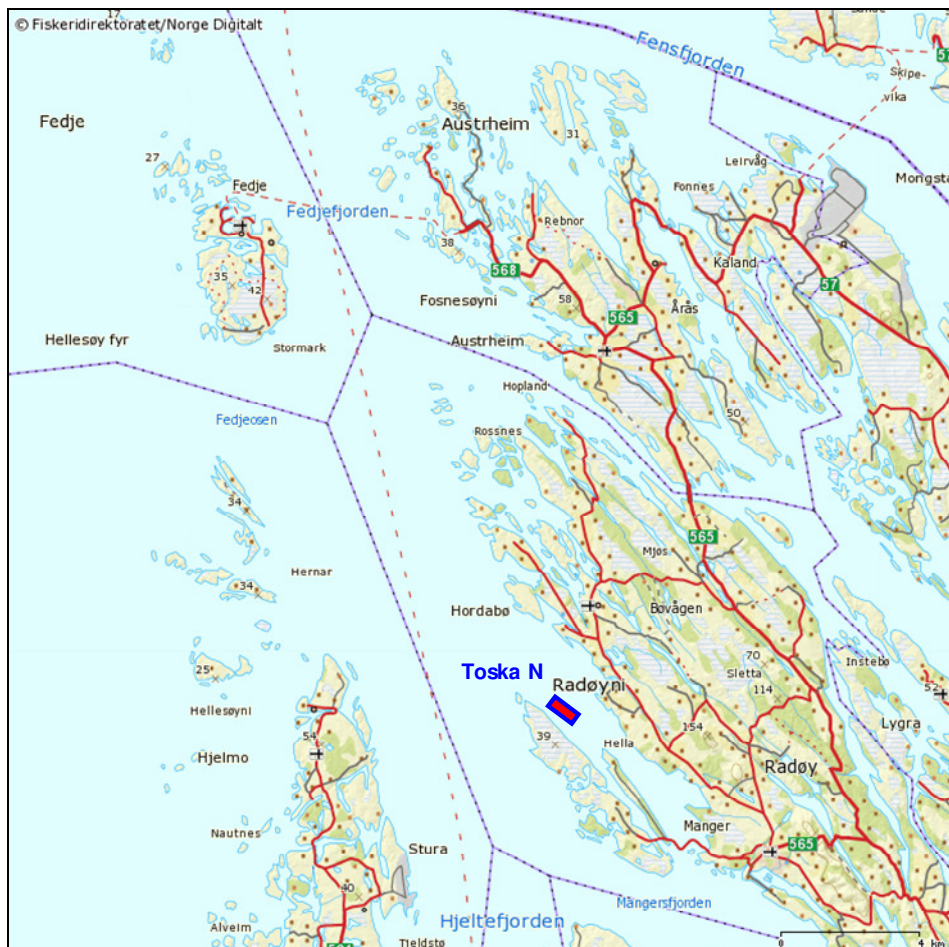


Straummålingar og lokalitets- vurdering av omsøkt oppdrettslokalitet Toska N i Radøy kommune



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

1370



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Straummålingar og lokalitetsvurdering av omsøkt oppdrettslokalitet Toska N i Radøy kommune.

FORFATTARAR:

Arne H. Staveland

OPPDRAGSGIVER:

Lingalaks AS ved Erlend Haugarvoll

OPPDRAGET GITT:

6. september 2010

ARBEIDET UTFØRT:

sept - nov 2010

RAPPORT DATO:

16. november 2010

RAPPORT NR:

1370

ANTAL SIDER:

42

ISBN NR:

Ikkje nummerert

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- Straummåling
- Lokalitetsvurdering

- Radøy 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 og føreteke ei lokalitetsvurdering av omsøkt oppdrettslokalitet Toska N i Radøy kommune.

På lokaliteten vart det i perioden 6. april til 5. mai 2009 utført straummålingar av firmaet Resipientanalyse på 5, 15 og 50 m djup (Haveland 2009b). Resultata frå desse målingane viste generelt svake straumtilhøve på alle djup, noko som var overraskande for personar som er lokalkjente i området. Med bakgrunn i dette ville ein utføra nye straummålingar litt lenger ute på lokaliteten, samstundes med at ein og ynskte å måle straumen få meter over botn, slik at ein skulle få eit godt bilete av korleis straumtilhøva varierer i heile vassøyla. Desse nye målingane ville dermed kunne gje eit betre grunnlag for å vurdere om lokaliteten er eigna for storskala oppdrettsverksemd. Straummålingane er nytta i ei lokalitetsvurdering i høve til NS 9415:2009 for det nye anlegget. Desse resultata kan og nyttast i lokalitetsklareringa for det nye anlegget.

Denne rapporten presenterer resultata frå straummålingar, og utrekning av vérlaster på lokaliteten ved Toska N. Straummålingane vart utført i perioden 29. september - 9. november 2010.

Rådgivende Biologer AS takkar Lingalaks AS v/Erlend Haugarvoll for oppdraget, og Magnar Ottesen, Kenneth Marøy og Snorre Marøy for lån av båt og god assistanse i samband med utsett og opptak av straummålarane.

Bergen, 16. november 2010

INNHALD

Føreord.....	2
Innhald	2
Samandrag	3
innleiing om oppdrettslokalitetar	5
Område- og lokalitetsskildring.....	8
Metodebeskriving.....	11
Temperatur- og sjikningstilhøve	13
Resultat av straummålingane	16
Diskusjon	24
Lokalitetsvurdering	26
Innleiing	26
Metodar	27
Resultat.....	29
Referansar	37
Vedleggstabellar.....	38
Om Gytre straummålarar	42

SAMANDRAG

Staveland A. H. 2010

Straummålingar og lokalitetsvurdering av omsøkt oppdrettslokalitet Toska N i Radøy kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport 1370, 42 sider.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lingalaks AS gjennomført måling av straum på den omsøkte lokaliteten Toska N i Radøy kommune. Ein rigg med fire straummålarar (Sensordata SD 6000) stod utplassert ved Toska N i perioden 29. september - 9. november 2010 for måling av overflatestraum (5 m djup), vassutskiftingsstraum (15 m djup), spreingsstraum (50 m djup), og botnstraum (90 m djup).

Lokaliteten Toska N ligg i Helleosen nordaust for Uttosko. Helleosen ligg ope og til dels svært eksponert til mot Fedjeosen i nordvestleg retning.

STRAUMMÅLINGAR

Overflatestraumen på 5 meters djup var "middels sterk" med ei gjennomsnittleg hastigheit på 4,3 cm/s og ei maksimal hastigheit på 19,4 cm/s. **Vassutskiftingsstraumen** på 15 meters djup var "middels sterk" med ei gjennomsnittleg hastigheit på 3,4 cm/s og ei maksimal hastigheit på 31,0 cm/s. **Spreingsstraumen** på 50 meters djup var "sterk" med ei gjennomsnittleg hastigheit på 3,5 cm/s og ei maksimal hastigheit på 16,8 cm/s. **Botnstraumen** på 90 meters djup (ca 4 - 5 m over botn) var "svært sterk" med ei gjennomsnittleg hastigheit på 3,3 cm/s og ei maksimal hastigheit på heile 27,6 cm/s. Straumen var hovudsakleg tidevasstyrt, men og i stor grad påverka av vêr og vind i måleperioden.

Det var "svært lite" innslag av straumstille periodar på 5, 50 og 90 m djup, og "lite" innslag av straumstille periodar på 15 m djup. Hovudbiletet av straumretning og vasstransport på alle dei målte djupa var at straumen gjekk att og fram langs med land på lokaliteten. Den maksimale straumhastigheita på 15, 50 og 90 m djup vart målt i søraustleg retning, medan den maksimale straumhastigheita var om lag like sterk i retning vest og i retning søraust.

Sjølv om det var "lite" andel straumstille på lokaliteten på 5 og 15 m djup, var det lange periodar med svak til middels svak straum. På 5 og 15 m djup vart det i løpet av måleperioden registrert høvesvis 83,3 og 88,8 % periodar med straum under 7 cm/s som varte så lenge som 4 timar. 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 svak straum. Dette vil seia at det i løpet av måleperioden ved Toska N kanskje hadde vore mogleg å utføra badebehandlingar i opp mot ca 8/10 av måleperioden. Dette indikerer at det er lite sannsynleg at sterk straum vil vera begrensande faktor med omsyn på å få "avlust" heile anlegget i løpet av få dagar i samband med dei ulike synkrone fellesavlusingane.

Den beste plasseringa av eit anlegg på lokaliteten for å få størst mogeleg vasstransport gjennom anlegget, dersom ein tek omsyn til vassfluxen på 15 m djup, er omlag i lengderetninga nordaust – sørvest (52,5 – 232,5°). Då vil ca 83 % av vasstransporten passere på tvers av anlegget. Med den aktuelle plasseringa (ca 125° – 305°), eller mellom søraust – nordvest, vil ca 25 % av vassmassane passere på tvers av anlegget. Dette viser at anlegget ikkje har optimal plassering i høve til straumen på 15 m djup, men då det vert nytta plastringar med stor innbyrdes avstand, samt at det er låg andel straumstille, vil denne plasseringa likevel truleg gje tilfredstillande vassgjennomstrauming i merdane. Dersom anlegget derimot blir dreia noko, slik at det vert liggjande meir i retning aust – vest (t.d 100 – 280°) vil vassgjennomstrauminga på tvers av anlegget i merdane auke til ca 50 % på 15 m djup.

Det at den omsøkte lokaliteten ligg ope til ut mot Fedjeosen og storhavet i nordvestleg retning, gjer at det ofte vil vera havdønningar på lokaliteten. Dette gjer at det vil vera gode straumtilhøve nedover i vassøyla slik at dette bidreg til god omrøring og utskifting av vassmassar ned til botn på lokaliteten, og det vil alltid kunne forventast tilfredsstillande oksygentilhøve i resipienten. Havdønningar har lang bølgjelengd, noko som medfører at bølgiene ofte påverkar straumtilhøva langs botnen på kystnære lokalitetar i stor grad, noko som straummålingane på 90 m djup ved Toska N bekrefter. Dette gjer at dersom det i periodar skulle oppstå noko opphopning av organisk avfall på botnen under anlegget, vil dette avfallet kunne bli spreidd utover eit større område i periodar med sterk vind og store havdønningar, noko som vil vera svært posistivt for nedbrytinga av avfall under- og nært opp til anlegget.

Med tanke på spreiring av organisk avfall frå oppdrettsverksemda er straumtilhøva på lokaliteten gode, med sterk spreingsstraum, og svært sterk botnstraum. Overflate- og vassutskiftingsstraumen var middels sterk og hadde høvesvis svært låg og låg andel straumstille periodar, noko som er gunstig for vassutskiftinga i merdane. Heile det planlagte anlegget kjem til å bli liggjande over middels bratt skrånande botn, der botn skråar på tvers av anlegget. Den gunstige botntopografien under anlegget saman med dei store havdønningane som oppstår på lokaliteten gjer at det vil vera liten fare for opphopning av organisk avfall under anlegget. Sjølv om det vart målt middels sterk straum i denne siste måleperioden, vart det målt betydeleg svakare straum våren 2009, med høvesvis ein gjennomsnittleg straumhastigheit på 2,9 og 1,9 cm/s på 5 og 15 m djup (Haveland 2009b). Dette viser at ein kan forventa gode straumtilhøve med omsyn på storskala lakseoppdrett det meste av året, men i rolige vêtperiodar i sommarhalvåret med høg biomasse og høg utføring i anlegget kan det ikkje utelukkast at straumtilhøva vil kunne oppfatast som noko svake. Men då det er låg andel straumstille, og at det skal nyttast plastringar med god innbyrdes avstand mellom ringane, gjer at lokaliteten truleg vil fungere godt for lakseoppdrett. For å sikre gode oksygentilhøve i merdane kan ein og modererer produksjonen noko under den varmaste årstida. Lokaliteten ligg i tilknytning til ein resipient med tilnærma uavgrensa resipientkapasitet. Den omsøkte lokaliteten ligg til dels svært eksponert til mot nordvestlege retningar, noko som tidvis vil by på driftstekniske utfordringar. Men dersom ein tek omsyn til dei utfordringane som slike eksponerte lokalitetar set, vil lokaliteten Toska N truleg fungere tilfredstillande for den omsøkte oppdrettsverksemda.

LOKALITETSVURDERING

Lokalitet	Søkjar	Koordinat	Biomasse	Konsesjonar
Toska N	Skjærgårdsfisk / Lingalaks AS	60°40,200 N / 4°55,040 Ø*		

*Ca posisjon til senterpunktet til det omsøkte anlegget.

Lokaliteten Toska N ligg i Helleosen nordaust for Toska på Radøy i Radøy kommune. Helleosen ligg ope og uterskla til mot Hjeltefjorden i nordvest, slik at Lokaliteten ligg ope og svært eksponert til mot véreksponering i retning vestnordvest til nordnordvest, men ligg elles godt beskytta mot vêt og vind av Radøy og Toska i retningsområdet nord - aust – vest. Djupnekartet viser at heile det planlagte anlegget kjem til å bli liggjande over middels bratt skrånande botn, der botn skråar på tvers av anlegget. Det er låg grad av sedimenterande tilhøve på botnen under anlegget, der det enten er fjellbotn eller sedimentbotn bestående av variable mengder skjelsand samt noko grus og stein (Haveland 2009a).

Lokaliteten ligg eksponert til i eit stort fjordbasseng på Vestlandet utan lokale store ferskvasstilførslar. Det vil dermed ikkje vere fare for islegging, nedising eller isgang i lokalitetsområdet. Høgaste observerte vasstand (næraste sekundærhamn: Tjeldstø): 241 cm. Lågaste observerte vasstand: -42 cm.

Tabell 1 syner dimensjonerande straumhastigheit og bølger for lokaliteten ved Toska N.

Tabell 1. Dimensjonerande straumhastigheit og bølger for oppdrettslokalitet Toska N, basert på 10-årsstraumen, 50-årsstraumen, 10-årsbølgja og 50-årsbølgja (NS 9415:2009).

Tilhøve	Eining	Returperiode 10 år	Returperiode 50 år	Retning
V_c : dimensjonerande straumfart 5 m djup	m/s	0,32	0,36 (0,50*)	mot V
V_c : dimensjonerande straumfart 15 m djup	m/s	0,51	0,57	mot SSØ
H_s : signifikant bølgehøgde	m	2,47**	2,81**	frå VNV-NV
H_{max} : maksimal bølgehøgde	m	4,70**	5,33**	frå VNV-NV
T_p : bølgeperiode	s	4,83**	5,04**	frå VNV-NV

*I høve til NS 9415:2009 avsnitt 5.2.3 skal den høgaste dimensjonerande straumfarten med ein returperiode på 50 år setjast til 50 cm/s, sjølv om straummålingane viser ein dimensjonerande straumfart som er under 50 cm/s.

** 10- og 50 års bølgja er berekna ved hjelp av vindgenererte bølger. Dersom ein tek omsyn til havdønningane som tidvis når lokaliteten, vil den reelle bølgehøgda kunne vera større, truleg 50-årsbølgje opp mot 5,5 - 6 m. Bølgeperioden til havdønningane på lokaliteten vil truleg vera vesentleg lenger enn berekna.

INNLEIING OM OPPDRETSLOKALITETAR

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 underleggjast 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 straummålingar. 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, tettleik 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, vikar og bukter** eller **opne sjøområde**. Desse forskjellige områdetypane 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 typane 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 i kva grad 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 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 tilførsel vert spreidd utover store område, medan djupare straumsund vil ha sedimenterende 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 sedimenterende tilhøve og kunne ha lokal påverknad av utslepp.

Bukter og vikar 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 botnografien 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 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 finnast 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 resultatata 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 spreing 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 oppløyslegheta 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).

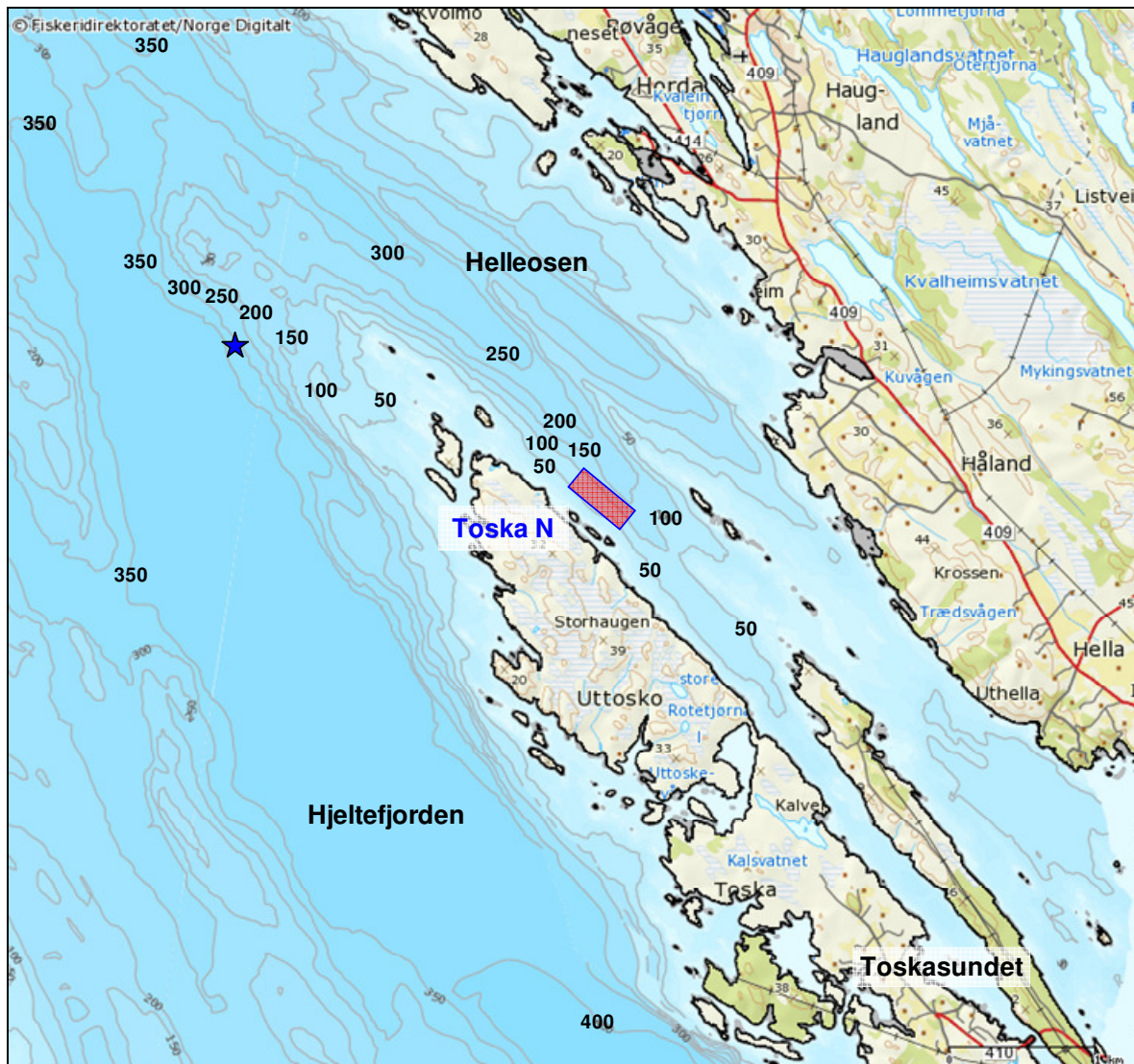
Rådgivende Biologer AS har dei siste åra målt profilar av oksygen, temperatur og saltinnhald ved og i anlegg i samband med lokalitetsvurderingar, og det er ikkje uvanleg å finne verdiar på mellom 50 og 70 % oksygenmetning i anlegg med mykje fisk.

