

Straummålingar ved
oppdrettslokaliteten
Rødsteinskjæra
i Os kommune

R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

745



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Straummålingar ved oppdrettslokaliteten Rødsteinskjæra i Os kommune

FORFATTARAR:

Erling Brekke, Bjarte Tveranger og Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVAR:

EWOS Innovation AS

OPPDRAGET GITT:

juni 2004

ARBEIDET UTFØRT:

juli - august 2004

RAPPORT DATO

2. september 2004

RAPPORT NR:

745

ANTAL SIDER:

26

ISBN NR:

82-7658-254-0

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- Straummåling
- Os kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
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 EWOS Innovation AS utført straummålingar av oppdrettslokaliteten Rødsteinskjæra i Os kommune i samband med søknad om utviding frå 12 000 m³ til 36 000 m³.

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 8. juni 2004 i samband med oversendt søknad stilt søknaden i bero og bede om at det vert utført straummålingar på lokaliteten.

Denne rapporten presenterer resultatane frå måling av spreingsstraum og botnstraum på lokaliteten Rødsteinskjæra i perioden 1. - 28. juli 2004. Resultat frå målingar av straum på 1 og 15 meters djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 i samband med klassifisering av lokaliteten er nytta for å få ei vurdering av vassutskiftingsstraumen på lokaliteten.

Rådgivende Biologer AS takkar EWOS Innovation AS ved Åge Melstveit for oppdraget, samt for lån av båt og assistanse i samband med utsetjing og opptak av straummålarane.

Bergen, 2. september 2004

INNHALDSLISSE

Føreord og innhaldsliste	2
Samandrag	3
Innleiing	4
Område- og lokalitetsskilring	7
Metode	10
Temperatur- og sjiktningstilhøve	12
Resultat av straummålingane	14
Diskusjon	22
Referansar	25
Om Gytre SD-6000 strømmålar	26

SAMANDRAG

Brekke, E., B. Tveranger & G. H. Johnsen 2004

Straummålingar ved oppdrettslokaliteten Rødsteinskjæra i Os kommune

Rådgivende Biologer AS, rapport 745, 26 sider, ISBN 82-7658-254-0.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå EWOS Innovation AS gjennomført måling av straum på lokaliteten Rødsteinskjæra i Os kommune i samband med søknad om utviding frå 12 000 m³ til 36 000 m³. Ein rigg med to strømmålarar (Sensordata SD 6000) stod utplassert ved Rødsteinskjæra i perioden 1. - 28. juli 2004 for måling av spreingsstraum (50 m djup) og botnstraum (100 m djup), medan resultat frå målingar av straum på 1 og 15 meters djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 i samband med klassifisering av lokaliteten er nytta for å få ei vurdering av vassutskiftingsstraumen på lokaliteten.

Lokaliteten ligg innafor eit einbruksområde for akvakultur i Samnangerfjorden, og er bra skjerma for sterk vêrpåverknad frå dei mest utsette vindretningane, men ligg ope og noko eksponert til mot nordaust og søraust. Botn i lokalitetsområdet skrånar relativt bratt nedover mot aust og nord til over 300 meters djup ca 200 - 300 meter frå land, og vidare til over 400 meters djup ca 500 meter nord for lokaliteten. Hovudterskelen inn til fjordområdet er ca 190 meter djup og ligg i overgangen mellom Fusafjorden og Bjørnafjorden, omtrent på høgde med Osøyri. Dette gjer at straum- og utskiftingsdynamikken vil vere god nedover i vassøyla på lokaliteten og i området rundt. Lokaliteten ligg i direkte tilknytning til ein svær resipient med gode utskiftingstilhøve og tilnærma uavgrensa resipientkapasitet.

Overflatestraumen på 1 meters djup hadde ei gjennomsnittleg hastigheit på 3,3 cm/s og ei maksimal hastigheit på 25,4 cm/s. **Vassutskiftingsstraumen** på 15 m djup hadde ei gjennomsnittleg hastigheit på 1,9 cm/s og ei maksimal hastigheit på 17,0 cm/s. **Spreingsstraumen** på 50 meters djup var middels sterk med ei gjennomsnittleg hastigheit på 2,2 cm/s og ei maksimal hastigheit på 12,0 cm/s. **Botnstraumen** på 100 meters djup (ca 5 m over botnen) var middels sterk med ei gjennomsnittleg hastigheit på 2,1 cm/s og ei maksimal hastigheit på 8,6 cm/s. Straumbiletet på lokaliteten såg i nokon grad ut til å vere påverka av tidevatnet, med periodevis 2-4 straumtoppar i døgnet, men var også prega av vinddriven straum i dei øvre vasslaga.

Innslaget av straumstille periodar var høgt til svært høgt for vassutskiftingsstraumen, høgt for spreingsstraumen og middels for botnstraumen. Retninga og vasstransporten til straumen på alle djup gjekk hovudsakleg mellom sør og aust, dvs. hovudsakleg i retning ut fjorden. Straumen var stabil til svært stabil i sørsøraustleg til austleg retning på dei ulike djupa.

Den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for å få størst mogeleg vasstransport gjennom anlegget er omlag i lengderetninga nordaust - sørvest. Dette samsvarar med den plasseringa anlegget har i dag. Då vil om lag 80 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget.

Med tanke på spreiiing av organisk avfall frå oppdrettsverksemda er straumtilhøva på lokaliteten gode, med middels sterk spreingsstraum og botnstraum. Vassutskiftingsstraumen på lokaliteten var svak til middels sterk, med eit noko høgt innslag av straumstille periodar. Det kan dermed vere ein viss fare for at fisken kan symje i tilnærma det same vatnet i mange timar, og faren for oksygenvinn i merdene vil auke. Noko av denne faren er redusert ved at anlegget er plassert slik at størst mogeleg andel av vasstransporten passerer på tvers av anlegget. Det er god djupne på lokaliteten, og botn under anlegget er bratt skrånande, noko som fører til ytterlegare spreiiing. Det vil dermed vere liten fare for lokal punktbelastning på botnen under anlegget, med mindre ein har spesielle hyller eller groper i terrenget der avfall kan samle seg opp. Ved tidlegare plassering av anlegget verka det vere ei slik hylle/grop under delar av anlegget, men ved ny anleggsplassering er det mogeleg at dette problemet er redusert. Lokaliteten ligg gunstig til ut mot ein djup og stor fjordresipient, med god utskifting og stor resipientkapasitet. Med rett bruk av gjeldande merdteknologi bør lokaliteten vere godt eigna til oppdrett av fisk, og vil fungere tilfredsstillande med den omsøkte utvidinga.

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 ammoniakk ut over tilrådde grenseverdier 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

Oppdrettslokalitetar 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 strøymar 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 tilførslar, slik at oksygenet blir brukt opp raskare enn tidsintervallet mellom djupvassutskiftingane, vil det oppstå oksygenfrie tilhøve med danning av hydrogensulfid i djupvatnet. Under slike tilhøve er den biologiske aktiviteten mykje lågare, slik at nedbryting av organisk materiale vert sterkt redusert. Motsett vil ein heile tida ha oksygen i djupvatnet dersom oksygenforbruket i djupvatnet anten er lågt eller tidsintervallet mellom djupvassutskiftingane er kort. Det er utvikla modellar for teoretisk berekning av balansen mellom desse to tilhøva (Stigebrandt 1992).

Straumsund omfattar ofte trange, nesten kanal-liknande nord-sør gåande område der tidevasstraumen periodevis er svært sterk. Dersom slike straussund 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 straussund vil vanlegvis ha ein svært god resipientkapasitet, fordi sjølv betydelege tilførslar vert spreidd utover store område, medan djupare straussund 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 straussund 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 straussund, 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, straussund 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 uten 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. Forholdsvis 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 utgjer 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. Det vil dermed i utgangspunktet finnest lite gravande botnfauna som kan ta seg av nedbrytinga av avfallet frå anlegget. 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** med bratt stein- og fjellbotn med lite primærsediment 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.

