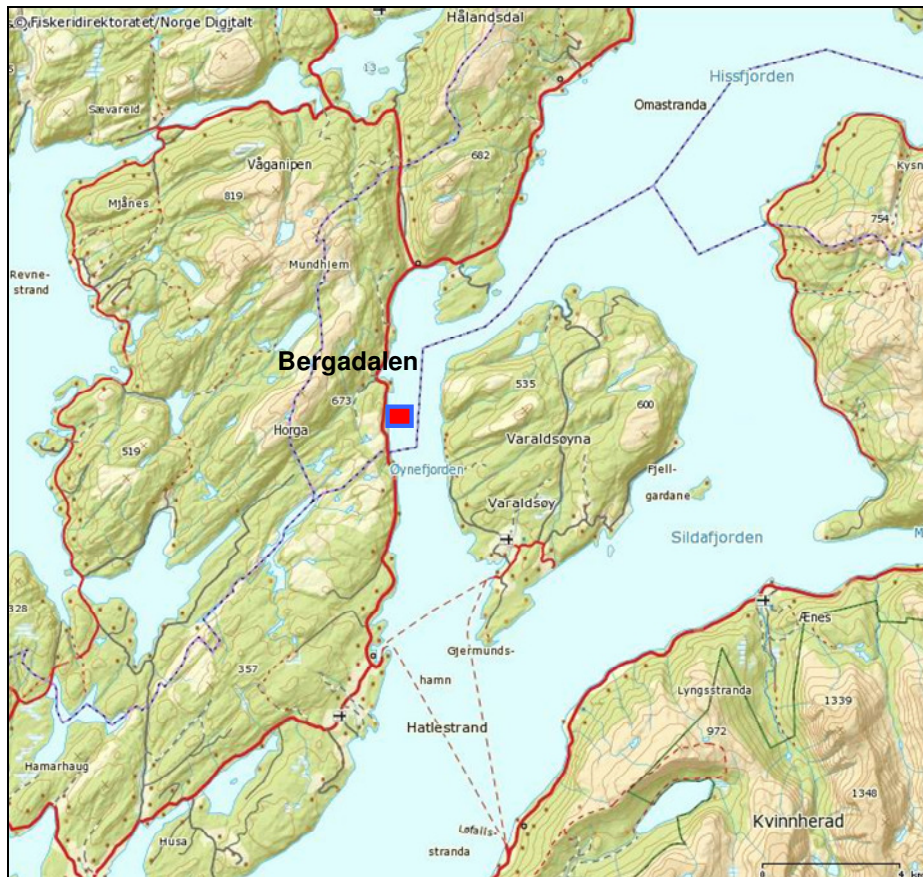


Straummålingar ved oppdrettslokalitet Bergadalen i Kvam kommune



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

1307



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Straummålingar ved oppdrettslokalitet Bergadalen i Kvam kommune

FORFATTARAR:

Arne H. Staveland

OPPDRAGSGIVER:

Lingalaks AS

OPPDRAGET GITT:

17. januar 2010

ARBEIDET UTFØRT:

jan - mars 2010

RAPPORT DATO:

7. april 2010

RAPPORT NR:

1307

ANTALL SIDER:

24

ISBN NR:

Ikkje nummerert

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- Straummåling
- Botngransking

- Kvam kommune
- Hordaland fylke

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no

E-post: post@radgivende-biologer.no

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

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lingalaks AS utført straummålingar av oppdrettslokalitet Bergadalen i Kvam kommune.

Det skal etter planen leggjast ut eit nytt anlegg på lokaliteten ca 200 m sør – søraust for dagens anlegg. Formålet med å utføra straummålingar ved denne lokaliteten, var å vurdere korleis straumtilhøva varierer ivassøyra nedover til 100 m djup. Dette kan då nyttast i lokalitetsklareringa og ei eventuell revidert lokalitetsvurdering (tidlegare lokalitetsklassifisering) i høve til NS 9415:2009 for det nye anlegget.

Denne rapporten presenterer ei oppsummering av straummålingane på lokaliteten ved Bergadalen. Straummålingane presentert i rapporten vart utført i perioden 28. januar - 4. mars 2010

Rådgivende Biologer AS takkar Lingalaks AS v/Erlend Haugarvoll for oppdraget, og Oddvar Femsteinevik for assistanse i samband med utsett og opptak av straummålarane.

Bergen, 7. april 2010

INNHALD

Føreord.....	2
Innhald	2
Samandrag	3
Innleiing om oppdrettslokalitetar	4
Område- og lokalitetsskildring.....	7
Metodebeskriving.....	10
temperatur- og sjiktningstilhøve	12
Resultat av straummålingane	14
Referansar	23
Om Gytre straummålarar	24

SAMANDRAG

Staveland A. H. 2010.

Straummålingar ved oppdrettslokalitet Bergadalen i Kvam kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport 1307, 24 sider.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lingalaks AS gjennomført måling av straum på lokaliteten Bergadalen i Kvam kommune, der det etter planen skal leggjast ut eit nytt anlegget ca 200 m sør – søraust for dagens anlegg. Ein rigg med fire straummålarar (Sensordata SD 6000) stod utplassert ved Bergadalen i perioden 28. januar – 4. mars 2010 for måling av overflatestraum (5 m djup), vassutskiftingsstraum (15 m djup), spreingsstraum (50 m djup), og ”botnstraum” (100 m djup).

Lokaliteten ligg på vestsida av Øynefjorden i Kvam kommune, og ligg noko eksponert til mot vêt og vind frå sør, og mot nord - nordaust. Det vil vera bratt skrånande botn under det planlagte anlegget, og det vil truleg vera fjellbotn under det meste av dette anlegget.

STRAUMMÅLINGAR

Overflatestraumen på 5 meters djup var ”sterk” med ei gjennomsnittleg hastigheit på 9,4 cm/s og ei maksimal hastigheit på 50,6 cm/s. **Vassutskiftingsstraumen** på 15 meters djup var ”svært sterk” med ei gjennomsnittleg hastigheit på 7,4 cm/s og ei maksimal hastigheit på 46,2 cm/s. **Spreingsstraumen** på 50 meters djup var derimot ”svak” med ei gjennomsnittleg hastigheit på 1,4 cm/s og ei maksimal hastigheit på 12,4 cm/s. **Botnstraumen** på 100 meters djup var ”svært svak” med ei gjennomsnittleg hastigheit på 1,2 cm/s og ei maksimal hastigheit på 5,8 cm/s. Straumen var hovudsakleg tidevasstyrt, men også noko påverka av vêt og lufttrykksendringar i måleperioden.

Det var ”middels” innslag av straumstille periodar på 5 m djup, ”lite” innslag av straumstille på 15 m djup, medan det var ”høg” innslag av straumstille periodar på 50 og 100 m djup. Straumretninga og vasstransporten på 5 og 15 m djup gjekk i praksis berre mot sør – sørsøraust langs med land ved Bergadalen. Straumretninga og vasstransporten på 50 og 100 meters djup gjekk derimot om lag like mykje i nordleg og sørleg retning. Retninga til straumen på 5 og 15 m djup var ”svært stabil” i høvesvis sørleg og sørsøraustleg resultantretning. På 50 m djup var straumen ”svært lite stabil” i sørleg retning. På 100 m djup var straumen ”lite stabil” i nordnordvestleg resultantretning.

Den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for å få størst mogeleg vasstransport gjennom anlegget er omlag i lengderetninga aust – vest (82,5 – 262,5°). Då vil ca 95 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget. Med den omsøkte plasseringa (ca 62° – 242°), eller mellom austnordaust – vestsørvest, vil ca 75 - 80 % av vassmassane passere på tvers av anlegget, noko som vil vera gunstig.

Måleperioden 28. januar – 4. mars 2010 var prega av eit unormalt stabilt og kaldt vintervêt, med vind frå aust det meste av tida. Det at straumen var sterk i sørleg retning på 5 og 15 m djup var ikkje uventa då lokaliteten ligg relativt eksponert til mot vêt og vind mot austlege retningar. Sjølv om dei mange straummålingane som Rådgivende Biologer AS har utført i Hardangerfjorden dei siste åra viser generelt dårlegare straum nedover i vassøyla lenger inne i fjorden, samanlikna med lenger ute, var det noko uventa at straumen var så svak på 50 og 100 m djup. Det er ikkje utenkeleg at straumtilhøva nedover i vassøyla hadde vore betre dersom det hadde vore meir variable vind- og vêttilhøva i måleperioden.

Med tanke på spreiiing av organisk avfall frå oppdrettsverksemda er straumtilhøva på lokaliteten moderate, med sterk vassutskiftingsstraum, svak spreingsstraum og svært svak ”botnstraum”. Overflatestraumen var derimot sterk. Straumbiletet er typisk for ein fjordlokalitet eit stykke innanfor hovudterskelen. Det er god djupne på lokaliteten, og botn under det planlagte anlegget er bratt skrånande, noko som aukar spreiiinga av organisk avfall frå anlegget. Lokaliteten ligg og i tilknytning til ein resipient med tilnærma uavgrensa resipientkapasitet. Den sterke overflate- og vassutskiftingsstraumen med låg andel straumstille, samt at det nye anlegget vil bli liggjande nesten på tvers av straumen, gjer at lokaliteten truleg er godt eigna for lakseoppdrett.

INNLEIING OM OPPDRETTSLOKALITETAR

Val av lokalitet har etterkvart vorte ein kritisk suksessfaktor for å oppnå vellykka driftsresultat, då 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 9410:2007, "Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg".

Alle lokalitetar skal såleis i varierende grad underleggast ulike typar miljøgranskingar. Mellom anna skal det utførast miljøundersøkingar under anlegga ved topp-produksjon i kvar driftssyklus. Hovudmålet med miljøgranskingar på oppdrettsanlegg er å avgjere i kva grad drifta påverkar det ytre miljøet. Fram til no har det derimot vore lite merksemd retta mot korleis dei ytre miljøtilhøva påverkar velferda til fisken, då det indre miljøet i anlegget i stor grad blir påverka av det ytre miljøet.