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 sjølvsagt 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

Lokaliteten Toska N ligg i Helleosen nordaust for Toska i Radøy kommune. Helleosen ligg ope og uterskla til mot Hjeltefjorden i nordvest, slik at Lokaliteten ligg ope og svært eksponert til mot véreksponeering i retning vestnordvest til nordnordvest, men ligg elles godt beskytta mot vér og vind av Radøy og Toska i retningsområdet nord - aust - vest (**framsidebilete** og **figur 1**). Helleosen og Hjeltefjorden har svært gode djupnetilhøve, gode utskiftingstilhøve, og tilnærma ubegrensa resipienttilhøve. Dei gode utskiftings- og resipienttilhøva kan forklarast ut frå at Helleosen ligg ope til ut mot Hjeltefjorden, samt at botnen i Helleosen skår moderat bratt nedover mot det svære djupområdet i Hjeltefjordbassenget på over 350 m djup.

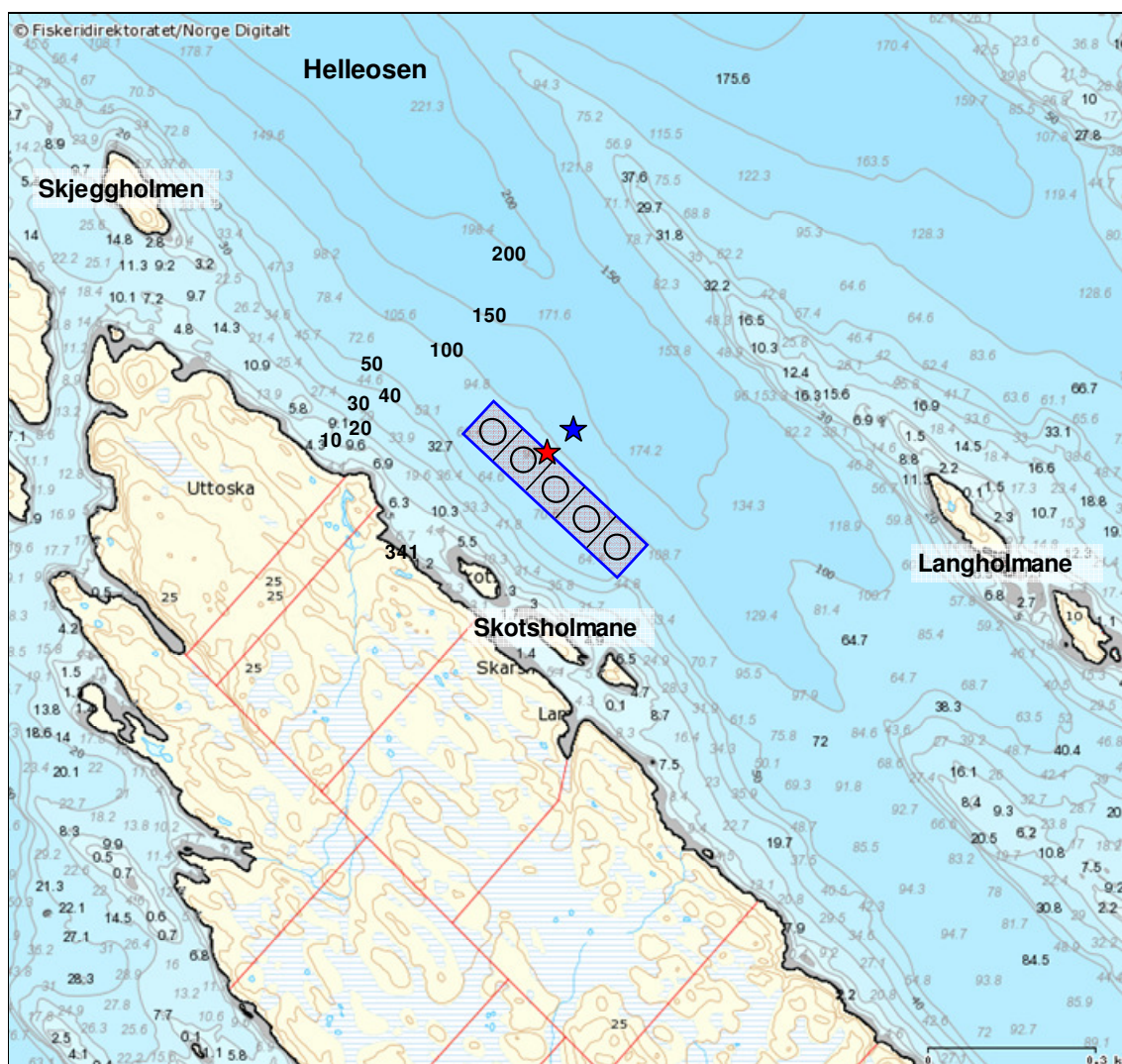


Figur 1. Utsnitt av djupnetilhøva i Helleosen og delar av Hjeltefjorden med 50 m djupnekoter og lokaliteten Toska N innteikna. Kartgrunnlaget er henta frå Fiskeridirektoratet sine nettsider. Ca posisjon til den hydrografiske profilen i Hjeltefjorden er merka av med blå stjerne.

Lokalitet og anlegg

Det planlagte anlegget på lokaliteten vil ligge aust - nordaust for Skotsholmane nordaust for Uttoska. Avstanden frå land på den nordlegaste Skotsholmen til senterpunktet på det omsøkte anlegget vil vera om lag 180 – 200 m. Anlegget vil bli oppankra om lag i retning søraust – nordvest. Frå Skotsholmane djupnest det moderat bratt jamt nedover i retning nordaust til den søraust – nordvestgåande djupålen der djupna er om lag 175 m, ca 160 - 180 m nordaust for senterpunktet til anlegget. Denne djupålen strekkjer seg frå Toskasundet i søraust til Hjeltefjorden i nordvest og er ca 6 – 7 km lang. Frå djupålen, på høgd med anlegget, skrar botnen bratt oppover til den nordvestgåande undersjøiske fjellryggen som går ut frå Langholmane. Frå Toskesundet i søraust skrar botnen i djupålen jamt nedover i nordvestleg retning slik at det er ein direkte forbindelse mellom djupområdet i Helleosen til det svære djupområdet i Hjeltefjorden (**framsidebilete, figur 2 og 3**).

Ut frå djupnekarta ser ein at djupna under det omsøkte anlegget vil vera ca 50 – 100 m, der botnen skrar på tvers av anlegget. Botnen i området rundt anlegget ser ut til å vera jamn og truleg utan større holer eller fjellsprekker der organisk avfall frå anlegget kan samla seg opp.

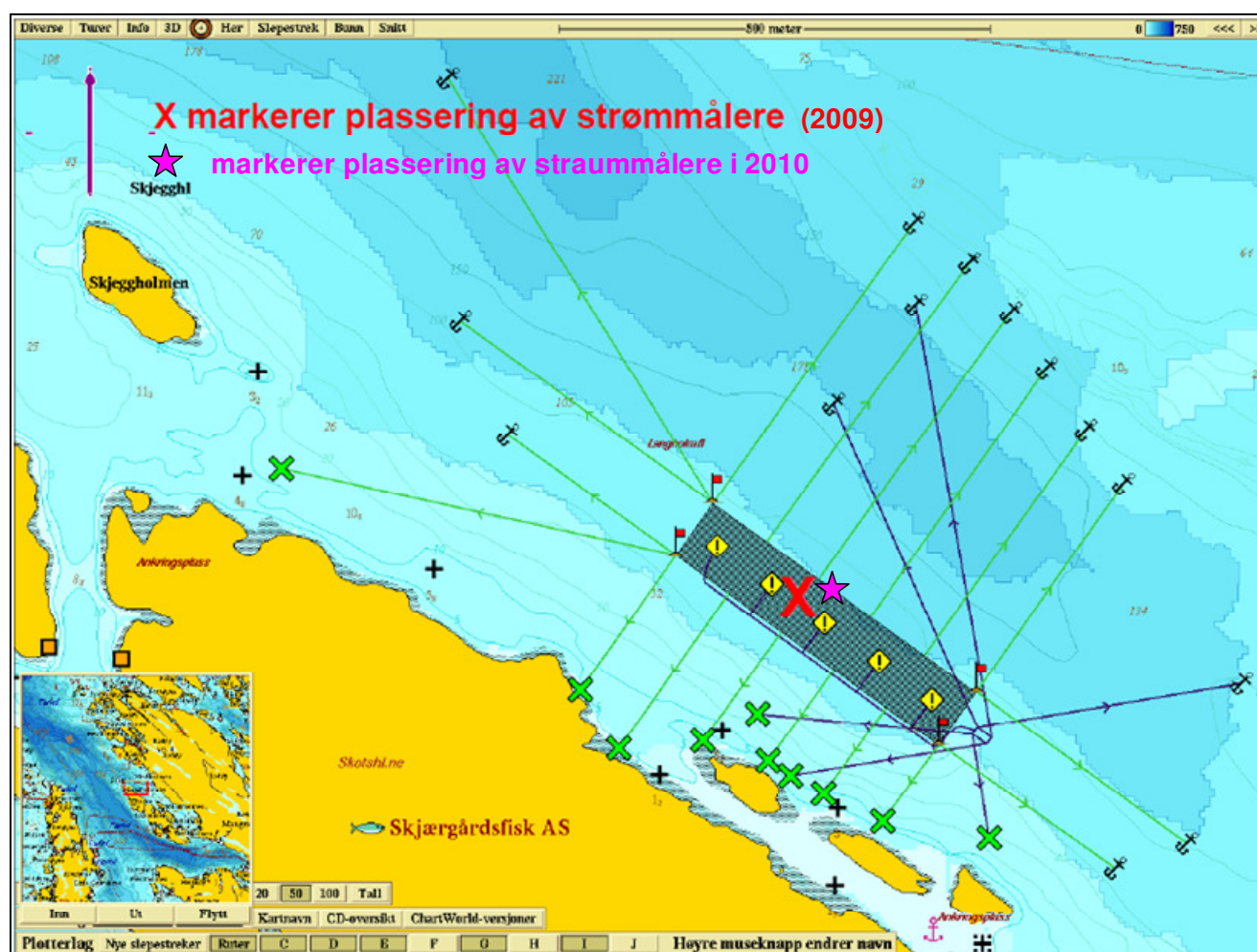


Figur 2. Djupnetillhøve i området rundt lokalitet Toska N med 10- og 50 m djupnekoter og det planlagte anlegget innteikna. Kartgrunnlaget er henta frå Fiskeridirektoratet sine nettsider. Posisjonen til straummålarriggen er merka av med rød stjerne, og posisjonen der det vart teke hydrografisk profil er merka av med blå stjerne.

Anlegget som etter planen skal fortøyast på lokaliteten er eit ringanlegg beståande av 5 stk 120 m plastringar (**figur 3**). Nøtene som normalt vert nytta i store plastringar er 30 m djupe ned til blylina, og har maksdjupne på ca 45 m.

Det at den omsøkte lokaliteten ligg ope til ut mot storhavet i nordvestleg retning, gjer at det ofte vil vera havdønningar på lokaliteten. Dette gjer at det vil vera gode straumtilhøve nedover i vassøyla slik at dette bidreg til god omrøring og utskifting av vassmassar ned til botn på lokaliteten, og det vil alltid kunne forventast tilfredsstillande oksygentilhøve i resipienten. Havdønningar har lang bølglengd, noko som medfører at bølgiene ofte påverkar straumtilhøva langs botnen på kystnære lokalitetar i stor grad. Dette gjer at organisk avfall frå anlegget vil kunne bli spreidd utover eit større område noko som er positivt for nedbryting av avfall under anlegget.

Helleosen og Hjeltefjorden som ligg ope og uterskla til mot Nordsjøen har tilnærma uavgrensa resipientkapasitet, slik at lokalitetar i dette området er godt eigna for storskala oppdrettverksemd.



Figur 3. Olekart med skisse av det omsøkte anlegget med fortøyningar, og posisjonar for straummålingar i 2009 og 2010, på lokalitet Toska N. Kartkjelde: Lingalaks AS.

METODEBESKRIVING

Utplassering av målarane

I perioden 29. september - 9. november 2010 var det utplassert ein rigg med fire Gytre Straummålarar (modell SD-6000 produsert av Sensordata AS i Bergen) på den omsøkte lokaliteten ved Toska N i posisjon N 60° 40,215' / Ø 04° 55,078' (**figur 2** og **3**). Riggjen var forankra til botn med to kulelodd og ein dregg på tilsaman ca 70 kg, og det var festa trålkuler av plast i tauet over øvste og nedste strauummålar for å sikre tilstrekkeleg oppdrift og stabilitet på riggen i sjøen, samt ei blåse og ein blink til overflata i eit slakt tau for å ta av for bølgepåverknad. For å hindra at riggen skulle driva vekk vart det festa eit tau frå dreggen og opp til land på Skotsholmane. Riggjen vart utplassert på middels bratt skrånande dalbotn på ca 95 m djup, om lag 70 – 90 m frå senterpunktet til det omsøkte anlegget. Det vart målt temperatur, strauhmastigheit og strauhretning kvart 10. minutt på 5 og 15 m djup og kvart 30. minutt på 50 og 100 m djup.

Resultatpresentasjon

Resultata av måling av strauhmastigheit og strauhretning 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 strauummålaren sin posisjon ved målestart og som driv med strauhen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av strauhmastigheit 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 strauhen i retninga til vektoren. Vinkelen til vektoren ut frå origo, som er strauummålaren sin posisjon, vert kalla resultatretninga. Dersom strauhen er stabil i resultatretninga, vil figurstreken vere relativt bein, og verdien av Neumann-parameteren vere høg. Er strauhen meir ustabil i denne retninga er figurstreken meir «bulkete» i høve til resultatretninga, og Neumann-parameteren får ein låg verdi. Verdien av Neumannparameteren vil ligge mellom 0 og 1, og ein verdi på til dømes 0,80 vil seie at strauhen i løpet av måleperioden rann med 80 % stabilitet i vektorretninga, noko som er ein svært stabil strau.

Vasstransporten (relativ fluks) er også ein funksjon av strauhmastigheit og strauhretning, 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 strauhmastigheit i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. For kvar måling innan ein gitt sektor multipliserer ein strauhmastigheita med tidslengda, dvs kor lenge målinga vart gjort innan denne sektoren. Her må ein og ta omsyn til om tidsserien inneheld strauummålingar 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 strauhmastigheit og – retning er på lokaliteten.

Klassifisering av strauummålingane

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av overflatestrau, vassutskiftingsstrau, spreingsstrau og botnstrau med omsyn til dei tre parametranne gjennomsnittleg strauhmastigheit, retningsstabilitet og innslag av strauhstille periodar (**tabell 2**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå strauummålingar med Gytre Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestrau, 150 lokalitetar for vassutskiftingsstrau og 70 lokalitetar for spreingsstrau og botnstrau.

Tabell 2. Rådgivende Biologer AS klassifisering av ulike tilhøve ved strømmålingane, basert på fordeling av resultatane 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.

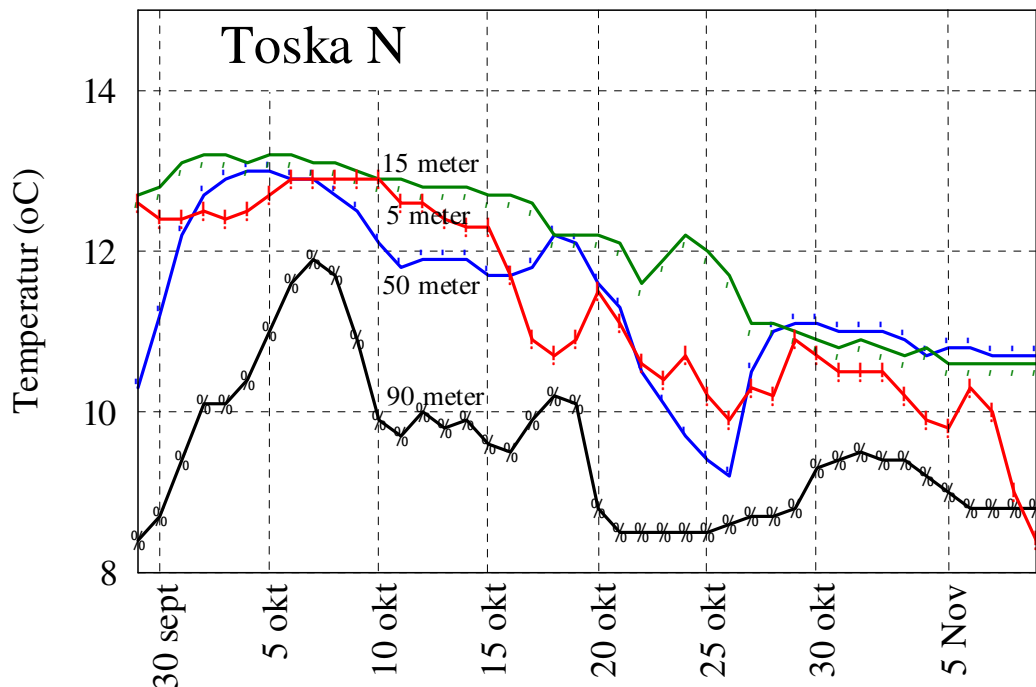
Tilstandsklasse		I	II	III	IV	V
gjennomsnittleg straumhastigheit		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestraum	(cm/s)	> 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Vassutskiftingsstraum	(cm/s)	> 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Spreiingsstraum	(cm/s)	> 4	2,8 - 4	2,1 - 2,7	1,4 - 2,0	< 1,4
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
Spreiingsstraum	(%)	< 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 SJIKTNINGSTILHØVE

Temperaturen vart målt av straummålarane kvart 10. minutt på 5 og 15 m djup, og kvart 30. minutt på 50 og 90 m djup i perioden 29. september - 9. november 2010 (**figur 4**). Døgnmiddeltemperaturen på 5 m djup vart målt til 12,6 °C den 29. september og var relativt stabil fram til den 15. oktober. Frå 16. oktober og ut måleperioden sokk temperaturen til 8,4 °C den 9. november. På 15 m djup sokk døgnmiddeltemperaturen frå 12,7 til 10,6 °C i løpet av måleperioden. I løpet av måleperioden sokk temperaturen meir på 5 m djup samanlikna med på 15 m djup, samstundes var døgnmiddeltemperaturen høgare på 15 m enn på 5 m djup, noko som er normalt på denne årstida då haust- og vinteravkjølinga skjer raskast i den øvre del av vassøyla. På 50 m djup varierte døgnmiddeltemperaturen mykje gjennom måleperioden, og vart målt til 10,3 °C den 29. september. Fram til 4. oktober steig temperaturen betydeleg til 13,0 °C, og i perioden frå 4. – 26. oktober fall temperaturen til 9,2 °C. Dei neste tre dagane steig derimot temperaturen 1,9 °C før temperaturen sokk svakt resten av måleperioden til 10,7 °C den 9. november. På 90 m djup var det store temperaturvariasjonar i løpet av måleperioden der temperaturen steig frå 8,4 °C den 29. september til 11,9 °C den 7. oktober. I perioden 8. oktober og ut måleperioden var døgnmiddeltemperaturen for det meste avtakande, og temperaturen vart målt til 8,8 °C den 9. november.