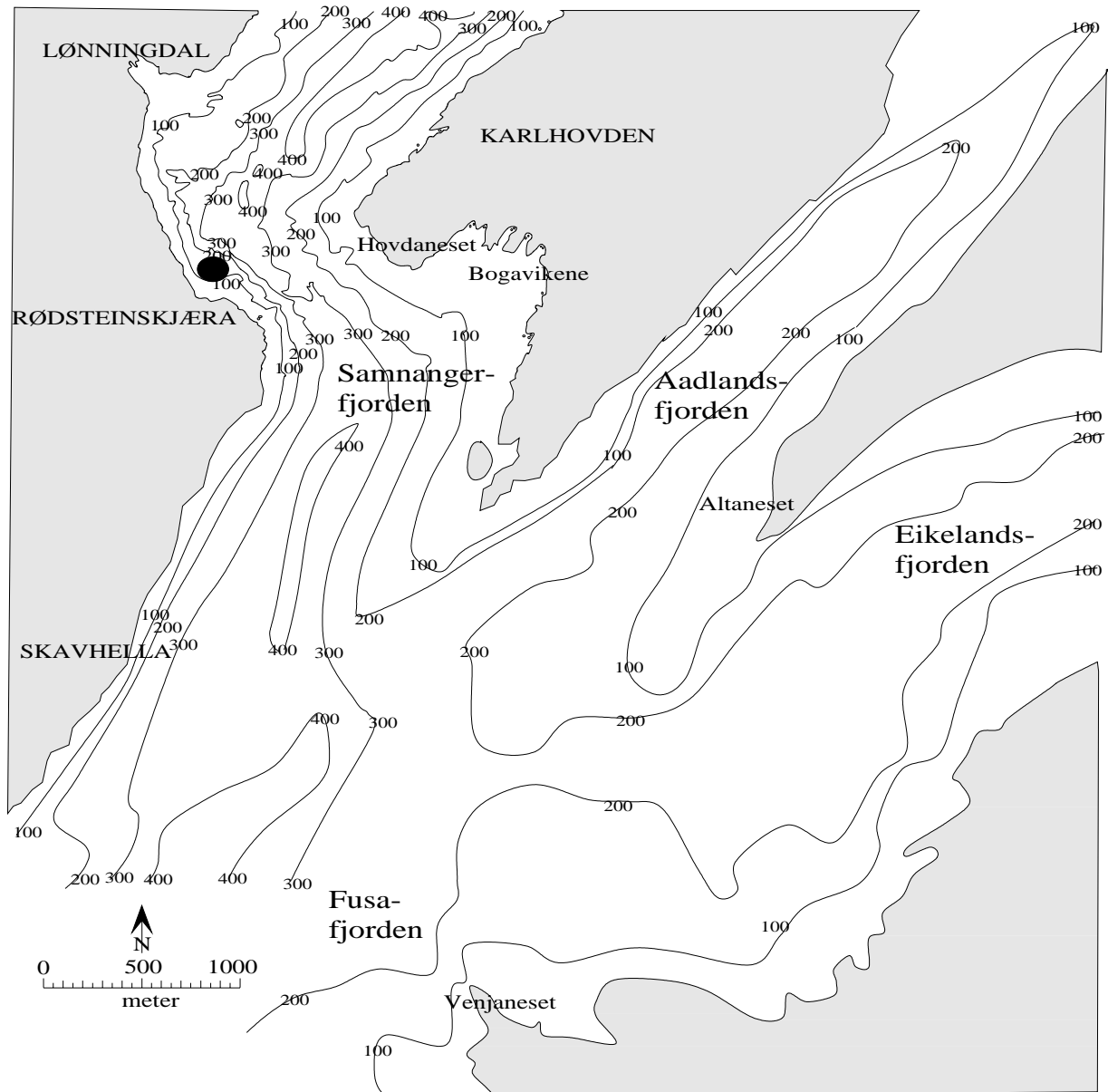
PÅVERKNAD, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS

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.

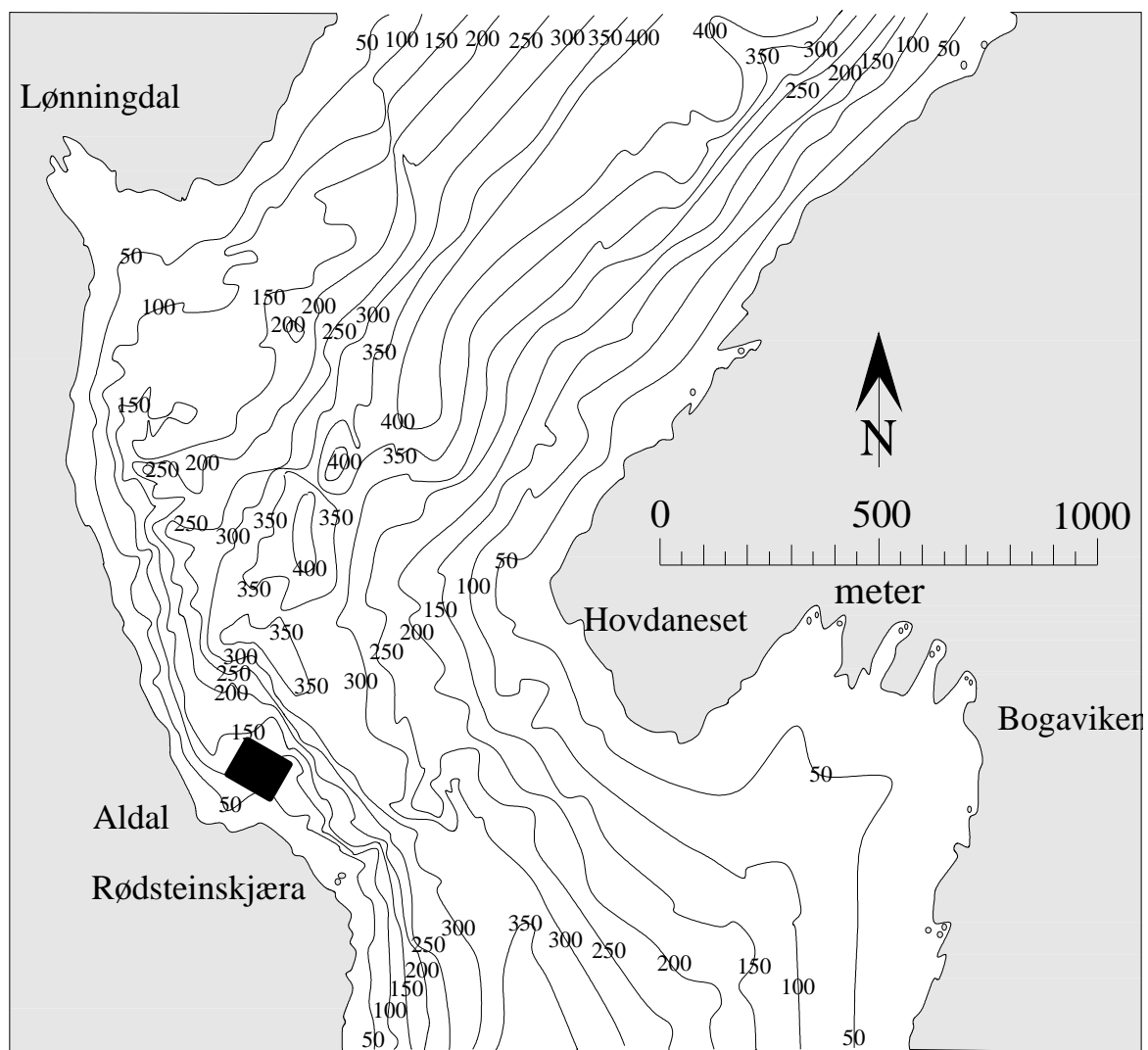
OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDING

Lokaliteten Rødsteinskjæra ligg i Samnangerfjorden i Os kommune (**figur 1**). Samnangerfjorden er ein stor og djup fjord, ca 25 km lang og ca 0,5 – 1,5 km brei, og går i retning mot sørsørvest der den i området rundt Skavhella går over i Fusafjorden. Lokaliteten ligg ca 21,5 km ute frå botnen av Samnangerfjorden. Lokaliteten ligg bra skjerma for sterk vêrpåverknad frå dei mest utsette vindretningane, men ligg ope og noko eksponert til mot nordaust og søraust.



Figur 1. Oversiktskart over sjøområda rundt Rødsteinskjæra samt utsnitt av delar av Samnangerfjorden, Aadlandsfjorden og Eikelandsfjorden.

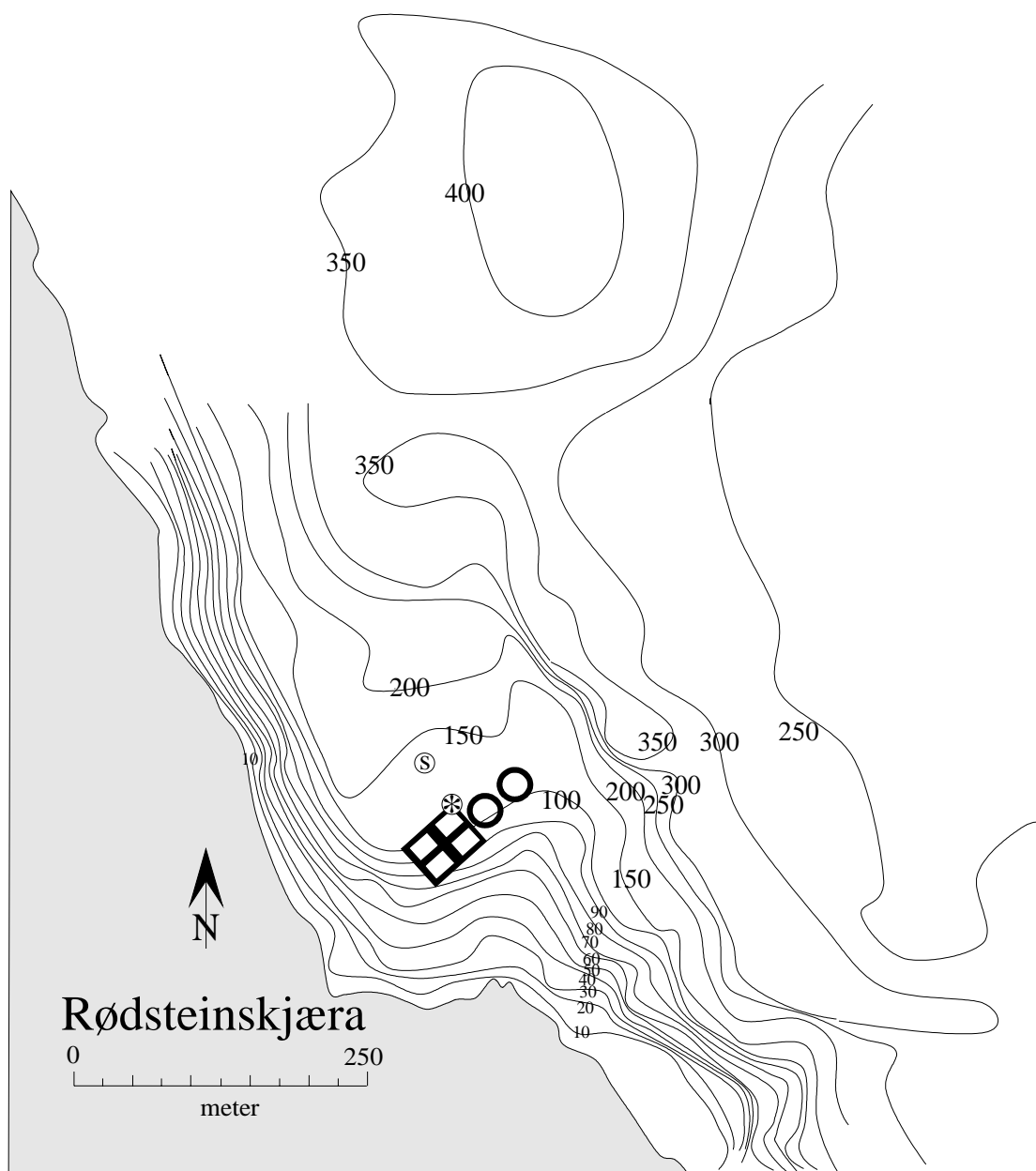
Lokaliteten og fjordområdet rundt er samankobnde med store fjordsystem som er fleire hundre meter djupe. Med bakgrunn i djupnekartet over området (**figur 2**) ser ein at botnen frå land ved Rødsteinskjæra skrånar relativt bratt nedover mot aust og nord til over 300 meters djup ca 200 - 300 meter frå land. Botn skrånar vidare nedover til over 400 meters djup ca 500 meter nord for lokaliteten. Ei djupvassrenne på over 400 meters djup går så vidare innover i Samnangerfjorden mot nordaust. Det går ein djupvasssterskel mellom Rødsteinskjæra og Hovdaneset som på det grunnaste ligg på litt over 300 meters djup. Hovudterskelen inn til fjordområdet er ca 190 meter djup og ligg i overgangen mellom Fusafjorden og Bjørnafjorden, omtrent på høgde med Osøyri. Dette gjer at straum- og utskiftingsdynamikken vil vere god nedover i vassøyla på lokaliteten og i området rundt. Lokaliteten ligg i direkte tilknytning til ein svær resipient med gode utskiftingstilhøve og tilnærma uavgrensa resipientkapasitet, og det er truleg kontinuerleg god utskifting og gode oksygentilhøve i heile vassøyla ned til botnen.