I samband med søknad om ny lokalitet eller utviding på gjeldande lokalitet, skal det også presenterast strammålingar. NYTEK-forskrifta stiller tekniske krav til flytande oppdrettsanlegg med omsyn på dei ytre påkjenningene. Alle lokalitetar skal såleis vere klassifisert i høve til dette, der måling av overflatestraum er eitt sentralt element. Minimumsbehovet for straum i eit anlegg er avhengig av temperaturen i sjøen, årstid, fiskemengde i anlegget, føring, tettelek i merdene, djupne på nøtene, om nøtene er reine, anlegget si plassering i høve til straumretning, osv. For lite straum, eller lange straumstille periodar, vil kunne medføre oksygensvikt i merdene. Spesielt kritiske periodar har ein om sommaren og utover hausten med høg temperatur i sjøen kombinert med lite oksygen og høg biomasse i anlegga.

Lokalitetstypar og vassutskifting

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 tilførsar av oppløyst næringsstoff raskt bli ført bort. Tilførsar 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 i kva grad tilførsar 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 vere stagnerande, medan overflatevatnet hyppig vert skifta ut fordi tidevatnet to gonger dagleg strøymer fritt inn og ut. Mellom tidevatnstraumane kan det vere periodar med straumstille. I dei store fjordane vil djupvatnet utgjere svært store volum, og djupnene kan vere på mange hundre meter.

Straumsund omfattar ofte trange, nesten kanal-liknande nord-sør gåande område der tidevasstraumen periodevis er svært sterk. Dersom slike straumsund 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 straumsund vil vanlegvis ha ein svært god resipientkapasitet, fordi sjølv betydelege tilførsar vert spreidd utover store område, medan djupare straumsund vil ha sedimentierende 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 straumsund 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 sedimentierende tilhøve og kunne ha lokal påverknad av utslepp.

Bukter og viker viser til lokale område som gjerne ligg i tilknytning til anten større fjordar, straumsund 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. Dette er fordi ei bukt eller vik vil kunne liggja i ei "bakevje", og ha betydeleg dårlegare straumtilhøve i høve til sjøområda utanfor.

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.

Innslaget av straumstille periodar på straumsvake lokalitetar (t.d. innerst i ein fjordarm, inne i ein os, ei bukt eller ei vik) gjer at ein kan risikere at fisken i lengre periodar sym i tilnærma det same vatnet. På straumsvake lokalitetar har ein ikkje alltid 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.

Lokal belastning på ytre miljø

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 tilførsalar 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 får opp slike stader 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 resultata i lys av korleis lokaliteten er.

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 gje 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 spreiding av avfallet på ein skrånande botn.

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.

Indre- og ytre miljøtilhøve, sjukdom.

Dei siste åra har antal fisk på kvar lokalitet, og i kvar merd, auka kraftig utan at ein har sett nok fokus på kva konsekvensar dette kan ha for fisken sitt indre miljø i anlegga. Fisken treng oksygen til alle livsfunksjonane, og straumtilhøva på lokaliteten, anleggstype og anlegget si plassering i høve til dominerande straumretning har vesentleg betydning for om fisken får nok oksygen. Det er viktig at vasstraumen får kortast mogeleg veg gjennom anlegget. Store mengder fisk i kompakte stålanlegg stiller høgare krav til lokaliteten med omsyn til straumfart og vassutskifting, enn når fisken går i plastringar med større innbyrdes avstand mellom merdene.

Særleg i den varme årstida vil det vere viktig at fisken til ei kvar tid får nok oksygen. Då er oppløyslegeheita til oksygen i vatnet lågast, og fisken har samtidig høg metabolisme og dermed større behov for oksygen. Algane i sjøen brukar oksygen om natta, og med avtakande daglengde utover sommaren og hausten vil tilgjengeleg oksygen i sjøen minke, slik at ein vil kunne oppleve periodar med for lite oksygen, spesielt tidleg om morgonen. Det er også ofte på sommaren og hausten at ein har den mest intensive drifta 2.året i sjø etter utsett.

Mangel på tilstrekkeleg med oksygen kan vere ein av dei viktigaste forklaringane på kvifor mange oppdrettarar føler at ”dei køyrer med handbremsa på”, og er truleg ei av dei viktigaste årsakene til at nokre anlegg er meir utsett for sjukdom og oppnår dårlegare produksjonsresultat enn andre. Stress over lengre tid på grunn av ugunstige oksygen- og miljøtilhøve, vil kunne redusere allmenntilstanden for fisken slik at den lettare vert ramma av sjukdom, og gje høgare dødelegheit når sjukdommen først har ramma fisken (t.d. PD og PGI).

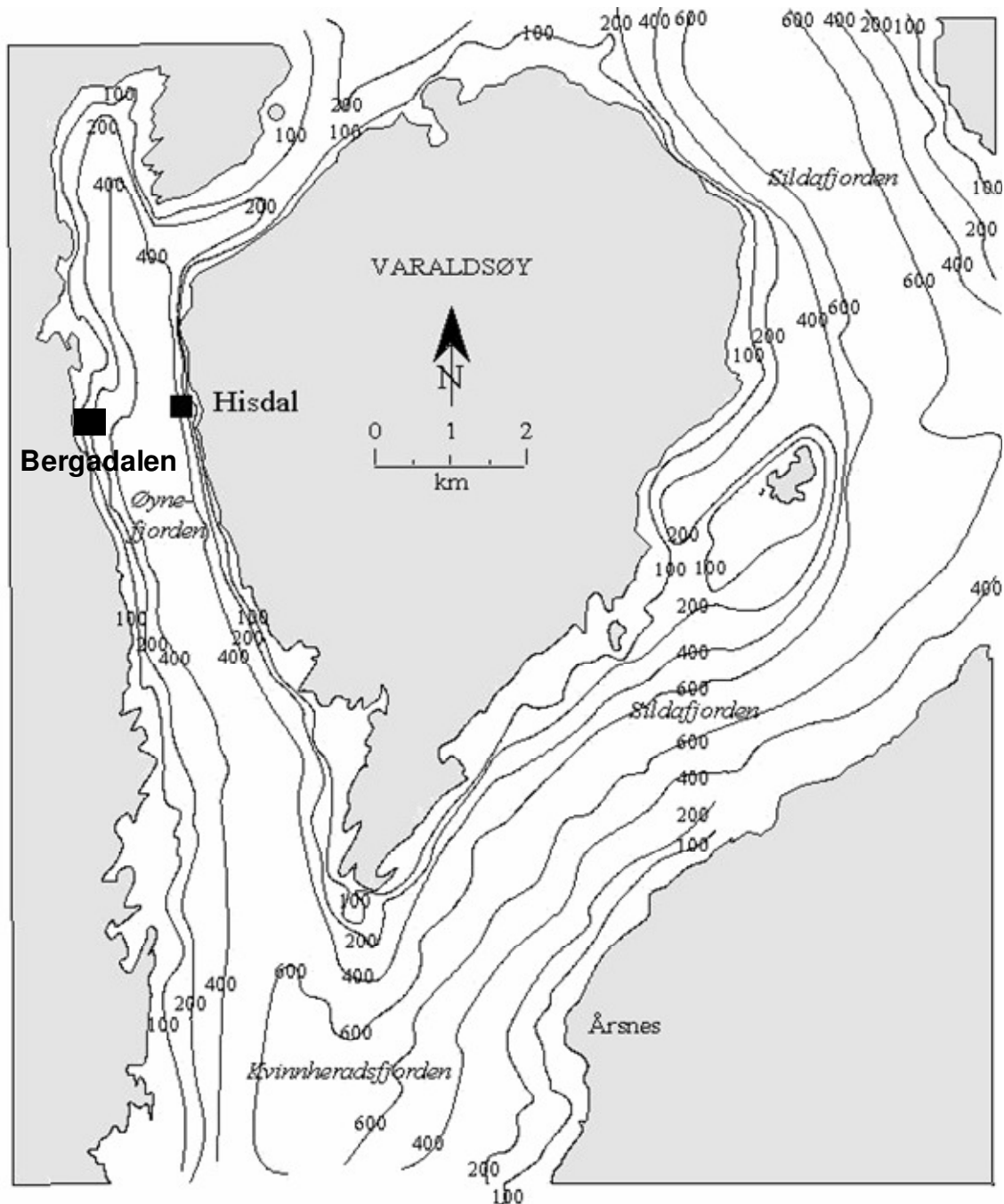
Rådgivende Biologer AS har dei siste åra målt profilar av oksygen, temperatur og saltinnhald ved og i anlegg i samband med lokalitetsvurderingar, og det er ikkje uvanleg å finne verdiar på mellom 50 og 70 % oksygenmetning i anlegg med mykje fisk.

Oksygenmålingar som EWOS innovation har utført syner at låge oksygenverdiar ikkje berre er avgrensa til den varme årstida, men vil også kunne oppstå heile hausten fram mot nyttår. Føringforsøk som dei har utført i karanlegg på land viser at med dei låge oksygenkonsentrasjonane som er påvist i anlegga, vil oksygenstresset føre til at både fisken sin appetitt samt fôrutnytting blir redusert i betydeleg grad. (Kjelde: Per Krogedal, EWOS Innovation, Trøndelag fiskeoppdretterlag årsmøte 07.03.2005). Dei siste åra har EWOS Innovation også utført føringforsøk under variable oksygenkonsentrasjonar i sjøen i konvensjonelle matfiskanlegg, som viser at oksygentilsetjing i laksemerdar gjev auka slaktekvantum (Gausen m.fl. 2004).