Det at temperaturen på 50 og 90 m djup varierte så mykje i løpet av måleperioden skuldast truleg vertikale forskyvingar av vassmassar etter periodar med skifte i dominerande vindretning.

Døgnvariasjonen i temperatur på 5 m djup låg mellom 0,5 og 1,5 °C det aller meste av måleperioden (ikkje vedlagt rapporten), noko som avspeglar forskjell mellom dag- og nattetemperatur. På 15 m djup var døgnvariasjonen i temperatur mellom 0,2 og 0,7 °C. På 50 m djup var døgnvariasjonen i temperatur for det meste mellom 0,2 og 0,5 °C, men steig ca 2,6 °C ved eit høve, den 26. oktober. På 90 m djup varierte temperaturen mest, noko som er uvanleg på slike djupner, og heng truleg saman med vertikale forskyvingar av vassmassar med ulik temperatur. Døgnvariasjonen varierte for det meste mellom 0,2 og 1,0 °C i døgnet, men steig ca 2,4 °C ved eit høve den 5. oktober, og fall ca 2,4 °C ved eit høve den 19. oktober.



Figur 4. Døgnmidlar for temperatur målt ved Toska N på 5 meter (raud strek), 15 meter (grøn strek), 50 meter (blå strek) og 90 meters djup (svart strek) i perioden 29. september - 9. november 2010.

SJIKTNINGSTILHØVE

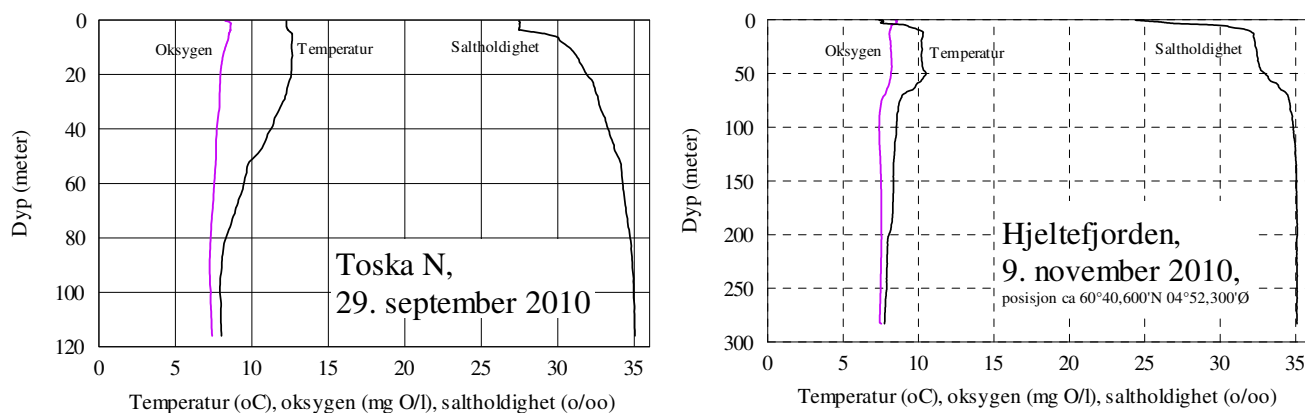
Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla ned til 116 m djup ca 50 m aust for straumriggen på den omsøkte lokaliteten Toska N (**figur 1**). Profilen vart teken den 29. september 2010 ca kl 13.30 med ein SAIV STD/CTD – model SD 204 nedsenkbar sonde. Det vart i tillegg teke ein hydrografisk profil på 283 m djup ute i Hjeltefjorden nordvest for lykta "Nordra Flesi" den 9. november 2010, ca kl 12.00 (**figur 2**).

Profilen viste at vassøyla ved lokaliteten nordaust for Uttosko var lite til moderat ferskvasspåverka denne dagen. Saltinnhaldet vart målt til 27,5 ‰ i overflata ned til 3,5 m djup. Frå 3,5 til 7 m djup steig saltinnholdet til 30,1 ‰. Frå 7 m djup og nedover til ca 100 m djup steig saltinnholdet jamt til 35,0 ‰, og vidare nedover til botn var saltinnholdet stabilt og vart målt til 35,1 ‰ på 116 m djup (**figur 5**, til venstre).

Profilen viste at temperaturen låg mellom 12,3 og 12,6 °C i overflata og ned til 18 m djup. Frå 18 til ca 90 m djup sokk temperaturen jamt til 8,0 °C, og vidare nedover til botn var temperaturen stabil.

Oksygeninnhaldet i overflata var normal til å vera på denne årstida, og blei målt til 8,3 mg/l, noko som tilsvarar ei metning på 92 %. Frå overflata og nedover til botn var oksygeninnhaldet svakt avtakande og vart målt til 7,4 mg/l (78 %) på 116 m djup.

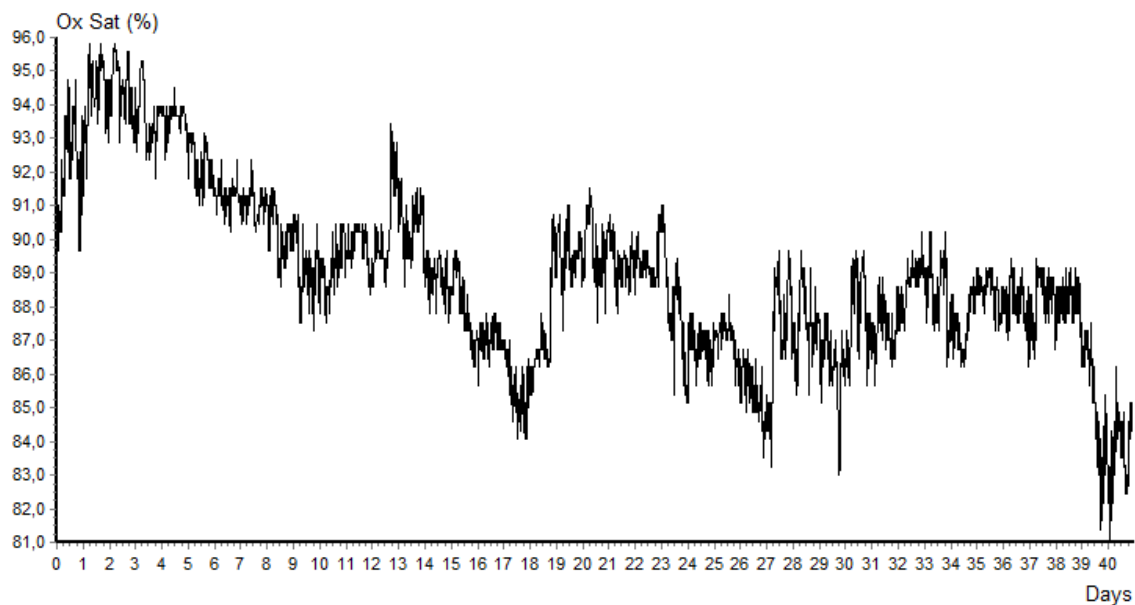
Profilen som vart teke i Hjeltefjorden den 9. november viste at oksygen- og saltinnhaldet ned til 116 m djup var om lag lik som ved Toska N den 29. september. Frå 116 m djup og nedover til botn på 283 m djup var oksygen- og saltinnhaldet i praksis heilt stabilt (**figur 5**, til høgre). Temperaturkurva hadde som forventa på denne årstida endra seg ein god del mellom 29. september og 9. november 2010, der temperaturen i overflata fall frå 12,3 til 7,3 °C. Den 9. november var det eit "varmemagasin" frå ca 10 til 55 m djup der temperaturen var 10,1 – 10,5 °C. Slike varmemagasin finn ein normalt på hausten og tidleg vinter då haust- og vinteravkjølinga skjer seinare på desse djupa samanlikna med i overflata. Til å vera på denne årstida er sjøtemperaturen nedover i vassøyla i 2010 lågare enn det sjøtemperaturen har vore dei siste åra.



Figur 5. Måling av temperatur (°C), saltinnhald og oksygeninnhald (mg O/l), i vassøyla ved den nye oppdrettslokaliteten Toska N den 29. september, og ute i Hjeltefjorden den 9. november 2010.

OKSYGENTILHØVE I MÅLEPERIODEN

Straummålaren på 15 m djup (vassutskiftingsstraumen) hadde påmontert ein oksygensensor slik at oksygeninnhaldet/metninga på dette djupet vart målt kontinuerleg i heile måleperioden. **Figur 6** viser at oksygenmetninga låg mellom 81 og 96 % i heile måleperioden, noko som er normale verdiar til å vera på denne årstida. Dei første oksygenmålingane som straussmålaren registrerte rett etter utsett den 29. september viste ca 91 % metning. Oksygenmetninga vart målt til 92 % på 15 m djup med den nedsenkbare sonden (SAIV STD/CTD – model SD 204) ca 50 m aust for straumriggen rett etter utsett av straumriggen. Dette viser at det var godt samsvar mellom dei to ulike oksygenmålarene denne dagen. Oksygenmålingane viser elles at det ikkje har vore større oksygenfall i måleperioden, noko som ein heller ikkje hadde forventa.



Figur 6. Oksygenmetning på 15 m djup ved den nye oppdrettslokaliteten Toska N i måleperioden 29. september – 9. november 2010.

RESULTAT AV STRAUMMÅLINGANE

STRAUMHASTIGHEIT

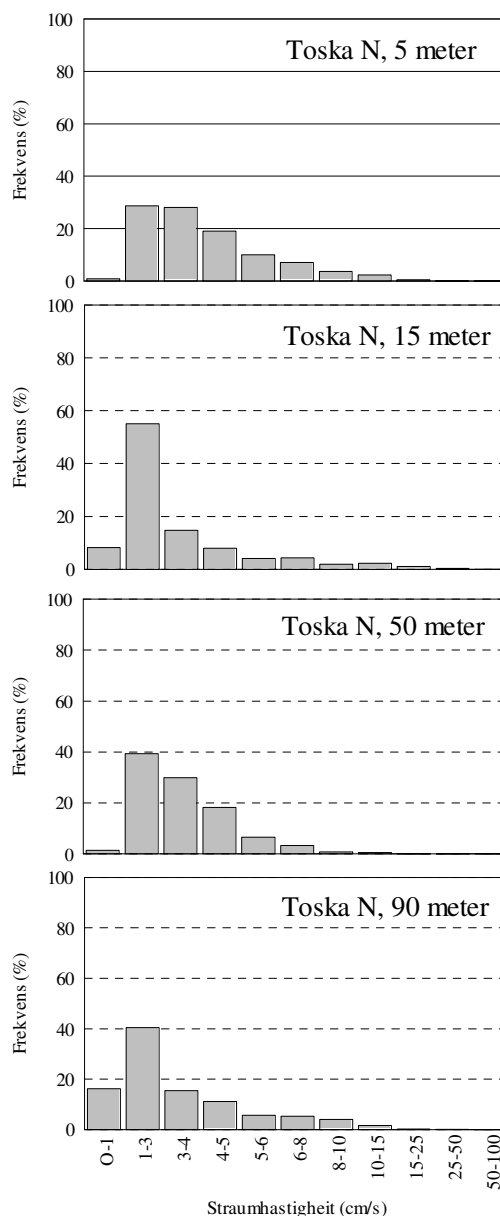
Straumbiletet på lokaliteten var tydeleg tidevasstyrt, med 2-4 straumtoppar i døgnet og korte periodar med svakare straum innimellom straumtoppane, men straumen var i stor grad og påverka av vêt og vind. Straumen var ikkje noko sterkare enn elles i måleperioden rundt nymåne 7. oktober og 6. november, og rundt fullmåne 23. oktober (**figur 8**).

Det vart målt "middels sterk" overflatestraum på 5 m djup i måleperioden, med ei gjennomsnittleg hastigheit på 4,3 cm/s. Det var flest målingar i intervalla 1 – 3 cm/s og 3 – 4 cm/s, med høvesvis 28,7 og 28,1 % av målingane (**figur 7**). Kun 0,5 % av målingane var sterkare enn 15 cm/s. Det var jamt avtakande frekvens av målingar i intervalla frå 4 – 15 cm/s. Det var svært få målingar (0,8 %) av straum på 1 cm/s eller mindre (heilt straumstille). Den maksimale straumhastigheita på dette djupet vart målt til 19,4 cm/s i vestleg retning, men det vart målt om lag like sterk straum i søraustleg retning (19,0 cm/s) (**figur 9**).

Det vart målt "middels sterk" straum på 15 m djup (vassutskiftingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 3,4 cm/s. Det var klart flest målingar i intervallet 1 - 3 cm/s (55,1 %). Det var jamt avtaknande frekvens av målingar i intervalla frå 4 – 8 cm/s, medan målingane fordelte seg elles nokonlunde jamt i intervalla over 8 cm/s (**figur 7**). 1,4 % av målingane var sterkare enn 15 cm/s. Det var få målingar (8,2 %) av straum på 1 cm/s eller mindre. Den maksimale straumhastigheita vart målt til 31,0 cm/s i sørsøraustleg retning (**Figur 9**).

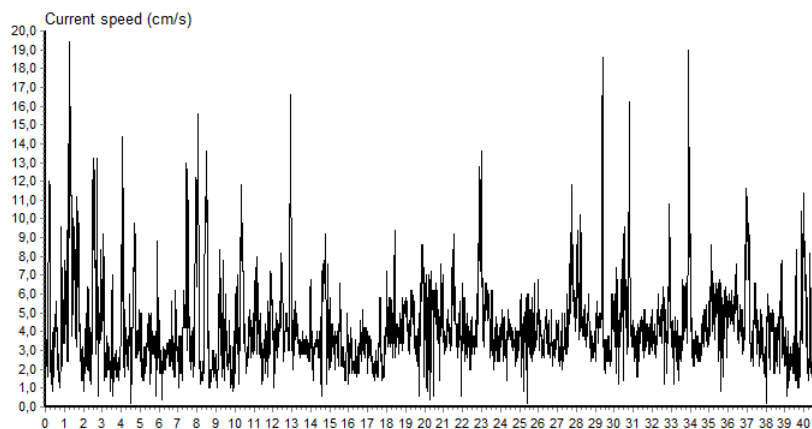
Det vart målt "sterk" straum på 50 m djup (spreiingsstraum) i måleperioden, med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 3,5 cm/s. Det var flest målingar av straum i intervallet 1 - 3 cm/s (39,3 %), og det var jamt avtakande frekvens av målingar i intervalla frå 3 – 10 cm/s. 0,6 % av målingane var sterkare enn 10 cm/s (**figur 7**). Det var svært få målingar (1,4 %) av straum på 1 cm/s eller mindre til å vera på dette djupet. Den maksimale straumhastigheita vart målt til 16,8 cm/s i søraustleg retning (**figur 9**).

Det vart målt "svært sterk" straum på 90 m djup i måleperioden (botnstraum), med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 3,3 cm/s. 40,4 % av målingane av straum var på 1 cm/s eller mindre, og det var jamt avtakande frekvens av målingar i intervalla frå 3 – 15 cm/s. (**figur 7**). 1,9 % av målingane var sterkare enn 10 cm/s, noko som er høgt til å vera på dette djupet. Den maksimale straumhastigheita vart målt til heile 27,6 cm/s i søraustleg retning (**figur 9**).

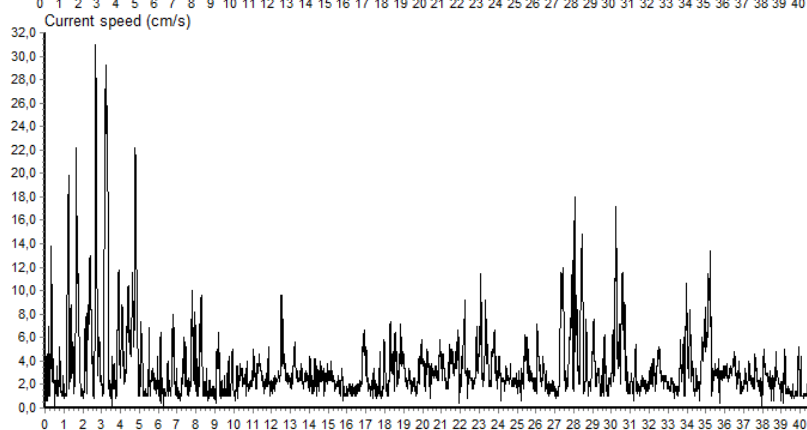


Figur 7. Fordeling av straumhastigheit ved Toska N på 2, 15, 50 og 90 m djup i perioden 29. september - 9. november 2010.

