

NIVA



RAPPORT LNR 4703-2003

**Miljøvurdering av omsøkt
kamskjellokalitet ved
Hestholmen - Bjorøy i
Fjell kommune**



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Miljøvurdering av omsøkt kamskjellokalitet ved Hestholmen - Bjorøy i Fjell kommune	Løpenr. (for bestilling) 4703-2003	Dato august 2003
	Prosjektnr. Undernr. 23515	Sider Pris 27
Forfatter(e) Lars G Golmen Inge Døskeland Bjørn Braaten	Fagområde oseanografi	Distribusjon open
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Knut Magnus og Rune Persson, Nygårdsvegen 160, 5350 Brattholmen	Oppdragsreferanse
--	--------------------------

Sammendrag <p>Det er planlagt etablert eit anlegg for oppdrett av kamskjel i hengekultur på ein lokalitet mellom Hestholmen og Hillersholmen sør for Bjorøy. NIVA har i den samanheng foretatt miljøregistreringar på lokaliteten og gjennomgått miljøstatus for øvrig for området rundt. Det synest ikkje vere forureiningskjelder i nærleiken som kan påverke vasskvaliteten på lokaliteten negativt, med atterhald for utsleppet frå Sletten renseanlegg 5 km unna, som er rapportert å kunne innehalde miljøgifter. P.g.a. avstanden er målbar påverknad på lokaliteten imidlertid lite sannsynleg. Det er tilrådd oppfølgjande kontroll under drift for å stadfeste dette. Botnprøvene synte gode tilhøve, med grov skjellsand på toppen. Det er god strøm på lokaliteten, målingane i mai 2003 synte 14 cm/s i middelverdi, og maksimal strøm på 34 cm/s. Miljøkrav for god vekst av kamskjel er gjennomgått i rapporten, og det er konkludert med at lokaliteten i høve til dette er godt eigna for oppdrett av kamskjel i hengekultur.</p>
--

Fire norske emneord 1. Kamskjell 2. Lokalisering 3. Lokalitet 4. Bjorøy	Fire engelske emneord 1. Great scallop 2. shell farm siting 3. shell farm site 4. Bjorøy
--	---

Lars G Golmen
Prosjektleder

Kari Nygaard
Forskningsleder
ISBN 82-577-4371-2

Jens Skei
Forskningsdirektør

Forord

Knut Magnus og Rune Persson har planer om å etablere anlegg for oppdrett av kamskjell ved Hestholmen, like sør for Bjørøy (Bjørøy) i Raunefjorden ved Bergen.

Anlegget det er tale om er fullskala produksjon med hengekulturar i bøystrekk. Dette er nytt i Norge, men metoden har lenge vore nytta i Japan, også i eksponerte kystområde.

Knut M. Persson kontakta NIVA-Vest tidleg i mars 2003, med forespørsel om bistand med å framskaffe miljødokumentasjon for lokaliteten i samband med søknaden om etablering. Persson orienterte NIVA om planane i møte 24. mars.

Basert på foreliggende informasjon utarbeidde NIVA eit prosjektforslag den 4. april, 2003. Det var inngått avtale om prosjekt 28. april, og praktisk feltarbeid kom i gang i byrjinga av mai.

Knut M. Persson bistod undervegs med båt og dykking. Aril Sundfjord og Tom Chr. Mortensen hos NIVA assisterte i felt og med instrumentering og EDB. Henny Knutsen bistod med klargjering av prøver for kjemiske analyser hos NIVAs laboratorium. Takk til alle involverte.

Bergen, 4. august 2003

Lars G Golmen

Innhald

Samandrag	6
1. Innleiing	7
1.1 Bakgrunn og målsetting	7
1.2 Lokalitet og anlegg	8
1.3 Andre interesser i området	9
1.3.1 Temainteresser inkludert forureining	9
2. Kort om kamskjells miljøkrav, spesielt for hengekultur	13
2.1 Djup	13
2.2 Fødetilgong	13
2.3 Temperatur	13
2.4 Salinitet	13
2.5 Andre miljøparametrar	14
3. Datainnsamling	15
3.1 Strømmåling	15
3.2 Hydrografi og vasskvalitet	16
3.3 Botnprøver	16
3.4 Andre opplysningar	17
4. Resultat av måling og prøvetaking	18
4.1 Hydrografiske profilar	18
4.2 Vasskjemiske prøver	18
4.3 Botnprøver	18
4.4 Strømmåling	21
4.4.1 Varighetsanalyse	21
4.5 Tidsvariasjon av salinitet og temperatur	25
5. Oppsummering	26
6. Litteratureferansar	27

Samandrag

Knut Magnus og Rune Persson ønskjer å etablere kamskjelloppdrett ved Hestholmen sør for Bjorøy i Fjell kommune. I samband med dette har Norsk institutt for vannforskning, NIVA, gjennomført målingar og registreringar på lokaliteten for å vurdere eignaheit for skjeldyrking i lys av kjente miljøkrav for dette.

Anlegget det er tale om er fullskala produksjon med hengekultur i bøystrekk. Metoden er ny i Norge, men har vore nytta lenge i Japan. Skjela vil henge i sjøen i intervallet 7-20 m djup, med fast forankring av opphenga. Metoden er mindre arealkrevjande enn tradisjonelle dyrkingsmetoder.

Lokaliteten ligg mellom Hestholmen og Hillersholmen. I austlege del av området er det over 40 m djupt. Mot SW grunnest det gradvis opp mot ein terskel med ca 15-20 m djup. Botnen består av stein, berg og skjellsand, med spreidd tangvekst, som normalt for denne type lokalitet på Vestlandet.

Det er ikkje registrert konflikta med yrkes- eller fritidsinteresser på lokaliteten, og der er kun registrert nokre små forureiningskjelder i området. På Bjorøy er det to private samle-utslepp frå slamavskiljar og på austsida er det eit utslepp tilsvarande ca 50 PE. På sørsida av øya er det nokre små utslepp frå bustader/hytter. På Li i Fjell kommune rett vest for Bjorøy er det to kommunale utslepp tilsvarande ca 140 PE. Næraste større utslepp i Fjell er på Brattholmen. På Bergenssida er det eit større utslepp på Sletten (40.000 PE), sør for flyplassen, rett aust for Tyssøy. Universitetets overvaking av resipienten ved dette utsleppet gjennom fleire år har synt at miljøtilhøva der er gode, sannsynlegvis fordi Raunefjorden/Vatlestraumen har god vassutskifting. Avtanden til Hestholmen er om lag 5 km slik at påverknad frå Sletten er lite sannsynleg.

Måling av strøm i 12 m djup ved Hestholmen blei gjort med ein Aanderaa RCM9 MKII strømmålar forankra i rigg i perioden 14. – 28. mai, 2003. Riggeren var plassert om lag midt mellom Hestholmen og Hillersholmen, nær senter av det planlagte anlegget. Salinitets- og temperaturprofilar vart målt med ein SeaBird SBE19 STD nær riggen på begge datoane. Vassprøver frå 12 og 40 m djup blei tatt for analyse av oksygeninnhald (etter Winklers metode), total-nitrogen (Tot-N), total-fosfor (Tot-P), nitrat (NO_3) og fosfat (PO_4). Det blei i tillegg tatt prøver av sedimentet.

Av resultatane kan nemnast at det var god oksygenmetning (90%) i begge djup. Næringssaltverdiene var innafor det forventa i høve til årstida. N/P forholdet i 12 m var 0,1 og i 40 m 0,09. Det meste av nitrogen (20-30 %) låg føre som nitrat, resten sannsynlegvis som partikulært (organisk) bunde nitrogen. For fosfor var tilsvarande tal 40-70 % for fosfat i høve til Tot-P. Dette indikerer at der fortsatt var tilgjengelig nærings salt for primærproduksjon. Prøvene samsvarte med SFTs klasse ”godt egnet” for eignaheit for akvakultur.

Strømmen var tydeleg tidevassdreven (halvdaglig periode). Retninga varierte mellom ca 30-50° (mot NE) og 250-270° (mot W-SW). Gjennomsnittleg strømfart var 14 cm. Det var få/ingen perioder med heilt stillestående vatn. Kun når strømmen snudde på flo eller fjøre (4g/dag) var det kortvarig svak strøm. Høgste målte strømfart var 34 cm/s. Strømtransporten var sterkast mot NE. Netto strømrøtning var mot 23°, og tilhøyrande netto strømfart var 3,1 cm/s.