Djupna under anlegget viser seg å samsvara positivt med fôrutnyttinga til fisken i eit oppdrettsanlegg. Dette viser ei samanstilling presentert i bladet Norsk Fiskeoppdrett (Kosmo 2003). Eit stort materiale basert på utsett av fisk i år 2000, viste at dess djupare det var under anlegget, dess betre fôrfaktor vart oppnådd. Dette kan sjølvstøtt også vere ein verknad av fleire uavhengige årsaker, der lokalitetar med gode djupnetilhøve gjerne også ligg opnare til og dermed har betre vassutskifting.

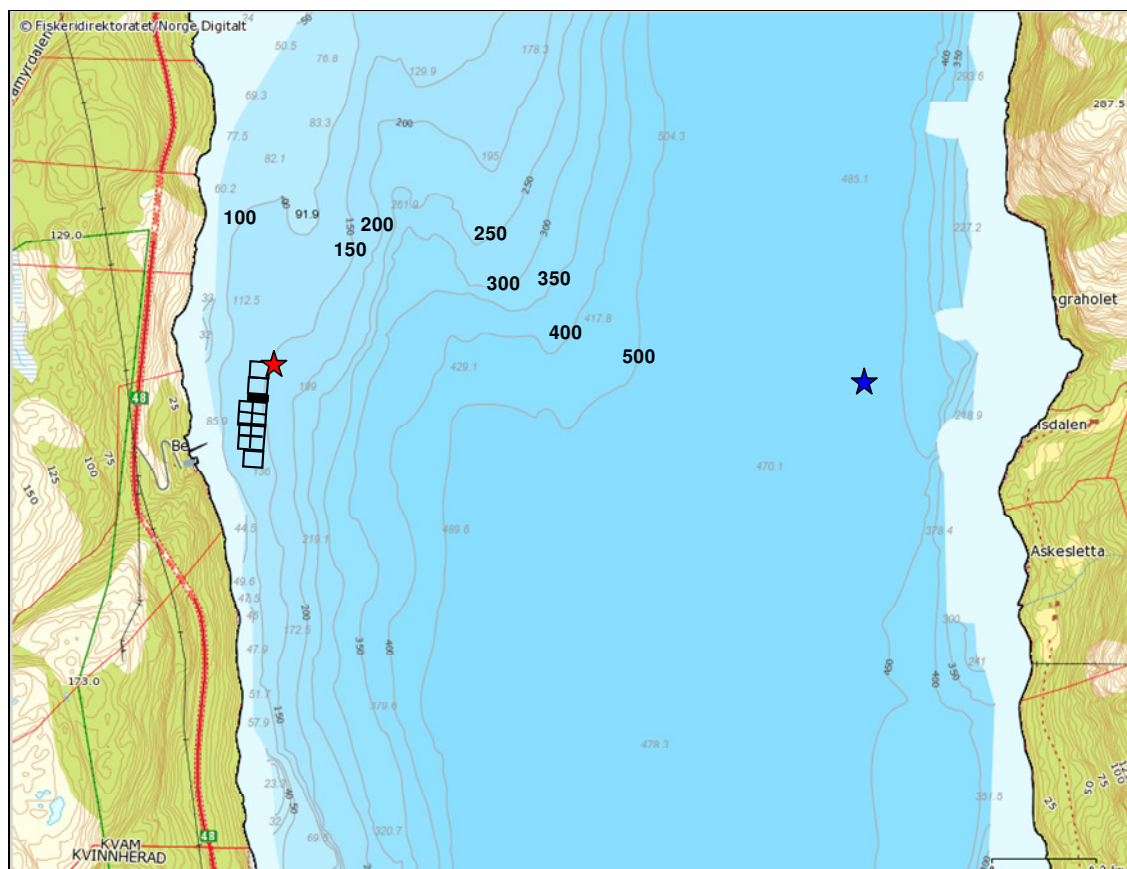
OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDRING

Straummålingane er utført på lokaliteten Bergadalen i Kvam kommune. Lokaliteten ligg vendt ut mot Øynefjorden, som er ein del av Hardangerfjordsystemet (**figur 1**). Lokaliteten ligg ca 57 km innanfor terskelen til Hardangerfjorden (mellom Otterøy i Bømlo og Valevåg i Sveio), og er såleis ein typisk fjordlokalitet. Fjorden er ca 1,5 km brei ved lokaliteten. Lokaliteten Bergadalen er utsett for noko eksponering frå sør, der det er ope ca 15 km gjennom Kvinnheradsfjorden, og til dels frå nord - nordaust. Elles ligg lokaliteten generelt godt skjerma.



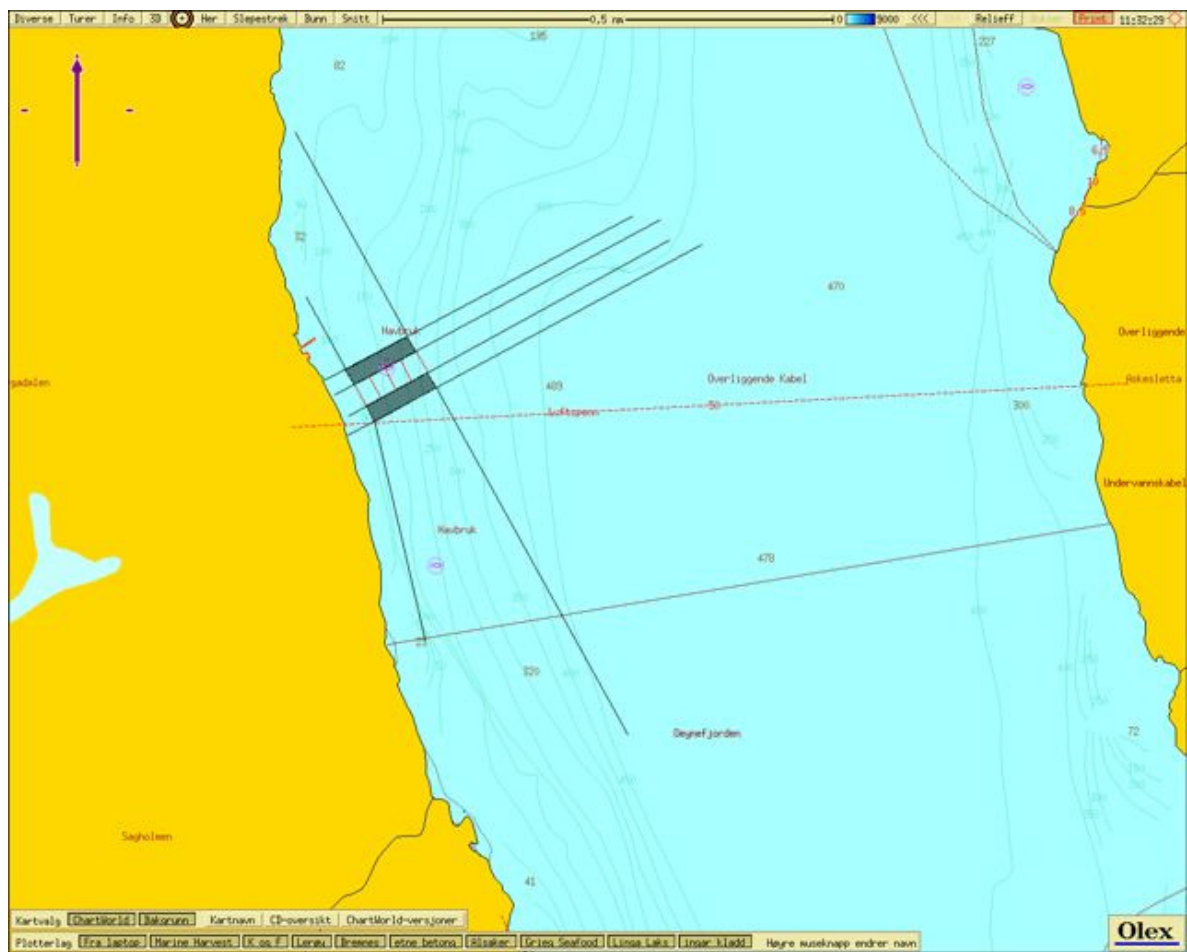
Figur 1. Oversiktskart (teikna frå sjøkartet) over Varaldsøy, med avmerking av oppdrettslokalitetane Bergadalen og Hisdal (svarte firkantar).

Senterpunktet til anlegget som ligg på lokaliteten i dag ligg ca 100 m aust for strandlinja inne i Bergadalen. Frå strandlinja inne i Bergadalen skrår botnen middels bratt nedover mot aust til ca 150 m djup om lag 120 – 130 m frå land. Vidare austover skrår botnen bratt nedover til det djupaste i Øynefjorden på ca 500 m djup (**figur 1 og 2**). Botnen skrår dermed middels bratt til bratt nedover på tvers under dagens anlegg.



Figur 2. Djupnetilhøve på og rundt lokaliteten ved Bergadalen med 50-meters djupnekoter. Kartet er henta frå Kystverket sine nettsider. Posisjonen der straummålarane vart teke er merka av med rød stjerne, og posisjonen der det vart teke hydrografisk profil er merka av med blå stjerne.

Olexkartet (**figur 3**) viser den planlagte plasseringa av det nye anlegget på lokaliteten. Dette anlegget vil bli liggjande om lag 200 m sør – søraust for dagens anlegg. Djupnekarta tyder på at botnen under heile dette anlegget vil vera jamt bratt skrånande utan større holer, hyller eller fjellsprekker. Dagens anlegg ligg plassert om lag i lengderetning nord – sør, medan det nye planlagte anlegget vil bli plassert om lag i lengderetning austnord aust – sørsørvest. Dette gjer at vassgjennomstrauminga i anlegget vil bli vesentleg større, noko som vil vera positivt for velferden til fisken. Det at botnen under det nye anlegget vil bli bratt skrånande, samstundes med at vassgjennomstrauminga i anlegget vil bli vesentleg større, gjer at organisk avfall frå anlegget vil bli spreidd utover eit større område og det vil dermed vera mindre fare for miljøbelastning på botnen. Den planlagte plasseringa av anlegget er difor truleg gunstig.