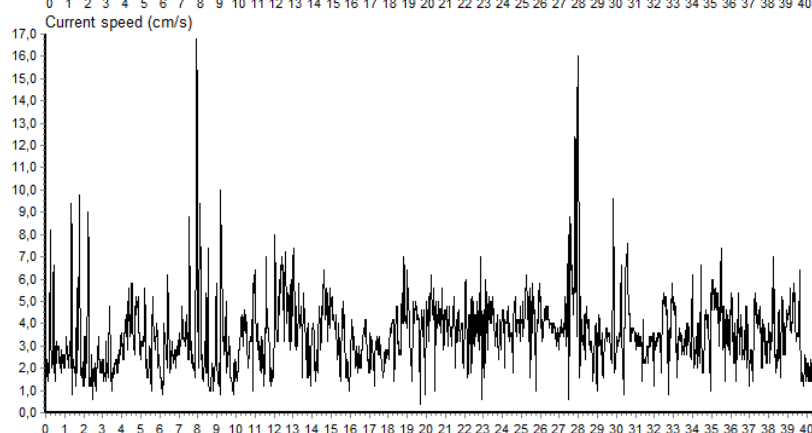
5 m



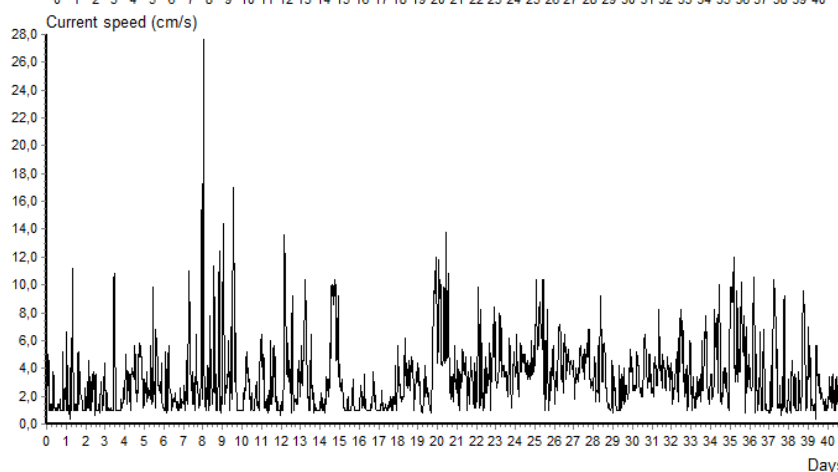
15 m



50 m

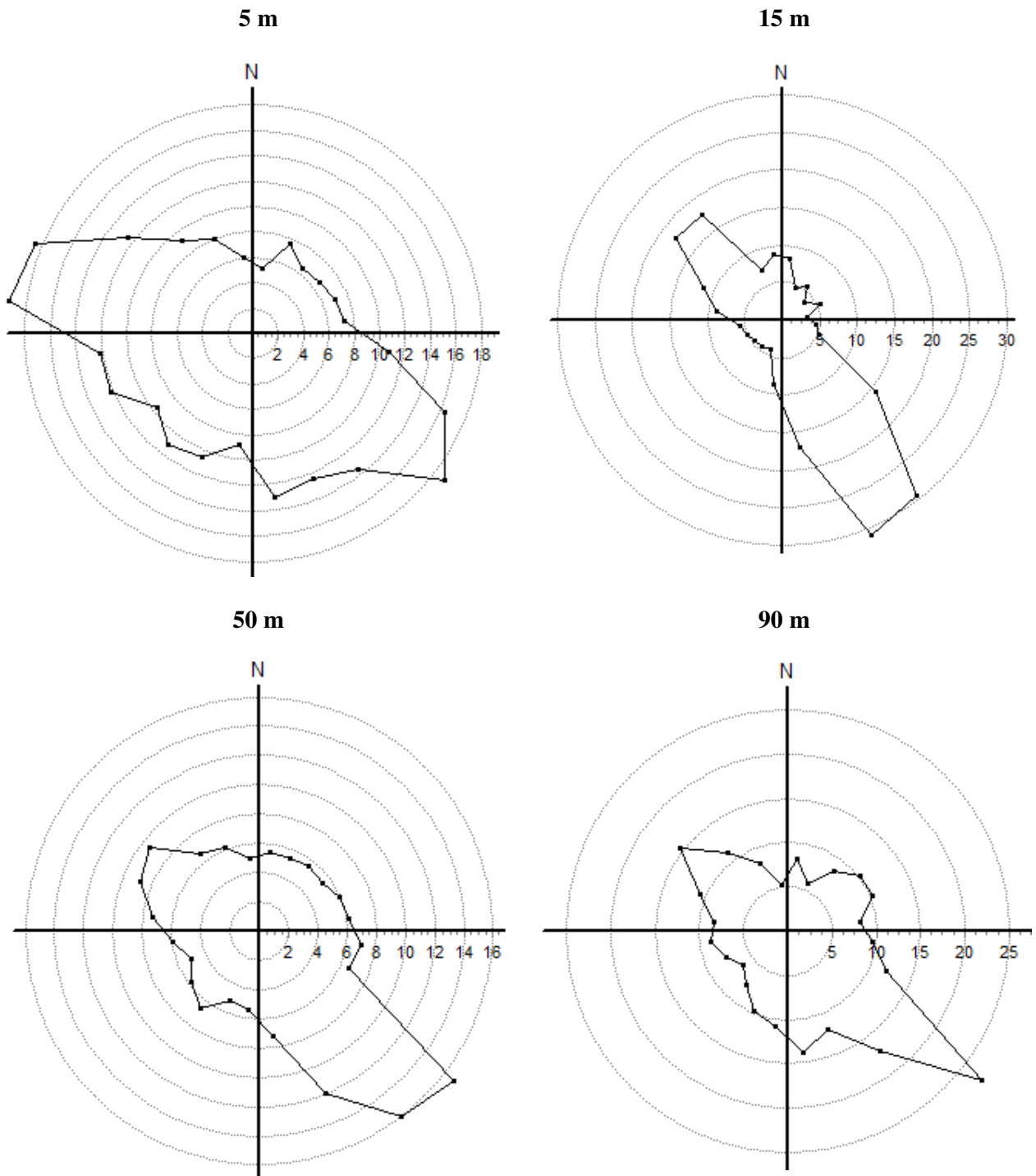


90 m



Days

Figur 8. *Straumhastighet ved Toska N på 5, 15, 50 og 90 m djup i perioden 29. september - 9. november 2010.*



Figur 9. Maksimal straumhastighet for kvar 15° sektor ved Toska N, på 5, 15, 50 og 90 m djup i perioden 29. september - 9. november 2010.

STRAUMSTILLE PERIODAR MED OMSYN PÅ VASSUTSKIFTING I MERDANE.

På 5 m djup var det "svært lite" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 2,5 timar av totalt 982,7 timar (0,3 %) med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) i periodar som varte 2,5 timar eller meir i løpet av måleperioden. Det var kun 1 periode med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) som varte så lenge som 2,5 timar i løpet av måleperioden, og den perioden var på 2,5 timar (**tabell 3**). Det var i praksis ikkje straumstille på dette djupet.

På 15 m djup var det "lite" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 108 timar av totalt 982,7 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (11,0 %). Det var til saman 22 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 8,8 og 7,7 timar.

På 50 m djup var det "svært lite" innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 39 timar av totalt 982 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (4,0 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 11 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på berre 5,5 og 5,0 timar (2 stk). Det var i praksis ikkje straumstille på dette djupet.

På 90 m djup var det "svært lite" innslag av straumstille periodar i høve til djupna i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 230 timar av totalt 982 timar med tilnærma straumstille i periodar på 2,5 timar eller meir (23,4 %). Ser ein på enkeltmålingane vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 43 periodar på 2,5 timar eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 10,5 og 9,5 (2 stk) timar.

Tabell 3. Skildring av straumstille på lokaliteten Toska N 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 90 meters djup, og målingane er utført i perioden 29. september - 9. november 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	169	1								2,5 t
15 meter	295	15	7							8,8 t
50 meter	97	11								5,5 t
100 meter	117	32	11							10,5 t

STRAUMSTILLE PERIODAR MED OMSYN PÅ BADEBEHANDLING.

Dei siste par åra har antal badebehandlingar auka betydeleg då det er tiltakande nedsatt følsemd og resistens mot det orale avlusingsmiddelet "Slice". For optimal medisinerig (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/presening, og under sjølve medinsineriga, er ein avhengig av at det enten 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 4** 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 svak straum. Rådgivende Biologer AS har utført straummålingar under avlusing på tre ulike lokalitetar våren og sommaren 2010. Resultata frå desse avlusingane tyder på at straumfarten ved anlegget må vera under 10 cm/s, og kanskje under 5 cm/s, for å sikra god effekt av badebehandlinga.

På 5 m djup ved Toska N vart det i måleperioden registrert til saman 38 periodar med straumfart under 7 cm/s som varte så lenge som 4 timar (83,3 %), og dei to lengste periodane var på høvesvis 110 og 74 timar. Dette vil seia at det i løpet av måleperioden på ca 6 veker ved Toska N kan ha vore mogleg å få utført badebehandling i opp mot ca 4/5 av perioden. Dette indikerer og at vêr- og vindtilhøva på lokaliteten truleg vil vera ei større utfordring med omsyn på badebehandling samanlikna med straumtilhøva.

På 15 m djup ved Toska N vart det i måleperioden registrert til saman 29 periodar med straumfart under 7 cm/s som varte så lenge som 4 timar (88,8 %), og dei to lengste periodane var på høvesvis 136 og 135 timar.

Tabell 4. Skildring av periodar med svak straum på lokaliteten ved Toska N oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigheit mindre enn 7 cm/s ("badebehandlingsvindauga"). Lengste svakstraumperiode er også oppgjeve. Måleintervallet er 10 min på 5 og 15 m djup, og målingane er utført i perioden 29. september - 9. november 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 meter Toska N	65	6	9	11	7	2	1	0	2	110 t
15 meter Toska N	33	10	5	5	2	1	0	1	5	136 t

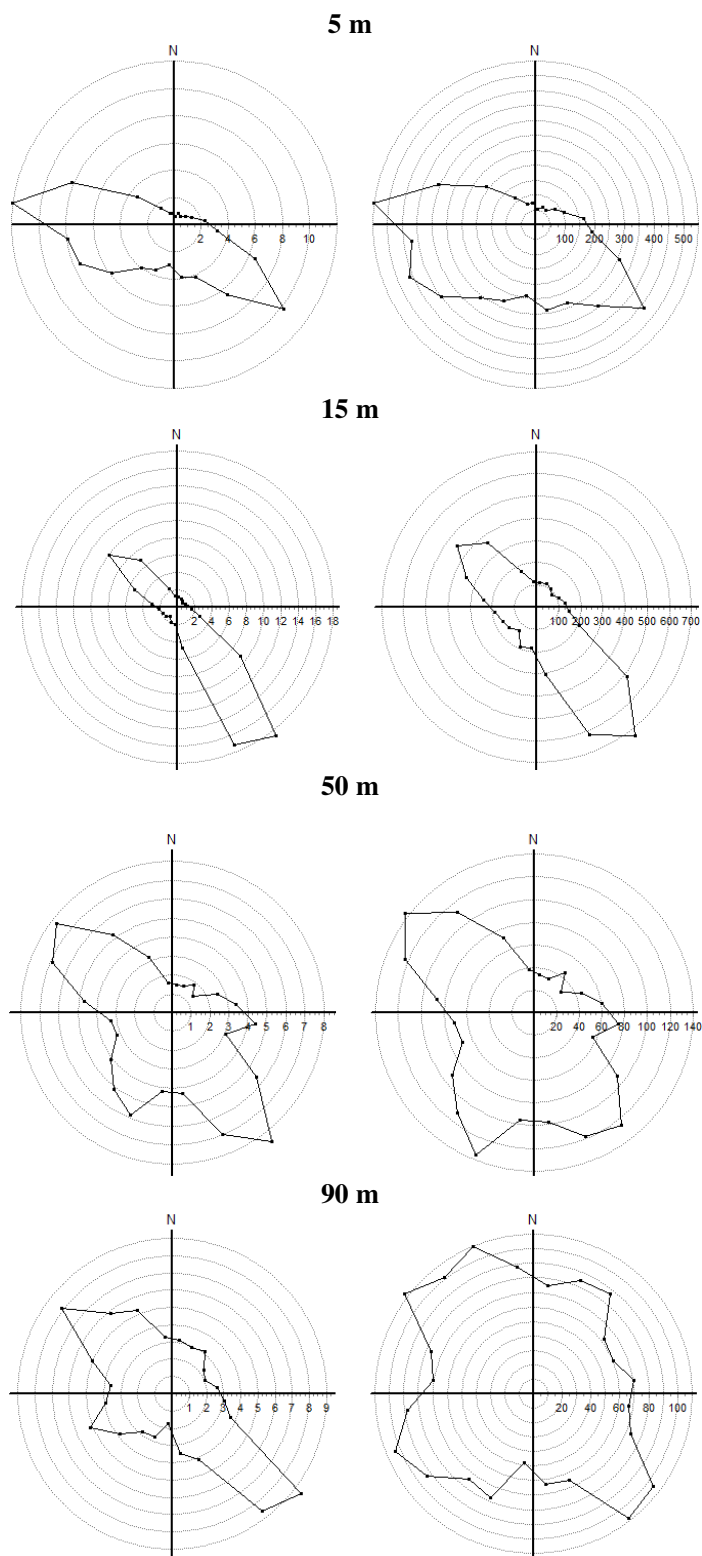
STRAUMRETNING OG VASSTRANSPORT

Straumen (både vasstransport og retning) i overflata på 5 m djup gjekk mest i vestleg retning, men det rann og ein god del straum mot søraust (**figur 10**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørvestleg resultantretning (215°) var 0.318, dvs at straumen var "middels stabil" i denne retninga (**tabell 5**). Straumen rann altså i løpet av måleperioden med ca 32 % stabilitet i sørvestleg retning. Det progressive vektorplottet viser at straumen rann mest i sørsørvestleg retning, men i periodar og i vestleg retning slik at resultantstraumen enda opp i sørvestleg retning (**figur 11**).

Straumen på 15 m djup gjekk klart mest i sørsøraust - søraustleg retning, men det var og litt straum som rann mot nordvest (**figur 10**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørsøraustleg resultantretning (167°) var 0.285, dvs at straumen var "middels stabil" i denne retninga (**tabell 5**). Det progressive vektorplottet viser at straumen rann for det meste i søraustleg - sørleg retning i måleperioden (**figur 11**).

Straumen på 50 m djup gjekk om lag like mykje i nordvest- og i søraustleg retning, men det rann og noko straum mot sørvest og mot aust (**figur 10**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørsørvestleg resultantretning (205°) var 0.192, dvs at straumen var "lite stabil" i denne retninga (**tabell 5**). Det progressive vektorplottet viser at straumen rann i alle retningar, men at straumen rann mest i retning sør til sørsørvest, slik at resultantstraumen enda opp i sørsørvestleg retning (**figur 11**).

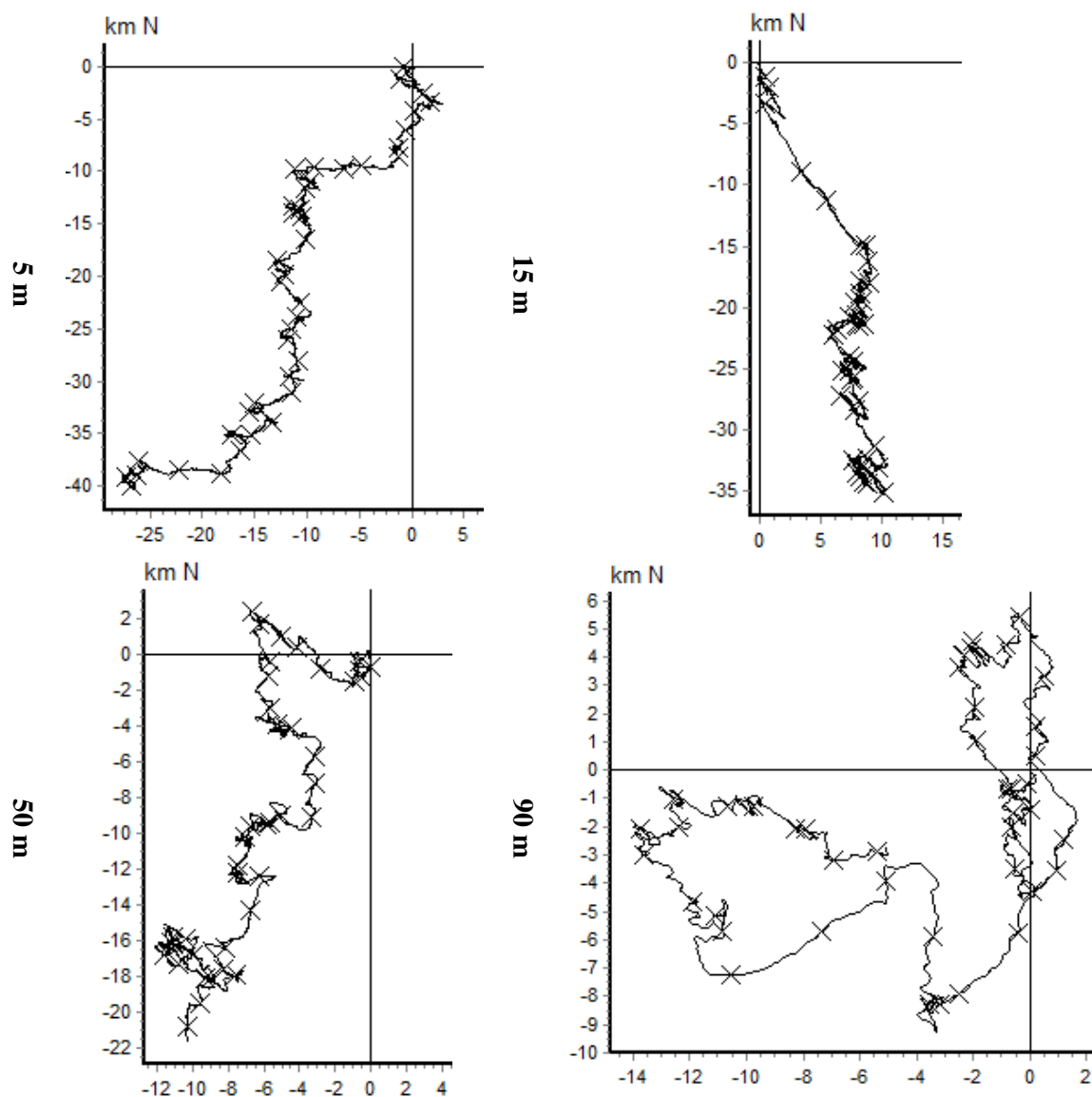
Straumen på 90 m djup gjekk mest mot søraust, men det var og ein god del straum som rann mot nordvest, og noko straum som rann mot vestsørvest (**figur 10**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i vestsørvestleg resultantretning (241°) var 0.049, dvs at straumen var "svært lite stabil" i denne retninga (**tabell 5**). Det progressive vektorplottet viser at straumen rann i alle retningar i løpet av måleperioden, slik at resultantstraumen enda opp nærmast tilfeldig i vestsørvestleg retning (**figur 11**).