Resultatane indikerer at lokaliteten er godt eigna for kamskjelloppdrett i hengekultur. Det er likevel tilrådd at det i tillegg til den løpande miljøovervakinga i oppstartsfasen blir foretatt overvaking/kontroll m.o.t. evt. påverknad særleg frå kommunale utslepp (Sletten) sjølv om dette er mindre sannsynleg.

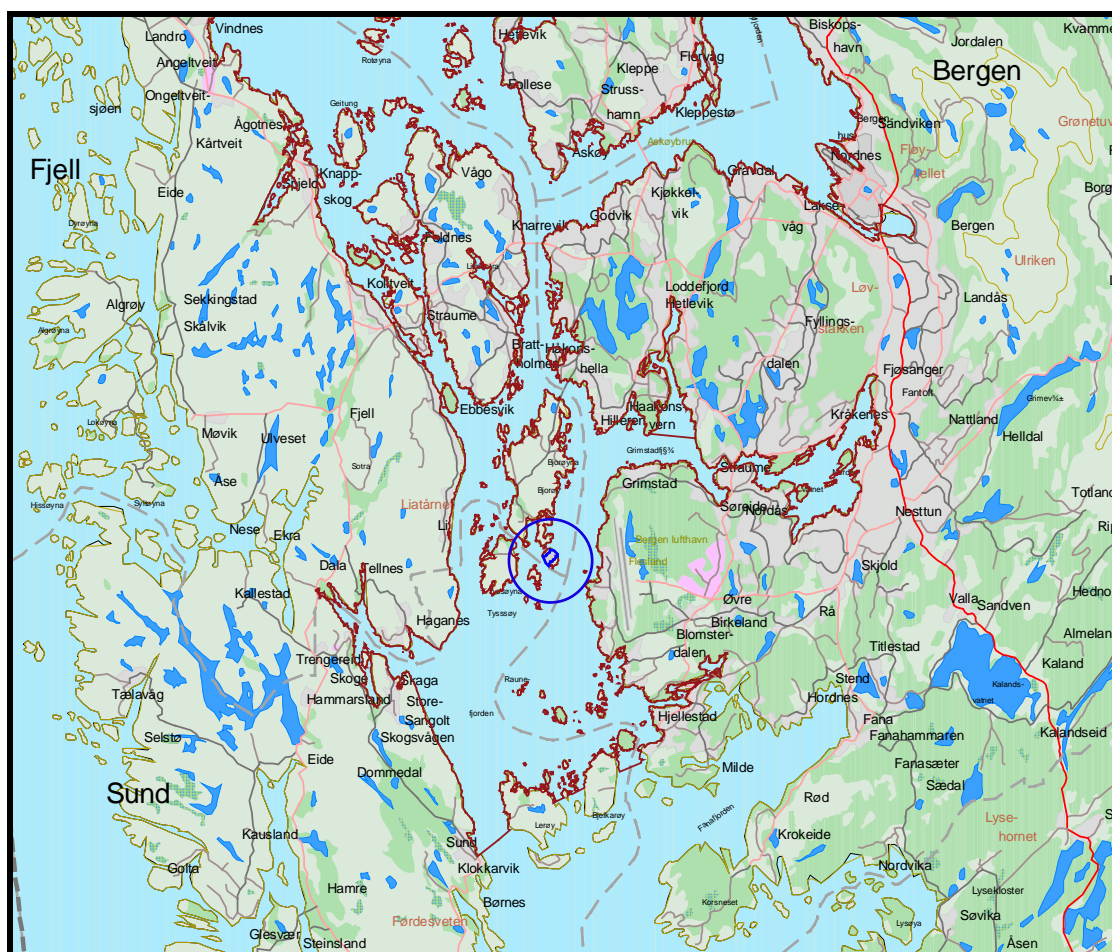
1. Innleiing

1.1 Bakgrunn og målsetting

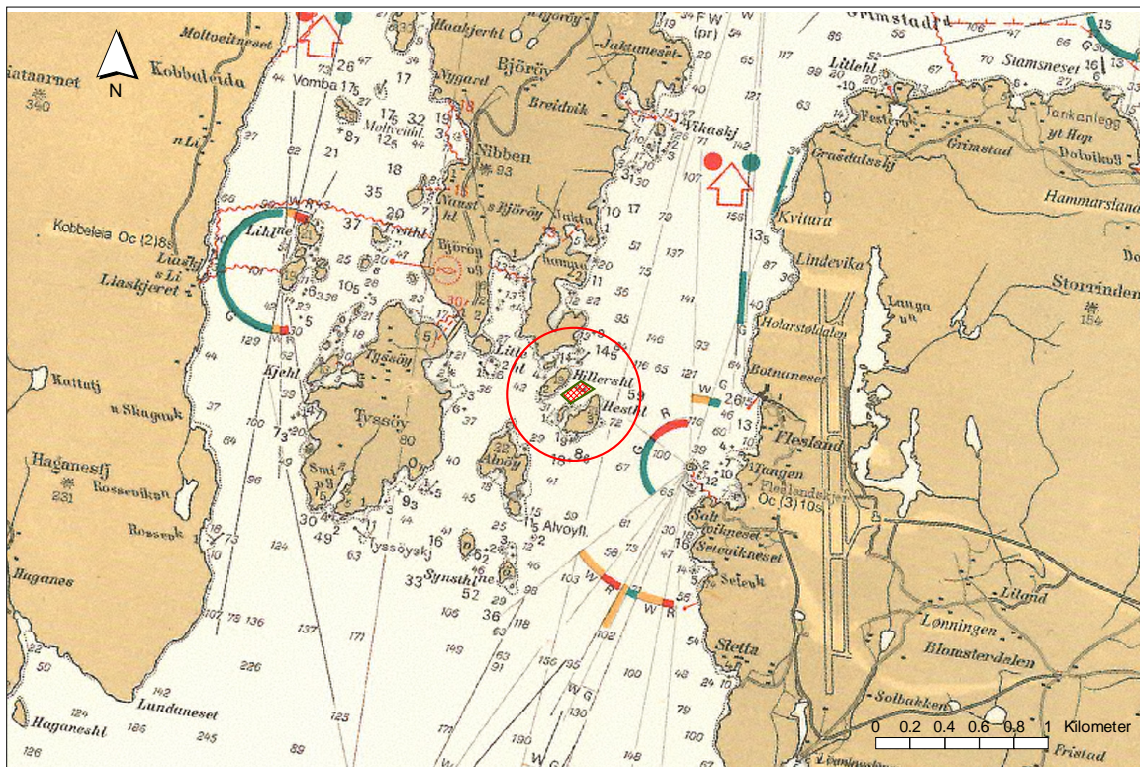
Knut Magnus og Rune Persson ønskjer å etablere kamskjelloppdrett ved Hestholmen sør for Bjorøy i Fjell kommune. Anlegget vil bestå av skjelloppheng i sjøen (7-20 m djup) med fast forankring. Botndjupet på lokaliteten er om lag 35 m. **Figur 1** syner kart med det aktuelle fjordområdet og med lokaliteten markert.

K.M og R. Persson ønskjer å kome i gong med produksjon på anlegget seinhaustes 2003. Dette vil bli med skjel som har stått i mellomkultur for å oppnå naudsynt storleik. Produksjonen på lokaliteten fram til ferdig matskjel vil strekke seg over 2-3 år, med ca 100.000 skjel/år i starten.

I samband med planane og for søknaden til Fiskerisjefen om etablering er det behov for miljødokumentasjon for lokaliteten. Dette dels for å sikre at denne er upåverka og rein, og dels for å støtte krava m.o.t. basis-kartlegging av miljøet og konsekvensvurdering for framtidig drift/påverknad. Foreliggende rapport søker å framlegge slik dokumentasjon.



Figur 1. Kart over sjøområdet rundt lokaliteten – Raunefjorden, Vattlestraumen og deler av Byfjorden i nord. Kartet syner også sør-grensa for kosthaldsrestriksjonar i Bergen ved Lerøy-Bjelkarøy.