Figur 3. Olexkart som viser plasseringa av det planlagte anlegget på lokaliteten ved Bergadalen.
Kjelde: Lingalaks AS.

METODEBESKRIVING

Utplassering av målarane

I perioden 28. januar - 4. mars 2010 var det utplassert ein rigg med fire Gytte Straummålarar (modell SD-6000 produsert av Sensordata AS i Bergen) på det nordaustre hjørnet til anlegget på lokaliteten i Bergadalen, i posisjon 60° 07,436' N / 05° 54,500' Ø (**figur 2**). Riggen var festa i anlegget, og få meter under den nedste straummålaren vart det festa eit kulelodd på ca 25 – 30 kg. I tillegg til dei fire Gytte rotormålarane var det festa ein Nortek dopplermålar rett over 50 m målaren, slik at denne skulle måle straumen opp til overflata. Ved avlesing av straummålarane etter opptak, viste det seg at Nortek målingane hadde blitt fortyrra av notveggen i merdane. Samanlikning av rotor- og dopplermålingane kunne difor ikkje utførast. Det vart målt temperatur, straumhastigheit og straumretning kvart 10. minutt på 2 og 15 m djup og kvart 30. minutt på 50 og 100 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 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 resultantretninga. Dersom straumen er stabil i resultantretninga, 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 resultantretninga, 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 straummålingane

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av overflatestraum, vassutskiftingsstraum, spreingsstraum og botnstraum med omsyn til dei tre parametranne gjennomsnittleg straumhastigheit, retningsstabilitet og innslag av straumstille periodar (**tabell 1**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå straummålingar med Gytte Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestraum, 150 lokalitetar for vassutskiftingsstraum og 70 lokalitetar for spreingsstraum og botnstraum.

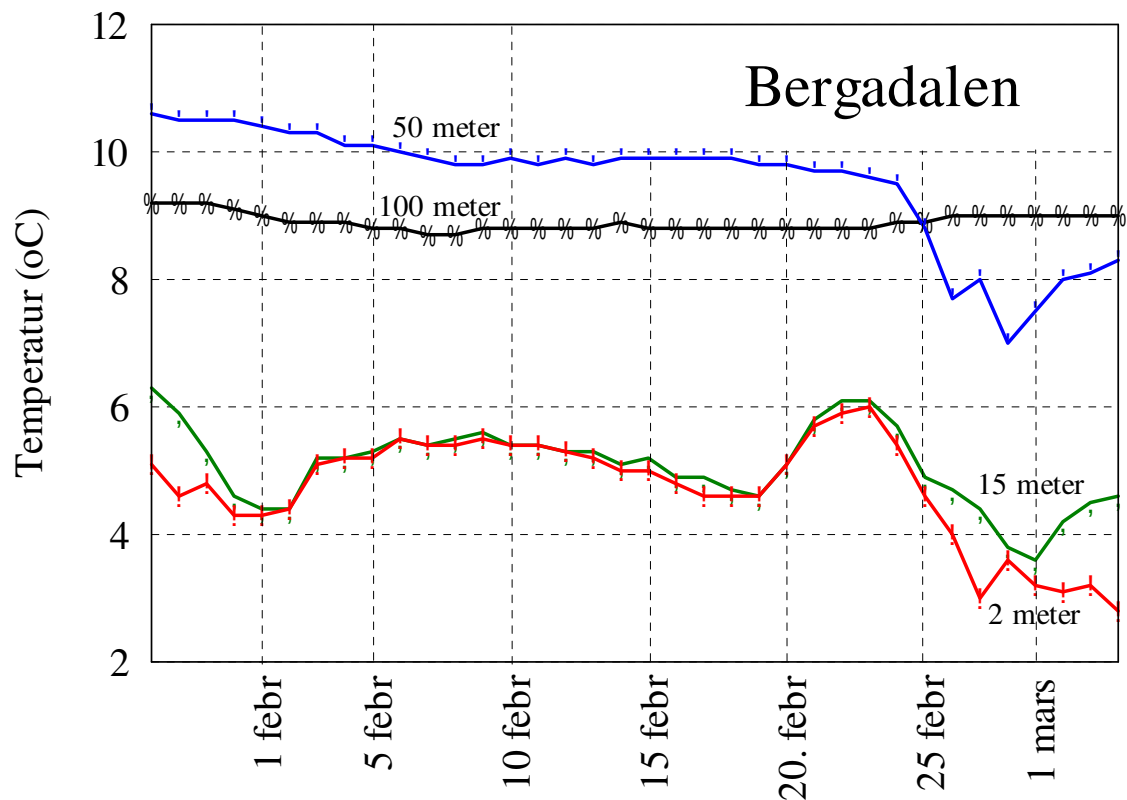
Tabell 1. Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike tilhøve ved straummålingane, basert på fordeling av resultata i eit omfattande erfaringsmateriale frå Vestlandet. Straumstille periodar er definert som straum svakare enn 2 cm/s i periodar på 2,5 timar eller meir.

Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
gjennomsnittleg straumhastigheit		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestraum	(cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vassutskiftingsstraum	(cm/s)	> 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Spreingsstraum	(cm/s)	> 4	2,8 - 4	2,1 - 2,7	1,4 - 2,0	< 1,4
Botnstraum	(cm/s)	> 3	2,6 - 3	1,9 - 2,5	1,3 - 1,8	< 1,3
Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
andel straumstille		svært lite	lite	middels	høg	svært høg
Overflatestraum	(%)	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
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
Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
retningsstabilitet		svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle djup (Neumann parameter)		> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	< 0,1

TEMPERATUR- OG SIKTNINGSTILHØVE

Temperaturen vart målt av strømmålarane kvart 10. minutt på 5 og 15 m djup og kvart 30. minutt på 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010 (**figur 4**). Døgnmiddeltemperaturen på 5 og 15 m djup var om lag lik gjennom måleperioden, og falt generelt svakt frå 5,1 til 2,8 °C på 5 m, og frå 6,3 til 4,6 °C på 15 m djup. Men temperaturen varierte noko på begge desse djupa, spesielt i perioden etter 20. februar. På 50 m djup hadde temperaturkurva ein jamt svakt fallande trend frå 28. januar (10,6 °C) fram til den 24. februar (9,5 °C). I perioden 24. til 28. februar fall døgnmiddeltemperaturen på 50 m djup til 7,0 °C, og dei siste fire dagane av måleperioden steig temperaturen noko. Årsaken til at temperaturen på 2, 15 og 50 m djup fall markert i perioden 24. – 28. februar skuldast truleg vertikale forskyvingar i vassøyla etter ein periode med skifte i dominerande vindretning (kjelde: <http://veret.gfi.uib.no/>). På 100 m djup var det små temperaturvariasjonar, og temperaturen låg i heile måleperioden mellom 9,0 og 9,2 °C, noko som er unormalt høgt til å vera på dette djupet. Dette skyldest unormalt høge sjøtemperaturar i djupvatnet i Nordsjøen hausten 2009 og vinteren 2010 (kjelde: www.imr.no). Normalt ligg temperturen på 100 m djup på rundt 8,0 °C året rundt.

Døgnvariasjonen i temperatur på 5 m djup låg mellom 0,3 og 1,0 °C det aller meste av måleperioden, noko som avspeglar forskjell mellom dag- og nattetemperatur. Temperaturen fall derimot ca 2,2 °C ved eit høve den 26. februar (ikkje vedlagt rapporten). På 15 m djup var døgnvariasjonen i temperatur for det meste mellom 0,2 og 0,8 °C, men fall 2,5 °C ved eit høve, den 3. mars. På 50 m djup var døgnvariasjonen i temperatur for det meste mellom 0,1 og 0,6 °C, men fall 3,2 °C ved eit høve, den 25. februar. På 100 m djup var temperaturen mest stabil, noko som er vanleg på slike djupner. Døgnvariasjonen varierte mellom 0,15 og 0,7 °C i døgnet på dette djupet.



Figur 4. Døgnmidlar for temperatur målt ved Bergadalen på 5 meter (raud strek), 15 meter (grøn strek), 50 meter (blå strek) og 100 meters djup (svart strek) i perioden 28. januar - 4. mars 2010.

SJIKTNINGSTILHØVE

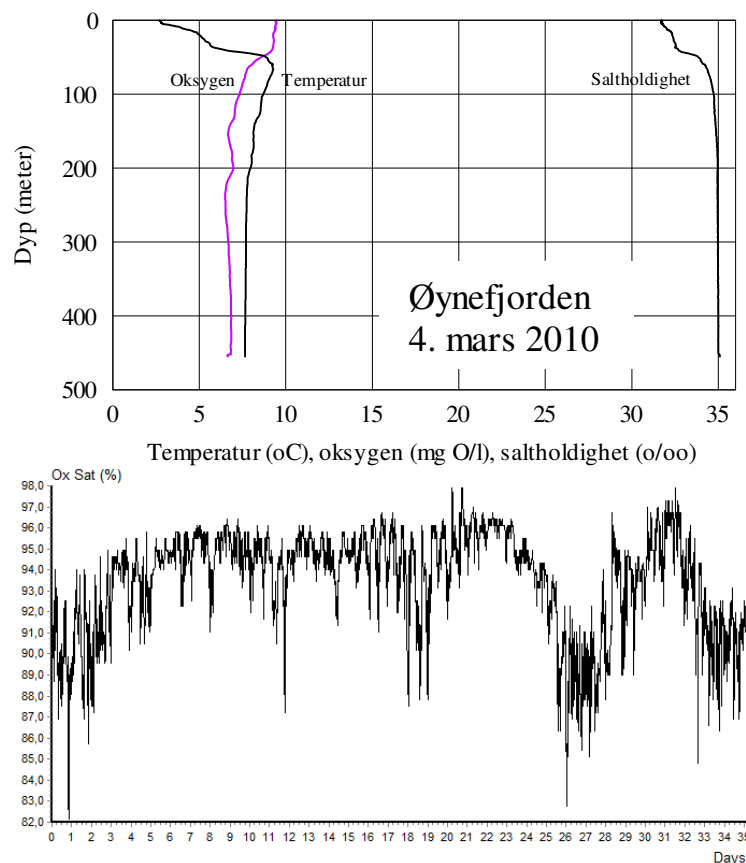
Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla ned til ca 455 m djup i Øynefjorden, om lag 1 - 1,2 km aust for anlegget i Bergadalen (**figur 2**). Profilen vart tekne den 4. mars 2010 ca kl 11.00 med ein SAIV STD/CTD – model SD 204 nedsenkbar sonde.