Figur 2. Utsnitt av Samnangerfjorden med innteikna djupnekoter og avmerking av lokaliteten ved Rødsteinskjæra (svart firkant). Kartet er teikna ut frå sjøkart og egne opploddingar ved hjelp av eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system.

Lokaliteten ved Rødsteinskjæra

Lokaliteten "Rødsteinskjæra" ligg innafør eit einbruksområde for akvakultur. Anlegget er frittliggjande og ligg plassert i eit nordaustvendt bratt skrånande botnterreg ca 100 meter frå land ved Rødsteinskjæra (**figur 3**). Anlegget ligg i tilnærma retning nordaust - sørvest. Under anlegget er det frå ca 60 til ca 130 meter djupt, og botn skrånar under anlegget både i anleggets lengderetning, men mest på tvers av anlegget i retning nordvest. Ut frå karta verkar dette å vere ein god lokalitet for plassering av eit oppdrettsanlegg. Det er gode djupnetilhøve på lokaliteten, og området rundt lokaliteten ligg gunstig til i ein djup og stor fjordresipient. Området rundt lokaliteten bør ut frå botntopografi og resipientkapasitet vere godt eigna til fiskeoppdrett og til den omsøkte utvidinga.



Figur 3. Utsnitt av lokalitetsområdet ved Rødsteinskjæra med innteikna djupnekoter og plassering av anlegget slik det låg i juli 2004. Kartet er teikna ut frå sjøkart og egne opploddingar ved hjelp av eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system. Plassering av strømmålarar for måling av spreingsstraum og botnstraum er markert med (*), medan plassering av strømmålararane som stod på 1 og 15 meters djup er markert med (s).

METODE

Utplassering av målarane

I perioden 1. - 28. juli 2004 var det utplassert ein rigg med to Gytre Straummålarar (modell SD-6000 produsert av Sensordata A/S i Bergen) på det nordlege hjørnet av stålburseininga til anlegget ved Rødsteinskjæra i posisjon N 60/15,131' / Ø 05/34,392' for måling av spreingsstraum og botnstraum (**figur 3**). Riggen var festa til ramma på anlegget, og det var festa eit ca 25 kg lodd nedst på riggen for å halde han stabil i vassøyla. Det var ca 105 m til botn der riggen vart utplassert, i eit bratt skrånande område. Det vart målt temperatur, straumhastigheit og straumretning kvart 30. minutt på 50 og 100 m djup.

Vassutskiftingsstraumen på representativt merddjup (ca 8 meter) er ikkje målt, i staden har ein nytta eksisterande målingar av straum på 1 og 15 meters djup som er gjort i samband med lokalitetsklassifiseringa (Tveranger & Johnsen 2003). I perioden 3. oktober - 4. november 2003 var det utplassert ein rigg med to Gytre Straummålarar i fortøyning nr 6, like ved ei bøye ca 30 m frå det dåverande nordaustre hjørnet av anlegget, i posisjon N 60/14,961' / Ø 05/34,248' (**figur 3**). Riggen vart plassert slik for å få minst mogeleg skyggeeffekt av anlegget på målingane, og slik få ei best mogeleg vurdering av lokaliteten sitt straumbilete. Det vart hengt på eit ca 25 kg lodd nedst på riggen for å halde han stabil i vassøyla. Det vart målt temperatur, straumhastigheit og straumretning kvart 10. minutt på 1 og 15 m djup.

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 strammålaren sin 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 strammålaren sin posisjon, vert kalla resultatretninga. Dersom straumen er stabil i resultatretninga, vil figurstrekene vere relativt bein, og verdien av Neumann-parameteren vere høg. Er straumen meir ustabil i denne retninga er figurstrekene 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 strammålingar 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 straummålingane

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 straummålingar med Gytte Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 150 lokalitetar for vassutskiftingsstraum og 70 lokalitetar for spreingsstraum og botnstraum. For overflatestraum føreligg det førebels for få måleseriar til å lage klassifisering.

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

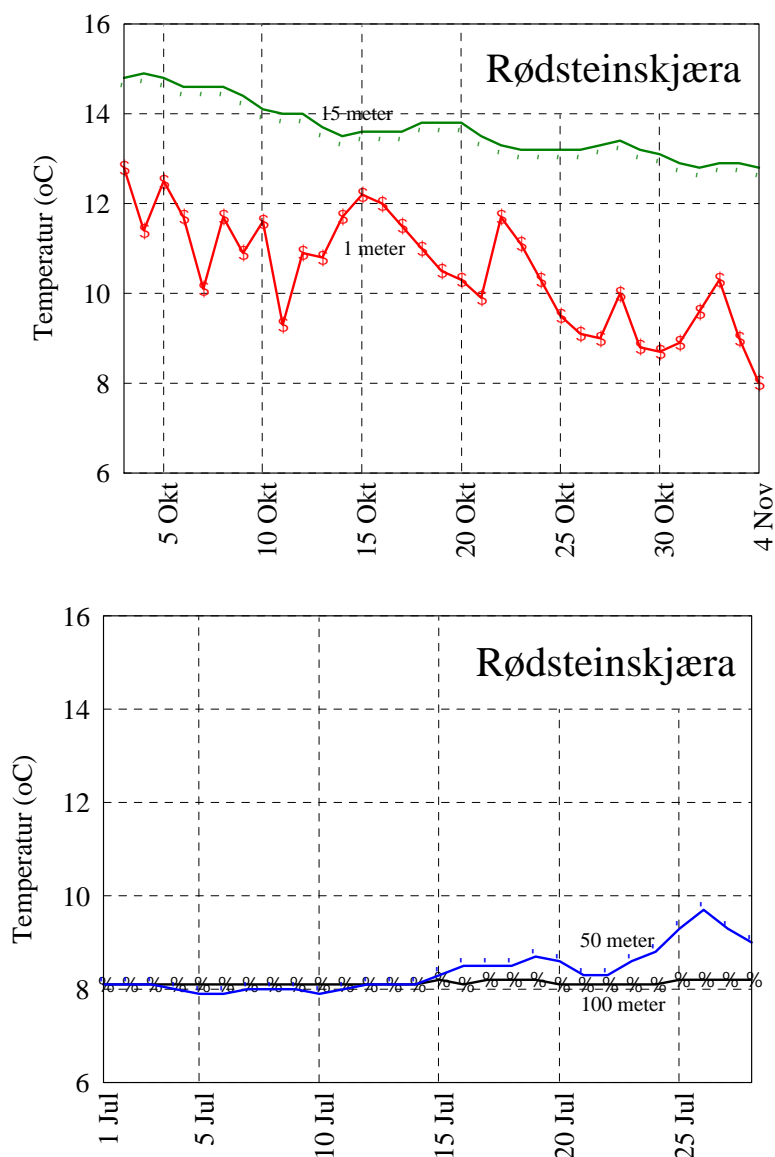
TEMPERATUR- OG SJIKTNINGSTILHØVE

TEMPERATUR

Temperaturen vart målt av strømmålarane kvart 10. minutt på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og kvart 30. minutt på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004 (**figur 4**).

