

**Straummålingar ved omsøkt
oppdrettslokalitet ved Brøringane i
Radøy kommune**

**R
A
P
P
O
R
T**

Rådgivende Biologer AS

640



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Straummålingar ved omsøkt oppdrettslokalitet ved Brøringane i Radøy kommune

FORFATTAR:

Bjarte Tveranger og Geir Helge Johnsen

OPPDRA GSGIVAR

Skjærgårdsfisk AS, 5937 Bøvågen

OPPDRA GET GITT:

januar 2003

ARBEIDET UTFØRT:

2003

RAPPORT DATO:

8. april 2003

RAPPORT NR:

640

ANTAL SIDER:

28

ISBN NR:

ISBN 82-7658-208-7.

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- Straummåling
- Radøy 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

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Skjærgårdsfisk AS utført straummålingar ved ein omsøkt oppdrettslokalitet på 12 000 m³ oppdrettsvolum ved Brøringane i Radøy kommune.

I søknadsskjema for flytande fiskeoppdrettsanlegg blir det stilt krav om resipientgranskingar og straummålingar i samband med søknader om nye lokalitetar, og ved utviding av eksisterande lokalitetar (veileder for utfylling av søknadsskjema, kap. 5.4).

Fylkesmannen i Hordaland, miljøvernavdelinga har i brev dagsett 28.11.02 i samband med oversendt søknad stilt søknaden i bero og bede om at det vert utført straummålingar på lokaliteten, og at det for lokaliteten og området rundt vert utarbeidd djupnekart med djupnekoter.

Denne rapporten presenterer resultatata frå sedimentanalyser, opplodding av botn, sjiktingstilhøve og straummålingar på lokaliteten Brøringane i perioden 11. februar - 13. mars 2003.

Rådgivende Biologer AS takkar Skjærgårdsfisk AS for oppdraget.

Bergen, 8. april 2003

INNHALDSLISTE

Føreord og innhaldsliste	2
Samandrag	3
Innleiing	4
Område- og lokalitetsskildring	7
Metode	10
Kornfordeling og organisk innhald	12
Sjiktingstilhøve og temperaturmålingar	14
Resultat av straummålingane	15
Diskusjon	23
Referansar	27
Om Gytre SD-6000 strømmålar	28

SAMANDRAG

Bjarte Tveranger & Geir Helge Johnsen 2003

*Straummålingar ved omsøkt oppdrettslokalitet ved Brøringane i Radøy kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 640, 28 sider, ISBN 82-7658-208-7.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Skjærgårdsfisk AS gjennomført måling av straum, opplodding av dybdeforhold og undersøkt sediment på lokaliteten Brøringane i Radøy kommune, ein omsøkt lokalitet for oppdrett av laks og aure. Tre straummålarar stod utplassert i perioden 11. februar - 13. mars 2003 for måling av vassutskiftingsstraum (6 m djup), spreingsstraum (20 m djup), og botnstraum (38 m djup).

Lokaliteten ligg nordvest i Radøy kommune omkransa av ei rekkje øyar og holmar nord og vest for lokaliteten i retning Hjeltefjorden. Lokaliteten ligg såleis godt skjerma mot vind- og véreksponering. Den ligg i eit sjøområde med mange skjær og gruntområde, og botntopografien i området er dominert av mange sund med djupålar, undersjøiske dalføre, undervassskjer og tersklar. I eit øyrike som dette har ein såleis større og mindre terskla basseng med moderate resipienttilhøve. Den omsøkte lokaliteten ligg i eit slikt basseng. Det er relativt grunt på lokaliteten med inntil 43 meter djupt, og bassengets største djupne er 47 meter, med bassengterskelen sørvest for lokaliteten på 32 m djup.

Vassutskiftingsstraumen på 6 m djup var svært svak med ei gjennomsnittleg hastigheit på 1,6 cm/s og ei maksimal hastigheit på 10,0 cm/s. **Spreingsstraumen** på 20 meters djup var svak med ei gjennomsnittleg hastigheit på 1,7 cm/s og ei maksimal hastigheit på 14,4 cm/s. **Botnstraumen** på 38 meters djup (ca 5 m over botnen) var svært svak med ei gjennomsnittleg hastigheit på 1,0 cm/s og ei maksimal hastigheit på 3,0 cm/s. Det er imidlertid kjent at rotormålarar måler mindre straum enn sann straum ved låg straumfart slik at den målte straumen er **minimumsstraum**.

Vassutskiftingsstraumen såg periodevis ut til å vere tidevassdriven. På grunn av den svake straumen var tidevasspåverknaden mindre tydeleg på 20 m djup og heilt fråverande på 38 m djup. Innslaget av straumstille periodar var høgt for vassutskiftingsstraumen, og dei straumstille periodane var periodevis lange. Dette gjer at ein ikkje får jamn og stabil straum på lokaliteten, noko som kan påverke fisken negativt i den varme årstida. Innslaget av straumstille periodar var høgt for spreingsstraumen og svært høgt for botnstraumen. Retninga og vasstransporten til vassutskiftingsstraumen gjekk hovudsakleg anten i retningsområdet nordaust - søraust, men det vart og registrert noko returstraum og vasstransport mot vest. Straumen var middels stabil i tilnærma austleg resultatretning. Retninga og vasstransporten til spreingsstraumen gjekk i all hovusak vestover. Straumen var svært stabil i vestleg resultatretning. Straummålaren ved botn stod meir eller mindre i ro i heile måleperioden,

Den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for å få størst mogeleg vasstransport gjennom anlegget er omlag i retninga nord - sør. Då vil omlag 67 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget.

Kvaliteten på sedimentet tyder på sedimenterende tilhøve og moderate resipienttilhøve. Det er grunn til å forvente at omfattande drift på lokaliteten vil kunne medføre opphoping av organisk avfall på botnen under anlegget og lokal belastning på lokaliteten. Lokaliteten er omsøkt for eit volum på 12 000 m³, noko som ved fullskaladrift vil tilsvare ein produksjon på 500 - 700 tonn 2. året i sjø. Det bør vurderast ein noko lågare produksjon på lokaliteten (t.d. 350 - 400 tonn/år). Drifta bør primært føregå i polarsirklar, slik at ein får ein viss avstand mellom merdene og lågare punktbelastning. Dette vil kunne kompensere for moderate straumtilhøve, og gje noko mindre belastning på botn. Dersom lokaliteten vert botnundersøkt midt i og ved slutten av ein produksjonssyklus, vil ein på ein betre måte kunne gje råd om kva omfang som er å tilrå av drift på denne lokaliteten. Lokaliteten bør uansett ved fullskaladrift truleg kvile minst eit år etter utslakt før neste utsett.

INNLEIING

Val av lokalitet har etterkvart vorte ein kritisk suksessfaktor for å oppnå vellykka driftsresultat all den tid det i dei seinare åra har gått mot ein stadig større konsentrasjon av volum og biomasse pr lokalitet. Dette stiller større krav til straumtilhøve og djupne på lokaliteten, botntopografi, samt lokaliteten og området omkring si evne til å omsetje det tilførte materialet frå anlegget. Det er eit mål at oppdrettsaktiviteten ikkje skal påføre det ytre miljø skade og påverknad utover det som er akseptert i etablerte standarder og normer for næringa, slik som m.a. definert i NS 9410, Miljøovervåking av marine matfiskanlegg.

Minimumsbehovet for straum i eit anlegg er avhengig av temperaturen i sjøen, årstid, fiskemengde i anlegget, føringa, tettleik i merdene, djupne på nøtene, om nøtene er reine, anlegget si plassering i høve til straumretning, osv. For lite straum medfører oksygensvikt samt opphoping av ammoniakke ut over tilrådde grenseverdiar i merdene. Spesielt kritiske periodar har ein om sommaren og eit stykke utover hausten (ut september) med høg temperatur i sjøen kombinert med lite oksygen tidleg om morgonen før algebløminga startar (oksygen vert forbrukt av algane i mørket).

LOKALITETSTYPAR

Oppdrettslokaltetar eller sjøresipientar langs kysten av Vestlandet kan generelt delast i fire hovudtypar: **Fjordar og pollar, straumsund, viker og bukter** eller **opne sjøområde**. Desse forskjellige områdetypene skil seg frå kvarandre på grunnlag av topografiske tilhøve, noko som medfører at vassmassane har ulik vassutskifting og sjiktingstilhøve på dei ulike djup. Dette er avgjerande for dei lokale sedimentasjonstilhøva, noko som vert lagt vekt på ved vurdering av resipienttilhøve og lokal påverknad av eventuelle utslepp til dei ulike typene sjøområde. På stader med god "overflatestraum" og dermed stor vassutskifting i overflatevassmassane, vil tilførsel av oppløyst næringsstoff raskt bli ført bort. Tilførsel av organisk stoff søkk ned og vil sedimentere avhengig av straumtilhøva lenger nede i vassøyla. Vi snakkar då om "spreiingsstraum" i vassmassane under overflatevassmassane, og denne er avgjerande for om tilførsel vil påverke lokalitetane.

Fjordar og pollar er pr. definisjon skilde frå dei tilgrensande utanforliggjande sjøområda med ein terskel i munningen/utløpet. Dette gjer at vassmassane innanfor ofte er sjikta, der djupvatnet som er innestengt bak terskelen, kan være stagnerande, medan overflatevatnet hyppig vert skifta ut fordi tidevatnet to gonger dagleg strøymer fritt inn og ut. I dei store fjordane vil djupvatnet utgjere svært store volum, og djupnene kan vere på mange hundre meter.

I det stabile djupvatnet innanfor tersklane i fjordane i slike sjøbasseng, er tettleiken vanlegvis større enn i det dagleg innstrøymande tidevatnet, og her går det føre seg to viktige prosessar. For det første vert oksygenet i vassmassane jamt forbrukt på grunn av biologisk aktivitet knytta til nedbryting av tilført organisk materiale. For det andre skjer det ein jamn tettleiksreduksjon i djupvatnet på grunn av dagleg påverknad frå det inn- og utstrøymande tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstrøymande tidevatnet kunne få ein betydeleg fart, og påverknaden på dei underliggjande vassmassane kan verte stor. Når tettleiken i djupvatnet har vorte så låg at han tilsvarar tettleiken til tidevatnet, kan djupvatnet verte skifta ut med tilførsel av friskt vatn heilt til botn i bassenget. Utskifting av djupvatnet kan også skje vinterstid. Når tyngre og saltare vassmassar kjem nærare overflata i sjøområda langs kysten, fordi ferskvasspåverknaden til kystområda då er liten og brakkvasslaget blir tynnare, vil dette tyngre vatnet kunne bidra til fullstendig utskifting av djupvatnet innanfor terskelen, dersom det kjem opp over terskelnivå. Frekvensen av slike utskiftingar avheng i stor grad av djupet til terskelen, - dess grunnare terskel, dess sjeldnare har ein utskiftingar av denne typen.

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

Straumsund omfattar ofte trange, nesten kanal-liknande nord-sør gåande område der tidevasstraumen periodevis er svært sterk. Dersom slike strausund er grunne, vil dei kunne ha ei fullstendig utskifting av vassmassane heilt til botn, men vanlegvis er det mindre sterk straum nedover i djupet. Det vil imidlertid berre vere høge straumhastigheiter i avgrensa tidsperiodar, og innimellom tidevasstraumen vil det kunne vere straumstille. Grunne strausund vil vanlegvis ha ein svært god resipientkapasitet, fordi sjølv betydelege tilførselar vert spreidd utover store område, medan djupare strausund vil ha sedimenterande tilhøve i djupet i dei periodane straumhastigheita er mindre. Den lokale påverknaden av utslepp vil difor variere avhengig av djupna til sundet. Større sjøområde kan også ha karakter av strausund i overflata, medan dei kan ha relativt grunne tersklar i begge endar og dermed ha eigenskapar av fjordar med tilhøyrande stagnerande djupvatn under terskelnivå. Slike større område vil også ha sedimenterande tilhøve og kunne ha lokal påverknad av utslepp.

Innslaget av straumstille periodar mellom tidevasstraumane i slike **strausund**, gjer at ein kan risikere at fisken i lengre periodar sym i tilnærma det samme vatnet. Pulsvis vassutskiftingsstraum på slike lokalitetar gir ikkje kontinuerleg utskifting av vatnet i anlegget. Dette treng ikkje vere kritisk i den kalde årstida, men i periodar med høg temperatur i sjøen og mykje fisk i anlegget og intensiv føring, vil fisken kunne få tilført for lite oksygen. Dette vil i særlege tilfelle kunne verke negativt inn på veksten og trivselen til fisken.