Profilen viste at vassøyla i Øynefjorden i liten grad var ferskvasspåverka. Saltinnhaldet vart målt til mellom 31,7 og 31,8 ‰ i overflata ned til 5 m djup. Frå 5 til ca 60 m djup steig saltinnhaldet gradvis til 34,2 ‰, og frå ca 60 til 170 m djup steig salinnholdet svakt til 34,9 ‰. Frå ca 170 m djup og nedover til botn var saltinnhaldet stabilt, og vart målt til 35,1 ‰ på 455 m djup (**figur 5**).

Profilen viste at temperaturen låg mellom 2,7 og 2,9 °C i overflata ned til 5 m djup. Frå 5 til ca 60 m djup steig temperaturen betydeleg til 9,3 °C, og frå ca 60 til 220 m djup avtok temperaturen jamt til 7,8 °C. Frå ca 220 m djup og nedover til botn var temperaturen stabil, og vart målt til 7,6 °C på 455 m djup.

Oksygeninnhaldet i overflata var normalt høgt til å vera på denne årstida, og blei målt til 9,5 mg/l, noko som tilsvarar ei metning på 88,4 %. Frå overflata og nedover til ca 30 m djup var oksygeninnhaldet relativt stabilt og vart målt til 9,3 mg/l (93,5 %) på 30 m djup. Frå ca 30 m djup og ned til ca 60 m djup sokk oksygeninnhaldet til 8,0 mg/l (89,2 %), og vidare nedover til 220 m djup sokk oksygeninnhaldet svakt til 6,6 mg/l (71,2 %). Frå 220 m djup og vidare nedover til botn var oksygeninnhaldet stabilt. Ved botn på 455 m djup vart oksygeninnhaldet målt til 6,6 mg/l (71,2 %).

Straummålaren på 15 m djup (vassutskiftingsstraumen) hadde påmontert ein oksygensensor slik at oksygeninnhaldet/metninga på dette djupet vart målt kontinuerleg i heile måleperioden. **Figur 5, nedst** viser at oksygenmetninga låg mellom 82 og 98 % i heile måleperioden, og målingane viser difor at det ikkje har vore større oksygenfall i måleperioden.



Figur 5. Måling av temperatur (°C), saltinnhald og oksygeninnhald (mg O/l), i vassøyla i Øynefjorden den 4. mars 2010 (øverst). Oksygenmetning på 15 m djup ved Bergadalen i måleperioden 28. januar – 4. mars 2010 (nedst).

RESULTAT AV STRAUMMÅLINGANE

STRAUMHASTIGHEIT

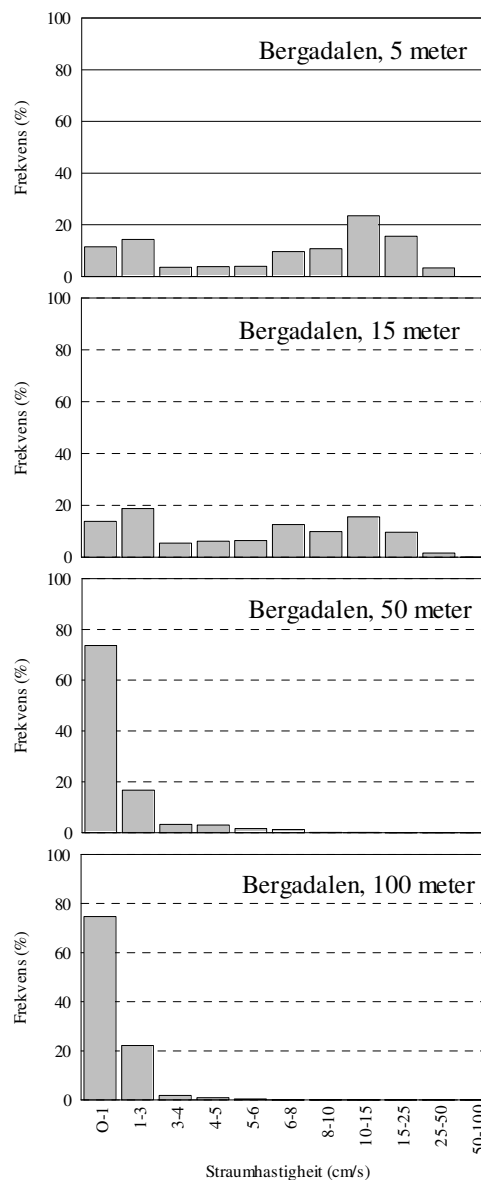
Straumbiletet på lokaliteten var tydeleg tidevasstyrt, med 2-4 straumtoppar i døgnet og korte periodar med svakare straum innimellom straumtoppane. Samstundes var straumbiletet ein del påverka av vêr og raske lufttrykksendringar i måleperioden. Det var ikkje noko betydeleg sterkare straum enn elles i måleperioden rundt fullmåne den 30. januar og den 28. februar, og nymåne den 14. februar. (**figur 6**).

Det vart målt ”sterk” overflatestraum på 5 m djup i måleperioden, med ei gjennomsnittleg hastigheit på 9,4 cm/s. Det var flest målingar i intervallet 10 – 15 cm/s (23,5 %), i intervallet 15 – 25 cm/s (15,6 %), og i intervallet 1 - 3 cm/s (14,3 %). Det var relativt få målingar i intervalla 3 – 10 cm/s (**figur 6**). 3,3 % av målingane var sterkare enn 25 cm/s. Det var relativt få målingar (11,5 %) av straum på 1 cm/s eller mindre (heilt straumstille). Den maksimale straumhastigheita på dette djupet vart målt til 50,6 cm/s (**figur 7**).

Det vart målt ”svært sterk” straum på 15 m djup (vassutskiftingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 7,4 cm/s. Det var flest målingar i intervalla 1 – 3 cm/s (18,8 %) og i intervallet 10 – 15 cm/s (15,6 %) (**figur 6**). 1,6 % av målingane var sterkare enn 25 cm/s. Det var relativt få målingar (13,8 %) av straum på 1 cm/s eller mindre (heilt straumstille). Den maksimale straumhastigheita på dette djupet vart målt til 46,2 cm/s (**figur 7**).

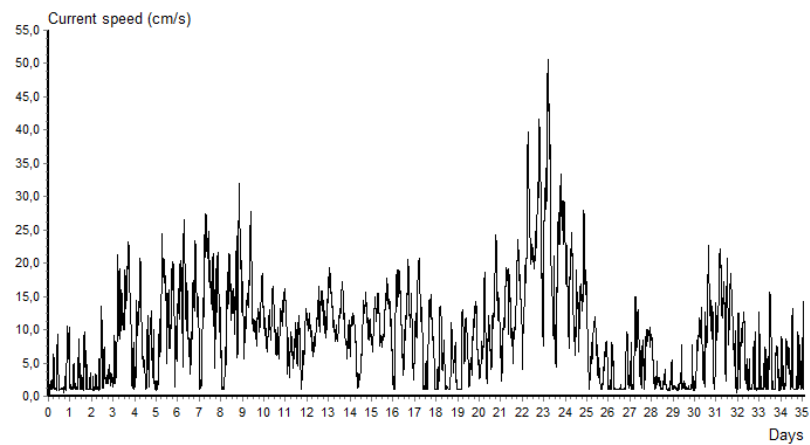
Det vart målt ”svak” straum på 50 m djup (spreiingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 1,4 cm/s. 16,7 % av målingane av straum var i intervallet 1-3 cm/s, og det var få målingar av straum i intervalla over 3 cm/s. Det var svært høg andel målingar (73,6 %) av straum på 1 cm/s eller mindre (**figur 6**). Kun 0,1 % av målingane var sterkare enn 10 cm/s. Den maksimale straumhastigheita vart målt til 12,4 cm/s (**figur 7**).

Det vart målt ”svært svak” straum på 100 m djup i måleperioden (”botnstraum”), med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 1,2 cm/s. 22,2 % av målingane av straum var i intervallet 1-3 cm/s, og det var få målingar av straum i intervalla over 3 cm/s. Det var svært høg andel målingar (74,7 %) av straum på 1 cm/s eller mindre (**figur 6**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til berre 5,8 cm/s (**figur 7**).