Døgnmiddeltemperaturen på 1 m djup sokk gradvis og noko ujamt frå 13 °C til 8 °C i slutten av måleperioden. På 15 m djup sokk temperaturen jamt nedover i heile måleperioden frå 15 °C til 13 °C. På denne årstida søkk temperaturen som ein konsekvens av redusert daglengde og fallande lufttemperaturar (vinteravkjølinga).

Nedover i djupet er temperaturen som regel ganske stabil heile året, og på 100 meters djup ved Rødsteinskjæra låg temperaturen mellom 8,1 og 8,2 °C i juli 2004. På 50 m djup var middeltemperaturen relativt stabil rundt 8 °C heilt fram til 15. juli, då temperaturen steig noko.

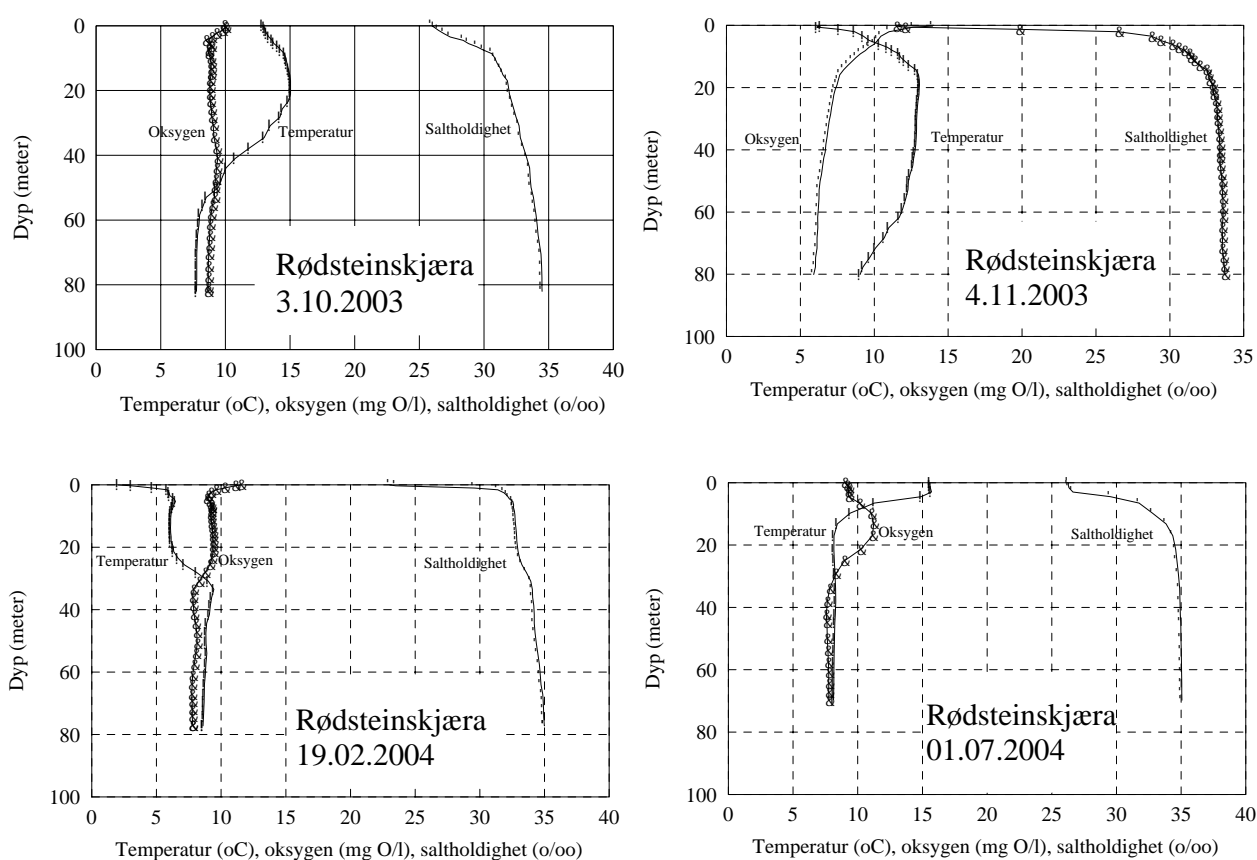


Figur 4. Døgnmidlar for temperatur målt ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003, og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004.

SJIKTNINGSTILHØVE

Temperatur, oksygeninnhald og saltinnhald er målt i vassøyla på anlegget ved Rødsteinskjæra med ein YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ved fleire høve: 3. oktober 2003 ca kl 15; 4. november 2003 ca kl. 12; 19. februar 2004 omlag kl. 11 og 1. juli 2004 omlag kl. 11 (**figur 5**).

Profilane viser at dei øvste par metrane av vassøyla ofte er prega av ferskvasstilførsler, hovudsakleg frå Øvredalsvatnet. Det er også ein viss påverknad av innblanda ferskvasstilførsler frå Samnangerfjorden ned mot 30 meters djup, medan dei djupare vasslaga for det meste er prega av atlantehavsvatn, med saltinnhald opp mot 35,0 på 80 meters djup i februar og over 35,0 djupare enn 50 meter i juli. Temperaturen varierer i ulike sjikt gjennom året, og det er først på nærare 80 meters djup at temperaturen ser ut til å vere nokolunde stabil rundt 8-9 °C. Oksygeninnhaldet samsvarar i stor grad med temperaturen nedover i djupet, og ser ut til å vere jamt høgt nedover til minst 80 meters djup på lokaliteten. Oksygenverdiene 4. november er noko låge grunna svikt i oksygenmembranen.



Figur 5. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhald (mg O/l) og saltinnhald i vassøyla ved anlegget på lokaliteten Rødsteinskjæra i Os ved fire høve i 2003 og 2004.

RESULTAT AV STRAUMMÅLINGANE

STRAUMHASTIGHEIT

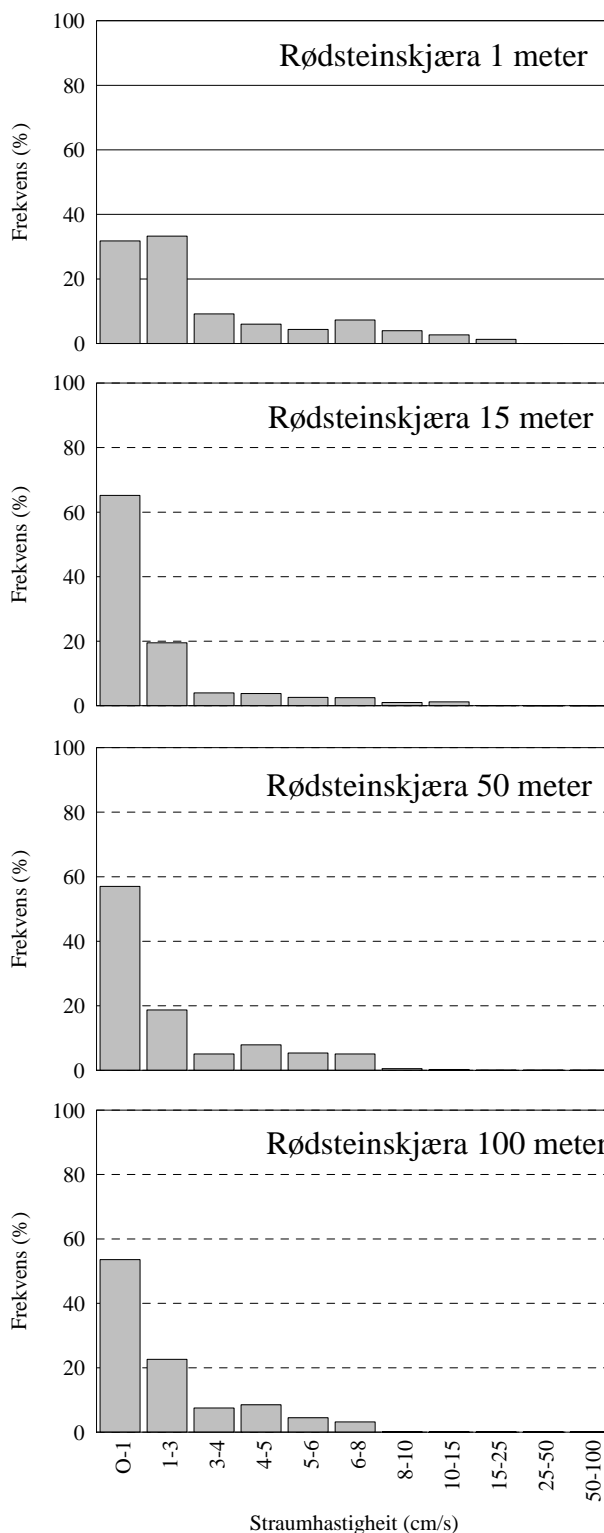
Overflatestraumen på 1 m djup hadde ei gjennomsnittleg hastigheit på 3,3 cm/s i måleperioden. Målingane av straumstyrke synte flest målingar av straum i intervalla frå 0-3 cm/s (ca 65 %), elles var det ei noko låg og avtakande fordeling av straum i dei ulike intervalla opp til 25 cm/s (**figur 6**). Den maksimale straumhastigheita på dette djupet vart målt til 25,4 cm/s (**figur 7**).

Det vart målt svak straum på 15 m djup (vassutskiftingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 1,9 cm/s. Om lag 65 % av målingane av straum var på 1 cm/s eller mindre (heilt straumstille), elles vart det registrert straum i dei ulike intervalla opp til 25 cm/s (**figur 6**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til 17,0 cm/s (**figur 7**).