Bukter og vikar viser til lokale område som gjerne ligg i tilknytning til anten større fjordar, strausund eller opne havområde. Buktene og vikene vert skilt frå pollar ved at dei ikkje er fråskilt dei utanforliggjande sjøområda med nokon terskel, og difor ikkje har stagnerande djupvatn ved botnen. Vanlegvis vil difor ei bukt / vik ha skrånande botn frå land og utover mot det utanforliggjande området, slik at også dei djupare delane av vassøyla her vert skifta ut. Slike område har relativt god resipientkapasitet, sjølv om eit utslepp vil kunne ha ein lokal miljøeffekt på lokaliteten avhengig av den lokale botntopografien og straumtilhøva. **Opne havområde** ligg utanfor tersklane til dei store fjordane, vest i havet. Her er det store djup og jamn utskifting av vassmassane utan stagnerande djupvatn mot botnen. Her er resipienttilhøva svært gode, og eit eventuelt utslepp vil ikkje ha nokon innverknad på miljøet ved utsleppet.

LOKAL BELASTNING

Ved alle vurderingar av belastning må ein skilje mellom det som utgjer ei **lokal** punktbelastning på ein oppdrettslokalitet og det som resipienten **regionalt** har kapasitet til å omsetje av organisk materiale før han blir overbelasta. Uansett om resipienten har god kapasitet, så vil bereevna til sjølve lokaliteten i stor grad vere avhengig av terrenget ved botn, djupnetilhøva og straumtilhøva i vassøyla.

Når belastninga på ein lokalitet er i likevekt med omsetjinga i sedimenta under oppdrettsanlegget, betyr det at den tilførte mengda organisk materiale blir broten ned og omsett i sedimenta, i all hovudsak av botngravande dyr. Forholdsviss store mengder sediment kan omsetjast på lokalitetar der ein har ein rik botnfauna, har straum ved botnen som medfører jamn tilførsel av oksygen, og som også spreier avfallet frå anlegget ut over eit større område.

Dersom belastninga frå anlegget er større enn det lokaliteten kan omsetje, vil sedimenta byggje seg opp under anlegget, dei vert surare, oksygenmengda vert redusert, og botnfauna som er lite tolerant for miljøendringar forsvinn. Dei dyra som toler større endringar i miljøtilhøva blir verande inntil sedimenta er så sure og oksygenfattige at desse dyra også må gje tapt. Det er svært uheldig ikkje å ha botngravande dyr på botnen under merdene, fordi mesteparten av nedbrytingsprosessane då stoppar opp. Graveaktiviteten til dyra skapar omrøring og tilfører sedimentet vatn og oksygen. Dyra konsumerer sedimentet, bryt det ned og omdannar det. Når dyra forsvinn, er det berre den bakterielle nedbrytinga som held fram, noko som går vesentleg seinare. Då skal det berre små tilførselar til før sedimenthaugane byggjer seg opp under merdene.

Erfaring viser at **fjordlokalitetar** er meir utsett for punktbelastning enn drift på meir kystnære lokalitetar, og det medfører at desse lett vert overbelasta. I store og djupe fjordar kan belastninga vere eit lokalt problem for oppdrettar, medan det regionalt utgjør eit lite problem for resipienten. Årsaka til at botnen på **fjordlokalitetar** lettare vert overbelasta, skuldast både at det generelt er mindre spreingsstraum nedover i vassmassane og at botnen ofte består av fjell utan særleg mykje opprinneleg sediment. Ein **kystlokalitet** har som oftast sedimentbotn og god spreingsstraum nedover i vassmassane, og i **straumsund** har ein difor ofte svært gode lokalitetar med sedimentbotn og liten lokal påverknad under anlegga. På typiske **fjordlokalitetar** har ein dessutan ofte bratt stein- og fjellbotn med lite primærsediment, der det i utgangspunktet finnest lite gravande botnfauna som kan ta seg av nedbrytinga av avfallet frå anlegget.

På denne type botn vil avfall frå anlegget skli nedover på det bratte berget og lande på hyller og verte liggjande i små lommer og groper i terrenget. Når ein tek prøver på ein slik **fjordlokalitet**, vil prøven som oftast vise dårlege tilhøve der det er mogeleg å få opp sediment, medan det 1 – 2 m frå treffpunktet kan vere tilnærma reint for sediment og avfall. Det prøvematerialet ein då får opp, består ofte av oppskrapte sure, brune, lause og luktande sediment, som automatisk får ein noko høgare poengsum ut frå dei formelle MOM B-vurderingskriteria. Denne type lokalitetar kan difor lett verte vurdert som overbelasta, og MOM-metodikken bør difor ikkje alltid nyttast slavisk. Det er viktig å tolke resultatata i lys av korleis lokaliteten er.

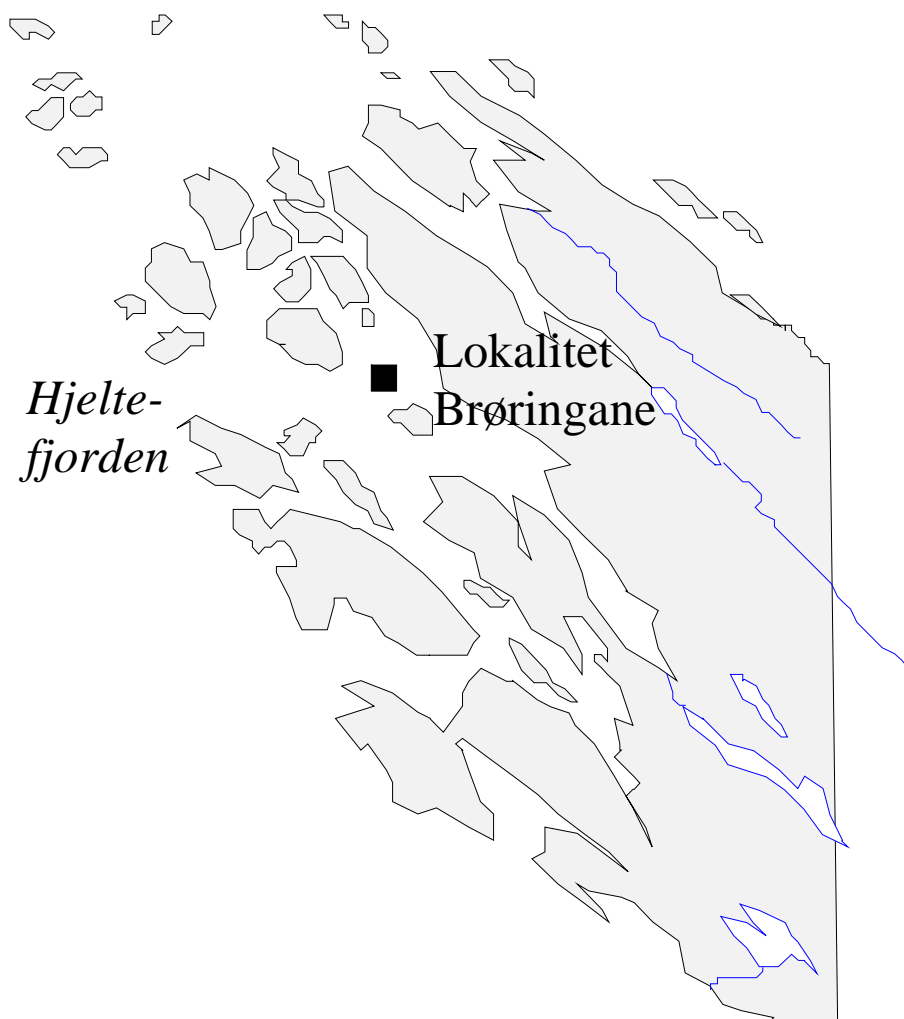
PÅVERKNAD, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS

Drift i kompaktanlegg vil bidra til ei høgare punktbelastning over eit større areal enn drift i plastringar der det gjerne er noko avstand mellom kvar ring. I tillegg vil store merder innehalde meir fisk pr arealeining enn små merder, og følgjeleg gi større belastning. På straumsvake lokalitetar vil dette kunne gje store utslag i belastning på ein lokalitet, då avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene. På bratte fjordlokalitetar kan denne effekten til ein viss grad vegast opp ved at ein oppnår ei viss spreing av avfallet.

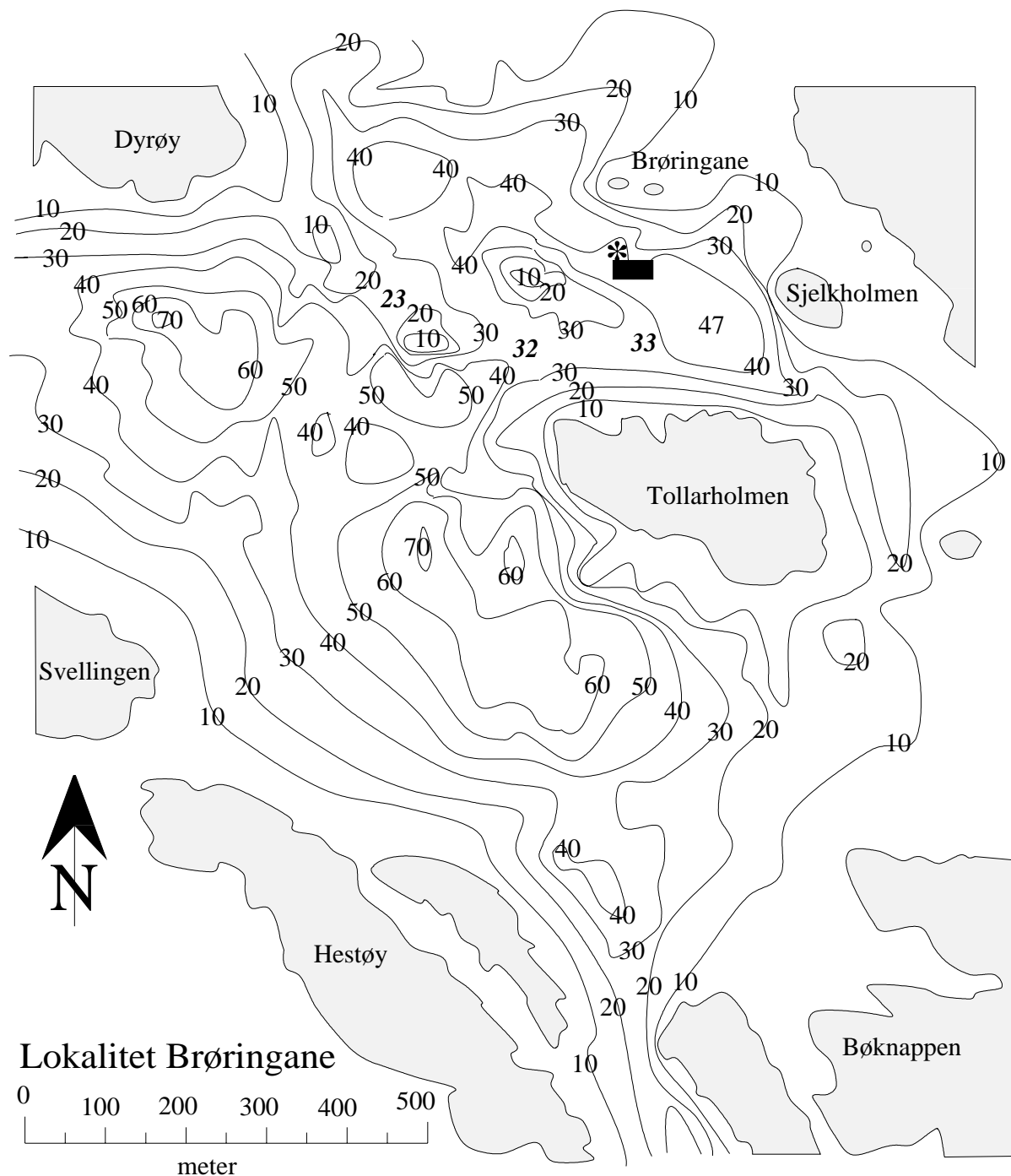
Ved planlegging av større anlegg i fjordsystem kan det være fornuftig å vurdere tolegrensa til lokaliteten opp mot val av anleggstype, plassering av anlegget i høve til dominerande straumretning, og også å sikre lokaliteten tilstrekkeleg kviletid mellom driftsperiodane.

OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDRING

Straummålingane er utført ved Brøringane. Den aktuelle lokaliteten ligg nordvest i Radøy kommune omkransa av ei rekkje øyar og holmar nord og vest for lokaliteten i retning Hjeltefjorden (**figur 1**). Lokaliteten ligg såleis godt skjerma mot vind- og véreksponeing. Lokaliteten ligg i eit sjøområde med mange skjer og gruntområde, med ujamn botn og difor problematiske resipienttilhøve. Dette skuldast landskapstopografien i området, der ein innimellom desse øyane, holmane og skjera har mange sund med djupålar, undersjøiske dalføre, undervasskjer og tersklar. I staden for eit samanhengande og større, uterskla sjøområde, som t.d. eit fjordbasseng, vil ein i eit øyrike som dette få større og mindre terskla basseng der ein i dei øvste vasslaga gjerne har brukbare straumtilhøve, med stagnerande vassmassar nedover mot botn, særleg under terskelnivå i kvart basseng. Det er difor svært viktig å ha gode kunnskapar om botntopografien på lokaliteten og området rundt for å få ei best mogeleg vurdering av lokaliteten sin egnetheit for oppdrett.



Figur 1. Oversiktskart over nordvestlege delen av Radøy kommune med avmerkning av lokaliteten ved Brøringane (svart firkant).



Figur 2. Oversiktskart over sjøområdet på og rundt lokaliteten ved Brøringane med 10 meters dypnekoter teikna etter opplødding utført 11. februar 2003 ved hjelp av eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system. Omsøkt plassering av anlegg samt utplassering av straummålarar (*) er teikna inn.

Botn på og rundt den omsøkte lokaliteten vart 11. februar 2003 grundig lodda opp med eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system. Resultatet av denne opploddinga er presentert i figur 2. Opploddinga syner ein ujamn botn i heile området med mange større og mindre djupålar og basseng omkransa og avgrensa av øyar, holmar, undersjøiske ryggar og undervasskjer. Anlegget er omsøkt lokalisert i eit basseng omkransa av Tollarholmen i sør, Sjelkholmen og "fastlandet" mot aust, og Brøringane mot nord. Dette bassenget blir såleis hovudresipienten til anlegget. Under anlegget vert det 40 - 42 m djupt. Bassenget er relativt grunt og ligg i retning vestnordvest - austsøraust med djupner over 40 m over ein distanse på ca 450 m lengde (vestnordvest - austsøraust) og 15 - 125 m breidde. Ca 125 m søraust for det omsøkte anlegget finn ein det djupaste punktet i resipienten med 47 m djup. Rett vest for anlegget ligg det eit undersjøisk skjær med ei djupne på under 10 m, og vidare nordvestover utvidar bassenget seg litt i retning Dyrøy med djupner på rundt 40 meter og grunnare. Vidare nordover grunnest det opp mot djupner under 10 m.

Figur 2 syner at hovudutskiftingssambandet mellom bassenget der anlegget skal ligge og utanforliggende sjøområde blir sjøområdet mellom Dyrøy og Tollarholmen. Her går det ein undersjøisk rygg med varierende djupne som dannar ein terskel mellom desse to bassenga. Det djupaste punktet på denne terskelen er 32 m, men mesteparten av terskelen er grunnare enn 23 m (**figur 2**). Sidan hovuddjupna i bassenget ikkje er meir enn litt over 40 m, og den djupaste terskelen inn til bassenget er på 32 m, vil det truleg frå naturen si side svært sjeldan oppstå stagnerande vassmassar med oksygenfrie tilhøve, og ein vil ha utskiftingar i dette bassenget fleire gonger i året.

METODE

Utplassering av målarane

I perioden 11. februar - 13. mars 2003 var det utplassert ein rigg med Gytte Straummålarar (modell SD-6000 produsert av Sensordata A/S i Bergen) sør før Brøringane i Radøy kommune i posisjon N 60° 43,450' / Ø 04° 53,252' (**figur 2**). Riggjen var forankra til botn med eit lodd på ca 40 kg, og det var festa trålkuler av plast i tauet over øvste og nedste straummålar for å sikre tilstrekkeleg oppdrift og stabilitet på riggen i sjøen, samt ei blåse til overflata i eit slakt tau for å ta av for bølgepåverknad. Det var 43,5 meter til botn der riggen vart utplassert, i eit område med flat botn.

Det vart målt straum på 6 m djup (**vassutskiftingsstraum** på representativt merddjup), 20 m djup (**spreiingsstraum**) og 38 m djup (**botnstraum** ca 5,5 m over botn). Det vart målt temperatur, straumhastigheit og straumretning kvart 30. minutt.

Resultatpresentasjon

Resultata av måling av straumhastigheit og straumretning er presentert kvar for seg, samt kombinert i ein **progressiv vektoranalyse**. Eit **progressivt vektorplott** er ein figurstrek som blir til ved at ein tenkjer seg ein merka vasspartikkel som er i straummålarens posisjon ved målestart og som driv med straumen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av straumhastigheit og retning (kryssa i diagrammet syner berekna posisjon frå kvart startpunkt ved kvart døgnskifte). Når måleperioden er slutt har ein fått ein lang samanhengande strek, der **vektoren** vert den beine lina mellom start- og endepunktet på streken. Dersom ein deler lengda av vektoren på lengda av den faktiske lina vatnet har følgd, får ein **Neumann-parameteren**. Neumann parameteren fortel altså noko om stabiliteten til straumen i retninga til vektoren. Vinkelen til vektoren ut frå origo, som er straummålaren sin posisjon, vert kalla resultatretninga. Dersom straumen er stabil i resultatretninga, vil figurstreken vere relativt bein, og verdien av Neumann-parameteren vere høg. Er straumen meir ustabil i denne retninga er figurstreken meir «bulkete» i høve til resultatretninga, og Neumann-parameteren får ein låg verdi. Verdien av Neumannparameteren vil ligge mellom 0 og 1, og ein verdi på til dømes 0,80 vil seie at straumen i løpet av måleperioden rann med 80 % stabilitet i vektorretninga, noko som er ein svært stabil straum.

Vasstransporten (relativ fluks) er også ein funksjon av straumhastigheit og straumretning, og her ser ein kor mykje vatn som renn gjennom ei rute på 1 m² i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. Når ein reknar ut relativ fluks, tek ein utgangspunkt i alle målingane for straumhastigheit i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. For kvar måling innan ein gitt sektor multipliserer ein straumhastigheita med tidslengda, dvs kor lenge målinga vart gjort innan denne sektoren. Her må ein og ta omsyn til om tidsserien inneheld straummålingar med ulik styrke. Summen av desse målingane i måleperioden gjev relativ fluks for kvar 15 graders sektor. Relativ fluks er svært informativ og fortel korleis vasstransporten som funksjon av straumhastigheit og -retning er på lokaliteten.

Klassifisering av resultatata

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av vassutskiftingsstraum, spreingsstraum og botnstraum med omsyn til dei tre parametrane gjennomsnittleg straumhastigheit, retningsstabilitet og innslag av straumstille periodar. Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå strømmålingar med Gytre Strømmålarar (modell SD-6000) på om lag 150 lokalitetar for vassutskiftingsstraum og 70 lokalitetar for spreingsstraum og botnstraum.

Tabell 1. Klassifisering av gjennomsnittleg straumhastigheit

Tilstandsklassar	I svært svak	II svak	III middels sterk	IV sterk	V svært sterk
Vassutskiftingsstraum (cm/s)	< 1,8	1,8 - 2,5	2,6 - 4,5	4,6 - 7	> 7
Spreingsstraum (cm/s)	< 1,4	1,4 - 2,0	2,1 - 2,7	2,8 - 4	> 4
Botnstraum (cm/s)	< 1,3	1,3 - 1,8	1,9 - 2,5	2,6 - 3	> 3

Tabell 2. Klassifisering av innslaget av straumstille periodar, definert som straum under 2 cm/s i periodar på 2,5 timar eller meir, og målt som prosent av samla måleperiode.

Tilstandsklassar	I svært lite	II lite	III middels	IV høgt	V svært høgt
Vassutskiftingsstraum (%)	< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Spreingsstraum (%)	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Botnstraum (%)	< 25	25 - 50	50 - 75	75 - 90	> 90

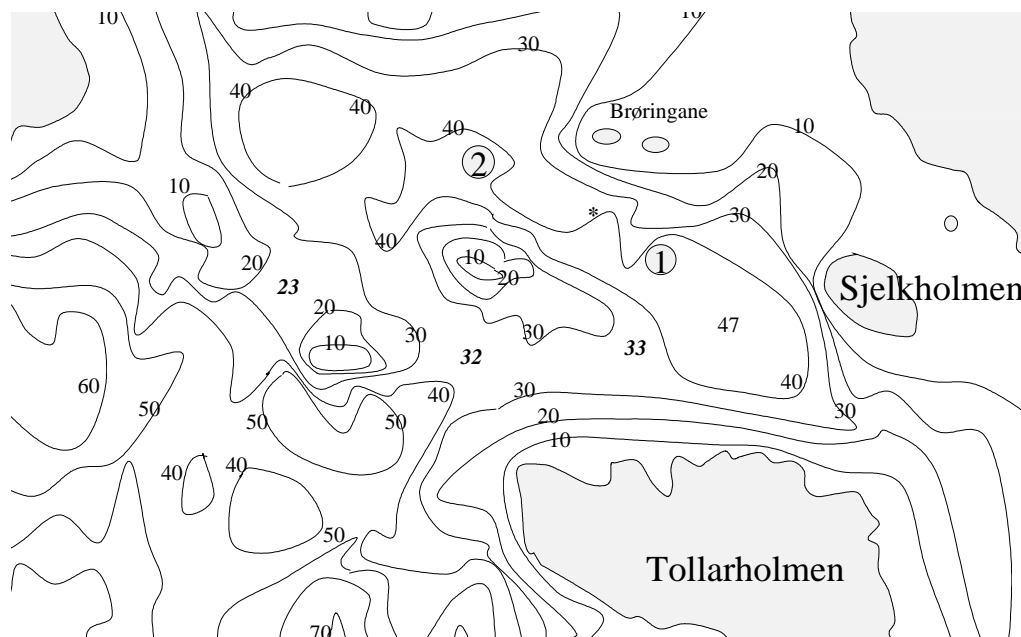
Tabell 3. Klassifisering av retningsstabilitet (Neumann parameter) for alle typar straum.

Tilstandsklassar	I svært lite stabil	II lite stabil	III middels stabil	IV stabil	V svært stabil
	<0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	> 0,7

KORNFORDELING OG ORGANISK INNHOLD

KORNFORDELING

Det vart teke prøver for analyse av kornfordeling av dei øvste 5 cm av sedimentet frå to stader i det djupaste av det bassenget kor anlegget er omsøkt. Stasjon 1 vart teke der som anlegget er omsøkt (jf. **figur 2**) og stasjon 2 vart teke ca 160 m lengre mot nordvest (**figur 3**). På **stasjon 1** fekk ein frå 44 meters djup opp ca ¾ grabb med mjuk, luktfri og grå mudder (hovudsakleg fin sand, silt og leire). På **stasjon 2** fekk ein frå 43 meters djup opp ca ¾ grabb med same type prøve som på stasjon 1.

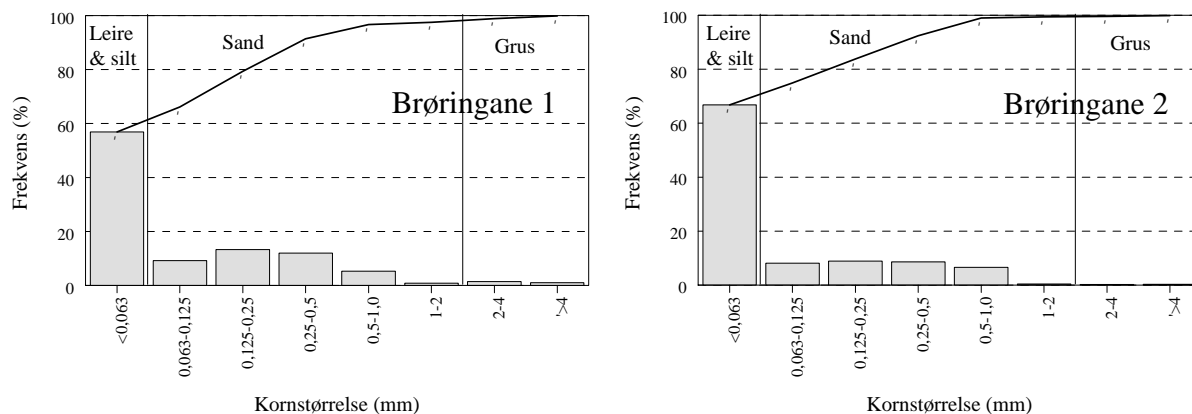


Figur 3. Plassering av dei to prøvestadene for uttak av prøve til kornfordeling.

Tabell 4. Organisk innhald (TOC) og andel leire og silt, sand og grus i sedimentet på dei to undersøkte stadene ved Brøringane 11. februar 2003. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser og ved Chemlab Services AS (Glødetap).