Figur 2. Utsnitt av sjøkart nr 21, med området mellom Hestholmen og Hillersholmen skravert.

1.2 Lokalitet og anlegg

Lokaliteten ligg mellom Hestholmen og Hillersholmen på sørsida av Bjørøy (sjå **Figur 2** og **Figur 3**), samt forsidefotoet). I austlege del av området er det over 40 m djupt. Mot SW grunnest det gradvis opp mot ein terskel med ca 15-20 m djup. Det er relativt sterk straum i området, såpass at folk sjeldan legg seg til med båt for å fiske der. Vassutskiftinga er dermed venta å vere god, spesielt for vatn grunnare enn den nemnde terskelen som kamskjela vil utnytte. Botnen består av stein, berg og skjellsand, med spreidd tangvekst, som normalt for denne type lokalitet på Vestlandet.

Tidevasstrømmen i området er antatt å gå kraftigare mot nord enn mot sør, i alle fall i overflata. Terskeldjupet i Vatelestraumen er ca 40 m, og vatn grunnare enn dette vil sirkulere fritt nord-sør, alt etter tilhøva.

Skjelanlegget vil etter planene bestå av to linjer med bøyestrek, i retning SW-NE nord for Hestholmen. Skjela vil henge frå om lag 7 m djup og ned til ca 20 m (djupna kan varierast etter behov). Med denne type dyrking nyttar ein volumet i sjøen i staden for botnareal. Ved ørehenging av kamskjel kan det dyrkast 1 mill skjel på eit areal tilsvarande 100x100m, mens det ved andre dyrkingsmetoder trengs langt større areal. Det reduserte arealbehovet ved hengekultur kan også redusere mogleg konfliktpotensial i høve til fritids- og yrkesinteresser i kystsonen.

Hengekultur av kamskjell hindrar skjela å kome i kontakt med havbotnen, slik at forureiing av botnen, og negative effekter for skjela p.g.a. dette kan forhindrast.



Figur 3. Fotografi tatt mot vest 14. mai, 2003. Hestholmen t.v. og Hillersholmen t.h. Strømmålaren var forankra om lag midt i biletet, ca 60 m aust for bøya t.v.

1.3 Andre interesser i området

Vi har gjennomgått Fylkeskommunens database for brukarinteresser m.m.. Resultata er gjengitt i kart, **Figur 4** og **Figur 5**.

1.3.1 Temainteresser inkludert forureining

Kloakkutslepp inkluderer tarmbakteriar. Konsentrasjon av termotolerante koliforme bakteriar bør ikkje overstige 100 bakteriar pr 100 ml for å tilfredsstillere kriteriet "egnet" i høve til SFTs klassifisering av eigna vasskvalitet for akvakultur (SFT 1997). Kriteriet for "godt egnet" er < 10 bakteriar/100 ml. På bakgrunn av dette er det relevant å nemne dei større kommunale utsleppa i området.

På Bjørøy er det to private samle-utslepp frå slamavskiljar. På austsida, utanfor Breivika, er det eit utslepp tilsvarende ca 50 PE. På sørsida av øya er det nokre små utslepp frå bustader/hytter. På Li i Fjell kommune rett vest for Bjørøy er det to kommunale utslepp tilsvarende ca 140 PE (i følge opplysningar frå Sund VA). Næraste større utslepp i Fjell er på Brattholmen.

På Bergenssida er det eit større utslepp på Sletten, sør for flyplassen, rett aust for Tyssøy. Sjå **Figur 4**. Avtanden nord til Hestholmen er om lag 5 km. Renseanlegget på Sletten (etablert 1980) mottar kloakk frå ca 40.000 pe. I tillegg kjem sigevatn frå flyplassen, og tilførsler frå industri, m.a. frå Hansa Bryggeri på Kokstad som har eit stort bidrag når det gjeld BOF₅ (organisk stoff). Alt dette går også gjennom renseanlegget. Universitetets overvaking av resipienten ved utsleppet gjennom fleire år har synt at miljøtilhøva der er gode (Botnen m. fl. 2002), sannsynlegvis fordi resipienten (Raunefjorden/Vatlestraumen) har god vassutskifting og dermed gode oksygentilhøve etc.

Rundt 1990 representerte Sletten eit av dei største utsleppa i Bergen av tungmetall, oljerestar og organiske miljøgifter p.g.a. store tilførsler frå lokal industri. Desse utsleppa ga imidlertid ikkje utslag i

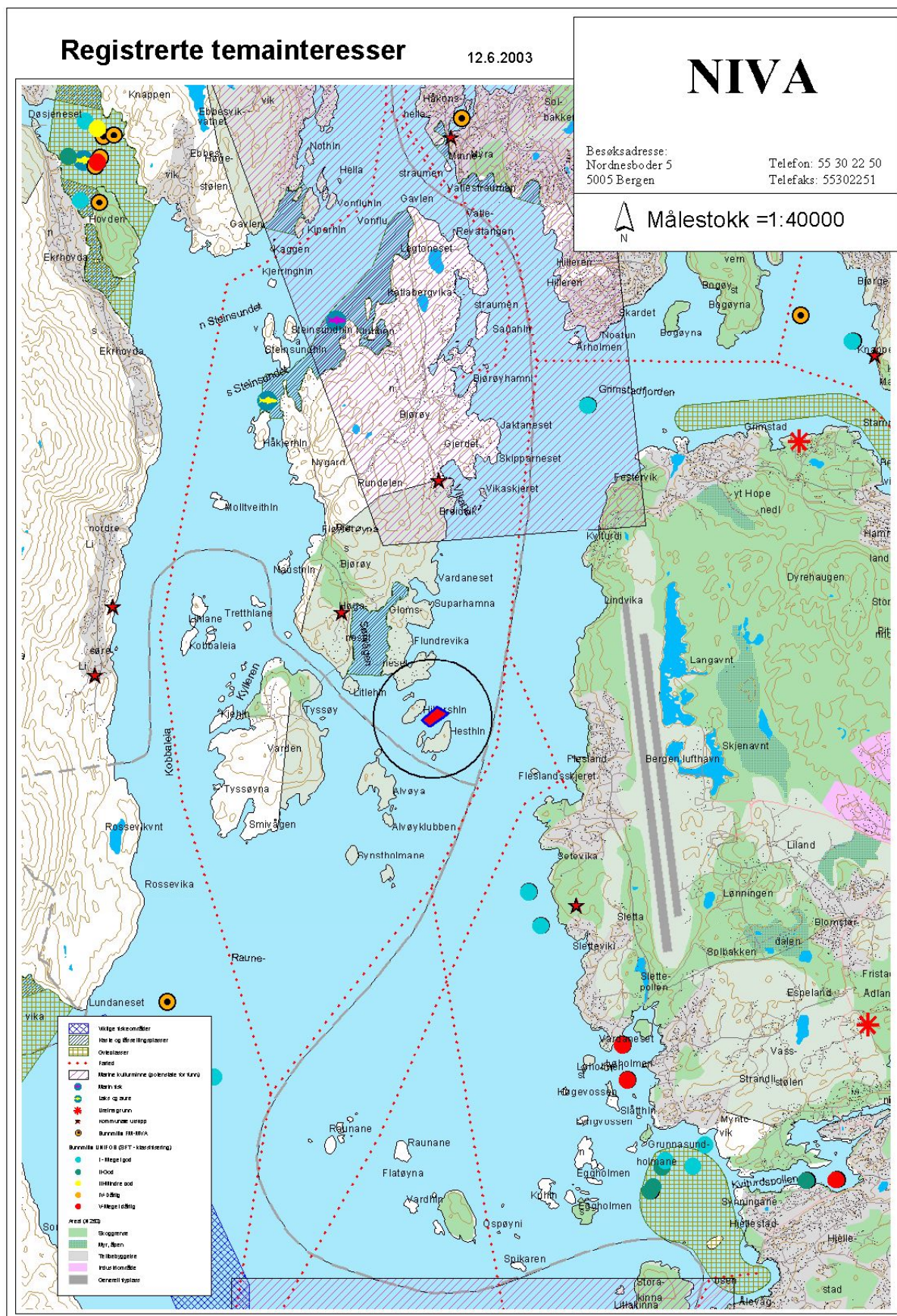
forhøya verdier i sedimentet ved utsleppet, og det blei konkludert med at "Raunefjorden ikke er vist å være påvirket av tungmetaller i kommunalt avløpsvann" (Bergen kommune 1992).

