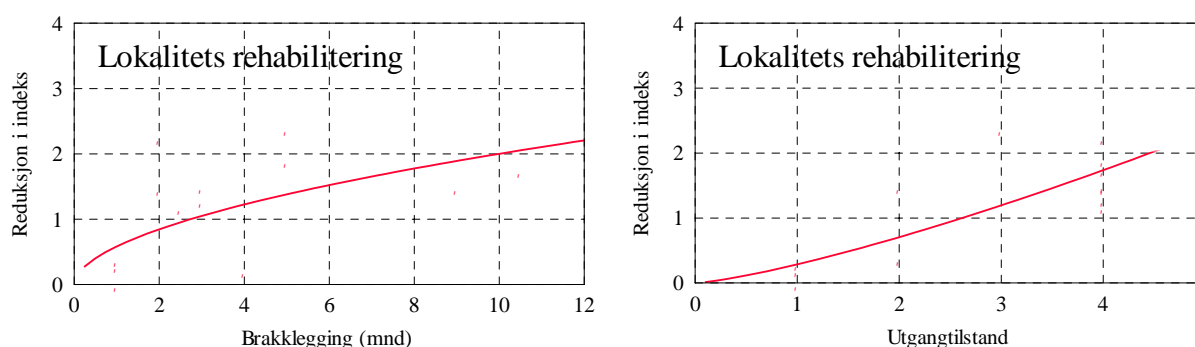
Figur 18. Observert miljø-tilstand (NS 9410) langs transekt på tvers under et stålanlegg med to rader 25x25m bur. Resultatene er gjennomsnitt fra to ulike transekter på samme anlegg ved to ulike tidspunkt, og strømretning gjennom anlegget er vist. Fargene er i henhold til NS 9410: Blå = "lite påvirket", grønn = "middels påvirket", gul = "sterkt påvirket" og rød = "uakseptabelt påvirket".



NEDBRYTING AV TILFØRT MATERIALE PÅ BUNNEN

Hvor fort kan en lokalitet gjenhente seg etter en uakseptabel stor belastning med nedslamming av bunnen under anlegget? Det finnes forbausende få undersøkelser der en lokalitet med miljøtilstand 4 = "uakseptabel påvirkning" er fulgt opp med ny undersøkelse etter brakklegging. Dette burde være kunnskap både forvaltning og ikke minst næringen selv absolutt burde ha interesse av, fordi en da kunne optimalisere driften på lokalitetene bedre enn det som er tilfellet idag.

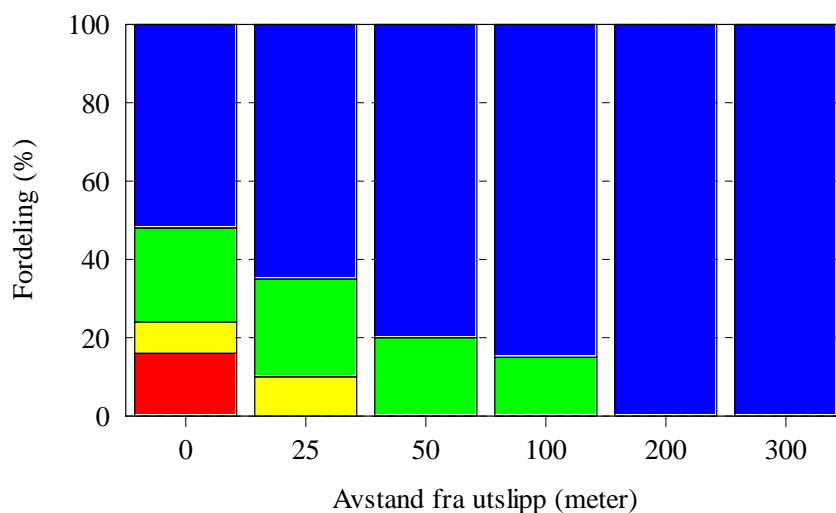
Vi har sammenstilt resultater fra 13 slike undersøkelser, der syv opprinnelig hadde miljøtilstand 4 = "uakseptabel tilstand" mens tre lokaliteter hadde tilstand 1="lite påvirket". For å nyansere endringen etter brakklegging, har vi benyttet "indeks" i MOM-B-skjema (NS 9410) heller enn "tilstand", siden "indeksen" har desimaler, mens "tilstand" bare har heltallsverdier. I **figur 19** er det vist at økende brakkleggingstid synes å gi en effekt i tilstand (indeks i MOM-B skjema). Allerede etter to måneders brakklegging er det observert en reduksjon i indeks på mellom 1 og 2 i verdi. Med opp mot ett års brakklegging var en jevnt økende, men gradvis avflatende gevinst på omtrent 2 tilstandsklasser. Det er også en sammenheng mellom hvor dårlig miljøtilstanden opprinnelig var og den forbedringen som kan oppnås. Mest reduksjon etter brakklegging ble naturlig nok funnet i de lokalitetene der tilstanden i utgangspunktet var dårligst. Det er sannsynlig at nedbryting går fortere der en har primærsediment med god forekomst av gravende bunndyr, men det foreligger det ikke mye data på.