Figur 10. Straumroser som viser fordelinga av høvesvis vasstransport og antal målingar (straumretning) for kvar 15. grad for måleresultata ved Toska N på 5, 15, 50 og 90 m djup i perioden 29. september - 9. november 2010.

Tabell 5. Skildring av hastighet, varians, stabilitet, og retning til straumen ved Toska N på 5, 15, 50 og 90 m djup i perioden 29. september - 9. november 2010.

Måledjup	Middel hastighet (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann-parameter	Resultant retning
5 meter	4,3	4,959	0,318	215° = SV
15 meter	3,4	8,970	0,285	167° = SSØ
50 meter	3,5	2,408	0,192	205° = SSV
90 meter	3,3	5,925	0,049	241° = VSV

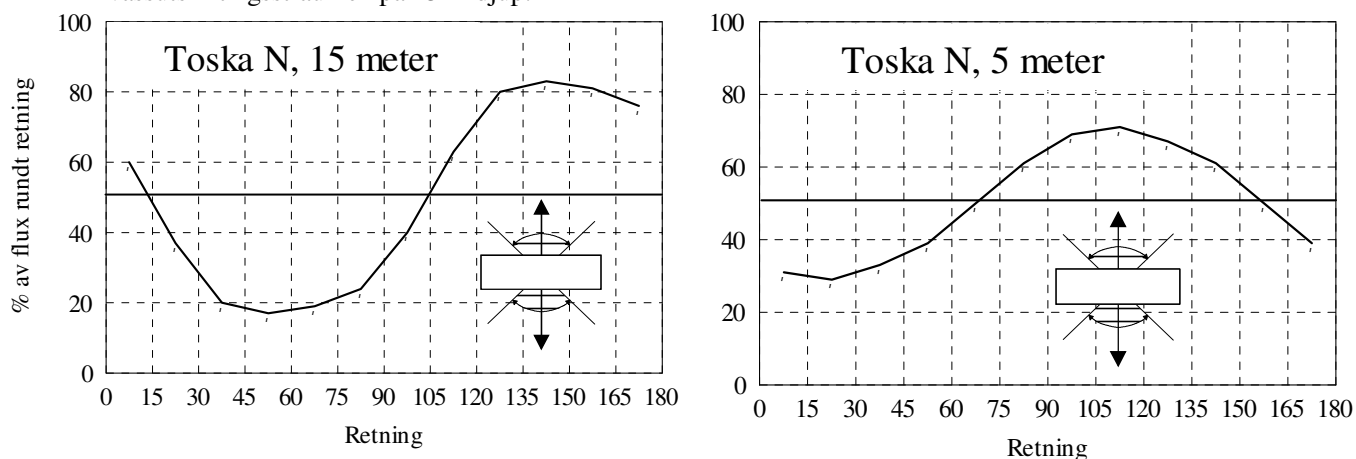


Figur 11. Progressivt vektorplott for målingane på 5 og 15 meters djup (oppe til venstre og høgre) samt 50 og 100 meters djup (nede til venstre og høgre) ved Toska N i perioden 29. september - 9. november 2010.

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 då det er høge temperaturar, mykje fisk og intensiv fôring 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. Då både straumen på 5 og 15 meter i praksis fungerer som vassutskiftingsstraum i merdane, vart straumen på begge djup tatt med i dette høvet. Nede 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. Figurane er berekna ut frå overflatestraumen/vassutskiftingsstraumen på 5 m djup og 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 med omsyn på vassutskiftingsstraumen på 15 m djup er størst i ei retning på ca 142,5°, eller mot søraust. Den optimale plasseringa av eit anlegg for å få størst mogeleg gjennomstrøyming er vinkelrett på dette, eller omlag i lengderetninga nordaust – sørvest (52,5 – 232,5°). Med ei slik plassering vil ca 83 % 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 i lengderetning N – S, og noko i lengderetning ØSØ-VNV 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, topografi 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. Retninga til det planlagte anlegget på lokaliteten er ca 125° – 305° (målt på Olexkart, jfr. **figur 3**) eller mellom søraust – nordvest, noko som medfører at ca 25 % av vassutskiftingsvassmassane passere på tvers av anlegget. Dette viser at anlegget ikkje har optimal plassering i høve til straumen på 15 m djup, men då det vert nytta plastringar med stor innbyrdes avstand, samt at det er svært låg andel straumstille, vil denne plasseringa likevel truleg gje tilfredstillande vassgjennomstrøyming i merdane. Anlegget på lokaliteten ligg noko meir på tvers av overflatestraumen på 5 m djup, og figuren viser at ca 32 % av vassmassane på 5 m djup passerer på tvers av anlegget. Dersom anlegget derimot blir dreia noko, slik at det vert liggjande i retning aust – vest vil høvesvis ca 70 og 35 % av straumen på 15 og 5 m djup passere på tvers av anlegget.

DISKUSJON

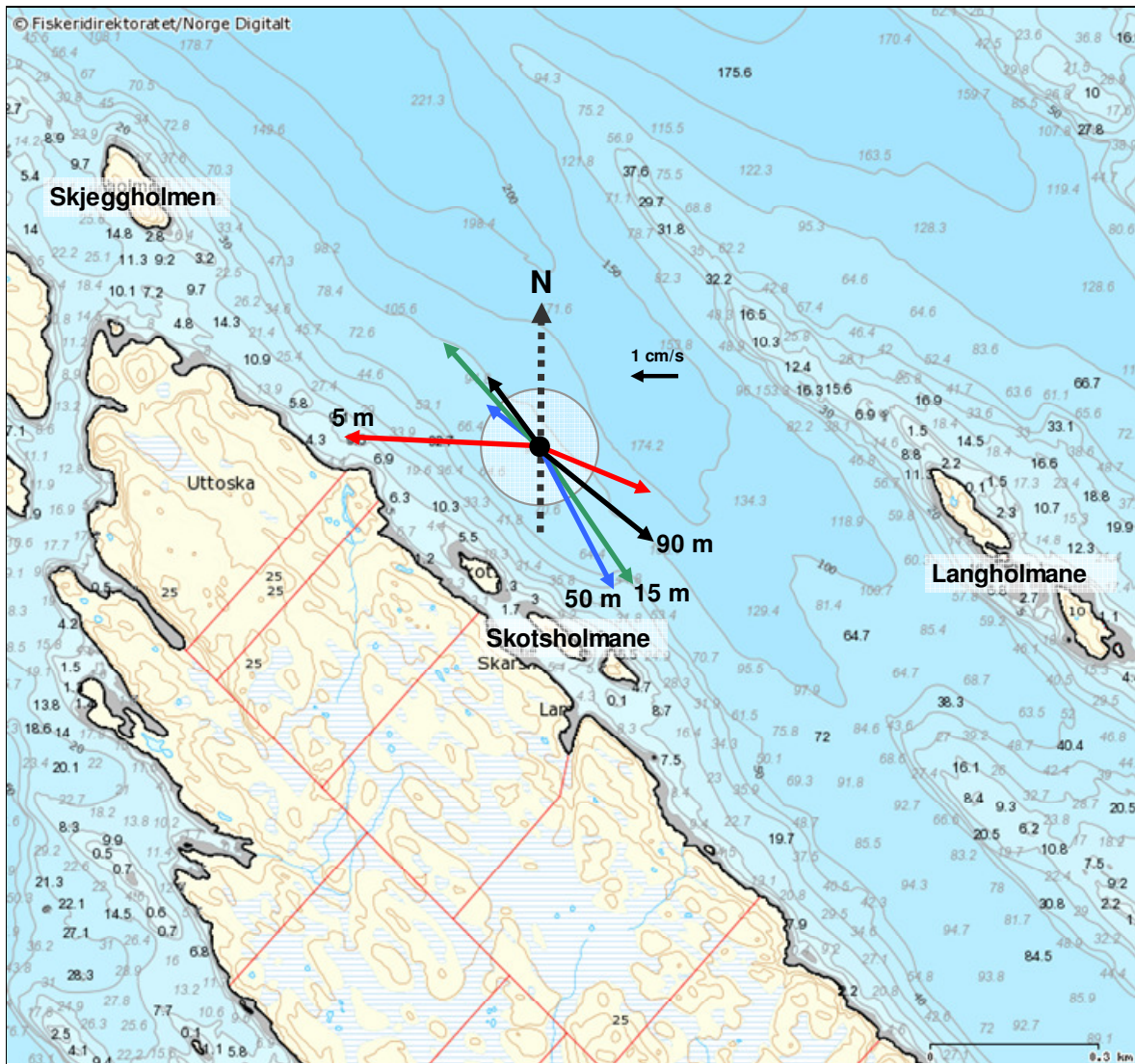
Det nye planlagte anlegget på den omsøkte lokaliteten Toska N vil bestå av 5 stk 120 m plastringar, og vil bli fortoygd ved hjelp av ei ca 75 x 375 m stor rammefortøyning. Då straummålingane viste middels sterk overflate- og vassutskiftingsstraum med høvesvis svært låg og låg andel straumstille periodar, vil lokaliteten truleg vera godt eigna for storskala oppdrettsverksemd med omsyn på vassutskifting i merdane. I måleperioden vart det målt låg maksimal straumfart, noko som tyder på at det sjeldan vil oppstå periodar med så sterk straum at det vil medføre driftstekniske utfordringar. Med tanke på straumtilhøva på lokaliteten vil det difor truleg vera lite problematisk å utføra badebehandling mot lus på lokaliteten. Men den omsøkte lokaliteten Toska N ligg til dels svært eksponert til mot Hjeltefjorden og Fedjeosen i nordvest, noko som tidvis vil by på driftstekniske utfordringar ved til dømes avlusing. **Figur 13** viser ei skisse over hovudstraumretning (flux) og straumstyrke på dei ulike måledjupa i måleperioden.

På kystnære lokalitetar som tidvis er påverka av havdønningar finn ein ofte ein klar samanheng/korrelasjon mellom den gjennomsnittlege straumfarten og middel vindhastigheit per dag. Dette biletet pleier å forsterka seg nedover i vassøyla, slik at ein ofte finn best korrelasjon mellom vindhastigheit (på grunn av bølger) og botnstraumen få meter over botn. Men på denne lokaliteten var det ingen tilsvarande samanheng. Hovudårsaken til dette er truleg at lokaliteten ligg godt skjerma for vêt og vind frå alle retningar med unntak av mot vestnordvest – nordnordvest. Ein kan difor ikkje forventa at vêt og vind frå til dømes sør og sørvest skal påverka straumtilhøva på lokaliteten i betydeleg grad. Men i periodar med sterk vind og vêt frå nordvest kan ein med bakgrunn i resultat frå andre tilsvarande lokalitetar forventa gode straumtilhøve nedover i heile vassøyla.

Den klart sterkaste straumfarten på 90 m djup vart målt til 27,6 cm/s den 7. oktober 2010, noko som er høgt til å vera på dette djupet. Det at middel straumfart på 90 m djup (berre ca 4 - 5 m over botn) var svært sterk, og at det var ca 5-6 enkeltperiodar der straumfarten var kraftigare enn 12 cm/s (**figur 8**), er svært gunstig med tanke på spreiding av organisk avfall frå anlegget. Sjølv om det i lengre periodar kan vera tilnærma straumstille på botn når det er finare vêt, vil straumhastigheitar på over ca 10 cm/s truleg medføra resuspensjon av organisk avfall på botn (Kutti m.fl 2007). Dette betyr at organisk avfall som er blitt akkumulert på botn over tid vil kunne bli "lausrive" frå botn og bli spreidd utover større områder i resipienten. Straummålingane viser at dette oppstår med javne mellomrom om hausten på lokaliteten, og sjølv om det skulle bli akkumulert noko organisk avfall på botn under anlegget i løpet av rolige vêtperiodar i sommarhalvåret, vil dette truleg bli spreidd effektivt utover i resipienten i vinterhalvåret med normalt meir uroleg vêt- og vindtilhøve.

Konklusjon

Med tanke på spreiding av organisk avfall frå oppdrettsverksemda er straumtilhøva på lokaliteten gode, med sterk spreidingsstraum, og svært sterk botnstraum. Overflate- og vassutskiftingsstraumen var middels sterk og hadde høvesvis svært låg og låg andel straumstille periodar, noko som er gunstig for vassutskiftinga i merdane. Heile det planlagte anlegget kjem til å bli liggjande over middels bratt skrånande botn, der botn skråar på tvers av anlegget. Den gunstige botntopografien under anlegget saman med dei store havdønningane som oppstår på lokaliteten gjer at det vil vera liten fare for opphopning av organisk avfall under anlegget. Sjølv om det vart målt middels sterk straum i denne siste måleperioden, vart det målt betydeleg svakare straum våren 2009, med høvesvis ein gjennomsnittleg straumhastigheit på 2,9 og 1,9 cm/s på 5 og 15 m djup (Haveland 2009b). Dette viser at ein kan forventa gode straumtilhøve med omsyn på storskala lakseoppdrett det meste av året, men i rolige vêtperiodar i sommarhalvåret med høg biomasse og høg utføring i anlegget kan det ikkje utelukkast at straumtilhøva vil kunne oppfatast som noko svake. Men då det er låg andel straumstille, og at det skal nyttast plastringar med god innbyrdes avstand mellom ringane, gjer at lokaliteten truleg vil fungere godt for lakseoppdrett. For å sikre gode oksygentilhøve i merdane kan ein og modererer produksjonen noko under den varmaste årstida. Lokaliteten ligg i tilknytning til ein resipient med tilnærma uavgrensa resipientkapasitet. Den omsøkte lokaliteten ligg til dels svært eksponert til mot nordvestlege retningar, noko som tidvis vil by på driftstekniske utfordringar. Men dersom ein tek omsyn til dei utfordringane som slike eksponerte lokalitetar set, vil lokaliteten Toska N truleg fungere tilfredstillande for den omsøkte oppdrettsverksemda.



Figur 13. Oversiktsskisse over hovedstraumretning (flux) og gjennomsnittlig strømsstyrke på dei ulike måledjupa i måleperioden.

LOKALITETSVALURDERING

INNLEIING

“Forskrift om krav til teknisk standard for anlegg som nyttes i oppdrettsvirksomhet” gjeld frå 1. april 2004. Det inneber at alle lokalitetar skal granskast i samsvar med revidert standard NS 9415:2009, “Flytande oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøking, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift”. Denne granskinga vil vere avgjerande for spesifikasjonane for alt utstyr som skal nyttast på lokaliteten. Det er såleis ikkje lenger mogleg å kjøpe delar til anlegga før lokalitetane er klassifiserte. Noverande anlegg skal også godkjennast etter forutgåande Lokalitetsvurdering, og det skal gjevast ”dugleiksbevis” av eit akkreditert inspeksjonsorgan. Frå 1. januar 2012 må samtlege flytande akvakulturstallasjonar som er tatt i bruk før forskriftene si iverksetjing vera produktsertifiserte.

Ei lokalitetsgransking medfører at hovudkomponentar og totalanlegg vert dimensjonert etter kva for miljølast dei kan verte utsett for. Dette inneber ei vurdering av komponentane:

1. flytekrage
2. notposar
3. fortøyningar
4. flåte/kai/lekter
5. totalanlegg

Totalanlegget vert utsett for ein kombinasjon av last frå vind, bølger, straum, tidevatnvariasjonar, stormflo, is og snø. Alle lokalitetar skal difor dimensjonert på bakgrunn av signifikant bølgehøgde (50-årsbølga) og straumhastigheit (10- og 50 årsstraum).

Ei lokalitetsgransking krev ei lokalitetsvurdering som omfattar følgjande element: *Straum, bølger, vind, temperatur (for vurdering av nedising, drivis og innfrysing), tidevatn, vassdjupne og topografi, skildring av botntype og eventuelt også båt- og skipstrafikk.*

ULIKE STRAUMTYPAR.

Det finnst tre ulike typar straum som påverkar straumbiletet på lokaliteten. **Vindstraum** vert danna når vind bles over sjøen. Vindstraumen i overflata kan vere 2 - 5 % av vinden sin hastigheit i fjord- og kyststrøk. Full storm (25 m/s) kan setje opp ein vindstraum på 0,5 m/s på ope hav. Sterk vind inn ein fjord vil føre til oppstuvning av vatn innover i fjorden. Når vinden snur eller løyer, vil denne oppstuvninga ”slepe”, og det oppstår ein kraftig, men kortvarig utoverretta straum (oppstuvningsstraum) med hastigheiter som kan bli 70 – 80 cm/s. **Tidevasstraum** vert sett opp av tidevatnets periodiske rørsle. Dette kan gi stor straumfart, spesielt i sund og fjordarmar. Tidevasstraumen er svakast utanfor Jæren (100-års tidevasstraum berekna til ca 20 cm/s), og aukar sørover og nordover langs kysten. Utanfor Nord-Troms og Finnmarkskysten vil maksimal tidevasstraum kunne komme opp i 40 – 50 cm/s. **Trykkdriven** straum oppstår når vassstanden er ulik. Det er kjent at Kyststraumen går nordover langs Norskekysten med inntil 0,5 m/s. Avrenning frå elvar i fjordar dannar ein utoverretta brakkvasstraum i overflatelaget. Ved lågtrykk over Nordsjøen oppstår det ofte sørvestleg vind inn Skagerrak. Denne vinden bremsar opp kyststraumen, og det skjer ei kraftig oppstuvning. Når oppstuvninga ”slepp”, oppstår det eit såkalla ”utbrot i kyststraumen”. Straumhastigheita kan då komme opp i over 1 m/s, og straumen kan spreie seg inn i fjordarmar, spesielt på vestlandskysten, som ein høveleg sterk intermediær innstrauming. **Vårflaum** i samband med snø- og ismelting vil i mange tilfelle bidra kraftig til straumhastigheita. Dette skjer typisk i månadene april til juni. Denne effekten kan i periodar vere så stor at den dominerer over andre straumtypar.