Sletten mottar også tilførsler inkl. avisingsvæske (glykol) frå Flesland flypass. Løyvet er på 220 m³ glykol pr år (d.v.s. i sesongen 1. oktober - 1. mai). Påslepp av avisingsvæske til renseanlegget om vinteren er variabelt, i høve til om det er kaldt eller varmt. Tilført glykol vil representere ein risiko for oksygensvinn i sjøen. Granskingar rundt dette problemet ved Sletten i 1999 synte ein viss reduksjon av oksygen i sjøen ved utsleppet, men dette blei kopla til det ordinære utsleppet av KOF/BOF frå andre kjelder og ikkje til tilførsler av glykol (Johnsen og Sundfjord 1999).

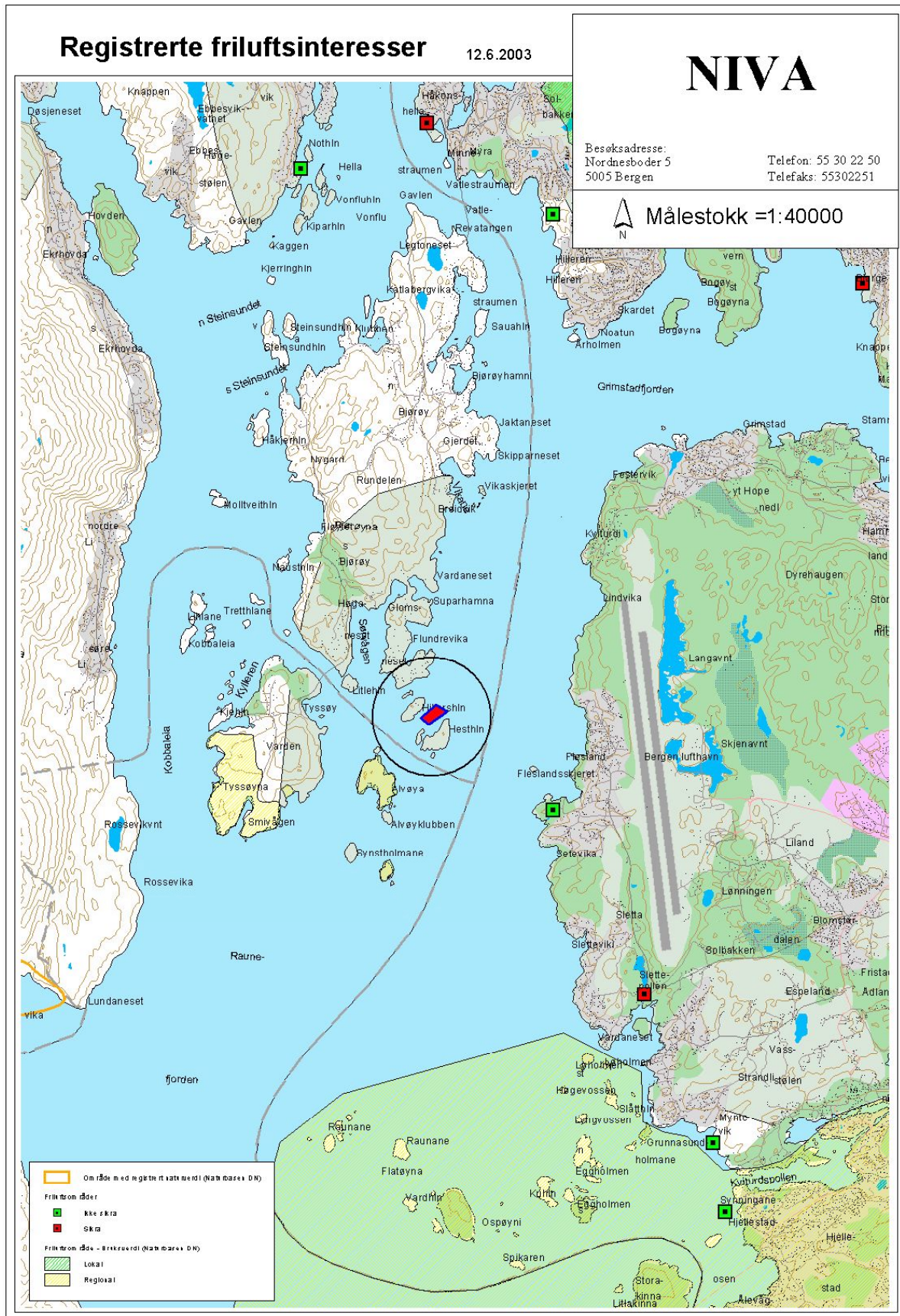
Det er etter dette ikkje kjende forureiningskjelder av betydning i området, med unntak av evt. utslepp av miljøgifter frå den nemnde Sletten renseanlegg. Avstanden frå Hestholmen og sør til dette anlegget er ca 5 km, og evt utslepp er forventa å vere sterkt fortynna før restar evt. kan nå Hestholmen.

Teiknforklaring til **Figur 4** til venstre, og til **Figur 5** til høgre.





Figur 4. Kart over ulike temainteresser i området. Sjå teiknforklaring i eigen tekstboks.



Figur 5. Registrerte friluftsiinteresser i området.

2. Kort om kamskjells miljøkrav, spesielt for hengekultur

Aktuelle miljøvariable som påverkar skjelvekst, overleving etc. er intervall for eigna djup, salinitet og strøm. Imidlertid vil andre faktorar knytta til den einskilde lokaliteten kunne skape synergi- eller antagoni effekter og dermed være styrande for kor eigna lokaliteten er totalt sett (Hovgaard m fl. 2001).

2.1 Djup

Kamskjel førekjem naturleg på djup frå nokre få meter under lågvatn til over 100 meters djup. Dei trivst best frå 15-30 m der det er stabilt miljø, tilstrekkelig fødetilgong, liten grad av eksponering og utan vesentlege variasjonar i temperatur eller salinitet. Kamskjelet kan ikkje lukkast hermetisk og på den måten stenge omgjevningane ute. Difor vil kraftige variasjonar i miljøvilkåra lettare føre til stress og død enn for andre typer skjell.

Det er observert større vekst hos kamskjel i hengekultur på 8 meters djup enn på 15 meter i sommarhalvåret. Dette skuldast mest sannsynleg høgare temperatur og betre fødetilgang i øvre vassjikt. Permanent dyrking på 8 meters djup kan imidlertid føre til tap i vinterhalvåret på grunn av kulde. Utstyr som kan hevast og senkast med sesongane kan gi gevinst i form av auka vekst og overleving.

Dei fleste former for hengekulturar fordrar ikkje spesielle botntilhøve anna enn det som krevst for forsvarleg forankring.

2.2 Fødetilgong

Kamskjela bør naturleg nok plasserast i eit miljø som sikrar best mogleg overleving og vekst. I hengekulturar i sjøen bør dei plasserast i eit område med tilstrekkeleg fødetilgong. Kamskjel responderer på auka konsentrasjon av alger, og i følgje forsøk (Andersen med fl. 1999) aukar fødeopptaket kraftig når algekonsentrasjonen når eit nivå på ca. 30 celler per milliliter. I eit slikt område utnyttar kamskjel mattilbodet på ein effektiv måte.

2.3 Temperatur

I følgje Laing (2000) er temperaturen ein viktigare faktor for god vekst enn mattilbodet for yngel. Kamskjel oppnår i flg. litteraturen maksimal vekst ved 12-18°C. Temperaturar under 2°C gir total mortalitet mens 2-4°C gir variabel mortalitet. Prøvedyrking av kamskjel i 1994-95 synte at låge temperaturar (T<4 °C) om vinteren ga høg mortalitet på skjel dyrka i 8-15 m djup. Kamskjel som var dyrka på lokalitet der minimumstemperaturen var over 4 °C ga god overleving (Ref: <http://www.skjell.com>).

Temperaturen på ein lokalitet bør såleis ikkje gå under 4°C over lengre periodar. Temperaturar over 15°C førekjem for øvrig sjeldan der kamskjel veks naturleg.