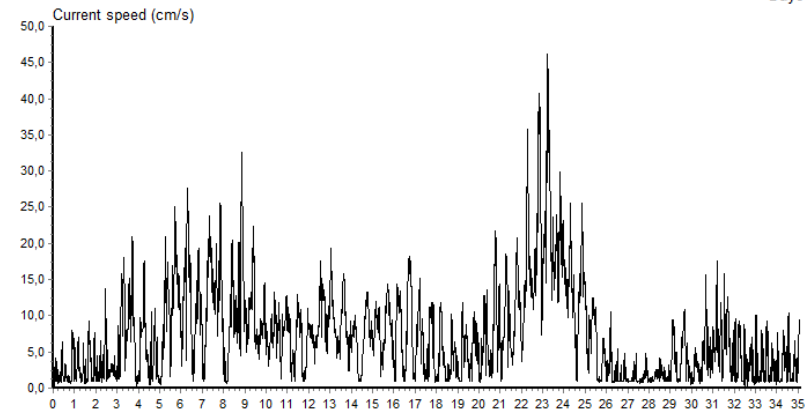


Figur 6. Fordeling av straumhastigheit ved Bergadalen på 5, 15, 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010

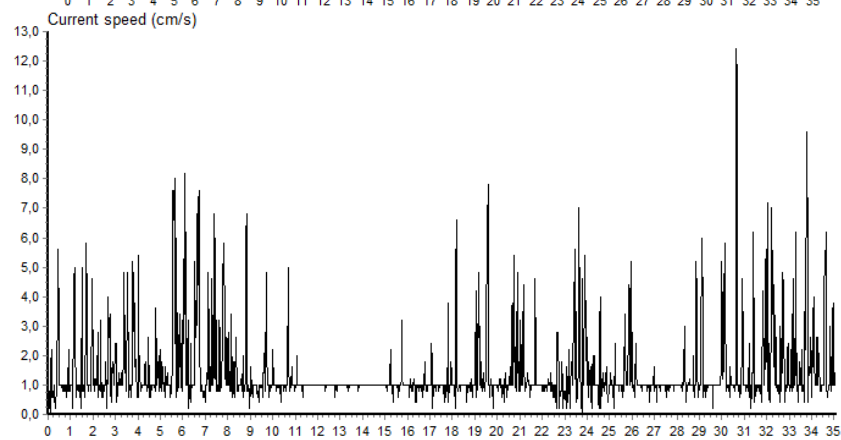
5 m



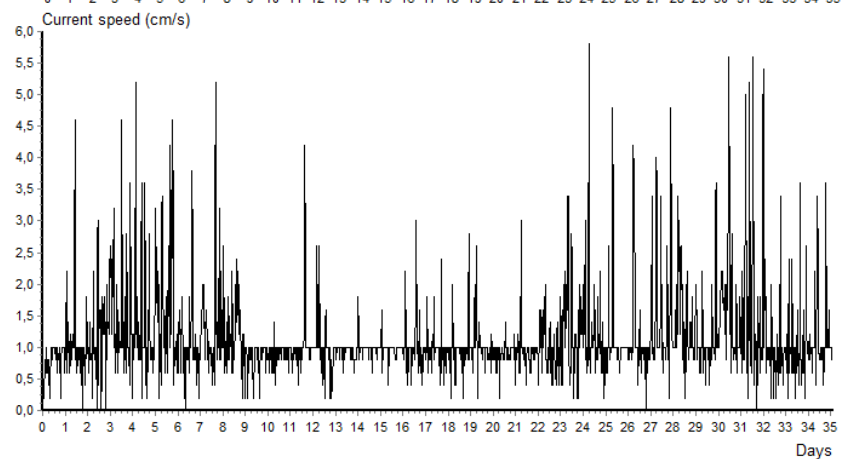
15 m



50 m



100 m



Figur 7. *Straumhastighet ved Bergadalen på 5, 15, 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010*

STRAUMSTILLE PERIODAR MED OMSYN PÅ VASSUTSKIFTING I MERDANE.

På 5 m djup var det "middels" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 90 timar av totalt 842,8 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (10,6 %). Det var til saman 20 periodar med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) som varte så lenge som 2,5 timar i løpet av måleperioden, og lengste straumstille periode var på 13,3 timar (**tabell 2**).

På 15 m djup var det "lite" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 89 timar av totalt 842,8 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (10,5 %). Det var til saman 21 periodar med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) som varte så lenge som 2,5 timar i løpet av måleperioden, og dei to lengste periodane var på 8,5 timar (2 stk).

På 50 m djup var det "høy" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 660 timar av totalt 842,5 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (78,3 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 70 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 99,5 og 51,5 timar.

På 100 m djup var det "høy" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 734 timar av totalt 842,5 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (87,5 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 70 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 91 og 69 timar.

Tabell 2. Skildring av straumstille på lokaliteten Bergadalen oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 2 cm/s. Lengste straumstille er også oppgjeve. Måleintervallet er 10 min på 5 og 15 meter og 30 min på 50 og 100 meters djup, og målingane er utført i perioden 28. januar - 4. mars 2010

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
5 meter	115	17	2	1	0	0	0	0	0	13,3 t
15 meter	171	18	3	0	0	0	0	0	0	8,5 t
50 meter	42	40	18	8	2	0	1	0	1	99,5 t
100 meter	26	38	20	6	3	1	0	1	1	91 t

STRAUMSTILLE PERIODAR MED OMSYN PÅ BADEBEHANDLING.

Det siste året har antal badebehandlingar auka betydeleg då det er tiltakande nedsatt følsemd og resistens mot det orale avlusingsmiddelet "Slice". For optimal medisinerer (badebehandling) mot lakselus i eit anlegg, lyt ein nytta "skjørt" rundt merden eller "lukka pressening" under- og rundt merden. I arbeidsprosessen som inngår i å montera og demontera skjørt/presenning, og under sjølve medinsineringa, er ein avhengig av at det er straumstilt eller er svært svak straum i lokalitetsområdet. Kor lang tid denne arbeidsprosessen tek varierer frå anlegg til anlegg avhengig av kor trente personalet er og utstyr som vert nytta i prosessen. I **tabell 3** har ein sett på kor høg andel ein har av periodar på 4 timar eller meir der straumen er under 7 cm/s. Dette er ikkje noko eksakt grense for kva som krevst ved badebehandling av ein merd, men er ei oversikt over kor ofte ein kan forventa at det er mogleg å få utført arbeidsprosessar som krev svært svak straum.

På 5 m djup ved Bergadalen vart det i måleperioden registrert til saman 29 periodar med straumfart under 7 cm/s som varte så lenge som 4 timar (27,7 %), og dei to lengste periodane var på høvesvis 32,5 og 17,5 timar. Dette vil seia at det i løpet av måleperioden på ca 5 veker ved Bergadalen, hadde det truleg vore mogleg å utføra badebehandlingar i ca 1/4 del av perioden. Dette tyder på at det ikkje vil vera noko stort problem å få "avlust" heile anlegget i løpet av få dagar i samband med dei ulike synkrone fellesavlusingane

På 15 m djup ved Bergadalen vart det i måleperioden registrert til saman 36 periodar med straumfart under 7 cm/s som varte så lenge som 4 timar (43,2 %), og dei to lengste periodane var på høvesvis 68,5 og 22,3 timar.

Tabell 3. Skildring av straumstille på lokaliteten ved Bergadalen oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 7 cm/s ("badebehandlingsvindauga"). Lengste straumstille er også oppgjeve. Måleintervallet er 10 min, og målingane er utført i periodane 4. desember 2009 – 13. januar 2010.

Måledjup	0,17- 3,83 t	4 - 7,83 t	8 - 11,83 t	12 - 24 t	24,17- 36 t	36,17- 48 t	48,17- 60 t	60,17- 72 t	>72 t	Maks
5 m	109	19	7	2	1	0	0	0	0	32,2
15 m	116	23	8	4	0	0	0	1	0	68,5

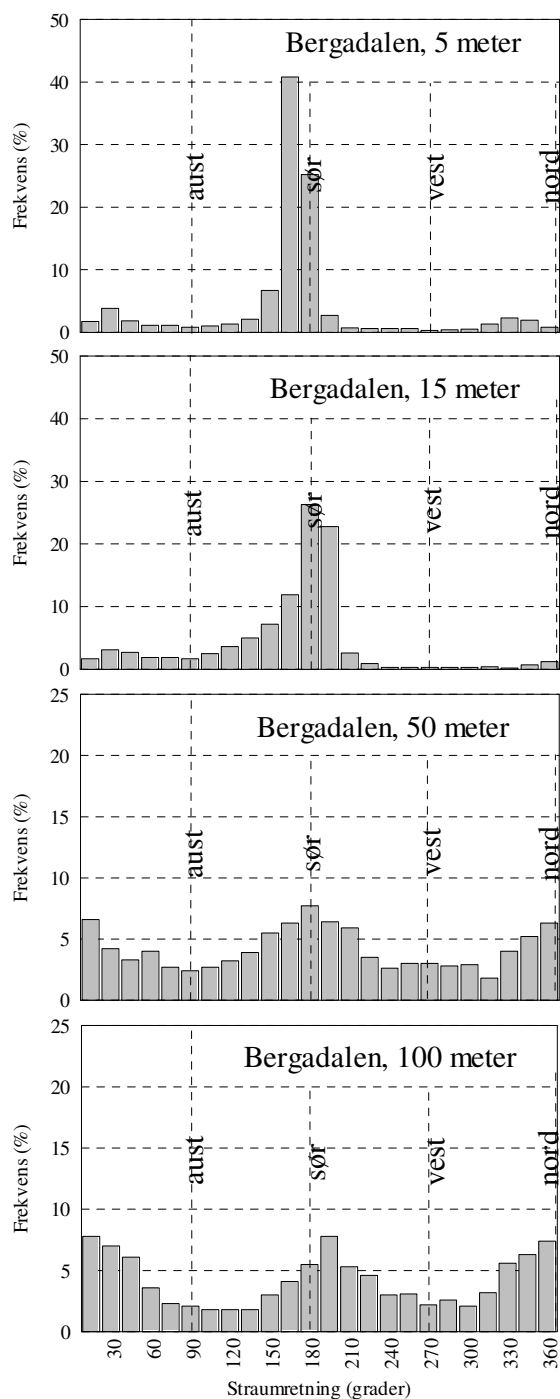
STRAUMRETNING

På 5 meters djup rann overflatestraumen omtrent heile tida i retning sør - sørsørvest, dvs. at straumen gjekk langs med land ved Bergadalen (**figur 8**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørsøraustleg resultantretning (161°) var 0.866, dvs at straumen var "svært stabil" på denne djupna. Straumen rann altså i løpet av måleperioden med ca 86,6 % stabilitet i sørsøraustleg retning (**tabell 4**). Det progressive vektorplottet viser at straumen gjekk stabilt mot sørsøraust (**figur 9**).