Når ein måler overflatestraum på 5 m djup på ein lokalitet over ein månad, så kan straummålingsserien innehalde komponentar av alle dei ulike straumtypane. Ved stille og tørt vær vil tidevatnstraum dominere. Ved uroleg vær, mykje nedbør og i vårflaumperiodar vil trykkdriven straum, vårflaumen, og vindstraum påverke målingane mykje.

METODAR

STRAUMMÅLINGAR

I perioden 29. september - 9. november 2010 var det utplassert Gytre Straummålarar (modell SD-6000) på 5 og 15 meters djup på den omsøkte lokaliteten i posisjon N 60° 40,215' / Ø 04° 55,078' (WGS 84) (jf. metodekapitlet s 11). Det var ca 95 m djupt der straummålararne var plassert (**figur 2** og **3**). Det vart målt temperatur, straumhastigheit og straumretning kvart 10. minutt.

BEREKNING AV BØLGJER

I følge NS 9415:2009 skal vindgenererte bølger finnast ved bølgeomålingar eller ved berekning ut frå effektiv strøklengde. Me har valt å bruke sistnemnde metode, som innbefattar bruk av vinddata og strøklengder målt på sjøkart.

Berekning av vindhastigheit

10- og 50-årsbølgja skal bestemmast ut frå tilhøyrande verdiar for lokaliteten sin 10- og 50-årsvind. Lokaliteten sin 50-årsvind (50-års basisvindfart) er fastsett ved bruk av referansevindhastigheit ($v_{b,o}$) for kvar einskild kommune henta frå NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009 (Nasjonalt tillegg NA). For å få basisvindhastigheita blir det lagt til 17 % til referansevindhastigheita for omrekning til terrengkategori I, sidan strøket vil gå over open sjø. Vindfarten blir også justert for retningsfaktoren (C_{dir}) om ikkje spesielle tilhøve tilseier noko anna.

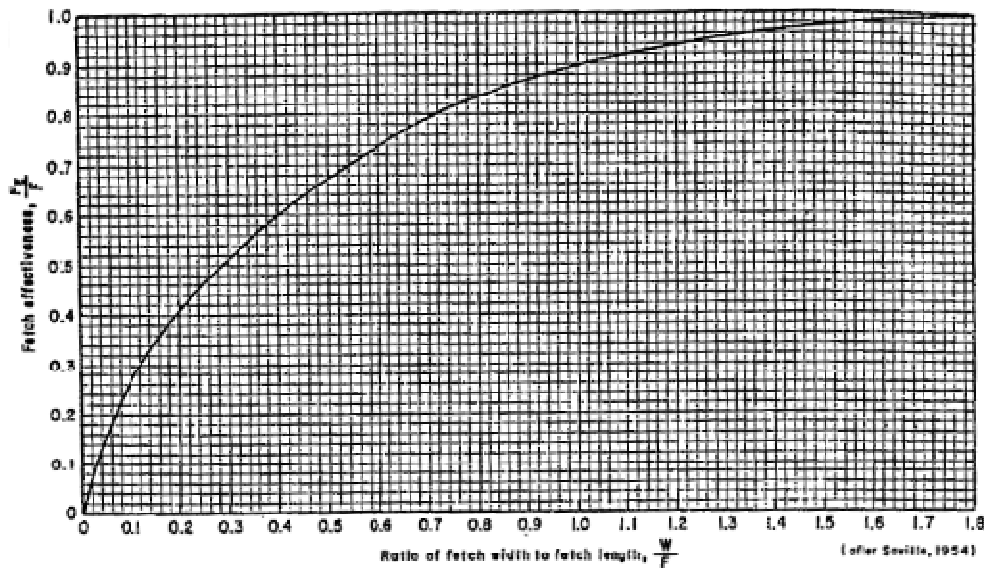
Lokaliteten sin 10-årsvind (10-års basisvindfart) er fastsett ved at referansevindhastigheita ($v_{b,o}$) er multiplisert med sannsynlegheitsfaktoren (C_{prob}) for 10 års returperiode ($C_{prob,10\text{år}} = 0,902480$ ved $K=0,2$ og $n=0,5$), og deretter oppjustert til terrengkategori I og justert for retningsfaktoren (C_{dir}).

Justert vindhastigheit (U_A), signifikant bølgehøgde (H_s) og pikperiode (T_p) vert deretter utrekna etter formlar i NS 9415:2009 for både 10-årsvinden og 50-årsvinden. Maksimal bølgehøgde ved irregulær sjø er gitt ved $H_{max} = 1,9 \cdot H_s$.

Berekning av effektiv strøklengde

Strøklengda kan ikkje alltid nyttast direkte i bølgeberekningar, og i fjordstrøk vil breidda av strøket influere på bølgedanninga mellom anna på grunn av friksjon mot land. Dette tek ein omsyn til ved å innføre ei såkalla effektiv strøklengde, F_e . For smale fjordar vil den effektive strøklengda kunne bli betydeleg mindre enn den målte strøklengda.

For å berekne effektiv strøklengde nyttar me ein metode presentert av MARINTEK (Lien m.fl. 1996). Her vert den effektive strøklengda berekna ut frå forholdet mellom breidda (W) og den målte strøklengda (F) på strøket. Effekten som breidde/lengde-forholdet (W/F) for strøket har på effektiv strøklengde vert her presentert i ei kurve av Saville (1954) (**figur 14**). Kurva viser reduksjonen i effektiv strøklengde som funksjon av breidde/lengde forholdet (W/F) av strøket.



Figur 14. Kurve etter Saville (1954) som viser korleis effektiv strøklengde endrar seg i høve til forholdet mellom breidde og lengde på strøket.

SINTEF (Jensen & Lien 2005) presenterer ein formel for denne kurva, oppgitt som eit fjerde ordens polynom:

$$F_e = -0,2577(W/F)^4 + 1,2434(W/F)^3 - 2,3316(W/F)^2 + 2,205(W/F) + 0,0307$$

Av denne formelen finn ein den effektive strøklengda for eit gitt sett av breidde og lengde på strøket. Ut frå avgrensingar i formelen vil F_e bli sett lik F dersom strøkbreidda er ein del større enn strøklengda, dvs når $W/F > 1,7$. Dersom strøklengda er betydeleg lengre enn strøkbreidda (t.d. inne i ein smal fjord), er det ikkje heilt samsvar mellom den effektive strøklengda utrekna ved hjelp av formelen, og den effektive strøklengda lest av frå figuren til Saville. Det viser seg at i slike høve vil breidde/lengdeforholdet lest av frå figuren gje ei noko meir konservativ (større) effektiv strøklengde, og me vil difor bruke figuren framfor likninga som utgangspunkt for berekning av effektiv strøklengde der strøklengda er meir enn fire gonger så stor som strøkbreidda ($W/F < 0,25$).

Ved praktisk bruk av metoden legg me vekt på å finne den kombinasjonen av W/F som gjev den høgaste effektive strøklengda for kvar retning, eller rettare sagt innanfor kvar sektor på $22,5^\circ$ ($\pm 11,25^\circ$). For eksempel vil ei strøklengde på 20 000 m med ei tilhøyrande breidde på 1000 m gi ein F_e på 2705 m, medan ei strøklengde på 15 000 m og ei breidde på 1200 m faktisk vil gje høgare F_e , med 2892 m. Dersom det er ei innsnevring av topografien til fjorden rett før anlegget vil me som regel "oversjå" denne ved berekningane og rekne full effekt av breidda heilt fram til anlegget. Også små holmar og skjær vil me i nokon grad "oversjå" for å ha ei meir konservativ tilnærming til bølgeberekningane. Kva som blir justert eller oversett vil i nokon grad vere ei subjektiv vurdering i kvart enkelt tilfelle, men desse justeringane vil som regel gå i konservativ lei for å ikkje underestimere berekningane.

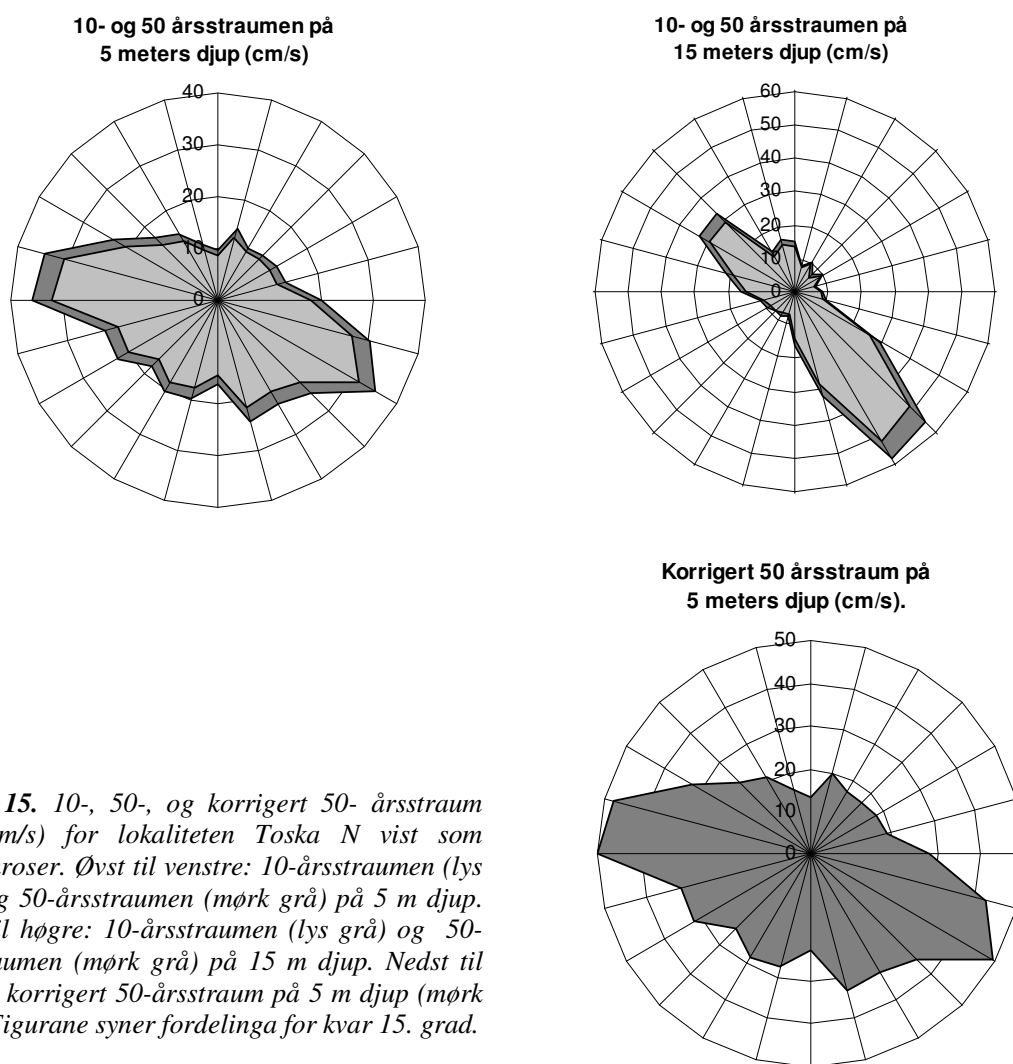
RESULTAT

VASSDJUPNE OG TOPOGRAFI

Djupnetilhøva på lokaliteten og området rundt er skildra på grunnlag av djupnekotekart henta frå kystverket sine nettsider. Kart og skildringar er presentert i kapitlet “Område- og lokalitetsskildring” framme i rapporten.

DIMENSJONERANDE STRAUMFART

Den største registrerte straumhastigheita (det vektorielle middelet av straumfart over ein ti minuttars måleperiode) innafør kvar 15 graders sektor på 5 og 15 meters djup vart multiplisert med ein faktor på 1,65 og 1,85 for å estimere høvesvis 10- og 50 årsstraumen (NS 9415:2009). **Figur 15** syner 10- og 50 årsstraumen på 5 og 15 meters djup i ulike retningar, samt korrigert 50- årsstraum på 5 m djup. I høve til NS 9415:2009 avsnitt 5.2.3 skal den høgaste dimensjonerande straumfarten med ein returperiode på 50 år setjast til 50 cm/s, sjølv om straummålingane viser ein dimensjonerande straumfart som er under 50 cm/s. Dei andre verdiane i straumrosa skal då aukast prosentvis tilsvarende.



Figur 15. 10-, 50-, og korrigert 50- årsstraum (V_c , cm/s) for lokaliteten Toska N vist som straumrosar. Øvst til venstre: 10-årsstraumen (lys grå) og 50-årsstraumen (mørk grå) på 5 m djup. Øvst til høgre: 10-årsstraumen (lys grå) og 50-årsstraumen (mørk grå) på 15 m djup. Nedst til høgre: korrigert 50-årsstraum på 5 m djup (mørk grå). Figurane syner fordelinga for kvar 15. grad.

VURDERING AV STRAUMMÅLINGANE

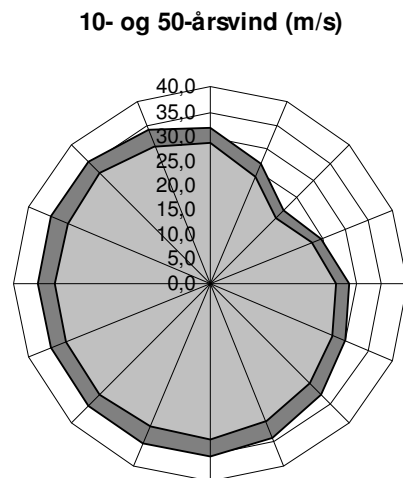
Straummålingane vart utført i ein haustperiode med normalt variable vêr- og vindtilhøve. Dette tyder på at straussmålingane som vart utført er representative for straumtilhøva på lokaliteten. I perioden 6 april – 5. mai 2009 vart det utført straussmålingar på 5, 15 og 50 m djup på lokaliteten Toska N av Resipientanalyse (Haveland 2009b). Desse straussmålingane vart tekne i posisjon N 60° 40,218' / Ø 04° 55,009' på ca 80 m djup, det vil seia ca 60 m lenger vest (nærmare land) enn målingane no i 2010. Straussmålingane vart utført med same type straussmålarar som i 2010 (Sensordata SD 6000, rotormålarar). På 5 m djup vart straumfarten målt til gjennomsnittleg 2,9 cm/s, med maksfart på 18,0 cm/s. På 15 m djup vart straumfarten målt til gjennomsnittleg 1,9 cm/s, med maksfart på 13,2 cm/s, medan tilsvarende for 50 m djup var 2,1 og 21,0 cm/s. Den maksimale straumfarten på 5 m djup var nokonlunde samanfallande med målingane på same djupet i 2010, medan den maksimale straumfarten på 15 m djup var vesentleg høgare i 2010 enn i 2009 (høvesvis 31,0 og 13,2 cm/s). På 50 m djup var den maksimale straumfarten noko høgare i 2009 (21,0 cm/s) enn i 2010 (16,8 cm/s). Den gjennomsnittlege straumfarten på dei ulike djupa var derimot betydeleg høgare i 2010 enn i 2009, noko som tyder på meir urolege vêr og vindtilhøve i den siste måleperioden. Då det vart målt høgast maksimal straumfart på 5 og 15 m djup i 2010, vil desse målingane bli brukt i lokalitetsvurderinga (iht. NS 9415:2009) av anlegget.

Då målingane i september – november 2010 vart tekne ytst på det omsøkte anlegget (ca 40 m nord for senterpunktet til anlegget), vil straussmålingane vera representative for straumen i anleggsområdet.

Då straussmålingane vart utført på hausten, var det lite og ingen begroing på målarane etter endt måleperiode. Det var difor ingen indikasjonar på at dette kan påverka målingane.

DIMENSJONERANDE BØLGJEHØGDE

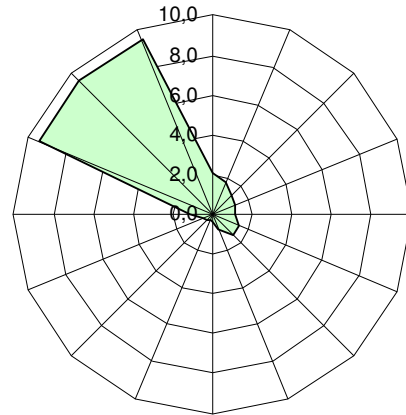
Den sterkaste forventa 10- og 50 årsvinden (U, m/s) for lokaliteten er høvesvis sterk storm (**31,7** m/s) og orkan (**35,1** m/s, jf. **vedleggstabell 6**) frå retning sør til nordvest. Lokaliteten sin teoretiske 10- og 50-årsvind for alle himmelretningar er vist i **figur 16**. Referansevindhastigheita for Radøy kommune i høve til NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009 er 26 m/s, men då lokaliteten ligg svært eksponert til mot nordvest (mot Fedje), har ein valgt å nytta referansevindhastigheita for Fedje kommune som er 30 m/s (terrengkategori II). Justert til terrengkategori I bli då maksimal vindhastigheit som inngår i bølgeberekningane 35,1 cm/s.