TILHØVE	Stasjon 1. Brøringane	Stasjon 2. Brøringane
Posisjon	N 60° 43,439' / Ø 04° 53,294'	N 60° 43,472' / Ø 04° 53,123'
Glødetap (%)	23,2	19,7
TOC (mg/g)	92,8	78,8
Normalisert TOC (mg/g)	100,6	84,8
Leire & silt (%)	56,9	66,8
Sand (%)	40,7	32,6
Grus (%)	2,4	0,6

Resultata syner at prøvene inneheldt mykje finkorna materiale, noko som indikerer sedimenterende tilhøve på lokaliteten og i området rundt. Høvesvis 56,9 og 66,8 % av partiklane på vektbasis var leire og silt på dei to prøvestadene. Høvesvis 40,7 % og 32,6 % av partiklane på vektbasis var sand, der mesteparten var fin sand under 0,5 mm (**tabell 4** og **figur 4**).



Figur 4. Kornfordeling i sedimentprøvene frå stasjon 1 (øvt) og 2 (nedst) ved Brøringane. Figurane syner kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen av sedimentprøver frå dei to undersøkte stadene på og rundt den omsøkte lokaliteten til Skjærgårdsfisk AS 11. februar 2003. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

ORGANISK INNHOLD

Innhald av organisk karbon (TOC) i sedimentet er omlag 0,4 x glødetapet, men for å kunne nytte klassifiseringa i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100% finstoff etter følgjande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

Glødetapet var høgt på stasjon 1 og 2, dvs høvesvis 23,2 og 19,7 %. Glødetapet er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdier førekjem i sediment der det anten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytinga ikkje greier å halde følge med tilførslane, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige tilhøve. Sedimentet på begge stadene var kjenneteikna ved eit høgt innhald av organisk stoff, dvs eit normalisert TOC innhald på høvesvis 100,6 og 84,8 mg C/g (**tabell 4**). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = “Svært dårlig” for desse stasjonane (SFT 1997). For ordens skuld kan nemnast at grensa for SFT sin tilstandsklasse V er > 41 mg C/g.

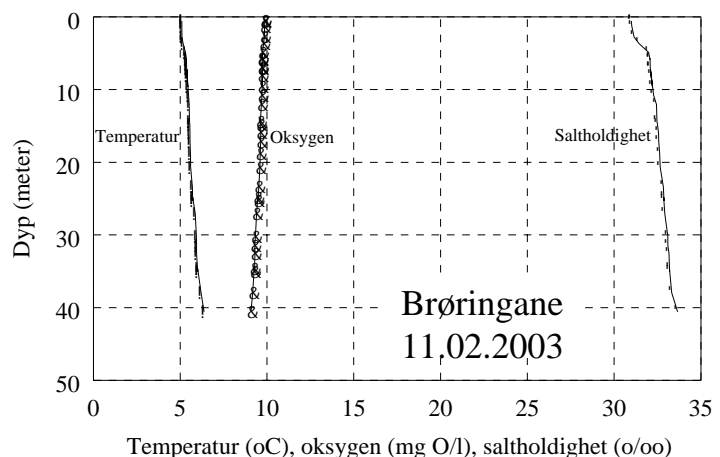
SJIKTINGSTILHØVE OG TEMPERATURMÅLINGAR

SJIKTINGSTILHØVE

Den 11. februar 2003 omlag kl. 16.00 vart temperatur, oksygeninnhald og saltinnhald målt i vassøyla på lokaliteten omlag der som strømmålarane stod (**figur 5**). Ein nytta ein YSI 600 XLM nedsenkbar sonde.

Målingene er føretekte vinterstid, der ein har ei vinteravkjøling i det øvste vasslaget. Dette gjer at ein ikkje har noko tydeleg skilje mellom det som normalt vert omtalt som eit overflatelag (0 - 10 m), overgangslag (10 - 20 m) og djupvasslag. Dette ser ein og av **figur 5** der profilane over temperatur, oksygeninnhald og saltinnhald er jamne utan noko markant skilje i heile vassøyla ned til 40 m. Berre i frå 3 - 5 m var det antydning til eit svakt skilje i saltinnhald, der saltinnhaldet auka frå 31 til 32. Temperauren auka jamt frå 5,1 °C til 6,4 °C ved botn på 40,5 meters djup. Saltinnhaldet auka frå 31 i vassyta til 33,7 ved botn. Oksygeninnhaldet var høgt i heile vassøyla (frå 9,9 til 9,19. Ved botn var det såleis 92 % metning, noko som indikerer tilnærma full utskifting og oksygenmetning til botn.

Figur 5. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhald (mg O/l) og saltinnhald i vassøyla ved Brøringane den 11. februar 2003.

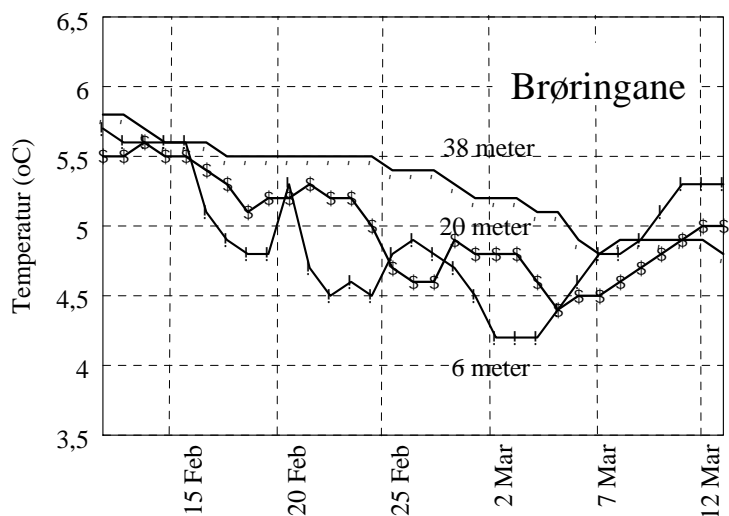


TEMPERATUR

Temperaturen vart målt av strømmålarane kvar halvtime på 6 , 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003 (**figur 6**). Temperaturen på **6 m djup** syner ei noko ujamn utvikling i måleperioden, men var jamt over fallande frå 5,7 °C 11. februar til 4,2 °C den 2. mars. Deretter steig temperauren opp at til 5,3 °C den 11. mars. På **20 m djup** var det og ei tilsvarande utvikling med jamt over ein fallande temperatur frå 5,5 °C den 11. februar til 4,4 °C den 5. mars, og deretter ei svak stigning til 5,0 °C den 12. mars. På **38 m djup** var det eit relativt jamt fall i temperaturen frå 5,8 °C den 11. februar til 4,8 °C den 7. mars. Målingane er føreteke vinterstid der ein enno var inne i ein vinteravkjøling stort sett gjennom heile måleperioden.

Ein gjennomgang av alle enkeltmålingane (ikkje vedlagt rapporten) syner at temperaturen på 6 m djup hadde døgnvariasjonar på mellom 0,05 og 1,6 °C. På 20 meters djup låg døgnvariasjonane mellom 0,05 og 0,9 °C, og på 38 meters djup låg døgnvariasjonane mellom 0,05 og 0,1 °C.

Figur 6. Døgnmidlar for temperatur målt ved Brøringane på 6 , 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003.



RESULTAT AV STRAUMMÅLINGANE

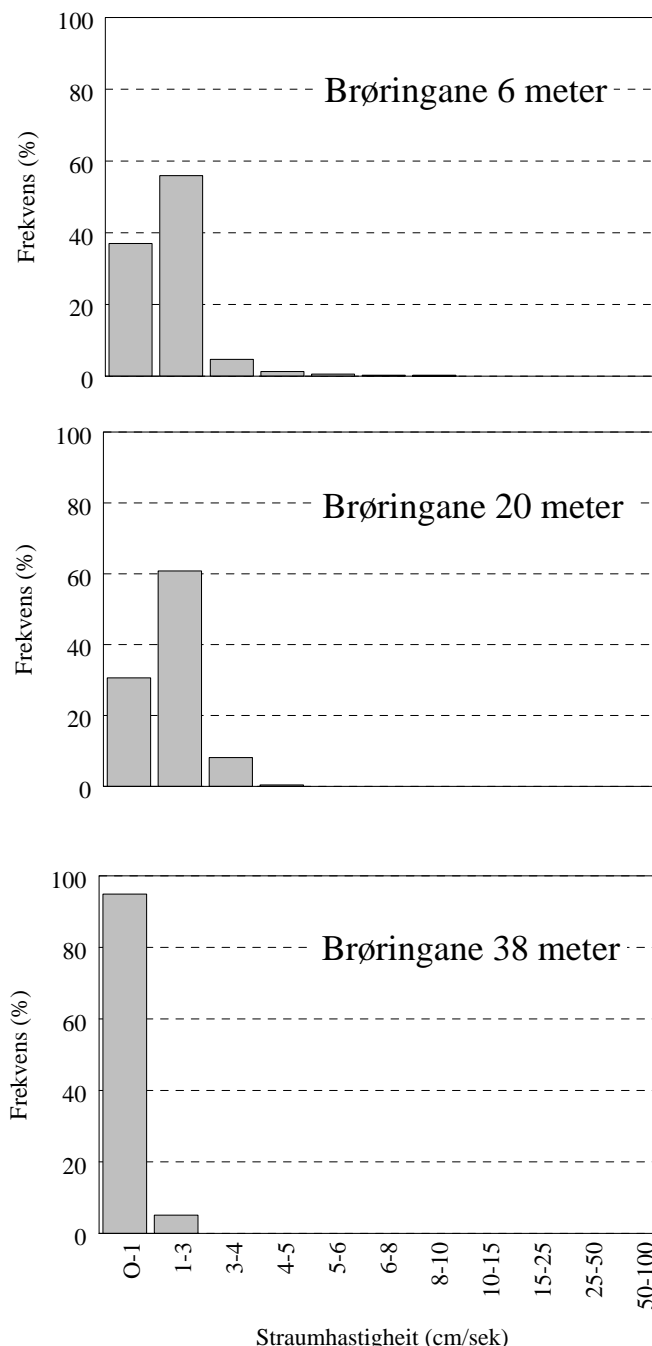
STRAUMHASTIGHEIT

Det vart målt svært svak straum på 6 m djup (vassutskiftingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 1,6 cm/s. Målingane av straumstyrke synte klart flest målingar av straum under 3 cm/s (ca 93 %), og berre ca 1 % av målingane hadde verdiar over 5 cm/s (**figur 7**). Straumhastigheita var nokre gonger oppe i rundt 6 - 7 cm/s i måleperioden, og den maksimale straumhastigheita vart målt til 10,0 cm/s (**figur 8**).

Det vart målt svak straum på 20 m djup (spreiingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 1,7 cm/s. 91,5 % av målingane av straum var under 3 cm/s, og det vart ikkje registrert straum over 5 cm/s (**figur 7**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til 4,4 cm/s (**figur 8**).

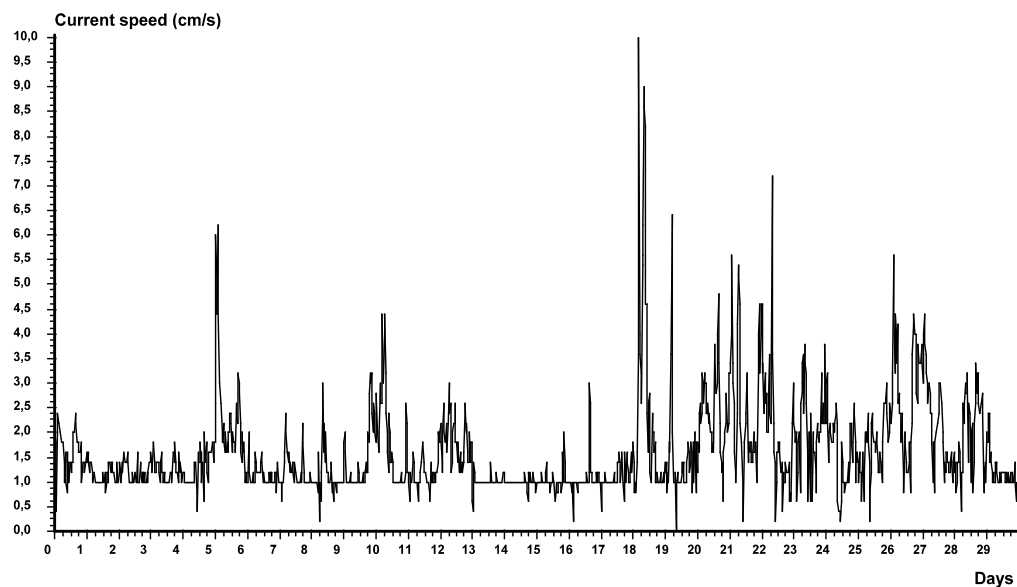
Det vart målt svært svak straum på 38 m djup (botnstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 1,0 cm/s. 95 % av målingane av straum var på 1 cm/s eller mindre (heilt straumstille), og det var berre spreidde registreringar av straum i intervalla mellom 1,0 og 2 cm/s (**figur 7**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til 3,0 cm/s, og det var berre dei to siste dagane av måleperioden det vart registrert litt samanhengande straumaktivitet (**figur 8**).