Figur 19 til venstre. Observert reduksjon i miljøindeks fra maks produksjon til etter brakklegging (gruppe II+III i NS 9410) i forhold til brakkleggingstid. En ser at lokalitetene rehabiliteres mer jo lenger tid det går, ved at reduksjonen i miljøindeks (tilstand) da er større. **Til høyre:** Tilsvarende bedring i miljøtilstand (reduksjon i tilstand) sett i forhold til utgangspunktet ved maks produksjon. En ser her at bedringen er større der en hadde høyest (=dårlig) tilstand i utgangspunktet.

Som alternativt sammenligningsgrunnlag kan en benytte erfaringer fra tilsvarende miljøundersøkelser ved utslipp fra settefiskanlegg til sjø. Disse anleggene har en betydelig mindre produksjon enn matfiskanlegg, gjerne kun et par hundre tonn årlig på det meste, men samtidig er utslippet veldig konsentrert i enden av utslippsrøret. Rådgivende Biologer AS har gjennomført gjentatte undersøkelser ved avløp fra 15 ulike settefiskanlegg langs kysten. Vi har også her benyttet NS 9410-metodikk med en 0,028 m² stor grabb, og prøver er tatt i økende avstand fra eksisterende utslipp. Da får en et bilde på utbredelsen av miljøvirkningen på bunnen, der det viser seg at selv store utslipp sjelden har noen betydelige miljøvirkning mer enn 50 meter unna selve utslippspunktet (**figur 20**).

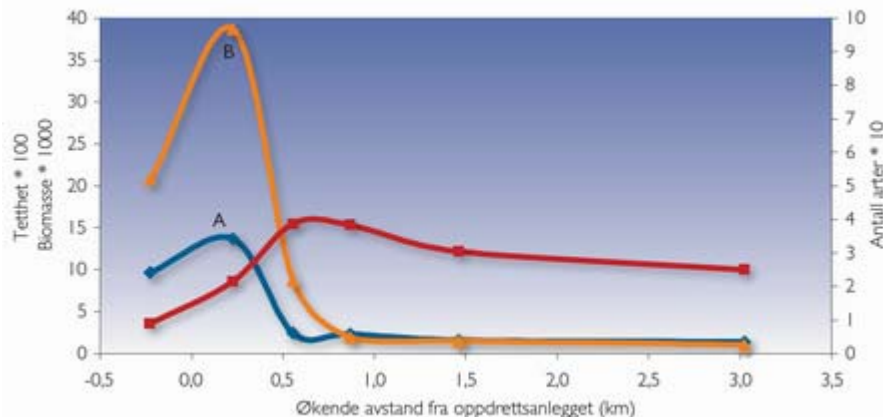
Figur 20. Sammenstilling av resultater fra 15 undersøkelser ved utslipp til sjø fra settefiskanlegg, der det er benyttet NS 9410-metodikk med grabbhogg i økende avstand fra selve utslippspunktet. Fargene er i henhold til NS 9410: Blå = "lite påvirket", grønn = "middels påvirket", gul = "sterkt påvirket" og rød = "uakseptabelt påvirket".



Det faktum at disse utslippene kun har lokal virkning, viser både at miljøbelastningen tydeligvis er konsentrert, men også at en i utkanten av influensområdet sannsynligvis i tillegg har en aktiv og forhøyet nedbryting av tilført materiale som faktisk kan holde tritt med tilførselen av stoff. På denne måten avgrenses den målbare virkningen til et mindre område enn selve tilførselsområdet. Slik vil en anta at det også vil være i periferien av influensområdet på bunnen under matfiskanlegg i sjø. En har imidlertid ingen undersøkelser som antyder noe om disse avstandene.

Havforskningsinstituttet har gjennomført en toårig studie over en produksjonssyklus og undersøkt spredning av organisk materiale, sedimentasjonsrater og bunndyr langs en tre km lang gradient ut fra et lakseanlegg på en dyp lokalitet i Hordaland (Kutti & Olsen 2007). De viser til at de dyr som lever på bunnen i norske fjorder vanligvis er begrenset av liten tilgang på mat, og at tilførselen av næring i form av fekalier og spillfôr fra akvakultur utgjør et ekstra næringstilbud, og bidrar til å øke tettheten av bunnlevende dyr (**figur 21**). Dette medfører videre at bunndyrsamfunnet i områdene like ved siden av anlegg faktisk er i stand å bryte ned betydelig større mengder organisk stoff enn naturlig.