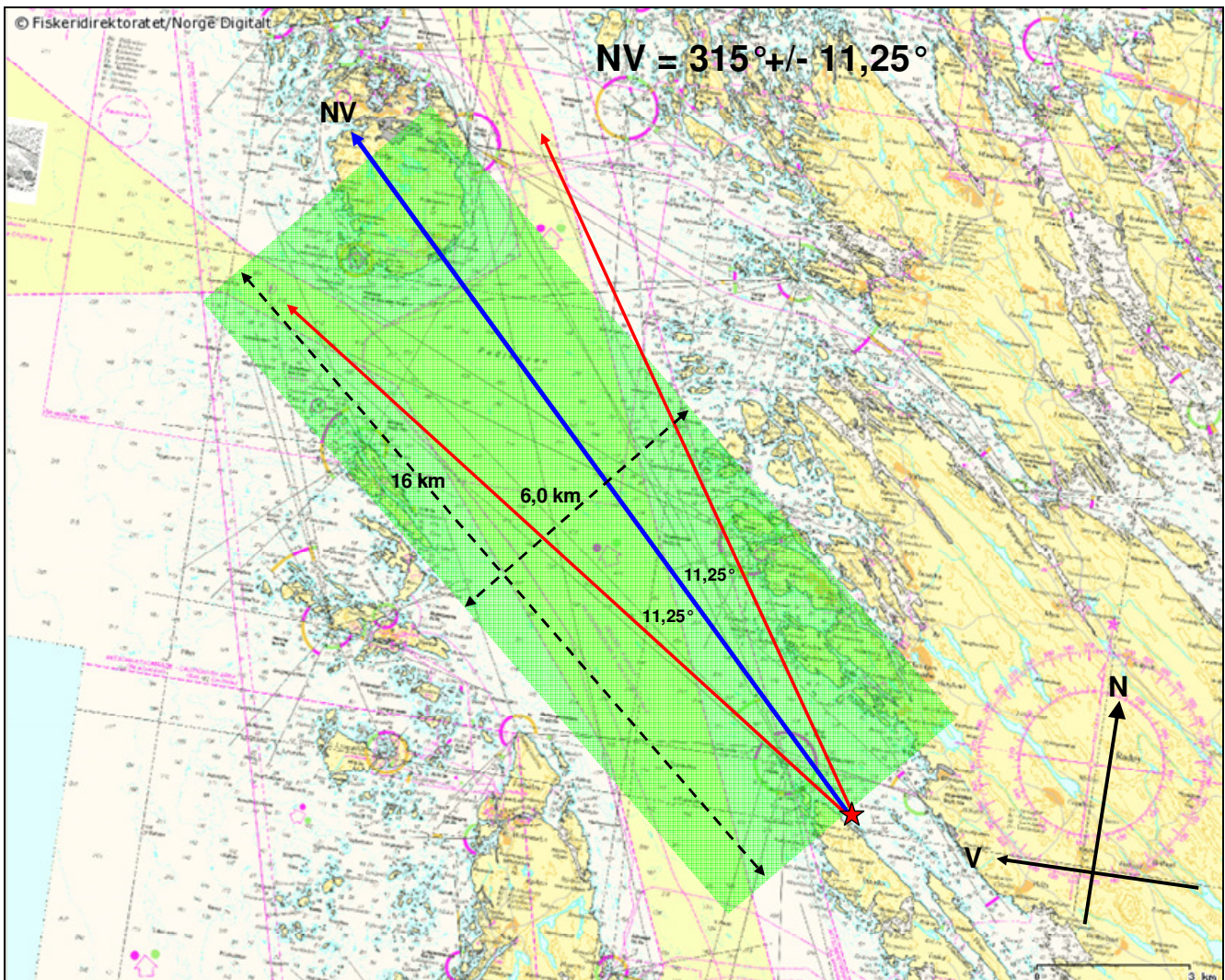
Figur 16. 10-årsvind (lys grå) og 50-årsvind (mørk grå) for lokaliteten Toska N vist som vindrose. Figuren syner fordelinga for kvar 22,5 grad.

Den effektive strøklengda på lokaliteten er størst med vind frå vestnordvest til nordnordvest (sektor 281,25 – 348,75° målt på sjøkart) med 9,4 km (**vedleggstabell 6**). **Figur 17** syner effektiv strøklengde frå 16 himmelretningar for lokaliteten, medan **figur 18** viser strøkbreidde og -lengde for berekninga av den største effektive strøklengda frå nordvest (ca 315°).

Effektiv strøklengde (km)

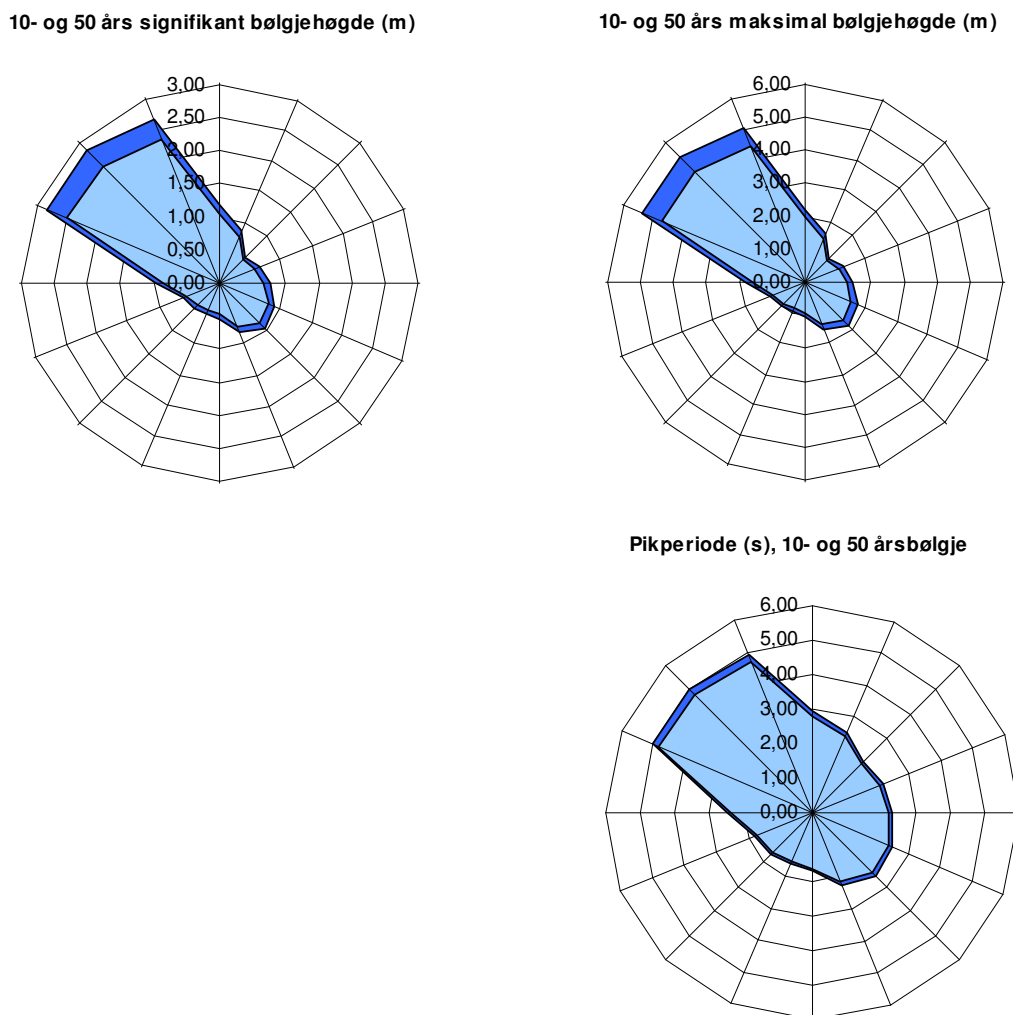


Figur 17. Effektiv strøklengde for lokaliteten Toska N vist som rose. Figuren syner effektiv strøklengde for kvar 22,5 grad.



Figur 18. Strøkbreidde og -lengde for berekning av den største effektive strøklengda frå nordvest 315° for det omsøkte oppdrettsanlegget ved Toska N. Anlegget er teikna inn med raud stjerne.

Ein finn 10- og 50-årsbølgja (H_s , m) og bølgjeperiode (pikperiode, T_p , s) for lokaliteten ved å kombinere verdiar for lokaliteten sin 10- og 50-årsvind med lokaliteten si effektive strøklengde (**figur 19**). Den høgaste signifikante 10-årsbølgja (H_s) med tilhøyrande bølgjeperiode (T_p) for lokaliteten Toska N kjem frå vestnordvest (sektor 281,25 – 303,75°) og nordvest (sektor 303,75 – 326,25°) og er berekna til å bli **2,47 m** og **4,83 s** (**vedleggstabell 6**). Den høgaste 10-årsbølgja (H_{max}) er berekna til å bli **4,70 m**. Den høgaste signifikante 50-årsbølgja (H_s) med tilhøyrande bølgjeperiode (T_p) for lokaliteten Toska N kjem frå same retning, og er berekna til å bli **2,81 m** og **5,04 s** (**vedleggstabell 6**). Den høgaste 50-årsbølgja (H_{max}) er berekna til å bli **5,33 m**.



Figur 19. Signifikant bølgjehøgde (H_s , m), maksimal bølgjehøgde (H_{max} , m) og bølgjeperiode (pikperiode, T_p , s) for ein returperiode på 10 år (lyseblå) og 50 år (mørkeblå) for lokaliteten Toska N vist som rose. Figuren syner fordelinga for kvar 22,5 grad.

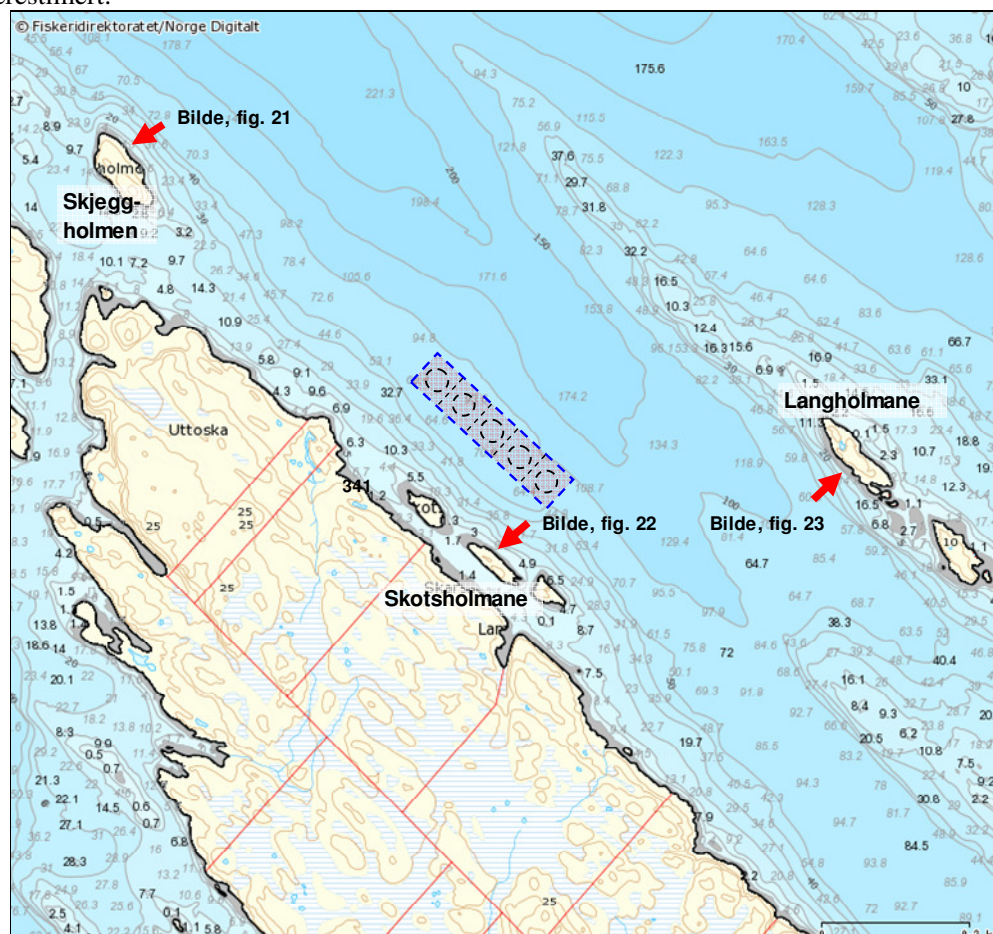
HAVDØNNINGAR

Den omsøkte lokaliteten Toska N ligg oppe og svært eksponert til ut mot Hjeltefjorden og Fedjeosen i retning vestnordvest – nordnordvest. Fedjeosen ligg ubeskytta til ut mot Nordsjøen, slik at bølgjehøgda i delar av Fedjeosen vil kunne bli tilnærma like stor som på det opne havet i periodar med pålandsvind. Det omsøkte anlegget ved Toska N vil difor ofte bli påverka av havdønningar i variabel grad, sjølv om havdønningane vil vera betydeleg redusert før dei når anlegget. For å vurdere den maksimale bølgjehøgda på den mest eksponerte delen av det omsøkte anlegget, vart høgda frå vassflata opp til vegetasjonen (gras, lyng og brakje) på dei ytste holmane observert. Desse observasjonane og

vurderingane vart utført og diskutert i felt 29. september og 9. november 2010 av underteikna frå Rådgivende Biologer AS saman med lokalkjente Magnar Ottesen, Kenneth Marøy og Snorre Marøy. Feltgranskning på nordaustsida av Skjeggholmen viste at det er ca 6 meter opp til vegetasjonen (lyng) på denne staden. Denne delen av Skjeggholmen ligg svært eksponert til i Helleosen, og det er grunn til å tru bølgiene som treff den mest eksponerte delen av anlegget vil vera om lag like store som bølgiene som treff denne delen av Skjeggholmen (**figur 1, 2, 20 og 21**). **Figur 20 og 22** viser at vegetasjonsgrensa på nordaustsida av den mitterste Skotsholmen er betydeleg lågare, og ligg ca 4 – 4,5 m over vassflata. På den ytste Langholmen finn ein ikkje vegetasjon av betydning, berre nokre grastustar **Figur 20 og 23**. Denne holmen er ca 6 – 8 meter høg og etter det ein fekk forklart av dei lokalkjente ”går/klattrar” bølgiene over denne holmen ved svært høg sjø. Utgangspunktet for å vurdere maksimal bølgehøgda er at bølgiene ikkje vil passere vegetasjonsgrensa bestående av lyng og ”brakje” utanom ved svært høg sjø som oppstår veldig sjeldan (kan gå fleire år mellom kvar gang). Der havet slår inn på holmane vil vegetasjonsgrensa truleg vera høgare enn den reelle maksimale bølgehøgda enkelte stadar, då den store krafta bølgiene har vil kunne medføre at bølgiene til ein viss grad vil ”klatra” oppover svaberget. Dette gjeld spesielt på Langholmane og på Skjeggholmen. I tillegg vil den kraftige sjøsprøyten gjere det vanskeleg for planter å vekse og leve på den eksponerte sida av holmen.

Den maksimale 10 og 50 års bølgehøgda (H_{max}) vart utrekna ved hjelp av effektiv strøklengde og 10- og 50 års vinden til å vera høvesvis 4,70 og 5,33 m. Ut frå vurderingane av vegetasjonsgrensa på dei ytste holmane, samt samtalane med dei lokalkjente, verkar dette å vera reelle maksimale bølgehøgder. Men ein kan likevel ikkje utelukka at den maksimale bølgehøgda vil kunne vera opp mot 5,5 – 6 m.

Det er elles viktig å presisere at sjølv om den maksimale bølgehøgda er betydeleg lågare inne i Helleosen samanlikna med ute i Nordsjøen vil bølgielengda (pikperioden) i mindre grad bli redusert, slik at den utrekna 10- og 50 års pikperioden på høvesvis 4,83 og 5,04 s vil i ekstreme høve kunne vera betydeleg underestimert.



Figur 20. Oversikt over holmane der ein vurderte vegetasjonsgrensa. Raude piler viser posisjonen der bildene vart tekne frå.



Figur 21. Avstand frå vassoverflata opp til vegetasjonen på nordaustsida av Skjeggholmen.



Figur 22. Avstand frå vassoverflata opp til vegetasjonen på den mitterst Skotsholmen.



Figur 23. Avstand frå vassoverflata opp til vegetasjonen på den yste Langholmen.

ANDRE BØLGJETILHØVE PÅ LOKALITETEN

Lokaliteten ligg i den lite trafikerte Helleosen. Då lokaliteten samstundes ligg svært eksponert til mot vør og vind, vil dei skipsgenererte bølgiene bety svært lite for den totale bølgepåverknaden på det omsøkte anlegget ved Toska N. Bølgerrefleksjon vil ikkje kunne oppstå på den omsøkte lokaliteten då det ikkje er steile fjellveggar etc. i nærleiken av anlegget. Der Helleosen og Hjeltefjorden møtest vil det vera fare for ”effekt av fleire bølgetog”, men dette vil ikkje påverka bølgetilhøva på den omsøkte lokaliteten då avstanden inn til lokalitetem i Helleosen er ca 1,5 – 2 km. På lokalitetar med svært sterk straum, som til dømes i eit straumsund, vil det kunne oppstå bølge-/strauminteraksjon. Men det er i utgangspunktet svært driftsteknisk vanskeleg å drive oppdrettsverksemd på slike straumsterke lokalitetar. Bølge og strauminteraksjon av betydning vil ikkje vera aktuelt ved Toska N.

Ein forventa 10- og 50-årsvind på ein lokalitet vil kunne setje opp ein sterk vindstraum der tilhøva ligg til rette for det (f. eks når vinden bles ut over ein lang og nokså rett fjord). På lokaliteten Toska N vil det vere høvesvis sterk storm og orkan frå nordvestlege retningar (31,7 m/s og 35,1 m/s) som gir den høgaste signifikante 10-årsbølgja (2,47 m) og 50-årsbølgja (2,81 m). Med sterk storm og orkan frå nordvestlege retningar kan ein forvente at det vert sett opp ein overflatestraum omlag i retning søraust. På lokaliteten er 10- og 50- årsstraumen på 5 m djup forventa å skulle vere sterkast i retning vest (0,32 og 0,5 m/s). Den forventa 10- og 50-årsstraumen vil dermed ha om lag motsatt retning som den sterkaste forventa 10- og 50-års vindstraumen. Men på lokaliteten er det og forventa ein om lag like sterk 10- og 50- årsstraumen på 5 m djup i retning søraust (0,314 og 0,49 m/s), noko som betyr at den forventa 10- og 50-årsstraumen i dette høvet vil ha om lag same retning som den sterkaste forventa 10- og 50-års vindstraumen

BÅT- OG SKIPSTRAFIKK

Lokaliteten ligg nært land i den lite trafikerte Helleosen.

TIDEVATN

Skildring av tidevatnvariasjon skal i samsvar med standarden inkludere ekstremverdiar, også stormflo. Følgjande verdiar er henta frå *Tidevatnstabeller for den norske kyst 2009, 72 årgang*, korrigert til næraste sekundærhamn (**tabell 6**):

Tabell 6. Tidevatnvariasjon på lokaliteten ved Toska N.