2.4 Salinitet

Enno viktigare er å finne lokalitetar der saliniteten ikkje blir for låg. Yngel er særleg ømfintleg for salinitet lågare enn 29- 30 (Christophersen og Strand, 2003) sjølv om den kan aklimatisere seg til å tåle lågare verdiar enn dette. Dersom ein samtidig skal halde skjela ved ein høg temperatur, er det sær

viktig å ikkje plassere hengekulturane i område der det er risiko for store variasjonar i salinitet, som i fjordar med ferskvassavrenning.

2.5 Andre miljøparametrar

I kamskjel er muskel og rogn det einaste som blir konsumert av menneske. Dermed er alggifter ikkje eit stort problem. Ved høg tettleik av giftalger kan imidlertid noko alggift samle seg i gonadene.

På vestkysten av Skottland har forekomsten av diatomeen *Pseudonitzschia australis* gitt opphav til forgifting av typen ASP toksinar (Amnesic shellfish poisoning) på botnlevande kamskjel, og stopp i fangst og omsetnad. Forgiftinga skuldast ei sjeldan aminosyre (domoic acid, DA) som var påvist i Europa først i 1998 (Hestdal m fl. 2001).

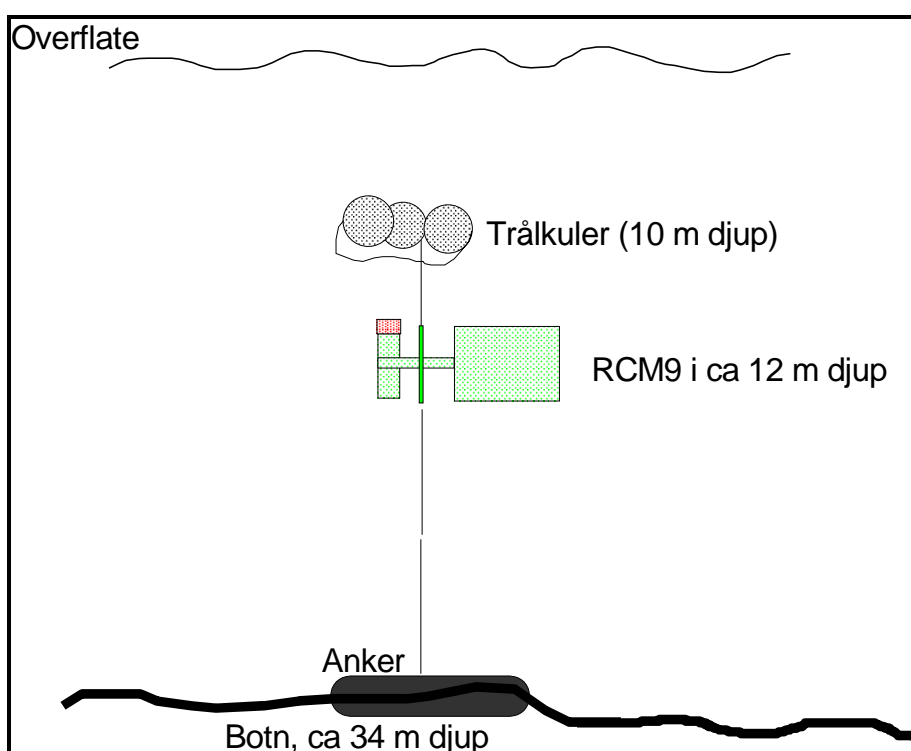
Kamskjel i hengekulturar er meir utsatt for påvekstorganismer enn kamskjel i botnkultur. Påvekst vil sjølvsagt kreve ekstra bearbeiding eller redusere salgsprisen på skjela.

For øvrig er det viktig at anlegga ligg i god avstand frå forureiningskjelder med utslepp til sjøen, eller evt oppstrøms desse. Forureining kan gje uønska bismak på skjela, eller gje for høge konsentrasjonar i vevet av ulike stoff slik som miljøgifter.

3. Datainnsamling

3.1 Strømmåling

Til måling av vannstrømmen på lokaliteten ved Hestholmen vart det nytta en Aanderaa RCM9 MKII strømmålar, opphengt i ein forankra rigg med undervassoppdrift i ca 10 m djup. Sjå **Figur 6**. Denne målarer registrerer den horisontale strømmen; strømfart og strømreretning, v. hj. a. ein Doppler sensor. I tillegg til strøm, blir også sjøens temperatur og konduktivitet (salinitet) registrert i dataminnnet. Det aktuelle instrumentet hadde også turbiditetssensor. Opplysningar om måleposisjon, utsetting etc er gitt i **Tabell 1**. Riggen var plassert om lag midt mellom Hestholmen og Hillersholmen, nær senter av det planlagte anlegget.



Figur 6. Skisse av strømmålar-riggen ved Hestholmen.

Tabell 1. Data for strømmålingane ved Hestholmen i mai, 2003. Tider er i lokal tid; GMT+2 timar.

Lokalitet:	Hestholmen v/Bjørøy	Posisjon N:	61° 56.83'
Botndjup:	34 m	Posisjon E:	06° 23.13'
Måledjup:	12 m	I posisjon:	14. mai 2003, kl 13:40
Måleinstrument:	Aandera RCM9 # 1043	Ut av posisjon:	28. mai 2003, kl 17:55
Måleintervall:	10 minutt		

3.2 Hydrografi og vasskvalitet

Salinitets- og temperaturprofilar vart målt med ein SeaBird SBE19 CTD (SeaBird Electronics 1997) på ein stasjon (posisjon) nær strømmålar-riggen. Denne sonden måler sjøens temperatur og konduktivitet med stor nøyaktigheit. Instrumentet målte automatisk i fast tidsintervall (0,5 sekund i dette høvet) mens det blei firt nedover i sjøen, samtidig som det målte omgjevande trykk (djup). Dette resulterte i ein vertikalprofil av temperatur samt utrekna salinitet og sjøvatnets densitet på kvart måletidspunkt.

Vassprøver frå to ulike djupner blei tatt med Ruttner vasshentar på målestasjonen. Denne vasshentaren er open medan den blir firt ned, og blir stengd i aktuelt djup ved hjelp av eit lodd som blir sleppt frå båten og glir raskt nedover langs snora/wiren.

Vassprøver blei tappa på flasker, konservert og sendt til laboratoriet for analyse av oksygeninnhald (etter Winklers metode), total-nitrogen (Tot-N), total-fosfor (Tot-P), nitrat (NO₃) og fosfat (PO₄).

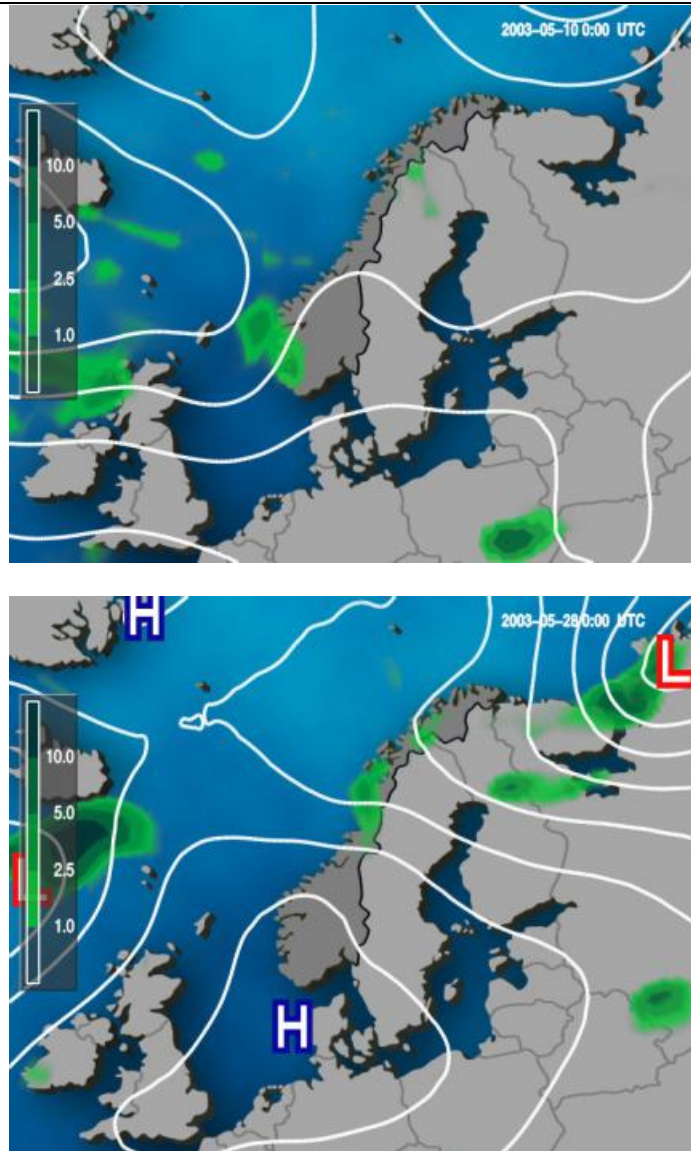
3.3 Botnprøver

Botnprøvene som er omtalt blei tatt under dykking den 28. mai, i posisjon mellom strømmålarriggen og land, på ca 32 m djup. Til prøvteaking blei det nytta 1/2 l glass, og lokk blei skrudd på omgåande. Det blei tatt slike prøver frå toppen av skjelsanden, og 10-20 cm nedi.