Straumen på 6 og 20 m djup såg periodevis ut til å vere tidevassdriven med 2-4 straumtoppar i døgnet, men utslaga er periodevis små (**figur 8**). På 38 m djup var tidevasspåverknaden heilt fråverande. På 6 og 20 m djup var det meir straum ein dag før og nokre dagar etter nymåne den 3. mars (dag 19 i måleperioden) enn elles i måleperioden. På 38 m djup såg ein ingen slik effekt på straummålingane.

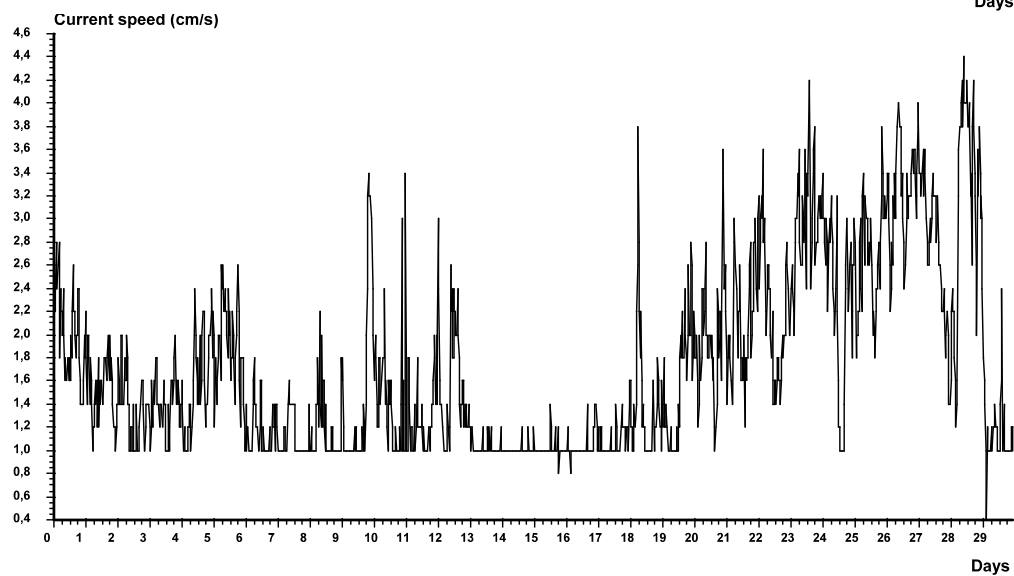


Figur 7. Fordeling av straumhastigheit ved Brøringane på 6, 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003.

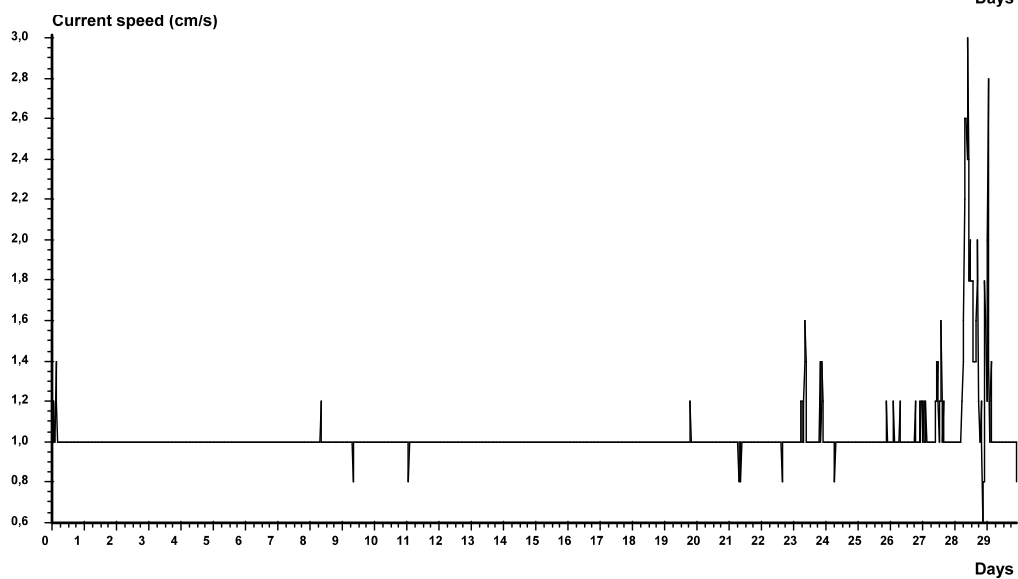
6 m



20 m



38 m



Figur 8. Straumhastighet ved Brøringane på 6, 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003.

STRAUMSTILLE PERIODAR

På 6 m djup var det eit svært høgt innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 493 timar av totalt 718,5 timar med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) i periodar på 2,5 timar eller meir (68,6 %). Ser ein på enkeltmålingane gjeve i **tabell 5** vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 32 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 95,5 og 70 timar (ca 4 og 3 døgn).

På 20 m djup var det eit høgt innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 447 timar av totalt 718,5 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (62,2 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 29 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 133 og 60 timar (5,5 og 2,5 døgn).

På 38 m djup var det tilnærma straumstille i heile måleperioden, dvs at heile måleperioden var nesten ein samanhengande straumstille periode berre avbroten av nokre få periodar med noko straum. Innslaget av straumstille periodar var svært høgt, og til saman vart det i måleperioden registrert 711,5 timar av totalt 718,5 timar med tilnærma straumstille av 2,5 timars varigheit eller meir (99,0 %). Det vart registrert 4 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 679 timar (28,3 døgn) og 20,5 timar.

Tabell 5. Skildring av straumstille på lokaliteten ved Brøringane oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 2 cm/s. Lengste straumstille er også oppgjeve. Måleperioden er 11. februar - 13. mars 2003 på 6, 20 og 38 m djup.

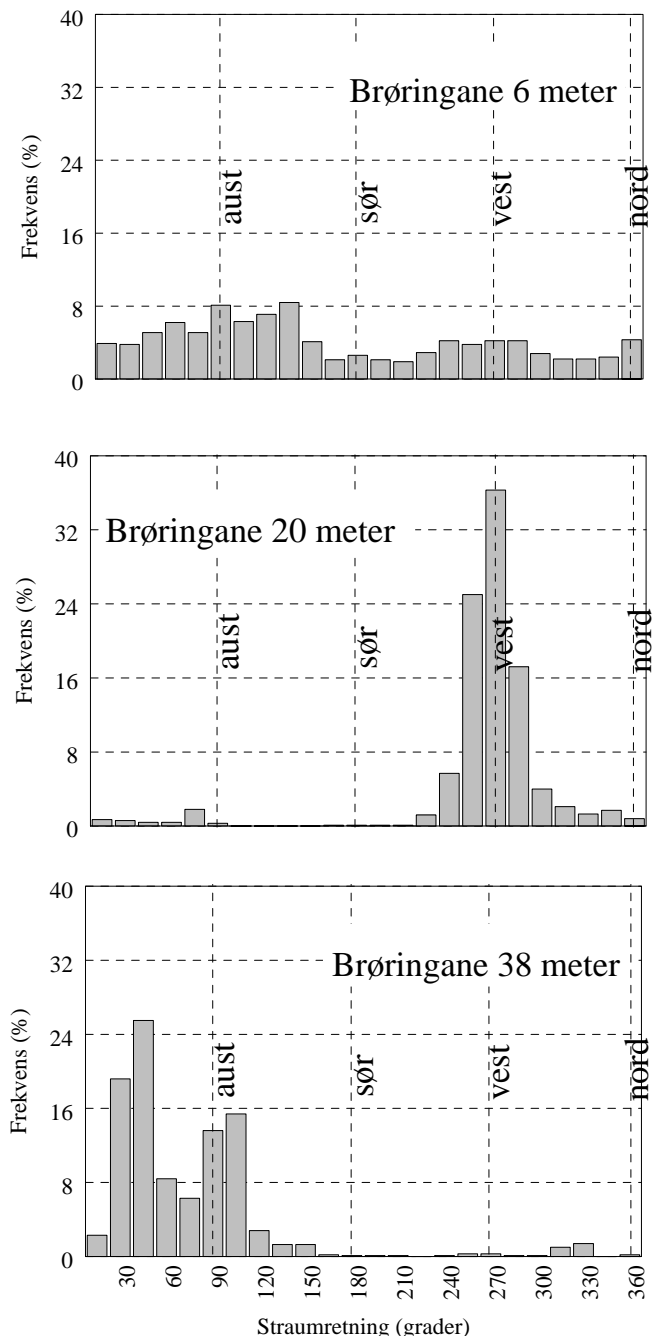
Måledjup	0,5-2 t	2,5-6 t	6,5-12 t	12,5-24 t	24,5-36 t	36,5-48 t	48,5-60t	60,5-72t	72,5<	Maks
6 meter	44	11	7	10	2	0	0	1	1	95,5 t
20 meter	40	15	4	5	3	0	1	0	1	133 t
38 meter	1	1	1	1	0	0	0	0	1	679 t

STRAUMRETNING

Vassutskiftingsstraumen på 6 m djup gjekk i måleperioden i alle retningar, men med ein viss dominans av straum i retningsområdet nordaust - søraust, men og noko returstraum mot vest dvs straum innover forbi lokaliteten i retning land og vidare inn mot Rikstadvågen eller straum utover i retning vest mot Hjeltefjorden (**figur 9**). Straumen følgjer såleis landskapstopografien i området ved lokaliteten. Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i tilnærma austleg resultatretning (78°) var 0,201, dvs at straumen var middels stabil i denne retninga (**tabell 6**). Straumen rann altså i løpet av måleperioden med 20 % stabilitet i tilnærma austleg retning. At straumen var mest stabil i denne retninga går også fram av vektorplottet for denne djupna (**figur 10**). Ser ein på vektorplottet meir i detalj ser ein at straumen gjekk i austleg retning dei 15 første dagane av måleperioden. Deretter gjekk straumen nokså retningstilfeldig rundt sin eigen akse i resten av måleperioden.

Spreiingsstraumen på 20 m djup gjekk svært stabilt i retning mot vest, dvs straum i retning ut mot Hjeltefjorden. Det vart ikkje registrert straum i retningsområdet aust - sørvest (**figur 9**). Dette ser ein att av vektorplottet. Neumannparameteren i vestleg resultatretning (263°) var 0,823, dvs at straumen var svært stabil i denne retninga (**tabell 6, figur 10**).