På 15 meters djup var det ein klar dominans av vassutskiftingsstraum som gjekk i retning søraust - sørsørvest, og det var lite straum i andre retningar (**figur 8**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørleg resultantretning (173°) var 0.861, dvs at straumen var "svært stabil" på denne djupna. Det progressive vektorplottet stadfestar dette (**figur 9**).

Spreiingsstraumen på 50 m djup gjekk mest mot sør og mot nord, men med ei lita overvekt i sørleg retning (**figur 8**). Det var elles relativt lite straum i andre retningar. Neumannparameteren i sørleg resultantretning (175°) var 0.060, dvs at straumen var "svært lite stabil" i denne retninga. Det progressive vektorplottet viser at straumen gjekk i alle retningar, og at resultatstraumen dermed enda noko tilfeldig opp i sørleg retning (**figur 9**).

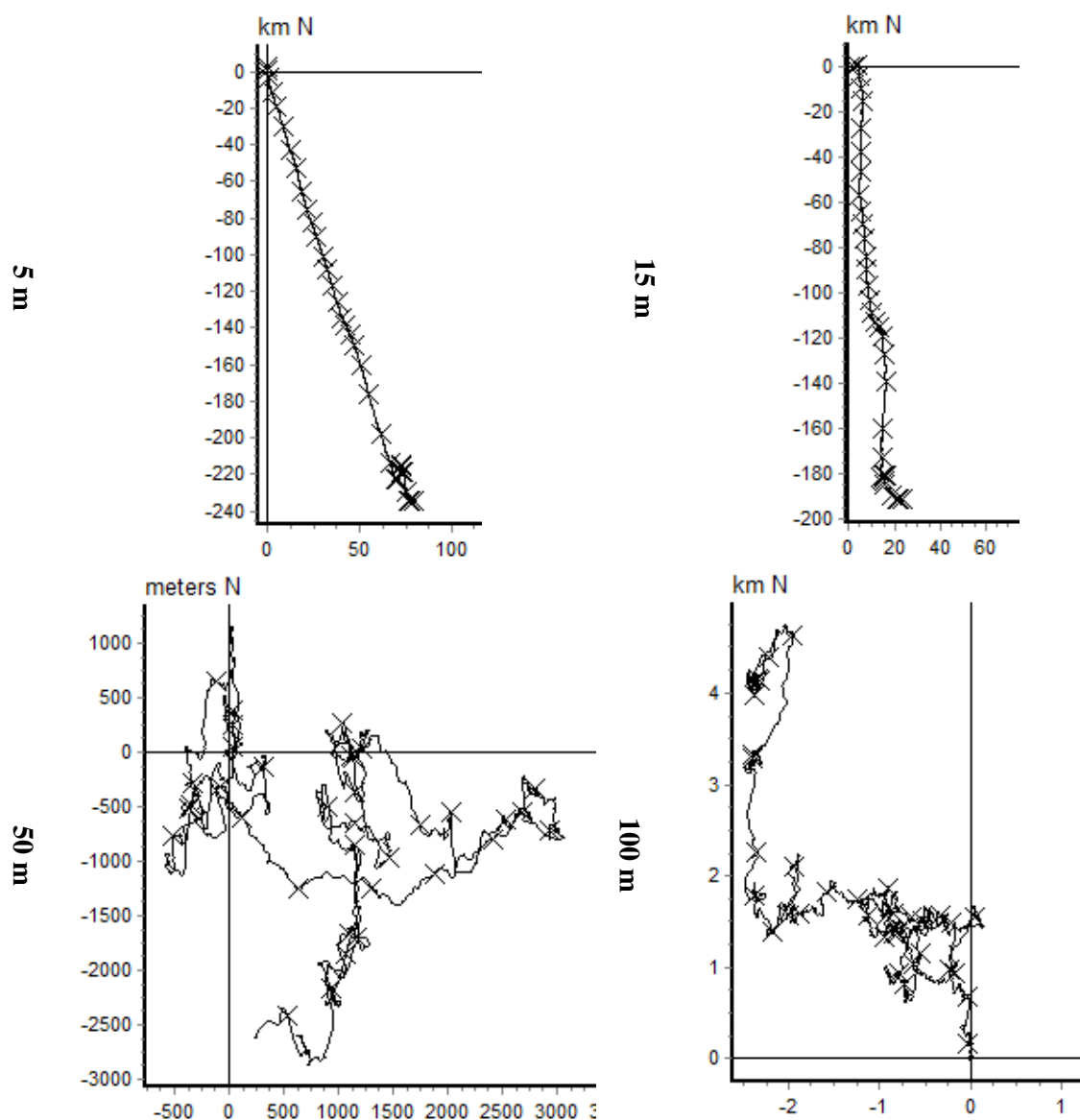
"Botnstraumen" på 100 m djup gjekk om lag like mykje mot nord og mot sørsørvest. Det var elles relativt lite straum i andre retningar (**figur 8**). Neumannparameteren i nordnordvestleg resultantretning (336°) var 0.147, dvs at straumen var "lite stabil" i denne retninga. Det progressive vektorplottet viser at straumen gjekk i alle retningar, men mest mot nord, slik at resultatstraumen enda noko tilfeldig opp i nordnordvestleg retning (**figur 9**).



Figur 8. Fordeling av straumretning ved Bergadalen på 5, 15, 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010

Tabell 4. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Bergadalen på 5, 15, 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann- parameter	Resultant retning
5 meter	9,4	53,924	0,866	161° = SSØ
15 meter	7,4	39,671	0,861	173° = S
50 meter	1,4	1,640	0,060	175° = S
100 meter	1,2	0,499	0,147	336° = NNV



Figur 9. Progressivt vektorplott for målingane på 5 og 15 meters djup (oppe til venstre og høgre) samt 50 og 100 meters djup (nede til venstre og høgre) ved Bergadalen i perioden 28. januar - 4. mars 2010

VASSTRANSPORT

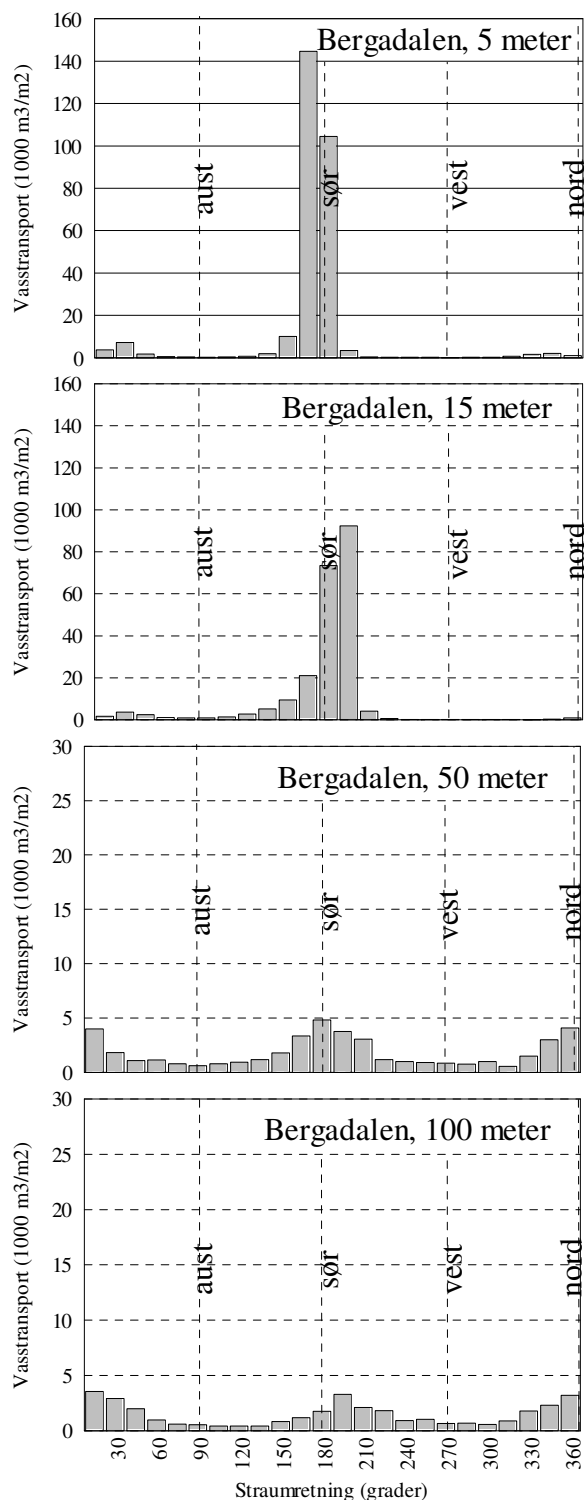
Vasstransporten på dei ulike djupa er ein funksjon av straumhastigheit og straumretning og er framstilt i **figur 11**. **Figur 11** syner samanfattande straumrosar av største registrerte, samt middel straumhastigheit, vasstransport og tal på målingar pr retningseining.

På 5 m djup var det klart mest overflate vasstransport i sørleg retning, men det var ein svært svak returvasstransport i nordnordøstleg retning. Det var i praksis ikkje vasstransport i andre retningar (**figur 10**). Den sterkaste straumen (50,6 cm/s) og den sterkaste gjennom-snittstraumen (ca 13,5 cm/s) vart målt mot sørsøraust (**figur 11**).