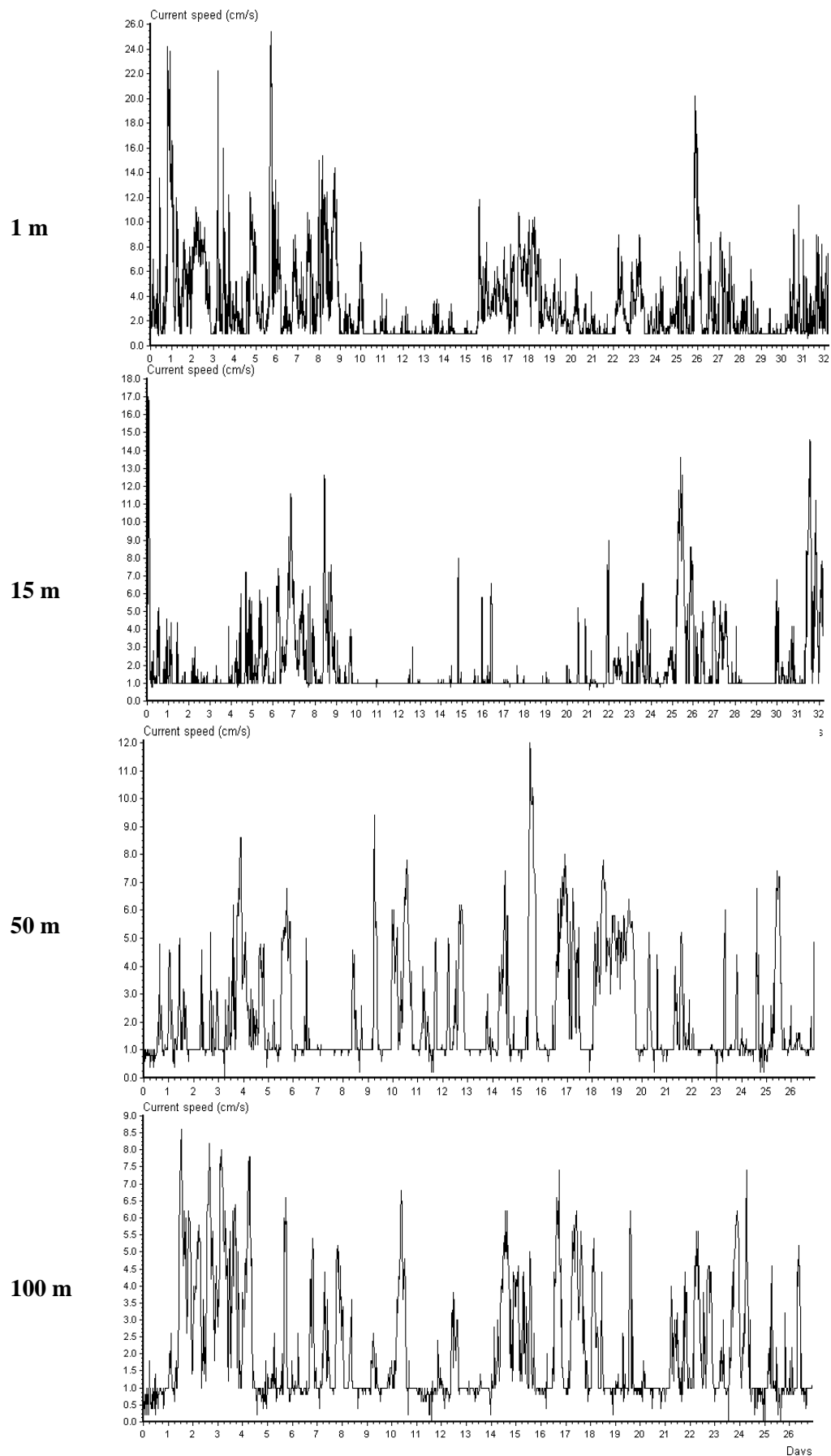
Det vart målt middels sterk straum på 50 m djup (spreiingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 2,2 cm/s. Om lag 76 % av målingane av straum var på 3 cm/s eller mindre, resten fordelte seg nokolunde jamt i intervalla frå 3 til 8 cm/s, med nokre få målingar av straum over 8 cm/s (**figur 6**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til 12,0 cm/s (**figur 7**).

Det vart målt middels sterk straum på 100 m djup ("botnstraum", ca 5 m over botn) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 2,1 cm/s. Om lag 54 % av målingane av straum var på 1 cm/s eller mindre (heilt straumstille), medan ca 23 % var i intervallet 1-3 cm/s. Resten fordelte seg i dei ulike intervalla mellom 3 og 8 cm/s (**figur 6**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til 8,6 cm/s (**figur 7**).

Straumbiletet på lokaliteten såg i nokon grad ut til å vere påverka av tidevatnet, med periodevis 2-4 straumtoppar i døgnet, men var også prega av vinddriven straum i dei øvre vasslaga (**figur 7**). Det var ikkje vesentleg sterkare straum rundt fullmåne/nymåne enn elles i måleperioden, med 15 m djup som moglege unntak.



Figur 6. Fordeling av straumhastigheit ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004.



Figur 7. *Straumhastighet ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004.*

STRAUMSTILLE PERIODAR

På 1 m djup var det 35 periodar med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) som varte 2,5 timar eller meir (**tabell 4**). Dette utgjorde 31,3 % av den totale måletida på 773,3 timar. Dei to lengste periodane var på 17,3 og 17 timar.

På 15 m djup var det høgt til svært høgt innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 523 timar av totalt 773,3 timar med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) i periodar på 2,5 timar eller meir (67,6 %). Ser ein på enkeltmålingane gjeve i **tabell 4** vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 40 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 69,2 og 56,7 timar.

På 50 m djup var det høgt innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 404 timar av totalt 647 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (62,4 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 37 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 43,5 og 33 timar.

På 100 m djup var det middels innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 398 timar av totalt 647 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (61,4 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 35 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 36 og 35 timar.

Tabell 4. Skildring av straumstille på lokaliteten Rødsteinskjæra oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 2 cm/s. Lengste straumstille er også oppgjeve. Målingane er utført i perioden 3. oktober - 4. november 2003 på 1 og 15 m djup (10 min måleintervall), og i perioden 1. - 28. juli 2004 på 50 og 100 m djup (30 min måleintervall).

Måledjup	0,17- 2,33 t	2,5- 6 t	6,17- 12 t	12,17- 24 t	24,17- 36 t	36,17- 48 t	48,17- 60 t	60,17- 72 t	>72t	Maks
1 meter	219	21	8	6						17,3 t
15 meter	104	18	10	6	2	2	1	1		69,2 t
50 meter	39	12	13	10	1	1				43,5 t
100 meter	42	13	12	6	4					36 t

STRAUMRETNING

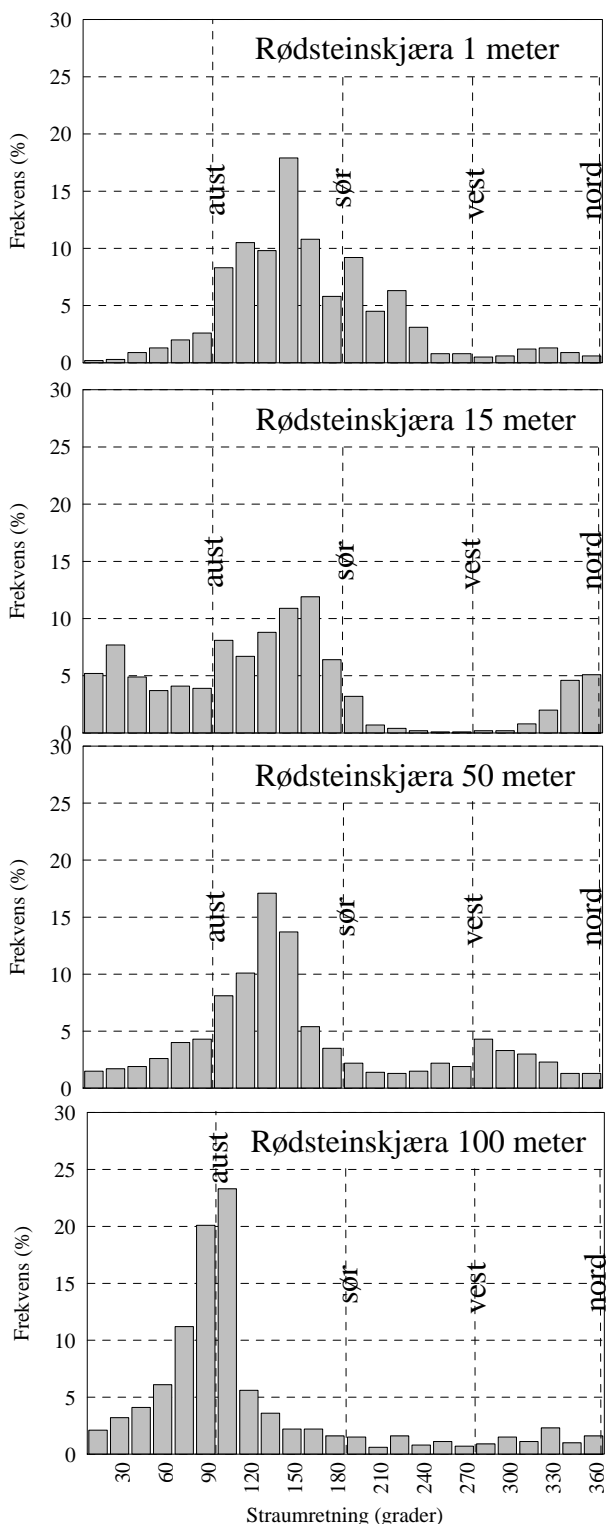
Overflatestraumen på 1 m djup gjekk hovudsakleg mellom sør og aust i måleperioden (**figur 8**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørsøraustleg resultatretning (150°) var 0.74, dvs at straumen var svært stabil i denne retninga (**tabell 5**). Straumen rann altså i løpet av måleperioden med heile 74 % stabilitet i sørsøraustleg retning, noko som også går fram av det progressive vektorplottet (**figur 9**).