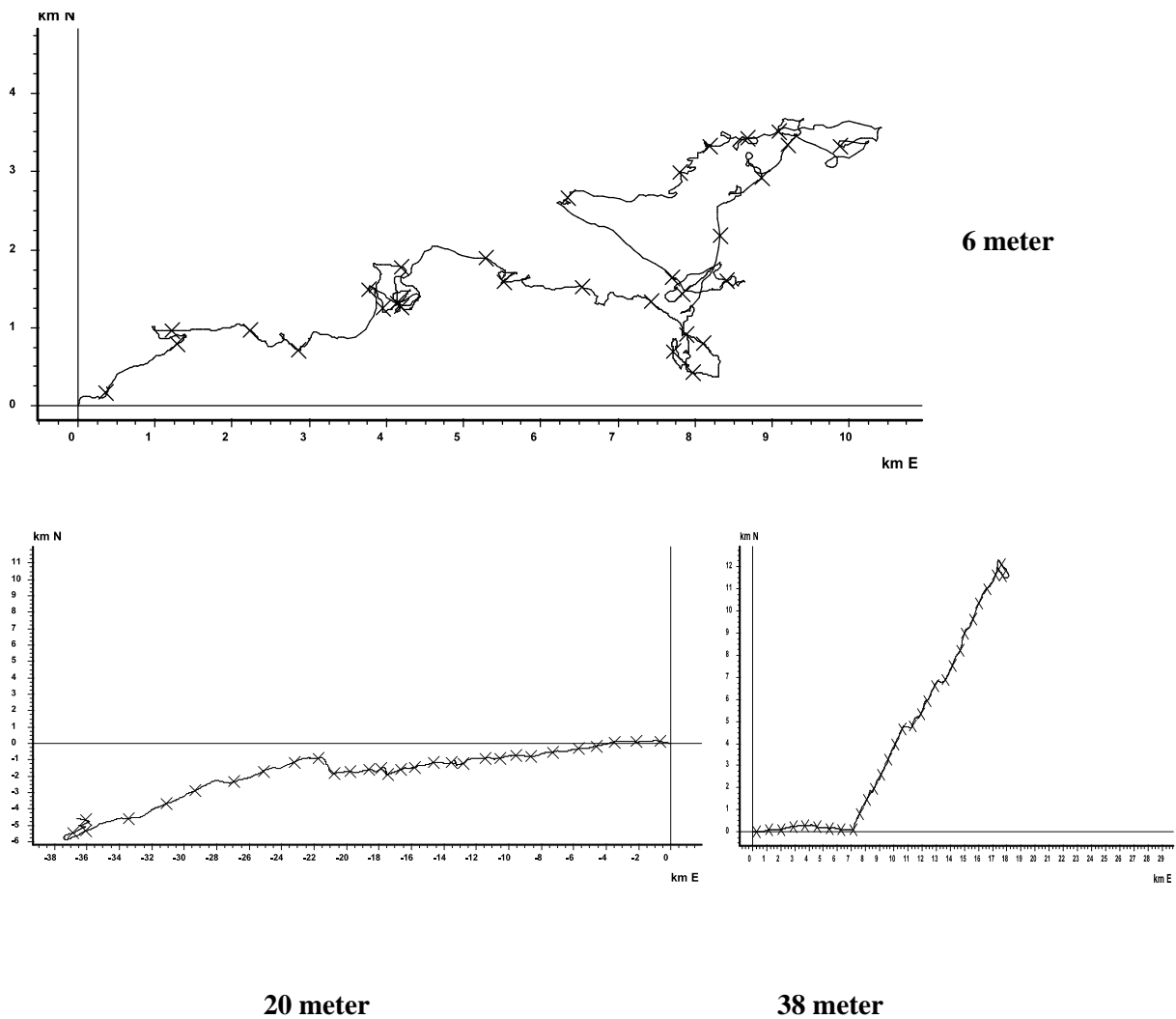
Straumbiletet til botnstraumen på 38 m djup er mykje prega av at strømmålararen har stått meir eller mindre i ro i heile måleperioden (jf. **figur 8**). Det vesle som har vore av straum har gått i retningsområdet nordnordaust - aust (**figur 9**). Neumannparameteren i nordaustleg resultatretning (55°) var 0,794, dvs at straumen var svært stabil i denne retninga (**tabell 6, figur 10**). Denne stabile retninga er mest eit resultat av at strømmålararen har stått meir eller mindre i ro i måleperioden, men det vesle som har vore av straum ser då ut til å ha gått mot nordaust.



Figur 9. Fordeling av straumretning ved Brøringane på 6, 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003.

Tabell 6. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Brøringane på 6, 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Resultant retning
6 meter	1,6	0,9	0,201	78° = Ø
20 meter	1,7	0,642	0,823	263° = V
38 meter	1	0,024	0,794	55° = NØ



Figur 10. Progressivt vektorplott for målingane på 6 meters djup (oppe, med 1 km mellom strekane på aksane), på 20 meters djup (nede til venstre, med 2 km mellom strekane på aksane) og på 38 meters djup (nede til høgre, med 1 km mellom strekane på aksane).

VASSTRANSPORT

Vasstransporten på dei ulike djupnene avspeglar i all hovudsak straumretninga, og er framstilt i **figur 11**. Kva retning vasstransporten er størst er også avhengig av kva retning den sterkaste straumen har. **Figur 12** syner samanfattande straumrosar for måleresultata frå lokaliteten i perioden. Figuren syner frå venstre største registrerte, samt middel straumhastighet, vasstransport og tal på målingar.

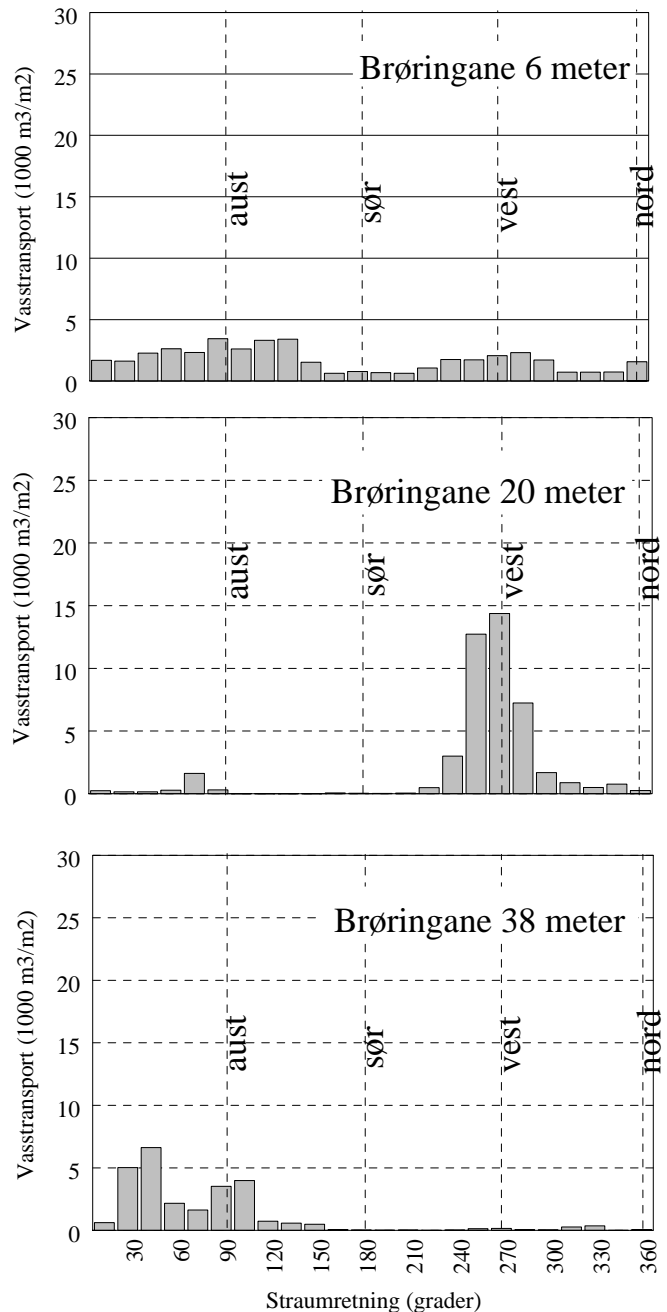
På 6 m djup var det ein dominans av vasstransport i retningsområdet nordaust - søraust, men det var og noko som gjekk mot vest. Den sterkaste straumen på denne djupna vart målt i retningane vestnordvest, nord og nordaust (**figur 11** og **12**).

På 20 m djup var det ein klar dominans av vasstransport mot vestsørvest (**figur 11** og **12**). Det var sterkast straum i retningsområdet vest - sørvest og i retning austnordaust (rundt 4 cm/s), og den sterkaste gjennomsnittstraumen (over 3 cm/s) vart målt i austnordaustleg retning. Vasstransporten var imidlertid klart høgast mot vestsørvest, noko som skuldast at antal måling var totalt dominerande i denne retninga (**figur 12**).

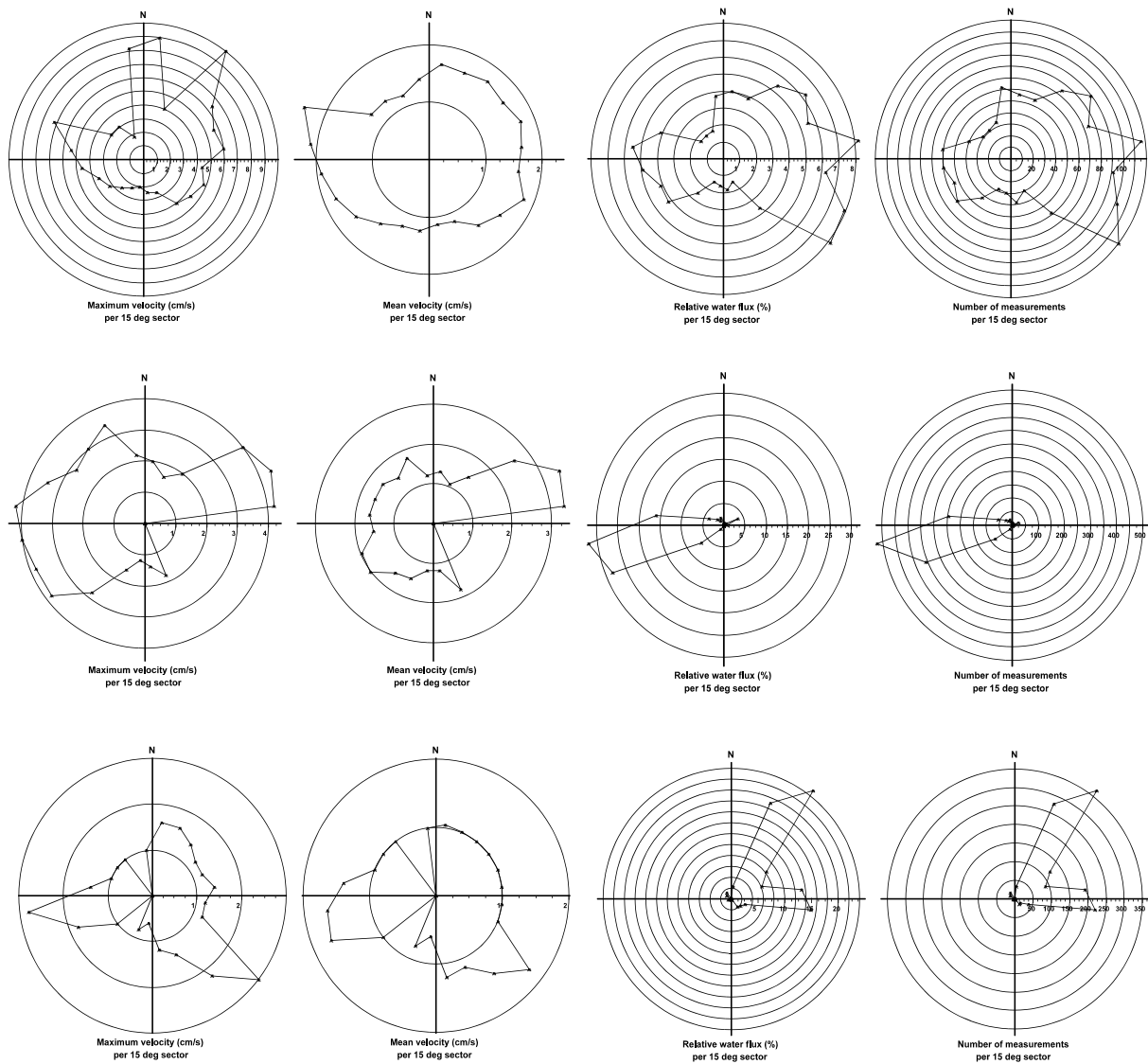
På 38 meters djup var vasstransporten låg på grunn av den svake straumen. Det lite som var av straum og vasstransport rann anten mot nordaust eller mot aust. Den "sterkaste" straumen (2,8 - 3,0 cm/s) vart målt mot vest og søraust, men også her er vasstransporten høgast mot nordaust og aust sidan antal målingar er høgast i desse retningane (**figur 11** og **12**).

Årsaka til at ein registrerer noko vasstransport i det heile teke på 6, 20 og særleg på 38 m djup, er at strømmålarane pr definisjon registrerer ein verdi på 1,0 cm/s sjølv når rotoren ikkje har gått rundt i løpet av måleintervallet (30 min) (jf. vedlegg om SD 6000 Gytre målarane heilt bak i rapporten).

Sjølv ved heilt straumstille forhold vil ein såleis pr definisjon registrere ein vasstransport som funksjon av retning og terskelverdien på 1 cm/s.



Figur 11. Vasstransport (total fluks) ved Brøringane på 6, 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003.