Figur 21. Tetthet (A), biomasse (B) og antall arter (S) av bunndyr større enn 1 mm på seks stasjoner langs en 3 km lang gradient ut fra anlegget ved maksimum utføring (fra Kutti & Olsen 2007)



OPPSUMMERING

Lokaliteter med stor produksjon har dårligere miljøtilstand på bunnen under anlegget. Det er imidlertid stor spredning i det undersøkte materialet av lokalitetsundersøkelser, og anlegg med ringer synes å påvirke miljøet på bunn noe mindre enn kompakte rammeanlegg med doble merdrekker.

Anlegg med god vanngjennomstrømming har også en lavere miljøpåvirkning enn anlegg med liten vanngjennomstrømming. Samme tendens finner en for anlegg som ligger over store dybder. Selv ved dårlig miljøtilstand ved stor belastning, synes påvirkningen på bunnen å være veldig lokal under selve anlegget.

På dette grunnlag er det ikke usannsynlig at full drift ved lokalitet Nakken vil kunne resultere i en miljøtilstand mellom 2 = "middels påvirket" og 3 = "sterkt påvirket" til 4 = "uakseptabelt påvirket" (NS 9410) ved maksimal produksjon.

Anlegg som ligger over bunn med velutviklet primærsediment synes å ha en relativt raskere rehabilitering av miljøforholdene. Etter endt brakklegging, og gjennom første år av neste produksjonssyklus, vil miljøtilstand være 1 = "lite påvirket" til 2 = "middels påvirket", hvilket antas å være akseptabelt.

SAMLET VURDERING AV VIRKNING UNDER LOKALITETEN NAKKEN

Det planlagte anlegget vil ikke bli lokalisert rett over de påviste korallforekomstene, men det er likevel å anta at deler av det som sedimenterer i fjordsiden oppom korallområdene på 200-220 meters dyp, vil synke ned skråningen mot korallområdene. Korallstrukturene vil ventelig også i seg selv "fange opp" sediment som eventuelt sedimenterer mot større dyp.

Tabell 7. Virkningenes omfang på koraller ved Nakken grunnet risiko for nedslamming fra anlegg. Her er vektlagt at virkningene gjelder et begrenset areal.

Stort neg.	Middels neg.	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
-----	-----	-----	-----	-----
	▲			

Med middels verdi av korallene og sannsynlig middels negativ virkning av planlagt anlegg på de dypereliggende korallområdene, betyr det at det omsøkte anlegget vil ha **middels negativ (- -) konsekvens**. Dersom et nytt anlegg plasseres midt oppå tilsvarende korallområder, ville nok virkningen vært ned mot stor negativ, og med tilsvarende stor negativ (- - -) konsekvens. Siden det er knyttet stor usikkerhet til disse vurderingene, er "føre var-prinsippet" benyttet.

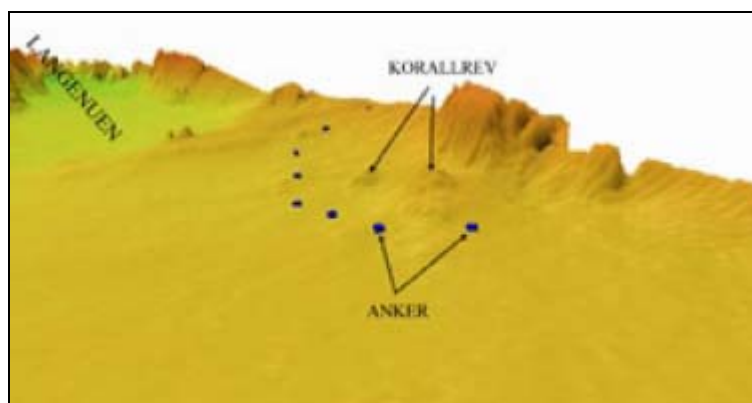
AVBØTENDE TILTAK / OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Når en eventuell konsesjon gis for et tiltak som dette, skjer dette etter en forutgående behandling der prosjektets positive og negative konsekvenser for allmenne og private interesser, blir vurdert opp mot hverandre. Tiltaket skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for de ulike interessene. Det er derfor viktig at både etableringen av og selve tiltaket gjennomføres med de mulige avbøtende tiltak som med rimelighet kan være aktuelle.

FLYTTE ANLEGG LITT BORT FRA EVENTUELLE KORALLOMRÅDER

Havforskningsinstituttets kartlegging med multistråle-ekkolodd ved Nakken, antyder to strukturer som samsvarer i plassering med noe av det påviste med videoregistreringene. Strukturene ligger på 200-220 meters dyp, mellom planlagt lokalisering for anlegg og eksisterende oppankring (**figur 22**). Dersom anlegget plasseres litt lenger inn mot land i eksisterende fortøyninger, vil sannsynligvis noe mindre slam sedimentere nedover den bratte siden og havne ved korallstrukturene.