Vassutskiftingsstraumen på 15 m djup gjekk i hovudsak mellom sør og aust i måleperioden, men det var også ein del målingar av straum i nordleg retning (**figur 8**). Neumannparameteren, i austsøraustleg resultatretning (119°) var 0.59 dvs at straumen var stabil i denne retninga (**tabell 5**). Det progressive vektorplottet viser at straumen gjekk i søraustleg retning først i perioden, så i nordleg retning nokre dagar, og så mot søraust igjen mot slutten av perioden (**figur 9**).

Spreingsstraumen på 50 m djup gjekk i all hovudsak mot søraust, men det gjekk også litt mot vest (**figur 8**). Neumannparameteren i søraustleg resultatretning (129°) var 0.64, dvs at straumen var stabil i denne retninga (**figur 9**).

Botnstraumen på 100 m djup gjekk nesten utelukkande mot aust (**figur 8**). Neumannparameteren i austleg resultatretning (86°) var 0.83, dvs at straumen var svært stabil i denne retninga (**figur 9**).

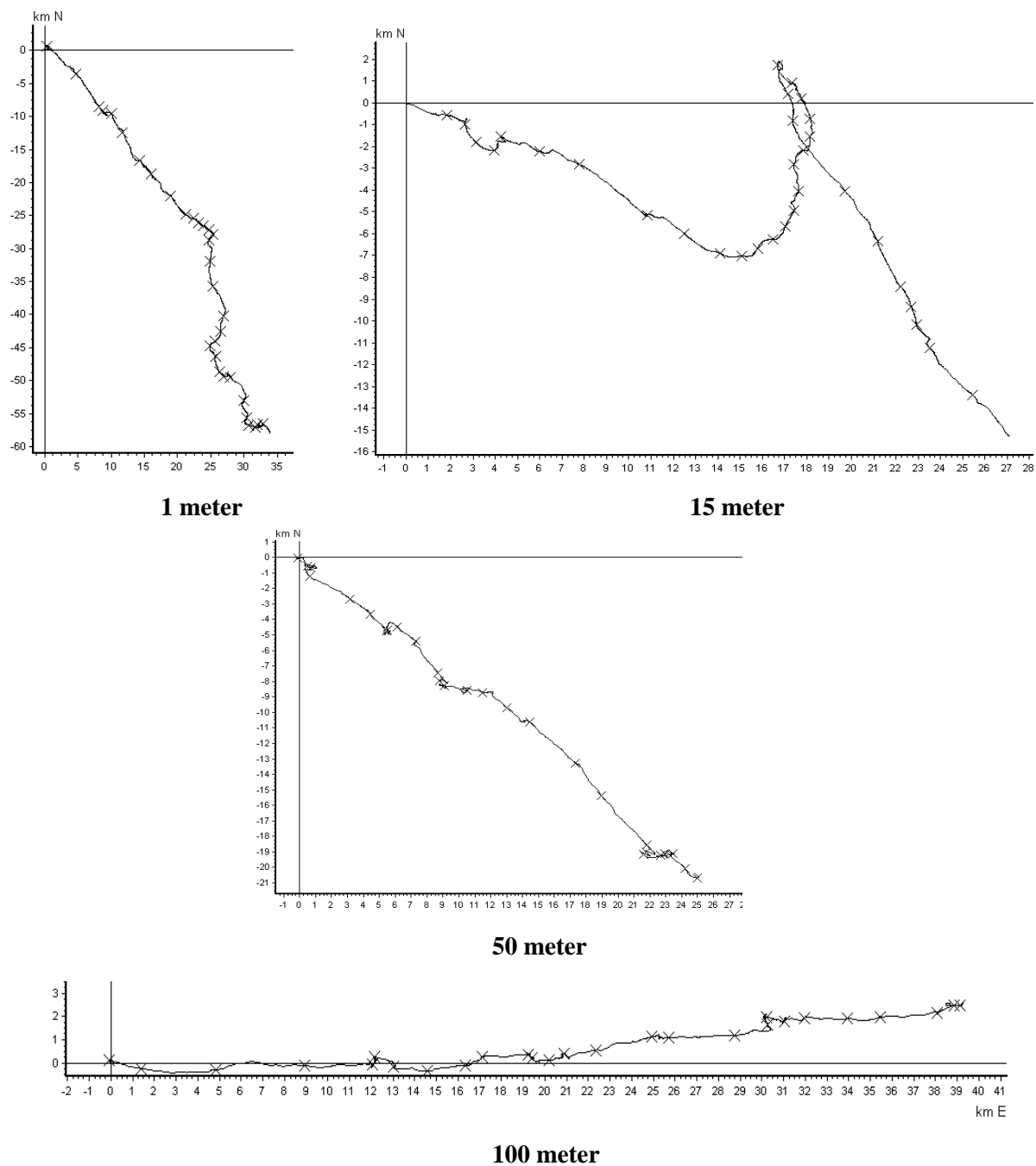
På alle djup er det ein dominans av straum som går mellom sør og aust, dvs. hovudsakleg i retning ut fjorden. Dette er ei følge av det generelle mønsteret med at straum hovudsakleg går innover fjordane på sørsida og utover fjordane på nordsida, som ein effekt av jordrotasjonen. I tillegg vil ferskvasstilførsler gje ein netto transport av vatn ut fjorden i overflatelaget, medan underliggjande lag vil kunne gå motsett veg (kompensasjonsstraum).



Figur 8. Fordeling av straumretning ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004.

Tabell 5. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Resultant retning
1 meter	3,3	10,383	0,743	150° = SSØ
15 meter	1,9	3,937	0,589	119° = ØSØ
50 meter	2,2	3,770	0,637	129° = SØ
100 meter	2,1	2,921	0,825	86° = Ø



Figur 9. Progressivt vektorplott for målingane på 1 meters djup (oppe til venstre), 15 meters djup (oppe til høgre), 50 meters djup (midten) og 100 meters djup (nede) ved Rødsteinskjæra i perioden 3. oktober - 4. november 2003 (1 og 15 m djup) og i perioden 1. - 28. juli 2004 (50 og 100 m djup).

VASSTRANSPORT

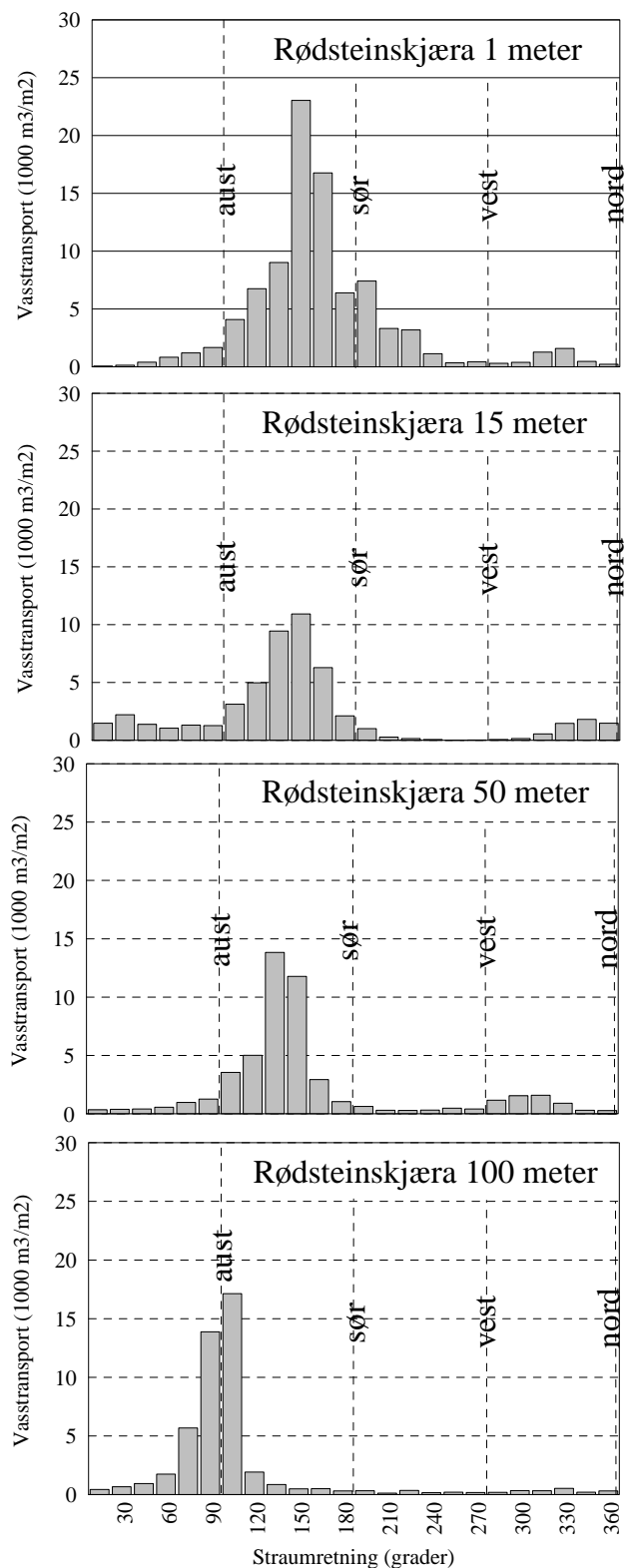
Vasstransporten på dei ulike djupa er ein funksjon av straumhastigheit og straumretning og er framstilt i figur 10. Figur 11 syner samanfattande straumrosar av største registrerte, samt middel straumhastigheit, vasstransport og tal på målingar pr retningseining.