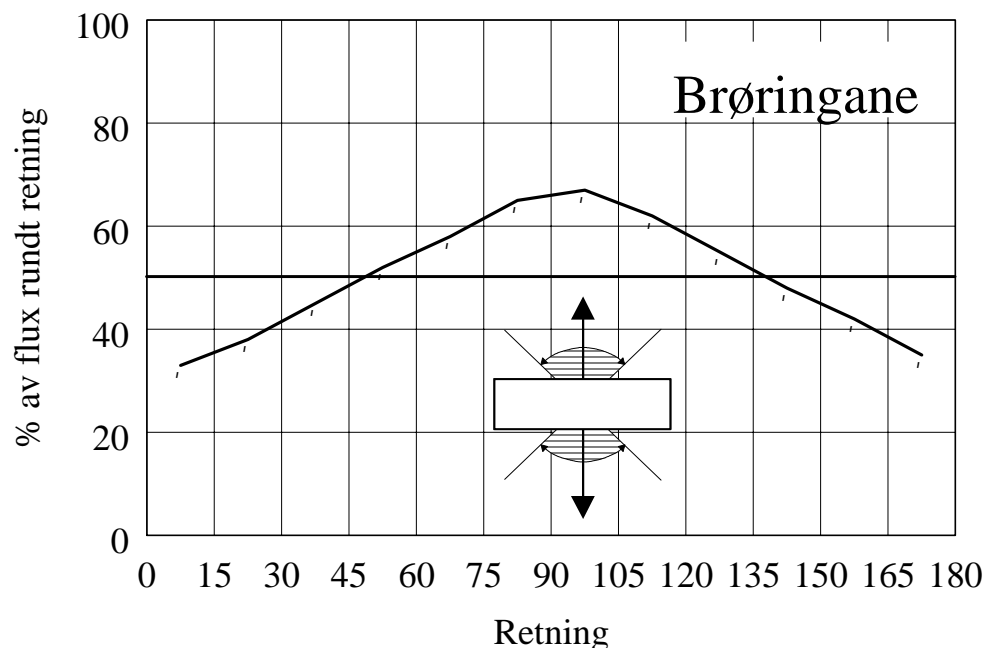


Figur 12. Samanfattande straumrosere for måleresultata ved Brøringane på 6, 20 og 38 m djup i perioden 11. februar - 13. mars 2003. Resultata frå 6 meter (øvtst), 20 meter (i midten) og 38 meter (nedst). Dei fire ulike rosene syner fordelinga for kvar 15 grad, frå venstre: Største registrerte, samt middel straumhastighet, vasstransport og tal på målingar.

PLASSERING AV ANLEGG

Plasseringa av eit anlegg i høve til hovudstraumretninga på representativt merddjup (6 m djup) på lokaliteten er avgjerande for om straumen går på tvers av eller langs med anlegget. Det beste for fisken i eit anlegg er at vatnet får kortast mogeleg opphaldstid i anlegget før nytt vatn kjem inn, og då må mest mogeleg av vasstransporten gå på tvers av anlegget. Dette gjeld spesielt i den varme årstida med høge temperaturar, mykje fisk og intensiv føring og drift av anlegget.

Figur 13 syner kva som er den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for at mest mogeleg av vasstransporten skal passere på tvers av anlegget. Midt på figuren er det teikna inn korleis ein reknar seg fram til vasstransporten på tvers av anlegget. Det vatnet som renn på tvers av anlegget blir definert som det vatnet som passerer i ein sektor frå vinkelrett på anlegget og 45° til kvar side. Dette gjeld vasstransport frå begge sider av anlegget. Tilsaman inkluderer dette ein vasstransport som dekkjer ein 90° vinkel på begge sider av anlegget.



Figur 13. Endring i vasstransport (relativ fluks) på tvers av eit anlegg som funksjon av ei endring av anlegget si vinkelrette plassering på denne retninga. Sjå teksten for nærare forklaring.

Ut frå **figur 13** ser ein at vasstransporten på tvers av anlegget er størst i ei retning på ca 97,5°, eller omlag mot aust. Den optimale plasseringa av eit anlegg er vinkelrett på dette, eller omlag i lengderetninga nord - sør. Med ei slik plassering vil ca 67 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget, anten frå den eine eller den andre sida. Frå figuren ser ein imidlertid at ein har litt å gå på når det gjeld anleggs plassering før vassransporten på tvers av anlegget går under 60 %.

Det er ikkje alltid det av praktiske årsaker er mogeleg å leggje anlegget i den retninga som gir den beste vasstransporten på tvers av anlegget. **Figur 13** kan då brukast til å rekne ut kva retning anlegget må ha for at t.d. minst 60 % av vatnet skal passere på tvers av anlegget (anlegget må då ligge i retning mellom 70° og 115°). Med den omsøkte plasseringa av anlegget i retning aust - vest vil berre ca 35 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget.

DISKUSJON

Lokaliteten Brøringane ligg i eit kystnært område, der ein tradisjonelt har gode til svært gode utskiftingstilhøve på dei fleste lokalitetane frå overflata og heilt ned til botn. Denne lokaliteten kan nok ikkje forventast å ha slike tilhøve då gode straumtilhøve vanlegvis finst på lokalitetar som ligg i eit straumsund eller åpent ut mot ein fjord utanfor hovedterskelen eller heilt ut mot kysten. Denne lokaliteten er plassert inne mellom øyar, holmar og skjær der botn er ujamn, inndelt i ulike basseng og delvis terskla.

Lokaliteten ligg inne i eit område som geografisk kan definerast som ein fjordarm eller stor våg. Den vasstransporten som kan forventast på denne lokaliteten vil i all hovudsak vere generert av tidevatnet, dvs det vatnet som renn forbi lokaliteten og fyller opp eller renn ut av området innafør mot søraust, mot Rikstadvågen, eller mot nord - nordvest gjennom dei grunne og smale sunda mellom øyane her. Bøvågen ligg for langt vest til at den straumen som går inn og ut her vil passere lokaliteten. Denne lokaliteten vil såleis ut frå dei naturgjevne tilhøva i området ha moderate straumtilhøve. Sidan lokaliteten i tillegg er grunn og resipienten er delvis terskla, vil den også ha avgrensa resipientkapasitet, og såleis berre vere eigna for oppdrettsverksemd i mindre omfang.

Sedimentet på begge stasjonane i bassenget under og rundt den omsøkte lokaliteten var finkorna, og det organiske innhaldet var til dels høgt, (23,2 % på stasjon 1 og 19,7 % på stasjon 2) noko som indikerer sedimenterende tilhøve og avgrensa nedbrytingsevne på lokaliteten.

Kvifor det organiske innhaldet var så høgt er uvisst, men skuldast truleg mest dei naturgjevne tilhøva. Lokaliteten har for fleire år sidan vore nytta til oppdrettsverksemd, men det er lite truleg at dette eventuelt no skulle kunne sporast att i sedimentet fleire år etter sist det var drift i dette området. Ein veit at der som ein har gode utskiftingstilhøve med friske sediment med mykje dyr og store tilførselar av organisk materiale frå oppdrettsverksemd er tørrstoffinnhaldet lågt i høve til dei store tilførslane. Til dømes så fann ein heilt inntil lokaliteten til Radøy Laks AS ved Jibbersholmane ute i Hoplandsosen eit relativt lågt glødetap (6,7 %), tilsvarande eit normalisert TOC -innhald på 35,3 mg C/g. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse IV = "dårlig" (Børsheim m. fl. 2003). Sjølv om anlegget ved Brøringane ligg i eit delvis terskla basseng, så er bassenget ikkje djupare enn at det truleg alltid vil vere gode oksygentilhøve til botn, og såleis tilfredsstillande nedbrytingstilhøve. Det kan då tenkjast at det kan vere andre tilførselar som gjer at det organiske innhaldet i sedimentet er så høgt, t.d. døande tang og tare, som rek inn og legg seg på botn. Samstundes må det og poengterast at det ikkje var noko synlege teikn til dette i prøvene, og at begge prøvene var grå og luktfrie utan teikn til oksygenfrie tilhøve ved botn.

Straumhastigheit

Straumen på 6 meters djup syner at det her var målt svært svak vassutskiftingsstraum på representativt merddjup, med 1,6 cm/sekund. Straumen hadde karakter av periodevis å vere tidevassdriven, ved at det var heilt straumstille innimellom periodar med straum. Sjølv om ein har indikasjonar på at Gytte straummålaren måler mindre straum enn sann straum ved låg straumfart (jf. vedlegg), syner desse målingane at lokaliteten har svake straumforhold på 6 m djup. Rett nok skuldar ein å gjere merksam på at dei her omtalte målingane er utført på 6 meters middel merd-djup, medan det kan tenkjast at straumen i overflata er noko sterkare og meir jamn. Likevel vil målingane vere representative for mykje av det fisken vil oppleve, sidan han ofte oppheld seg frå 3-4 meters djup og vidare nedover i merdene.

Når ein måler lite/moderat vassutskiftingsstraum på ein oppdrettslokalitet, må ein vurdere om desse målingane er representative for lokaliteten. Fleire moglege faktorar kan påverke målingane:

1. Gytre målarer måler mindre straum enn sann straum ved låg straumfart
2. årstidsvariasjonar (periodevis lite straum - kraftig straum)
3. begroing av straummålarer
4. lokaliteten sin plassering
5. målingane er føretekte i eit vasslag med lite straum under eit meir aktivt og straumsterkt overflatelag

1. Det er dokumentert at Gytre målarane måler mindre straum enn sann straum ved låg straumfart. Det er vist at når Gytre målarane måler ein snittstraum på under tre cm/s, kan ein ikkje utelukke at den verkelege snittstraumen kan vere 2 - 3 cm/s høgare (Golmen og Sundfjord 1999). Heilt bak i rapporten har ein gjort greie for årsaka til dette. Straummålingar utført av Sunnhordland Havbruksring har ved enkelte høve gitt måleseriar av vassutskiftingsstraum på under 2 cm/s. Det spesielle med slike måleseriar er at dei er utført på lokalitetar som utvilsomt i mange år har fungert godt for fiskeoppdrett. I 1992 vart det gjort ein straummålingsserie ved Kloholmen (Tysnes) på 5 m djup som i løpet av ein månad gav ein middelstraumfart på 1,6 cm/s. Målingane vart utført på ein lokalitet som hausten 1991 hadde rekordresultat i Noreg på tilvekst 2. sommaren i sjø etter utsett (Tveranger 1992). Lokaliteten er framleis i bruk til fiskeoppdrett.

I Golmen og Sundfjord sin rapport diskuterer ein forskjellane i resultat mellom straum målt akustisk (ADP målarer) og med konvensjonelle rotormålarar. Ein konsekvens av at rotormålarar måler mindre straum enn sann straumfart vert kommentert slik: *"At rotormålarane underestimerer straumstyrken kan for øvrig gje ei forklaring til tidlegare rapportar om at fisk i merder tilsynelatande kan trivast og få nok oksygen på lokalitetar der det har vore målt svært svak straum nettopp med slike instrument."* Ein kan difor ikkje utelukke at lokaliteten ved Brøringane er meir straumsterk enn det som målingane syner.

2. Årstidsvariasjonar, spesielle verforhold (kraftige høgtrykk) og periodar med liten tidevassforskjell på grunn av sola og månens innbyrdes plassering samt månens vekslende avstand til jorda veit ein kan ha betydning for at det har blitt målt lite vassutskiftingsstraum. Ein månad med samanhengande målingar vil allikevel gi ein indikasjon på kva straumforhold ein har på lokaliteten uavhengig av slike årstidsvariasjonar. Samstundes har ein fleire indikasjonar på at når ein måler straum om vinteren (desember - februar), så måler ein tilsynelatande svakare straum enn elles i året. Fleire av Sunnhordland Havbruksring og Rådgivende Biologer AS sine straummålingar vinterstid syner svakare straum enn det som ein skulle forvente ut frå andre målingar på tilsvarande lokalitetar. Det kan vere fleire forklaringar på dette. Midt på vinteren er daglengda kort, og i godvørsperiodar med klart, stille og kaldt vør, er det små trykkforandringar og lite vind, noko som gir rolege tilhøve i overflata. I tillegg vil ferskvassavrenninga til fjordane og kyststraumen vere lågare vinterstid på grunn av snøakkumulering i fjella, og dette vil og redusere straumfarten i dei øvre vasslaga.

3. Begroing av straummålarar kan medføre ein reduksjon i målt straumstyrke, men dette brukar ikkje å vere noko problem vinterstid. Det var heller ikkje noko synlege teikn til dette på straummålarane.

4. Innleiingsvis i diskusjonen har ein beskrive lokaliteten si plassering, og kva ein kan forvente av straumtilhøve ut frå dei naturgevrne tilhøva i området. Sidan lokaliteten ligg eit godt stykke inne i ein stor våg, med ein relativt liten våg innafor (Rikstadvågen), er det lite vatn som skal passere inn forbi lokaliteten og utatt ved flo og fjære. Bassengtømmingseffekten som straumskapingsfaktor vert såleis liten på sjølve lokaliteten. For å forklare dette kan ein t.d. sjå på ein tenkt lokalitet inne ved Fosnstraumen, som ville ha hatt svært mykje straum, (kanskje for mykje straum) fordi den ligg i eit straumsund, og det er store vassmengder ved fjærande og fløande sjø som skal inn og ut sundet til og frå det store Lurefjordbassenget.