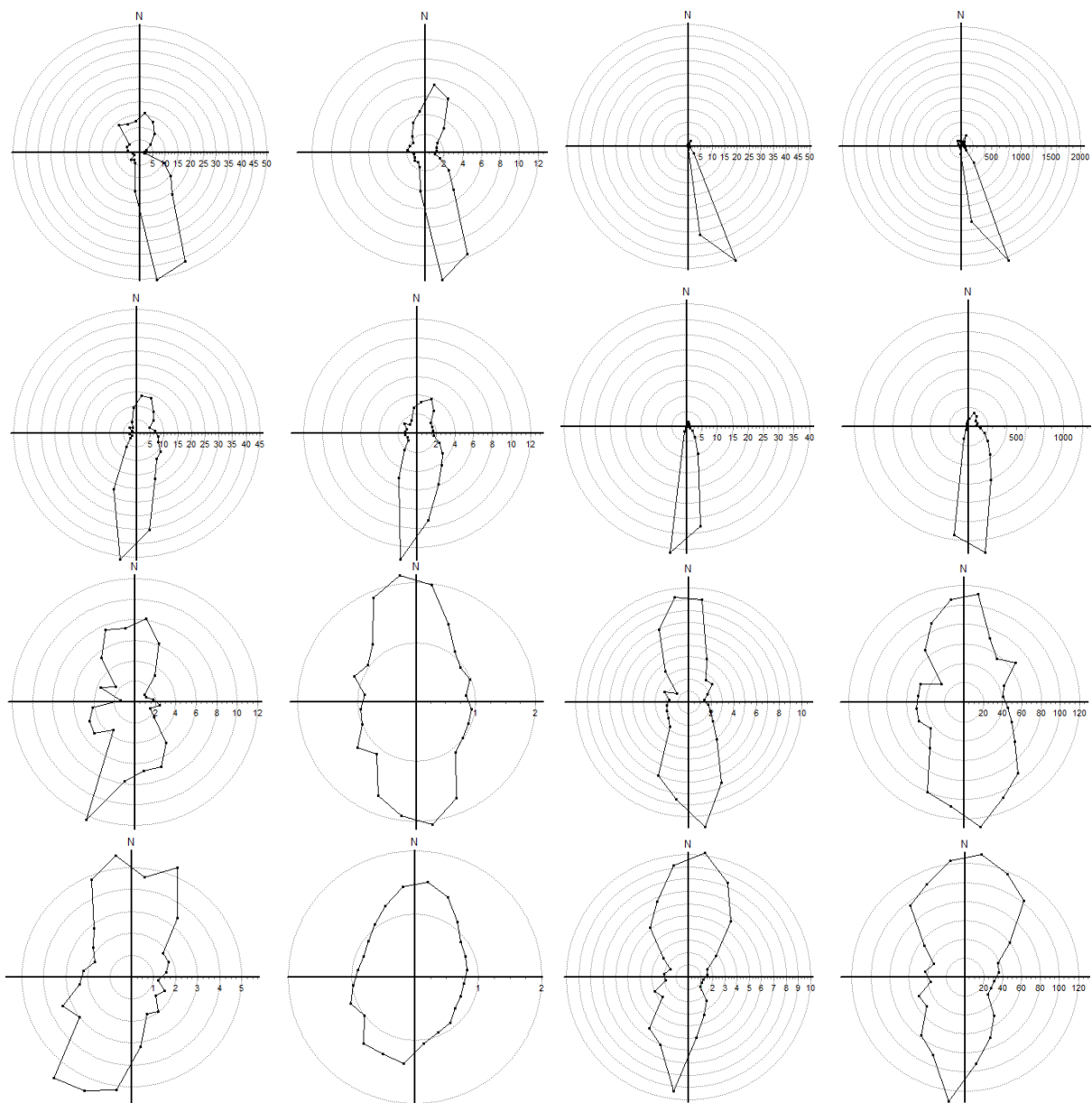
På 15 m djup var det som på 5 m djup klart mest vassutskiftings vasstransport i sørleg retning. Det var elles ein svært svak returvasstransport i nordnordøstleg retning, og det var i praksis ikkje vasstransport i andre retningar (**figur 10**). Den sterkaste straumen (14,2 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittstraumen (ca 4,5 cm/s) vart målt mot sørsøraust (**figur 11**).

På 50 m djup var det om lag like mykje spreidingstraums vasstransport i sørleg og nordleg retning. Det var lite vasstransport i andre retningar (**figur 10**). Den sterkaste straumen (12,4 cm/s) vart målt mot sørsørvest, og den sterkaste gjennomsnittstraumen var målt mot nord (ca 2,2 cm/s). Det vart derimot målt om lag like sterk gjennomsnittstraum mot sør (ca 2,1 cm/s) (**figur 11**).

På 100 m djup var det generelt noko mindre vasstransport enn på 50 m djup. På denne djupna var det mest "botnstraums" vasstransport i nordleg og sørsørvestleg retning. Det var svært lite vasstransport i andre retningar (**figur 10**). Den sterkaste straumen (5,8 cm/s) vart målt mot sørvest, men det vart målt om lag like sterk straum mot nord (ca 5,6 cm/s). Den sterkaste gjennomsnittstraumen (ca 1,4 cm/s) vart målt mot nord. (**figur 11**).



Figur 10. Vasstransport (total fluks) ved Bergadalen på 5, 15, 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010

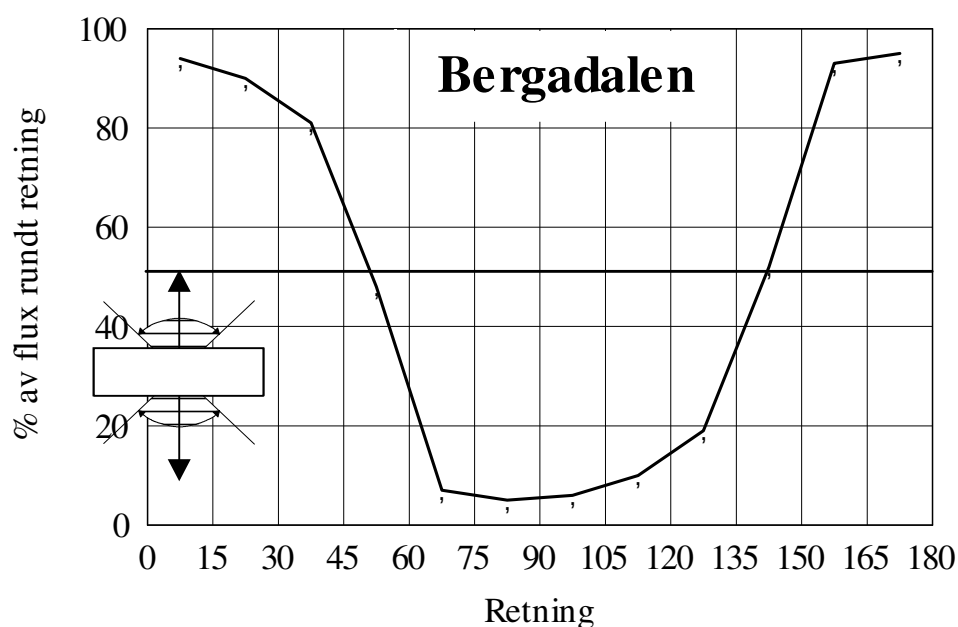


Figur 11. Samanfattande straumrosar for måleresultata ved Bergadalen på 5, 15, 50 og 100 m djup i perioden 28. januar - 4. mars 2010 Resultata frå 5 meter (øvt), 15 meter, 50 meter og 100 meter (nedst). Dei fire ulike rosene syner fordelinga for kvar 15 grad, frå venstre: Største registrerte, samt middel straumhastighet, 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 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 12 syner kva som er den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for at mest mogeleg 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 vassutskiftingsstraumen 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 gjennom eit anlegg på lokaliteten er størst i ei retning på ca $172,5^\circ$, eller mot sør. Den optimale plasseringa av eit anlegg for å få størst mogeleg gjennomstrøyming er vinkelrett på dette, eller omlag i lengderetninga aust – vest ($82,5 - 262,5^\circ$). Med ei slik plassering vil ca 95 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget, anten frå den eine eller den andre sida. Frå figuren ser ein at ein kan dreia anlegget litt mot lengderetning nordaust – sørvest, og noko mot lengderetning søraust – nordvest før vasstransporten som passerer på tvers av anlegget på 15 m djup blir vesentleg redusert.

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, f. eks på grunn av sterk overflatestraum eller eksponering. **Figur 12** kan då brukast til å rekne ut kva retning anlegget må ha for at t.d. minst 50 % av vatnet skal passere på tvers av anlegget. Med den planlagte plasseringa (ca $62^\circ - 242^\circ$), eller mellom austnordaust – vestsørvest, vil ca 75 - 80 % av vassmassane passere på tvers av anlegget, noko som vil vera gunstig.

REFERANSAR

GAUSEN, M., A. NÆSS, A. BERGHEIM, P. HØLLAND & J. RAVNDAL 2004.

Oksygentilsetting i laksemerder gir økt slaktekvantum.

Norsk Fiskeoppdrett, nr 6, 2004, side 52 – 54.

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

KOSMO, J.P. 2003.

Norske oppdrettere og benchmarking – økt konkurransekraft.

Norsk Fiskeoppdrett, nr 15, 2003, side 38 – 39.

OM GYTRE STRAUMMÅLARAR

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 djupene 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 straummålarane måler mindre straum enn sann straum ved låg straumhastigheit.

Ein må i denne samanheng gjere merksam på at straummålarane 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 straummålarar 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-målarane 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 40 m. Ved å samanlikne straummålingane på 3 m djup (Aanderaa- og Gytre-målarer) 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 rotormålarane langt under ADP målarer når det gjeld straumhastigheit. Sjølv om ein ikkje kan trekke bastante konklusjonar ut frå eit enkelt forsøk, ser ein at rotormålarar 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 målarane, som på ein betre måte registrerer straumen ved låg straumhastigheit. Dette rotorburet vart brukt i straummålarane 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.