Standardhamn: Bergen	Sekundærhamn: Tjeldstø	Høgdekorreksjon: 1,00
Høgvatn:	Høgaste observerte vasstand	241 cm
	Høgaste astronomiske tidevatn (HAT)	180 cm
	Middel spring høgvatn (MHWS)	151 cm
Lågvatn:	Middel spring lågvatn (MLWS)	29 cm
	Lågaste astronomiske tidevatn (LAT)	0 cm
	Lågaste observerte vasstand	-42 cm

TEMPERATUR, FARE FOR ISLEGGING / ISGANG / NEDISING AV ANLEGG

Lokaliteten ligg eksponert til i eit stort kystnært ope fjordbasseng utan lokale store ferskvasstilførselar. Det vil dermed ikkje vere fare for islegging eller isgang i lokalitetsområdet. Det er ikkje kjent at nedising av oppdrettsanlegg har oppstått på vestlandet i betydeleg omfang. I dag vert det elles nesten berre nytta store plasstringar som er konstruert for å tåle betydeleg nedising.

Temperaturmålingar er presentert i kapitlet "Temperatur- og sjiktningstilhøve" lenger framme i rapporten.

SKILDRING AV BOTNTYPE

Resipientanalyse utførte ei resipientgransking på den omsøkte lokaliteten i februar 2009 (Haveland 2009a). Oppsummering frå rapporten:

Sammendrag

Botnen i lokaliteten består i all hovudsak av skjellsand med varierende grovhet og mengde. Det blei også påvist innslag av stein og grus og enkelte parti med fjell i prøvene. Alle sedimentprøvene var luktfrie og det blei ikkje påvist antydning til anoksiske forhold i sedimenta. Det blei påvist botndyr i alle grabbprøver med sedimentvolum over ¼. Lav individ tetthet og høg diversitet er eit sikkert teikn på gode miljøforhold. Dette blei påvist i alle grabbprøve med volum over ¼.

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
- HAVELAND, F.B, 2009a**
Resipientgransking MOM-B, Lokalitetet Toska Nord, Radøy kommune.
Resipientanalyse, rapport nr. 238 – 2009. 17 sider.
- HAVELAND, F.B, 2009b**
Strømmåling Lokalitet Toska Nord, NS 9425 1, Radøy kommune.
Resipientanalyse, rapport nr. 270 – 2009. 11 sider.
- JENSEN, Ø. & E. LIEN 2005.**
Miljøkriterier på lokalitet.
SINTEF rapport SFH80 A064058, 18 sider.
- KOSMO, J.P. 2003.**
Norske oppdrettere og benchmarking – økt konkurransekraft.
Norsk Fiskeoppdrett, nr 15, 2003, side 38 – 39.
- KUTTI, T., A. ERVIK & P. K. HANSEN 2007.**
Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes.
Aquaculture, kap 262 (2007), sidene 367-381.
- LIEN, E., H. RUDI & O. L. SLAATTELID 1996**
Håndbok for design og dokumentasjon av åpne merdanlegg.
MARINTEK rapport MT40 A96-0282, rapportnr 401043.10.01, 86 sider.
- NORSK STANDARD NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009**
Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-4: Almenne laster - Vindlaster
Standard Norge, 131 sider + vedlegg.
- NORSK STANDARD NS 9415:2009.**
Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. 2. utgave november 2009.
Standard Norge, 100 sider.
- SAVILLE, T. JR. 1954.**
The effect of fetch width on wave generation.
Technical Memorandum No. 70, U. S. Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board. 9 sider.
- TIDEVANNSTABELLER FOR DEN NORSKE KYST. 72. ÅRGANG 2009.**
Statens kartverk sjø, 88 sider.

VEDLEGGSTABELLAR

Vedleggstabell 1. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 5 m djup for lokaliteten Toska N. Måleperiode: 29. september - 9. november 2010. Antal målingar: 5896. Intervalltid: 10 min.

	Current speed groups													Total flow	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%
0	4	32	13	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0.9	884	0.6
15	0	26	14	17	4	2	0	0	0	0	0	0	1.1	1327	0.9
30	0	31	14	7	5	2	0	0	0	0	0	0	1.0	1128	0.7
45	2	36	30	13	1	2	0	0	0	0	0	0	1.4	1592	1.1
60	1	49	33	16	4	2	0	0	0	0	0	0	1.8	2047	1.4
75	1	53	63	32	10	6	0	0	0	0	0	0	2.8	3500	2.3
90	2	45	64	32	26	16	7	1	0	0	0	0	3.3	4848	3.2
105	0	43	69	50	56	49	27	11	1	0	0	0	5.2	9809	6.5
120	0	68	99	94	61	66	35	27	10	0	0	0	7.8	15430	10.2
135	1	79	85	68	40	44	15	14	0	0	0	0	5.9	9798	6.5
150	3	114	83	40	19	13	8	3	0	0	0	0	4.8	6360	4.2
165	4	144	86	28	9	15	4	1	0	0	0	0	4.9	5843	3.9
180	5	126	80	16	8	3	3	0	0	0	0	0	4.1	4490	3.0
195	3	119	113	30	7	2	1	2	0	0	0	0	4.7	5446	3.6
210	4	128	114	50	9	1	1	2	0	0	0	0	5.2	6084	4.0
225	2	107	170	86	26	7	2	0	0	0	0	0	6.8	8794	5.8
240	0	83	130	178	63	6	1	1	0	0	0	0	7.8	11364	7.5
255	2	54	88	140	89	30	11	9	0	0	0	0	7.2	11976	7.9
270	1	86	112	109	78	79	42	36	7	0	0	0	9.3	18173	12.0
285	1	69	63	54	48	49	38	25	9	0	0	0	6.0	12311	8.1
300	2	69	65	26	15	13	14	4	0	0	0	0	3.5	5119	3.4
315	3	51	34	13	6	6	2	0	0	0	0	0	2.0	2375	1.6
330	1	43	18	9	1	2	0	0	0	0	0	0	1.3	1342	0.9
345	3	40	19	8	2	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1232	0.8
Sum%	0.8	28.7	28.1	19.0	10.0	7.0	3.6	2.3	0.5	0.0	0.0	0.0			

Vedleggstabell 2. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 5 m djup for lokaliteten Toska N. Måleperiode: 29. september - 9. november 2010. Antal målingar: 5896. Intervalltid: 10 min.

Gjennomsnittleg straumhastigheit (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Standard-avvik (cm/s)	Gjennomsnittleg standard-avvik (cm/s)	Maksimum straumhastigheit (cm/s)	Minimum straumhastigheit (cm/s)	Signifikant maksimum hastigheit (cm/s)	Signifikant minimum hastigheit (cm/s)
4,3	4,959	2,227	0,521	19,4	0,2	6,6	2,4

Vedleggstabell 3. Oversyn over straumaktiviteten i alle 15 graders kompassektorar på 15 m djup for lokaliteten Toska N. Måleperiode: 29. september - 9. november 2010. Antal målingar: 5896. Intervalltid: 10 min.

	Current speed groups													Total flow		Tot. Ox. flux	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m ³ /m ²	%	g/m ²	%
0	18	75	7	6	3	0	1	0	0	0	0	0	1.9	1451	1.2	11488	1.2
15	19	85	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	1290	1.1	10160	1.1
30	28	67	7	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1.8	1151	1.0	9042	1.0
45	15	69	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	920	0.8	7172	0.8
60	16	87	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1.9	1243	1.0	9694	1.0
75	19	100	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	1460	1.2	11349	1.2
90	18	113	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	1933	1.6	15148	1.6
105	20	136	37	17	1	0	0	0	0	0	0	0	3.6	3284	2.7	25768	2.7
120	17	211	139	66	33	36	6	4	1	0	0	0	8.7	11042	9.2	86992	9.2
135	19	238	159	96	53	67	25	37	29	8	0	0	12.4	22416	18.7	178517	18.8
150	23	228	99	58	43	57	35	38	33	9	0	0	10.6	20564	17.1	163994	17.3
165	23	197	24	20	17	8	9	7	1	0	0	0	5.2	5719	4.8	45055	4.8
180	24	138	13	3	5	0	1	0	0	0	0	0	3.1	2425	2.0	18916	2.0
195	22	169	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	2308	1.9	18070	1.9
210	14	108	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	1675	1.4	13091	1.4
225	19	116	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	1998	1.7	15620	1.6
240	27	109	17	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2077	1.7	16346	1.7
255	25	126	22	12	4	0	0	0	0	0	0	0	3.2	2563	2.1	20140	2.1
270	25	171	27	6	4	5	3	0	0	0	0	0	4.1	3618	3.0	28332	3.0
285	21	198	59	28	11	18	9	1	0	0	0	0	5.9	6392	5.3	50116	5.3
300	16	155	87	78	34	38	10	30	2	0	0	0	7.6	11825	9.9	92801	9.8
315	28	160	62	40	20	22	14	16	1	0	0	0	6.2	8222	6.9	64847	6.8
330	16	105	30	15	8	2	0	0	0	0	0	0	3.0	2772	2.3	21699	2.3
345	9	87	8	3	5	2	1	0	0	0	0	0	2.0	1628	1.4	12856	1.4
Sum%	8.2	55.1	14.7	8.0	4.1	4.3	1.9	2.3	1.1	0.3	0.0	0.0					

Vedleggstabell 4. Oppsummering av statistiske data for straummålingane på 15 m djup for lokaliteten Toska N. Måleperiode: 29. september - 9. november 2010. Antal målingar: 5896. Intervalltid: 10 min.

Gjennomsnittleg straumhastigheit (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Standardavvik (cm/s)	Gjennomsnittleg standardavvik (cm/s)	Maksimum straumhastigheit (cm/s)	Minimum straumhastigheit (cm/s)	Signifikant maksimum hastigheit (cm/s)	Signifikant minimum hastigheit (cm/s)
3,4	8,970	2,995	0,883	31,0	0,2	6,1	1,5

Vedleggstabell 5. Målt maksimalstraum i perioden 29. september - 9. november 2010 på 5 og 15 m djup og berekna 10- og 50 årsstraum på 5 og 15 meters djup i ulike retningar for lokaliteten Toska N.

Retning	Maks straum 5 m (cm/s)	Maks straum 15 m (cm/s)	10-årsstraumen 5 m (cm/s)	10-årsstraumen 15 (cm/s)
1-14	5,2	8,2	8,6	13,5
15-29	7,6	4,6	12,5	7,6
30-44	6,4	5,6	10,6	9,2
45-59	6,6	3,8	10,9	6,3
60-74	7,0	5,4	11,6	8,9
75-89	7,2	3,4	11,9	5,6
90-104	10,8	4,6	17,8	7,6
105-119	16,4	5,2	27,1	8,6
120-134	19,0	15,8	31,4	26,1
135-149	13,6	29,6	22,4	48,8
150-164	12,4	31,0	20,5	51,2
165-179	13,0	17,2	21,5	28,4
180-194	8,8	8,6	14,5	14,2
195-209	10,6	4,2	17,5	6,9
210-224	11,0	4,4	18,2	7,3
225-239	9,6	4,6	15,8	7,6
240-254	12,2	5,0	20,1	8,3
255-269	12,2	5,8	20,1	9,6
270-284	19,4	8,8	32,0	14,5
285-299	18,6	11,4	30,7	18,8
300-314	12,4	18,0	20,5	29,7
315-329	9,2	17,6	15,2	29,0
330-344	8,0	7,2	13,2	11,9
345-360	6,0	8,8	9,9	14,5

Retning	50-årsstraumen 5 m (cm/s)	50-årsstraumen 15 m (cm/s)	50-årsstraum korrigert* 5 m (cm/s)
1-14	9,6	15,2	13,4
15-29	14,1	8,5	19,6
30-44	11,8	10,4	16,5
45-59	12,2	7,0	17,0
60-74	13,0	10,0	18,0
75-89	13,3	6,3	18,6
90-104	20,0	8,5	27,8
105-119	30,3	9,6	42,3
120-134	35,2	29,2	49,0
135-149	25,2	54,8	35,1
150-164	22,9	57,4	32,0
165-179	24,1	31,8	33,5
180-194	16,3	15,9	22,7
195-209	19,6	7,8	27,3
210-224	20,4	8,1	28,4
225-239	17,8	8,5	24,7
240-254	22,6	9,3	31,4
255-269	22,6	10,7	31,4
270-284	35,9	16,3	50,0
285-299	34,4	21,1	47,9
300-314	22,9	33,3	32,0
315-329	17,0	32,6	23,7
330-344	14,8	13,3	20,6
345-360	11,1	16,3	15,5

* I høve til NS 9415:2009 avsnitt 5.2.3 skal den høgaste dimensjonerande straumfarten med ein returperiode på 50 år, basert på ei måling i ein månad vert lågare enn 50 cm/s, skal den dimensjonerande straumfarten (50 års returperiode) på lokaliteten uansett setjast til 50 cm/s. Dei andre verdiane i straumrosa skal aukast prosentvis tilsvarende.

Vedleggstabell 6. Beregna effektiv strøklengde, 10- og 50-års vindfart, 10- og 50-års signifikant bølgehøgde med tilhøyrande, pikperiode og maksimal bølgehøgde i ulike retningar for lokaliteten Toska N.

Sektor nr	Hovud retning	Grader		Strøk- lengde breidde		Effektiv strøklengd Fe (m)	Vindfart		10- års bølge			50- års bølge		
		frå	til	F (m)	W (m)		10 år	50 år	Signif. bølgehøgde Hs	Pik- periode Tp	Bølge- høgde Hmax	Signif. bølgehøgde Hs	Pik- periode Tp	Bølge- høgde Hmax
1	N	348,75	11,25	2100	5500	2100	28,5	31,6	1,02	2,80	1,95	1,16	2,92	2,21
2	NNØ	11,25	33,75	1700	12000	1700	23,8	26,3	0,74	2,43	1,40	0,84	2,53	1,59
3	NØ	33,75	56,25	1300	3500	1300	19,0	21,1	0,49	2,02	0,93	0,56	2,11	1,06
4	ØNØ	56,25	78,75	1400	1250	1207	22,2	24,6	0,57	2,10	1,08	0,65	2,19	1,23
5	Ø	78,75	101,25	1500	1000	1173	25,3	28,1	0,66	2,20	1,26	0,75	2,30	1,43
6	ØSØ	101,25	123,75	1800	1250	1429	26,9	29,8	0,79	2,41	1,50	0,89	2,51	1,70
7	SØ	123,75	146,25	1800	1300	1450	28,5	31,6	0,85	2,48	1,62	0,97	2,58	1,84
8	SSØ	146,25	168,75	900	1300	879	30,1	33,3	0,71	2,14	1,35	0,80	2,24	1,53
9	S	168,75	191,25	350	1750	350	31,7	35,1	0,48	1,61	0,90	0,54	1,68	1,03
10	SSV	191,25	213,75	300	1550	300	31,7	35,1	0,44	1,53	0,84	0,50	1,60	0,95
11	SV	213,75	236,25	350	13000	350	31,7	35,1	0,48	1,61	0,90	0,54	1,68	1,03
12	VSV	236,25	258,75	450	2100	450	31,7	35,1	0,54	1,75	1,03	0,61	1,83	1,16
13	V	258,75	281,25	1100	2000	1100	31,7	35,1	0,84	2,36	1,60	0,96	2,46	1,82
14*	VNV	281,25	303,75	16000	6000	9443	31,7	35,1	2,47	4,83	4,70	2,81	5,04	5,33
15*	NV	303,75	326,25	16000	6000	9443	31,7	35,1	2,47	4,83	4,70	2,81	5,04	5,33
16	NNV	326,25	348,75	16000	6000	9443	30,1	33,3	2,32	4,73	4,41	2,63	4,93	5,01

** For sektor 14 og 15 er 10- og 50 års bølga berekna ved hjelp av vindgenererte bølger. Dersom ein tek omsyn til havdønningane som tidvis når lokaliteten, vil den reelle bølgehøgda kunne vera større, truleg 50-årsbølge opp mot 5,5 - 6 m. Bølgeperioden til havdønningane på lokaliteten vil truleg vera vesentleg lenger enn berekna.

OM GYTRE STRAUMMÅLARAR

Straummålararen 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 målararen 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 målararen. 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 målararen syner tilnærma straumstille kan straumen periodevis eigentleg vere 1 – 2 cm/s sterkare. Som vist nedanfor har ein indikasjonar på at Gytre straummålarane og rotormålarar generelt måler mindre straum enn «sann straum» ved låg straumhastigheit. Målingar på alle djup er såleis **minimumsstraum**.

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 målararen 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 målararen har skifta retning. Straumvektoren for måleintervallet vert då rekna ut til å verte lågare enn 1 cm/s.

Ein instrumenttest av ein Gytre målar (SD 6000) og ein Aanderaa målar (RCM7 straummålar) vart utført av NIVA i 1996. Aanderaa-målararen har ein rotor med litt anna design enn SD 6000. Testen synte at RCM 7 straummålararen ga 19 % høgare middelstraumfart enn Gytre målararen (Golmen & Nygård 1997). På låge straumverdiar synte Gytre målararen mellom 1 og 2 cm/s under Aanderaa målararen, dvs at når Gytre målararen synte 1-2 cm/s, så synte Aanderaa målararen 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 målararen 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 straummålararen 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 Gytremålararen) 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 låg begge rotormålarane langt under ADP målararen når det gjeld straumhastigheit.

Våren 2010 utførte Rådgivende Biologer AS ein ny instrumenttest av Nortek ADP målar og Gytre SD-6000 målarar i Hervikfjorden i Lindås over fire veker. Desse Gytre målarane hadde ein nyare type syrefast rotorbur i stål, i motsetnad til dei som vart nytta i dei tidlegare instrumenttestane. Nortek ADP målararen vart hengt på 46 m djup og målte straumen oppover i vassøyla. Nortek målingane vart samanlikna med straummålingar utført med Gytre målarar på 30, 15 og 5 m djup. Resultata viste at det var best samsvar mellom dei to ulike straummålarane på 30 m djup, og at det var generelt dårlegare samsvar mellom dei to straummålarartypene med aukande avstand frå målehovudet på Nortek ADP målararen. Målingane viste elles at det var størst forskjell på straumfarten mellom Gytre og Nortek ved middels låg straumfart (ca 3-4 til 8-9 cm/s), og noko mindre forskjell ved høgare straumfart. Nortek målararen målte ca 1,5 – 2,5 cm/s høgare gjennomsnittleg straumfart enn Gytre målararen ved svak straum (Gytremålingar på 0 – 3 cm/s), ca 3 – 4,5 cm/s høgare straumfart ved Gytremålingar på ca 3 – 10 cm/s, og 2 – 3,5 cm/s høgare straumfart ved Gytremålingar på ca 11 – 15 cm/s.