5. Måling av vassutskiftingsstraum kan ikkje heilt sidestillast med måling av overflatestraum. Driftserfaringar på kystnære lokalitetar i straumsund der m.a. Sunnhordland Havbruksring har målt straum syner at overflatestraumen på 2 – 3 m djup i nokre høve kan vere minst dobbelt så sterk som vassutskiftingsstraumen på 6 meters djup. Samstundes vil straummålingane på 6 m middel merddjup vere representativ for fisken i anlegget med ei djupne i nota på t.d 12 m ned til blylina.

Målingane på 20 og 38 m djup indikerer at det i måleperioden var lite straum på desse djupnene. Det var målt svak straum på 20 m djup med 1,7 cm/s, og på 38 m djup vart det målt svært svak straum med 1,0 cm/s. Dei straumstille periodane på 20 m djup og særleg på 38 m djup var svært lange sjølv om det normale straumbiletet på dei fleste lokalitetar er at straumen avtek nedover i vassøyla mot djupareliggjande vasslag. Frekvensen og lengda på dei straumstille periodane vil såleis auke nedover i djupet, men på denne lokaliteten er straumen omlag fråverande når ein kjem ned mot botn på lokaliteten. Dette skuldast nok som ein har diskutert tidlegare dei naturgjevne tilhøva i området med ein ujamn botn som er delt inn i fleire delvis terskla basseng, noko som gjer at straumen avtek når ein kjem nedanfor terskelen. På 38 m djup på lokaliteten er ein såleis ca 5 m under den djupaste terskelen inn til bassenget der lokaliteten er omsøkt, og her er det omlag heilt straumstille mesteparten av tida.

Det viktige med ein god spreingsstraum og botnstraum er høvesvis å få spreidd avfallet frå eit oppdrettsanlegg over eit større område, og syte for at det er god utskifting og tilførsel av oksygen ved botn, slik at avfallet blir raskare brote ned og ein unngår oksygenfrie forhold i sedimentet. Sidan det på denne lokaliteten er grunt (ca 43 m til botn under det omsøkte anlegget), og det er målt svært lite straum på 38 m djup, vil tilførslane frå anlegget sedimentere lokalt rett under anlegget der det så vil byrje å samle seg opp materiale under anlegget. Dette vil nok ikkje by på dei store problema frå smoltutsett og fram til fisken er omlag eit kg, men det er grunn til å tru at det i den mest driftsintensive perioden 2. året i sjø om sommaren og hausten vil kunne oppstå belastning på lokaliteten fordi ein då er inne i den mest produksjons- og driftsintensive delen av produksjonssyklusen.

Straumstille periodar

Det vart målt svært svak straum på 6 m djup, innslaget av straumstille periodar var svært høgt, og nokre av dei straumstille periodane var lange (inntil 4 døgn). Dette gjer at ein på denne lokaliteten i periodar ikkje vil ha ei kontinuerleg, jamn og stabil utskifting av vassmassar i anlegget, noko som periodevis kan gje stagnerande vassmassar i anlegget.

Det er lite heldig for fisken i merdene dersom ein får lange periodar med straumstille. Dette treng ikkje å vere kritisk i den kalde årstida, men i perioden midtsommar til haust 2. året i sjø med mykje fisk i anlegget, intensiv føring og høge temperaturar, vil fisken i lengre periodar kunne få tilført for lite oksygen. Når straumen relativt ofte stoppar heilt opp i lengre periodar, vil fisken kunne symje i tilnærma det samme vatnet i mange timar. Dette vil kunne verke negativt inn på fisken sin vekst og trivsel.

På 20 og 38 meters djup var dei straumstille periodane vesentleg lengre, og på 38 meters djup var det straumstilt omlag i heile måleperioden. Dette gjer at ein vil ha sedimenterande tilhøve på lokaliteten.

Straumretning og vasstransport

Vassutskiftingsstraumen på lokaliteten følgjer i all hovudsak landskapstopografien i området, og det vil seie at straumen går i retningsområdet austnord aust - austsøraust eller mot vest. Den dominerande retninga til vassutskiftingsstraumen på 6 m djup var tilnærma i retning aust, dvs straum innover mot øyane i nord eller Rikstadvågen i sør. Det samme gjaldt vasstransporten. Straumen gjekk også utover forbi lokaliteten mot vest mot Hjeltefjorden, men straumen og vasstransporten i denne retninga vart jamt over mindre dominerande.

Den heilt dominerande retninga til spreingsstraumen på 20 m djup var mot vest, noko som kan forklarast ut frå at det ca 125 m rett vest for der som straummålarane stod er eit undervasskjer på under 10 m djup, noko som effektivt sperrar for straum innover frå vest. På 38 m djup var det så lite straum at straummålaren tilsynelatande i lengre periodar stod meir eller mindre i ro. Den vasstransporten som er registrert går i retning nordaust og aust. Dette er forsåvidt noko motstridande i høve til det som er sagt om årsaka til straumen si retning på 20 meters djup, men det er grunn til å tru at denne retninga på 38 m djup var prega av tilfeldigeheiter på grunn av at det i omlag heile perioden var tilnærma straumstille på 38 m djup.

Den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for å få størst mogeleg vasstransport gjennom anlegget er omlag i lengderetninga nord - sør. Då vil omlag 67 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget. Dersom ein legg anlegget parallelt med Brøringane, slik som det er søkt om, vil mykje av vatnet måtte passere gjennom heile merdrekka, og då vert kvaliteten på vatnet truleg forringa ein god del før det kjem til den siste merda. På ein straumsvak lokalitet vil ein slik situasjon vere uheldig. Ved dette høvet vil då berre ca 35 % av vatnet passere på tvers av anlegget på lokaliteten.

Konklusjon

Lokaliteten er plassert innmellom øyar, holmar og skjer med ujamn botn der det tilhøyrande bassenget er delvis terskla. Det er grunt til botn. Det er målt svært svak vassutskiftingsstraum på lokaliteten der innslaget av straumstille periodar var høgt og nokre av dei straumstille periodane var lange. Ein kan ikkje utelukke at fisken periodevis vil kunne få problem med for lite straum i høve til trivselen, særleg sidan anlegget er omsøkt langs med og ikkje på tvers av hovudstraumretninga. Det er grunt på lokaliteten, og kvaliteten på sedimentet tyder på sedimenterande tilhøve og moderate resipienttilhøve. Det er grunn til å forvente at drift på lokaliteten vil kunne medføre opphoping av organisk avfall på botnen under anlegget og lokal belastning på lokaliteten. Lokaliteten er omsøkt for eit volum på 12 000 m³, noko som ved fullskaladrift vil tilsvare ein produksjon på 500 - 700 tonn 2. året i sjø. Det bør vurderast ein noko lågare produksjon på lokaliteten (t.d. 350 - 400 tonn/år). Drifta bør primært føregå i polarsirkklar, slik at ein får ein viss avstand mellom merdene. Dette vil kunne kompensere for moderate straumtilhøve, og gje noko mindre belastning på botn. Dersom lokaliteten vert botnundersøkt midt i og ved slutten av ein produksjonssyklus, vil ein på ein betre måte kunne gje råd om kva som er å tilrå av drift på denne lokaliteten. Lokaliteten bør uansett ved fullskaladrift truleg kvile minst eit år etter utslakt før neste utsett.

REFERANSAR

BØRSHEIM, K., B. TVERANGER, G.H. JONSEN & E. BREKKE 2003

Kombinert MOM B og MOM C -undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Jibbersholmane og resipienten i Høplandsosen i Radøy kommune.

Rådgivende Biologer AS, rapport 629, 36 sider, ISBN 82-7658-204-4.

FISKERIDIREKTORATET. Veiledning for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til fiskeoppdrettsvirksomhet.

GOLMEN, L. G. & E. NYGAARD 1997.

Strømforhold på oppdrettslokaliteter i relasjon til topografi og miljø.

NIVA-rapport 3709, 58 sider, ISBN 82-577-3275-3

GOLMEN, L. G. & A. SUNDFJORD 1999.

Strøm på havbrukslokaliteter.

NIVA-rapport 4133, 33 sider, ISBN 82-577-3743-7

STIGEBRANDT, A. 1992.

Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter.

ANCYLUS, rapport nr. 9201, 58 sider.

TVERANGER, B. 1992.

Vedkjem strømmålingane ved Kloholmen, Vatterøy og i Nedrevågen.

Sunnhordland Havbruksring, 7 sider.

OM GYTRE SD-6000 STRØMMÅLAR

Straummålarer som er nytta er av typen Gytre målar, SD 6000. Rotoren har ein tregleik som krev ein viss straumhastigheit for at rotoren skal gå rundt. Ved låg straumhastigheit vil Gytre målarer difor i mange høve vise noko mindre straum enn det som er reelt, fordi den svakaste straumen i periodar ikkje vert fanga tilstrekkeleg opp av målarer. På lokaliteten er ein god del av straummålingane på alle djup lågare enn 3-4 cm/s, og difor kan ein ikkje utelukke at lokaliteten på desse djupnene faktisk er noko meir straumsterk enn målingane syner for dei periodane ein har målt låg straum. I dei periodane målarer syner tilnærma straumstille kan straumen periodevis eigentleg vere 1 – 2 cm/s sterkare. Målingane på alle djup er såleis **minimumsstraum** all den tid ein har indikasjonar på at Gytre straummålarer måler mindre straum enn sann straum ved låg straumhastigheit.

Ein må i denne samanheng gjere merksam på at straummålarer som er nytta på denne lokaliteten registrerer ein verdi på 1,0 cm/s når rotoren ikkje har gått rundt i løpet av måleintervallet (30 min). Terskelverdien er sett til 1,0 cm/s for å kompensere for at rotoren krev ein viss straumhastigheit for å drive den rundt. Ved dei høva der målarer syner verdiar under 1,0 cm/s, skuldast dette at rotoren ikkje har gått rundt i løpet av måleintervallet, men at det likevel har vore nok straum til at målarer har skifta retning. Straumvektoren for måleintervallet vert då rekna ut til å verte lågare enn 1 cm/s.

Ein instrumenttest der ein Gytre målar (SD 6000) og ein Aanderaa målar (RCM7 straummålar) vart samanlikna, utført av NIVA i 1996. Aanderaa-målarer har ein rotor med litt anna design enn SD 6000. Testen synte at RCM 7 straummålarer ga 19 % høgare middelstraumfart enn Gytre målarer (Golmen & Nygård 1997). På låge straumverdiar synte Gytre målarer mellom 1 og 2 cm/s under Aanderaa målarer, dvs at når Gytre målarer synte 1-2 cm/s, så synte Aanderaa målarer 2 – 3 cm/s. Dette kan som nemnt forklarast ut frå vassmotstanden i rotorburet til ein Gytre målar, samt at det er ein viss tregleik i ein rotor der rotoren må ha ein gitt straumhastigheit for å gå rundt. Ved låge straumstyrkar går større del av energien med til å drive rundt rotoren på ein Gytre målar enn på ein Aanderaa målar.

Det vart i 1999 utført ein ny instrumenttest av same typar straummålarer som vart testa i 1996 (Golmen & Sundfjord 1999). Testen vart utført på ein lokalitet på 3 m djup i 9 dagar i januar 1999. I tillegg til Aanderaa- og SD 6000-målarer stod det ein NORTEK 500 kHz ADP (Acoustic Doppler Profiler) straummålar på botn. Denne måler straum ved at det frå målarer sine hydrofonar vert sendt ut ein akustisk lydimpuls med ein gitt frekvens (t.d. 500 kHz) der delar av signalet vert reflektert tilbake til instrumentet av små partiklar i vatnet. ADP straummålarer har fleire celler/kanalar og kan måle straum i fleire ulike djupnesjikt, t.d. kvar meter i ei vassøyle på 50 m. Ved å samanlikne straummålingane på 3 m djup (Aanderaa- og Gytremålarer) med NORTEK ADP (celle 31, ca 4 m djup) fann ein at NORTEK ADP målte ein snittstraum på 5,1 cm/s, Aanderaa RCM 7 ein snittstraum på 2,7 cm/s, og SD 6000 ein snittstraum på 2,0 cm/s.

Ein ser at i denne instrumenttesten ligg begge rotormålarer langt under ADP målarer når det gjeld straumhastigheit. Sjølv om ein ikkje kan trekke bastante konklusjonar ut frå eit enkelt forsøk, ser ein at rotormålarer generelt måler mindre straum enn «sann straum» ved låg straumhastigheit.

Det må nemnast at etter at denne instrumenttesten vart utført, har det vorte utvikla eit nytt og meir robust rotorbur i syrefast stål på Gytre målarer, som på ein betre måte registrerer straumen ved låg straumhastigheit. Dette rotorburet vart brukt i alle tre straummålarer på lokaliteten. Det står att å utføre ein instrumenttest med dette rotorburet, men det er grunn til å tru at denne typen rotorbur ikkje i like stor grad som det gamle rotorburet måler mindre straum enn sann straum ved låg straumhastigheit.