Det vart også gjort forsøk på å få opp botnprøver den 14. mai med ein Peterson grabb. Litt skjellsand og småstein kom opp, men for lite til å ta prøver av.

3.4 Andre opplysningar

Vertilhøva i perioden då strømmålingane blei gjort, var prega av svak/moderat vind, mest frå sørvest, med mindre nordavind enn normalt for mai. **Figur 7** syner trykk- og nedbørsfelt ved starten og slutten av måleperioden. Eit slakt vestavindsbelte som rådde i starten blei avløyst av vind frå søraust mot slutten, i samband med eit høgtrykk over Sør-Norge.



Figur 7. Skisse over versituasjonen (trykkfeltet) den 10 og 28 mai, h.h.v. før strømmålingane starta og ved opptak av måleinstrumenta. Kjelde: DNMI, Oslo.

4. Resultat av måling og prøvetaking

4.1 Hydrografiske profil ar

Målt fordeling av temperatur, salinitet og densitet den 14. og 28. mai 2003 er synt i **Figur 8**. 14. mai var sjøen tilnærma lineært sjikta gjennom heile vassøyla på staden, mens det den 28 mai var større grad av lagdeling, med innslag av tre ulike sjikt. Ved siste høve var sjøen blitt ca 3 °C varmare i overflata, og ca 0,5 lågare i salinitet enn første gong.

4.2 Vasskjemiske prøver

Resultata av dei vasskjemiske målingane er synt i **Tabell 2**. Det var god oksygenmetning (90%) i begge djupa-12 m og 40 m. Næringssaltverdiane var innafor det forventa i høve til årstida. N/P forholdet i 12 m var 0,1 og i 40 m 0,09. Det meste av nitrogenet (20-30 %) låg føre som nitrat, resten sannsynlegvis som partikulært (organisk) bunde nitrogen. For fosfor var tilsvarande tal 40-70 % for fosfat i høve til Tot-P. Dette indikerer at der fortsatt var tilgjengelig næringssalt for primærproduksjon.

SFT har utvikla kriteriar for kor eigna ulike vasskvalitetar er for akvakultur, inkludert skjeldyring (SFT 1997). For klassen "Godt egnet" er det satt grensene < 21µg/l for Tot-P og < 295 µg/l for Tot-N for overflatelaget om vinteren. Våre prøver frå 12 m tilfredsstillir dette kravet, men er tatt i ein overgang mellom vinter og sommar og litt djupare enn det ein vanlegvis kallar overflatelag, slik at verdiane neppe reflekterer vinter-verdiar på lokaliteten, som vil tendere til å vere høgare.

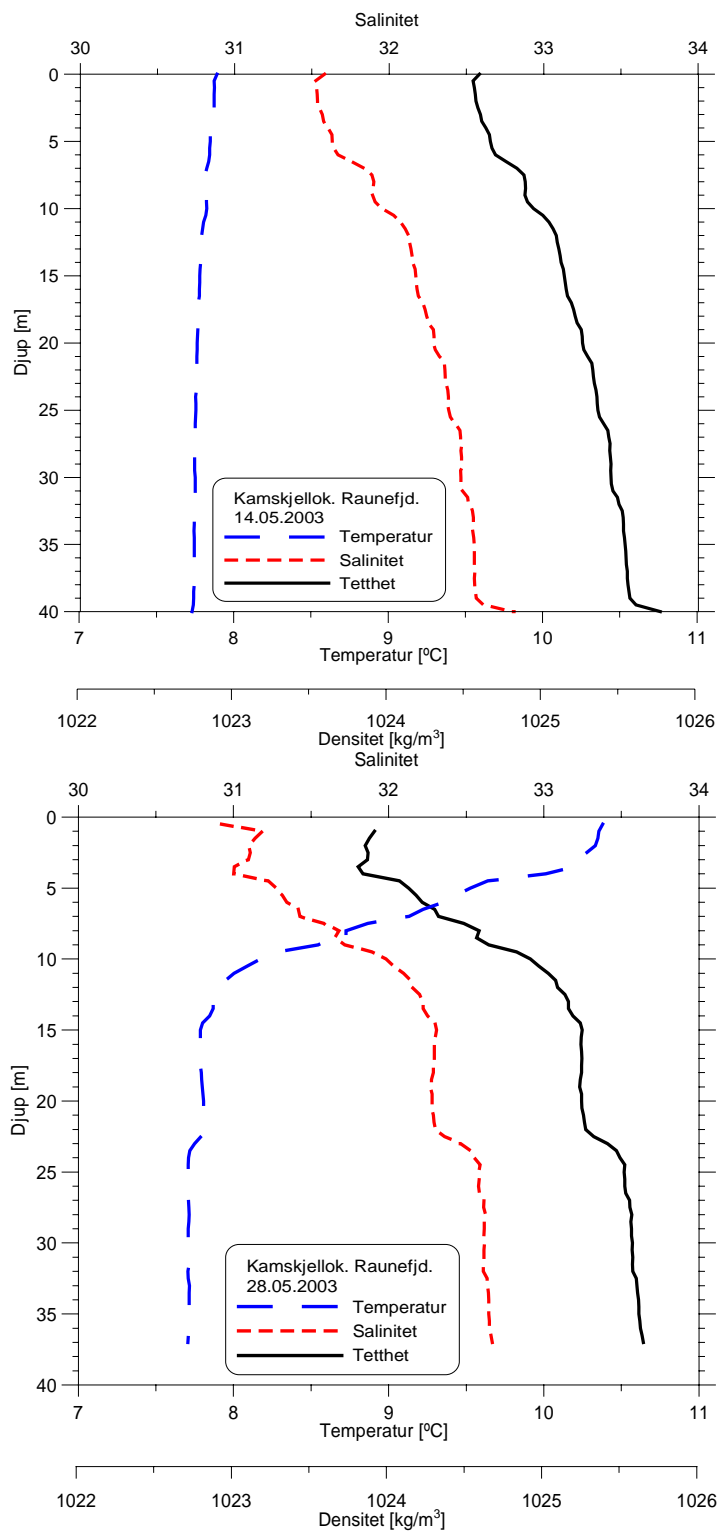
Tabell 2. Resultat av vasskjemiske målingar/analyser av prøver som blei tekne på lokaliteten den 12. mai 2003.