Selv om det da alt i alt blir noe grunnere under anlegget, er det likevel å anta at dypet er tilstrekkelig siden det her er god vannutskifting i hele vannsøylen. Dybdene er her på rundt 100 meter, og det ligger på en ikke så bratt del av fjordsiden, der det også er noe primærsediment. Dette vil bidra til at nedbrytingen av sedimentert materiale går relativt raskt.



Figur 22. Utsnitt av Havforskningsinstituttets multistråleekkolodd-kartlegging i Langenuen ved lokaliteten Nakken (fra Mortensen & Alsvåg 2007).

REDUSERT PRODUKSJONSRAMME

Det kan synes som om den tidligere uskrevne prinsipp om en lokalitetsbegrensning på maksimalt 3 konsesjoner eller en MTB=2340 tonn etter hvert er forlatt i Hordaland. I dag har mer enn hver fjerde lakselokalitet i Hordaland en produksjonsbegrensning på MTB over 3100 tonn. Foreløpig har en imidlertid liten erfaring med hvordan dette vil slå ut ved undersøkelser av miljøtilstand på bunnen under anleggene.

Inntil en har samlet erfaring med denne type storanlegg nær inntil et korallområde, bør en vurdere å begrense produksjonen til MTB = 2340 tonn i første omgang. Etter endt brakklegging, og gjennom første år av neste produksjonssyklus, vil miljøtilstand da sannsynligvis være rundt 2="middels påvirket". Etter oppfølgende miljøundersøkelse, kan en så vurdere å ta i bruk hele den omsøkte produksjonsrammen.

OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

I forbindelse med gjennomføring av standard MOM-B ved første maksimalproduksjon på Nakken, bør en også foreta en ROV-basert videoregistrering av tilstanden for korallene ved anlegget. Det ville vært nyttig med en ny MOM-B etter brakklegging for å vurdere lokalitetens gjenhentingsevne.

REFERANSER

AMUNDSEN DIVING AS

Fortøyningsundersøkelse fra 2005, 4 sider

DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING 2007.

Kartlegging av marint biologisk mangfold.

DN Håndbok 19-2001, revidert 2007, 51 sider, ISBN 978-82-7072-707-0

HÅKANSON, L., A. ERVIK, T. MÄKINEN & B.MÖLLER 1988.

Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms.

Nordisk råd rapport 1988:90, 103 sider.

JOHNSEN, G.H. 2005

Vurdering av koraller ved Veststar sitt anlegg ved Nakken på Huglo

Brev fra Rådgivende Biologer AS datert 01/11/2005 til Veststar AS ved Stein Helge Skjelde.

JOHNSEN, G.H, A.KAMBESTAD, G.B.LEHMANN, Å.ÅTLAND, M.FAUSKE, A.K.STEINSEIDE & O.H.SLAATTELID 1993.

En teknisk / økonomisk vurdering av Lift-Up Kombi fôr- og dødfisksamler.

SFT-rapport 927 / 1993

KARMSUND REDSKAP AS 2005

Brukerhåndbok KR 102 Fortøyningssystem til flytegrage.

Firma Veststar AS, Lokalitet: 13696 Nakken.

Karmsund Redskap AS, 13 sider pluss vedlegg

KUTTI, T. & S.AA. OLSEN 2007.

Oppdrett stimulerer dyreliv i fjordene

Havforskningsinstituttets Kyst og havbruk 2007, kap 312.2, sidene 195-197.

MARINE AQUACULTURE AS

Resipientundersøkelse MOM-B Nakken Nye Veststar AS

Unummerert, udatert notat, 8 sider, inkl vedlegg

MARINE AQUACULTURE AS

Lokalitetsklassifisering Nakken, Huglo Nye Veststar AS

Unummerert, udatert notat, 8 sider

MORTENSEN, P.B., J.H.FOSSÅ, J.ALVSVÅG & L.BUHL-MORTENSEN 2005.

Bunnhabitater og bunntilknyttede ressurser.

Havforskningsinstituttets Havets ressurser og miljø 2005, kapittel 3.3, sidene 122-127.

MORTENSEN, P.B. & J.ALVSVÅG 2007.

Korallrev i fjorder og langs kysten – naturperler med spesielt behov for vern

Havforskningsinstituttets Kyst og havbruk 2007, kap 1.6, sidene 35-37.

STATENS VEGVESEN 2006.

Konsekvensanalyser – veiledning.

Håndbok 140, 3. utg.