På 1 m djup gjekk vasstransporten i all hovudsak mot søraust. Den sterkaste straumen (25 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittsstraumen (5,5 cm/s) vart målt mot sørsøraust.

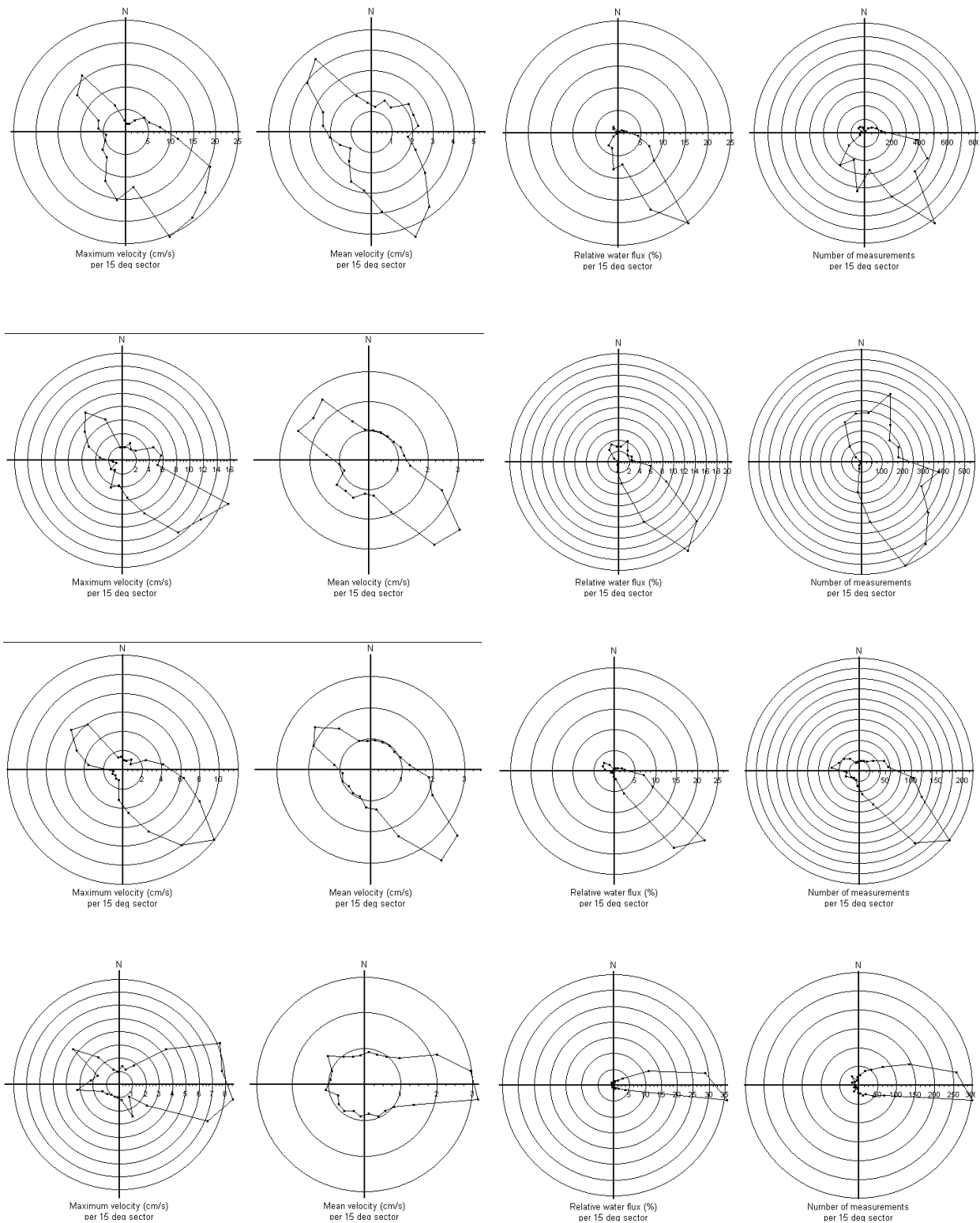
På 15 m djup var det ein klar dominans av vasstransport mot søraust, men det var også litt i nordleg retningsområde. Den sterkaste straumen (17 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittsstraumen (4 cm/s) vart målt mot høvesvis austsøraust og søraust.

På 50 m djup gjekk vasstransporten i all hovudsak mot søraust. Den sterkaste straumen (12 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittsstraumen (4 cm/s) vart også målt mot søraust.

På 100 m djup gjekk vasstransporten nesten utelukkande mot aust. Den sterkaste straumen (8 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittsstraumen (3 cm/s) vart også målt mot aust.



Figur 10. Vasstransport (total fluks) ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004.

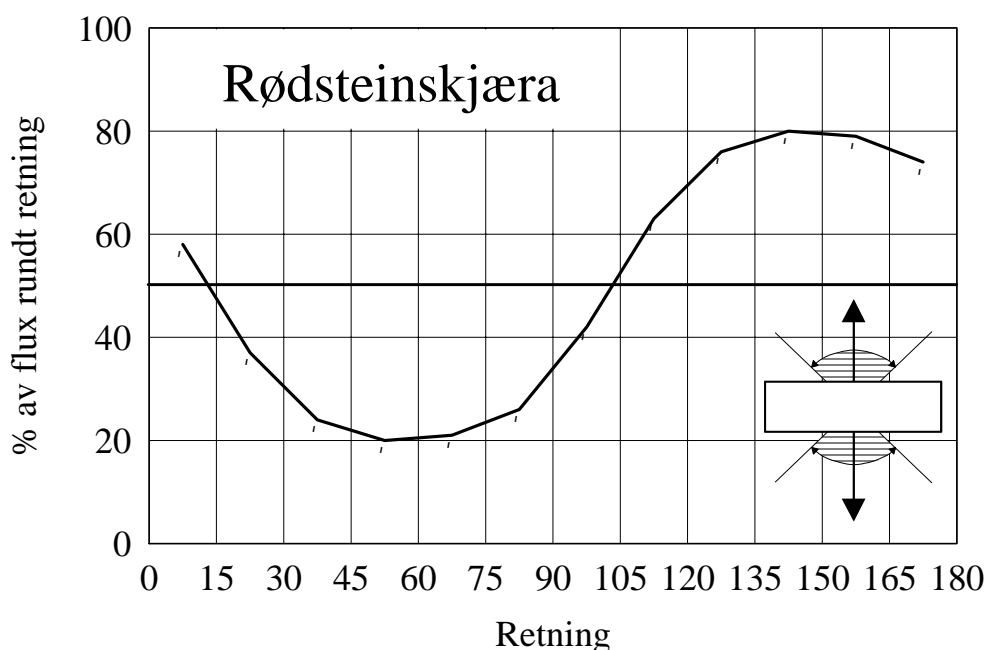


Figur 11. Samanfattande straumroser for måleresultata ved Rødsteinskjæra på 1 og 15 m djup i perioden 3. oktober - 4. november 2003 og på 50 og 100 m djup i perioden 1. - 28. juli 2004. Resultata frå 1 meter (øvt), 15 meter, 50 meter og 100 meter (nedst). Dei fire ulike rosene syner fordelinga for kvar 15 grad, frå venstre: Største registrerte, samt middel straumhastigheit, vasstransport og tal på målingar.

PLASSERING AV ANLEGG

Plasseringa av eit anlegg i høve til hovudstraumretninga 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 mogleg opphaldstid i anlegget før nytt vatn kjem inn, og då må mest mogleg 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 12 syner kva som er den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for at mest mogleg av vasstransporten skal passere på tvers av anlegget. Nede til venstre i 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. Figuren er berekna ut frå straumen på 15 m djup.



Figur 12. 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 12** ser ein at vasstransporten på tvers av anlegget er størst i ei retning rundt 145°, eller omlag mot søraust. Den optimale plasseringa av eit anlegg er vinkelrett på dette, eller omlag i lengderetninga nordaust - sørvest. Dette samsvarar med den plasseringa anlegget har i dag. Med ei slik plassering vil rundt 80 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget, anten frå den eine eller den andre sida.

DISKUSJON

Straumhastigheit

Det er ikkje målt vassutskiftingsstraum på representativt merddjup (ca 8 meter) på lokaliteten, i staden har ein gjort vurderingar på grunnlag av eksisterande målingar av straum på 1 og 15 meters djup frå oktober 2003, som er innsamla i samband med klassifisering av lokaliteten (Tveranger & Johnsen 2003). Desse målingane viser ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 3,3 cm/s på 1 meters djup og 1,9 cm/s på 15 meters djup. Eit gjennomsnitt av desse to verdiane blir 2,6 cm/s, og antydgar at straumen på 8 meters representativt merddjup er middels sterk. I praksis vil nok straumen vere svakare på dette djupet, avdi straumfarten vanlegvis avtek ein god del nedover i dei aller øvste metrane, noko avhengig av kor lagdelte vassmassane er. Truleg vil den gjennomsnittlege straumhastigheita på 8 meters djup ha vore ein stad mellom 2,0 og 2,5 cm/s i måleperioden, og vassutskiftingsstraumen kan såleis karakteriserast som svak.