Djup ↓	O ₂ [ml/l]	O ₂ [%]	Tot-P [µg/l]	PO ₄ [µg/l]	Tot-N[µg/l]	NO ₃ [µg/l]
12 m	6,54	96,7	17	7	155	30
40 m	6,16	91,4	18	12	205	63

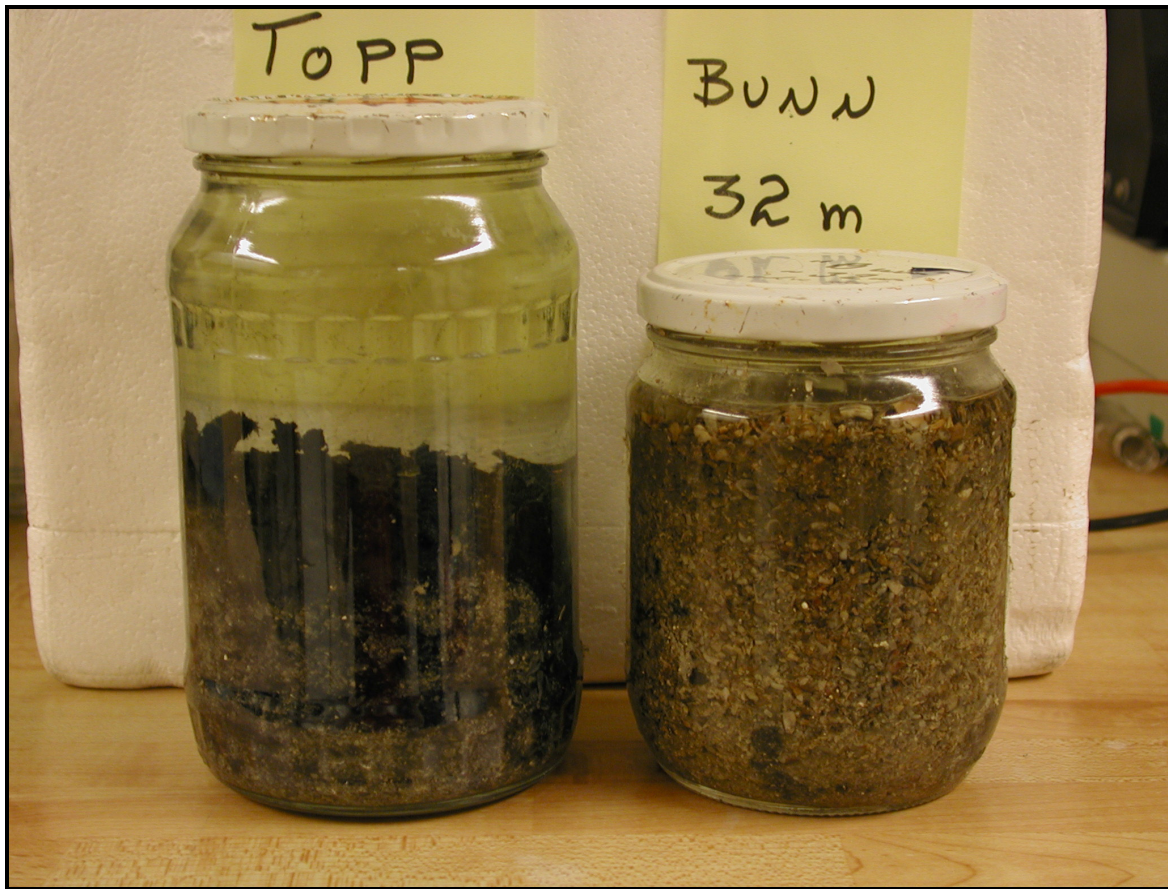
4.3 Botnprøver

Det blei kun tatt prøver for visuell bedømming av botnsubstratet. 1. gong blei det forsøkt tatt prøver med ein Peterson Grabb på ca 35 m djup, men det lukkast kun å få opp litt skjelsandrestar og småstein. Det var ingen teikn til vond lukt eller forureining. Ved dykking 28. mai blei det tatt to prøver à ca 1/2 liter på 32 m djup, h.h.v. av toppen av botnsubstratet, og 10-20 cm litt nedi, slik at ein fikk eit visst inntrykk av lagdeling. Sjå **Figur 9**. Posisjonen var nær strømmålarriggen, ca 20 m SE for denne.

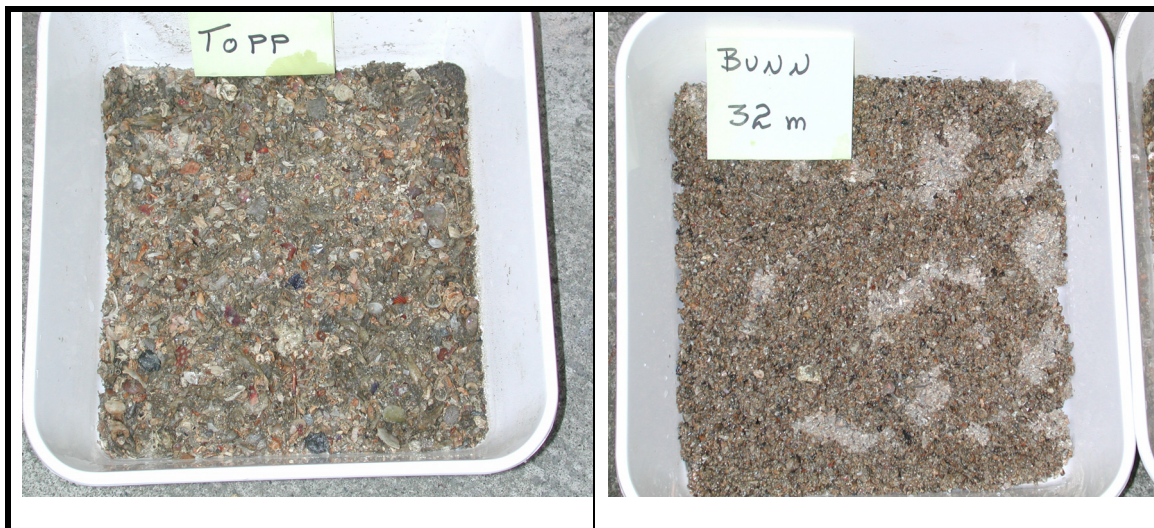
Det øvste laget hadde grovast substrat, med mykje heile skjell, nokre levande dyr og tangrestar på toppen. Ingen lukt frå nokon av prøvene. Den nederste prøven hadde finfordelt, homogen skjellsand med lite synleg organisk materiale (**Figur 10**).



Figur 8. Målt vertikalprofil av temperatur, salinitet og densitet i sjøen på lokaliteten 14. og 28. mai, 2003.



Figur 9. Prøvene av botnssubstratet, h.h.v. frå toppen ("topp"), og 10-20 cm nedi.



Figur 10. Fotografi av botnssubstratet, h.h.v. prøve frå toppen av dette, og 10-20 cm nedi.

4.4 Strømmåling

Resultat av strømmålingane er synt i **Figur 11**. Statistiske verdiar er synt i **Tabell 3**. Strømmen var tydeleg tidevassdreven (halvdaglig periode). Retninga varierte mellom ca 30-50° (mot NE) og 250-270° (mot W-SW). Gjennomsnittleg strømfart var 14 cm/s, som må seiast å vere relativt høgt, samanlikna med målingar på andre lokalitetar. Det var få/ingen perioder med heilt stillestående vatn. Kun når strømmen snudde på flo eller fjøre (4g/dag) var det kortvarig svak strøm. Høgste målte strømfart var 34 cm/s (16. mai - ved fullmåne).

Strømtransporten var sterkast mot NE. Netto strømreretning var mot 23°, og tilhøyrande netto strømfart var 3,1 cm/s (**Tabell 3**). Dette kan sjåast tydeligare i **Figur 12** som viser statistisk fordeling av målingane i ulike retningsintervall; intervall i sektoren rundt 45° (NE) dominerer i høve til motsatt retning mot SW.

Tabell 3. Nokre statistiske verdiar for strømmålingane ved Hestholmen 14.-28. mai 2003.

Gjennomsnitt	14,0 cm/s
Minimum	0,3 cm/s
Maksimum	34,3 cm/s
RMS ("nettostrøm")	3,1 cm/s
Netto strømreretning	Mot nord-nordaust (23 grader)

4.4.1 Varighetsanalyse

Vi har nytta statistikkmedtoden varighetsanalyse (Golmen 1994) på tidsseriane for strømfart og retning for å talfeste graden av stagnerande vatn, retningsstabilitet m.m. Varighetsanalysen finn tal på og varighet av periodar i ein måleserie av lengd τ der strømmen vedvarande ligg under gitte verdiar, t.d. 2 cm/s, 3 cm/s etc før strømmen igjen blir sterkare t.d. ved fløande sjø. Metoden supplerer spektralanalysen, som i staden vektlegg periodisitet og styrke av variasjonar (amplitude). Ved vanleg spektralanalyse reknar ein med periodisitet over eit vidt spekter av frekvensar, mellom $1/2\tau$ og $1/2\Delta$ - der Δ er måleintervallet, t.d. 10 minuttar. I føreliggjande metode er kravet til periodisitet ikkje lagt vekt på. Den går i staden ut på å finne tal på periodar i serien der strømfart vedvarande er lågare enn (eller evt. overskrid) ein valt verdi V_j . Metoden er nyttig i samband med vurdering av opphaldstid for sjikt i fjordar og også ved vurdering av spreining av partiklar og forureining.