Nedover i djupet hadde straumen på 50 meters djup ei gjennomsnittleg hastigheit på 2,2 cm/s, medan straumen på 100 meters djup var 2,1 cm/s i gjennomsnitt. Det betyr at straumen på begge desse djupa var middels sterk. Straumen på desse to djupa vart målt på eit anna tidspunkt (juli 2004) enn straumen på 1 og 15 meters djup (oktober 2003), og det kan vere ei medverkande årsak til at hastigheita på 50 og 100 meters djup faktisk var større enn det som vart målt på 15 meters djup. Vanlegvis vil straumhastigheita avta nedover i vassøyla.

Inne i fjordar er det som regel lite straum når ein kjem ned på 100 meters djup. Ut frå dette kan ein seie at botnstraumen på lokaliteten er god for å vere på dette djupet på ein typisk fjordlokalitet. Det viktigaste med ein god botnstraum er å få spreidd organisk avfall frå oppdrettsverksemda og få tilført nok oksygenrikt vatn til at ein får ei effektiv nedbryting. På ein skrånande botn slik som ved Rødsteinskjæra vil ein del av sedimentet i tillegg bli spreidd utover og nedover på større djup, og risikoen for opphoping og punktbelastning under eit anlegg vil avta.

Den middels sterke spreingsstraumen og botnstraumen i juli 2004 indikerer at vassutskiftingsstraumen på 8 m representativt merddjup også kan ha vore middels sterk i denne perioden. Resultata indikerer at straumen jamt over er middels sterk i heile vassøyla på lokaliteten.

Straumstille periodar

Straumstille periodar blir rekna som periodar der straumen er svakare enn 2 cm/s, og som har ei varigheit på 2,5 timar eller meir. På 15 m djup utgjorde dermed innslaget av straumstille periodar totalt 68 % av måleperioden i oktober 2003, noko som er eit høgt til svært høgt innslag av straumstille periodar. På 1 meters djup var innslaget av straumstille periodar 31 %, og det må karakteriserast som mykje. På nokre stausterke lokalitetar blir det ikkje registrert straumstille periodar i det heile på 1 meters djup i løpet av måleperioden på ein månad. Dersom ein ser på figuren over straumhastigheit (**figur 7**) ser ein at det meste av straumstilla skuldast 5-6 dagar med svært låg straumaktivitet i midten av oktober 2003. Årsaka til dette kan vere kombinasjonar av høgtrykk og lite vind, samt lite avrenning frå land.

Sjølv om det totale innslaget av straumstille periodar var høgt på 1 meters djup, var ikkje periodane spesielt lange, og lengste periode var på ca 17 timar. På 15 meters djup var dei straumstille periodane ein del lenger, og lengste periode var her 69 timar, eller nesten tre døgn. Det er nokså lenge, og det kan vere ein viss fare for at fisken kan symje i tilnærma det same vatnet i mange timar, og faren for oksygenvinn i merdene vil auke. Lange periodar med straumstille 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 fôring og høge

temperaturar, vil fisken i lengre periodar kunne få tilført for lite oksygen. Det er rimeleg å anta at dei straumstille periodane på 8 meters representativt merddjup vil vere noko kortare, men ein kan ikkje heilt utelukke at fisken i enkelte periodar kan få redusert trivsel og vekst på grunn av oksygensvinn i merdene.

Dei lengste straumstille periodane på 50 og 100 meters djup var kortare enn på 15 meters djup, noko som er uvanleg. Den totale tida med straumstille var også kortare på 50 og 100 meters djup enn på 15 meters djup, men forskjellane var relativt små (høvesvis 69, 62 og 61 % på 15, 50 og 100 meter). Sidan mengda og lengda av straumstille periodar som regel aukar nedover i vassøyla tyder resultatata på at straumaktiviteten generelt har vore større og meir jamn i juli 2004 enn oktober 2003. Det kan vidare tyde på at perioden med låg straumaktivitet midt i oktober 2003 har vore eit noko uvanleg tilfelle.

Straumretning

På alle djup er det ein dominans av straum som går mellom sør og aust, dvs. hovudsakleg i retning ut fjorden. Dette følgjer det generelle mønsteret med at straum hovudsakleg går innover fjordane langs sørsida og utover fjordane langs nordsida, som ein effekt av jordrotasjonen. Straumen på 100 meters djup gjekk noko meir mot aust enn på dei andre djupa. Dette skuldast truleg botntopografien i området, ved at fjellbotnen stig oppover rett i bakkant av (sør for) der målarane stod, og pressar vatnet som kjem nordfrå til sides og meir i austleg retning.

Ferskvasstilførslar til fjorden vil gje ein netto transport av vatn ut fjorden i overflatelaget, og dette vil ofte føre til at underliggjande lag vil kunne gå motsett veg (kompensasjonsstraum). Dette er truleg årsaka til at det var ein større andel nordleg straum på 15 meters djup enn på dei andre djupa. Dette var ganske tydeleg midt i måleperioden, då straumen på 1 meters djup hovudsakleg gjekk rett sør, medan straumen på 15 meters djup hovudsakleg gjekk mot nord (jf. **figur 9**). Både i starten og slutten av måleperioden hadde straumen på desse to djupa om lag samanfallande retning, mot søraust.

Den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for å få størst mogeleg vasstransport gjennom anlegget er omlag i lengderetninga nordaust - sørvest, eller omlag slik anlegget ligg i dag. Då vil rundt 80 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget. Det er gunstig for å få god utskifting i merdene og unngå redusert trivsel og vekst på fisken på grunn av oksygensvinn.

Botngransking

Det er utført ei MOM B-gransking på lokaliteten den 19. februar 2004 (Brekke m. fl. 2004). Denne viste at lokaliteten på prøvetakingstidspunktet totalt sett var middels belasta av den dåverande oppdrettsverksemda (tilstand 2). Prøvetakinga vart gjort omtrent samtidig med at fisken i anlegget vart slakta ut, og resultatet representerer såleis situasjonen ved maksimal belastning på lokaliteten.

Resultatet frå MOM B-granskinga og straummålingane ved Rødsteinskjæra tyder på at lokaliteten fungerer bra med dagens produksjon, og at det kan vere rom for ein god del auka produksjon før lokaliteten vert uakseptabelt belasta i høve til MOM-kriteriene. Ein produksjonsauke bør gjerast ved å forlengje anlegget ut på djupare vatn. Ei slik omlegging av anlegget er gjort i etterkant av MOM B-granskinga, ved at hovuddelen av anlegget er dreid 90° og forlengja med plastringar mot nordaust. Ei slik endring i plassering vil også truleg vere gunstig for å unngå opphopping av organisk materiale i ei hylle eller grop under den delen av anlegget der ein fekk opp ein uakseptabel prøve ved MOM B-granskinga (Brekke m. fl. 2004).

Konklusjon

Med tanke på spreiding av organisk avfall frå oppdrettsverksemda er straumtilhøva på lokaliteten gode, med middels sterk spreingsstraum og botnstraum. Vassutskiftingsstraumen på lokaliteten var svak til middels sterk, med eit noko høgt innslag av straumstille periodar. Det kan dermed vere ein viss fare for at fisken kan symje i tilnærma det same vatnet i mange timar, og faren for oksygenvinn i merdene vil auke. Noko av denne faren er redusert ved at anlegget er plassert slik at størst mogeleg andel av vasstransporten passerer på tvers av anlegget. Det er god djupne på lokaliteten, og botn under anlegget er bratt skrånande, noko som fører til ytterlegare spreiding. Det vil dermed vere liten fare for lokal punktbelastning på botnen under anlegget, med mindre ein har spesielle hyller eller groper i terrenget der avfall kan samle seg opp. Ved tidlegare plassering av anlegget verka det vere ei slik hylle/grop under delar av anlegget, men ved ny anleggsplassering er det mogeleg at dette problemet er redusert. Lokaliteten ligg gunstig til ut mot ein djup og stor fjordresipient, med god utskifting og stor resipientkapasitet. Med rett bruk av gjeldande merdteknologi bør lokaliteten vere godt eigna til oppdrett av fisk, og vil fungere tilfredsstillande med den omsøkte utvidinga.

REFERANSAR

BREKKE, E., B. TVERANGER & G. H. JOHNSEN 2004.

MOM B-gransking av oppdrettslokaliteten Rødsteinskjæra i Os
Rådgivende Biologer AS, rapport 711, 25 sider.

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

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

Strømforhold på oppdrettslokalitetar i relasjon til topografi og miljø.
NIVA-rapport 3709, 58 sider, ISBN 82-577-3275-3

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

Strøm på havbrukslokalitetar.
NIVA-rapport 4133, 33 sider, ISBN 82-577-3743-7

NORSK STANDARD NS 9410.

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

STIGEBRANDT, A. 1992.

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

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

Lokalitetsklassifisering av lokaliteten Rødsteinskjæra i Os kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 671, 20 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 rotorburer 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 rotorburer vart brukt i alle tre straummålarer på lokaliteten. Det står att å utføre ein instrumenttest med dette rotorburer, men det er grunn til å tru at denne typen rotorbur ikkje i like stor grad som det gamle rotorburer måler mindre straum enn sann straum ved låg straumhastigheit.