Av resultatane for strømfart (**Tabell 4**) framgår det m.a. at det ikkje forekom lange periodar med svak strøm; for strømfart under t.d. 1 cm/s var det kun enkelt-målingar (10 minutt, 0,17 timar) som låg under denne verdien, og det kunne gå inntil 63 timar mellom kvar gong det var så svak strøm. Tabellen syner også antal perioder med vedvarande sterk strøm (lpo), og at strøm sterkare enn 25 cm/s kunne vedvare inntil 3,3 timar.

For strømreretning (**Tabell 5**) framtrer same trekk som det strømfarten synte, og i tillegg ser vi at strømmen lenge låg konstant i retning mot NE (inntil 6,2 timar) og mot SW (inntil 5 timar).

Tabell 4. Resultat av varighetsanalyse for målingane av strømfart ved Hestholmen, mai 2003.

Forklaring til tabellen:

Fart : Mindre enn eller lik
Antal : Tal på registreringar mindre enn eller lik gitt fart
Prosent : Det prosentvise bidraget til antal
Perioder: Antal perioder fart mindre enn eller lik fordeler seg over
mpu : Midlare periodelengde (min) (timar) med fart mindre enn/lik gitt fart
lpu : Lengste periode (timar) med fart mindre enn/lik gitt fart
mpo : Midlare periodelengde (min) (timar) med fart større enn gitt fart
lpo : Lengste periode med fart større enn gitt fart

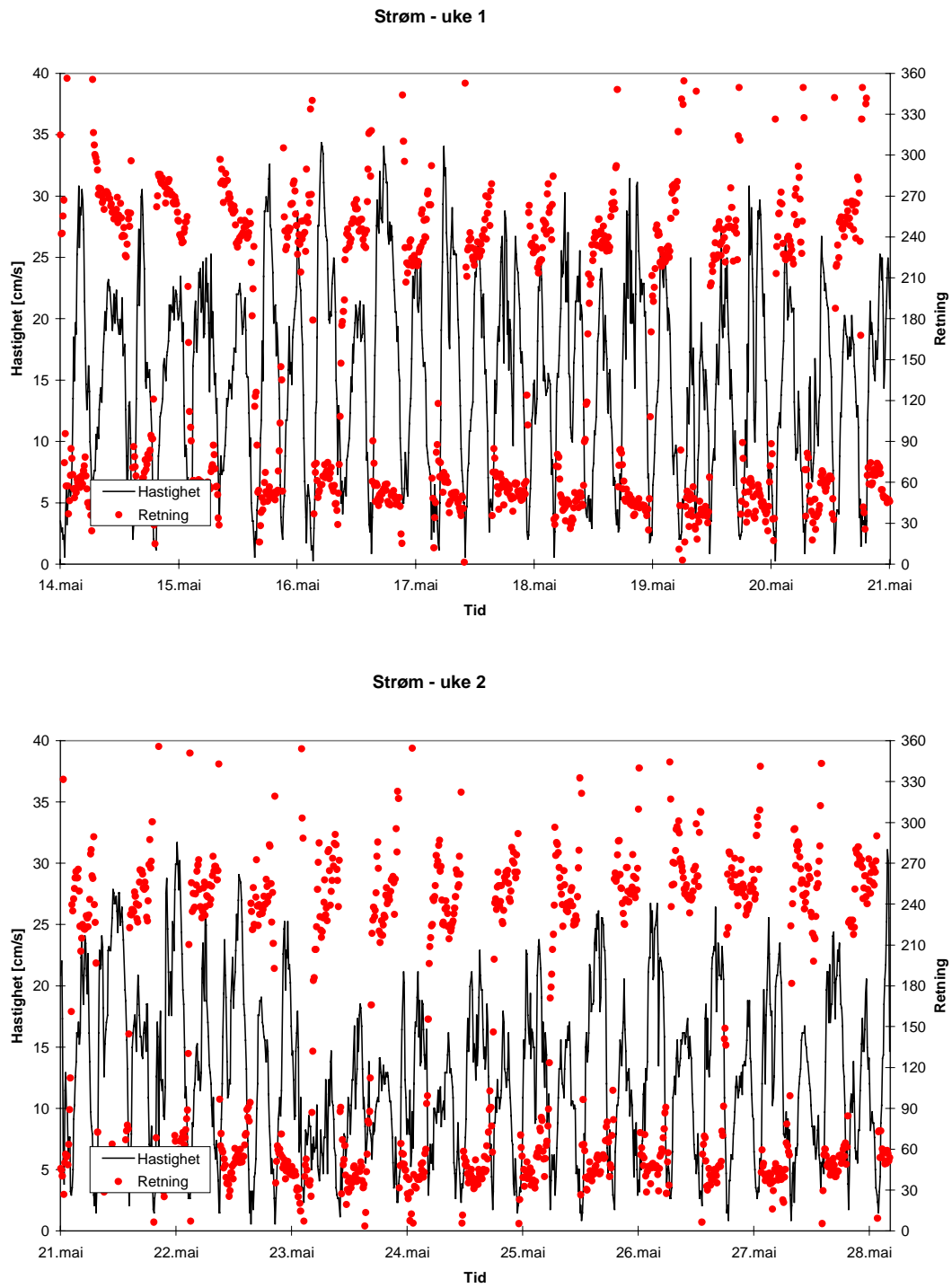
Fart	Prosent		Perioder						
	Antal	(%)	Ant.	mpu(m)	(t)	lpu(t)	mpo(m)	(t)	lpo(h)
1.00	15	0.73	15	10	0.17	0.2	1361	22.69	63.50
2.00	45	2.19	36	13	0.21	0.5	559	9.31	31.50
3.00	123	5.98	62	20	0.33	0.8	312	5.20	19.67
4.00	197	9.58	76	26	0.43	1.0	245	4.08	12.83
6.00	371	18.04	94	39	0.66	1.8	179	2.99	6.83
8.00	552	26.84	93	59	0.99	2.8	162	2.70	6.50
10.00	710	34.52	95	75	1.25	3.2	142	2.36	6.17
15.00	1157	56.25	118	98	1.63	11.7	76	1.27	5.00
20.00	1551	75.40	104	149	2.49	23.3	49	0.81	4.33
25.00	1882	91.49	55	342	5.70	64.0	32	0.53	3.33
30.00	2021	98.25	20	1010	16.84	146.8	18	0.30	1.00
40.00	2057	100.00	1	20570	342.83	342.8	0	0.00	0.00
50.00	2057	100.00	1	20570	342.83	342.8	0	0.00	0.00

Tabell 5. Resultat av varighetsanalyse for målingane av strømretning ved Hestholmen, mai 2003.

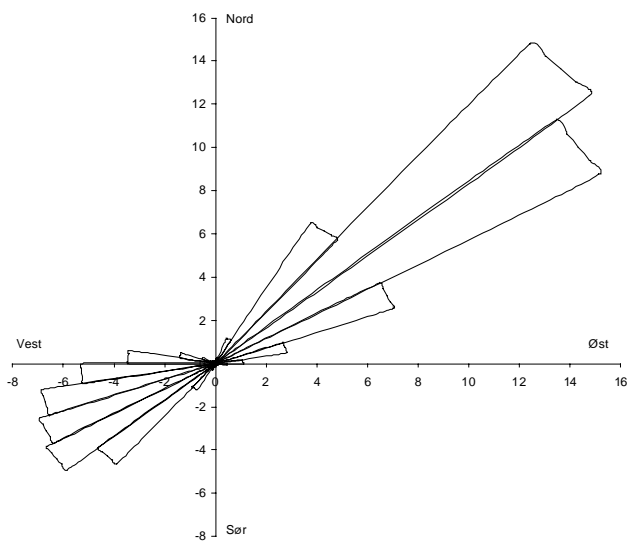
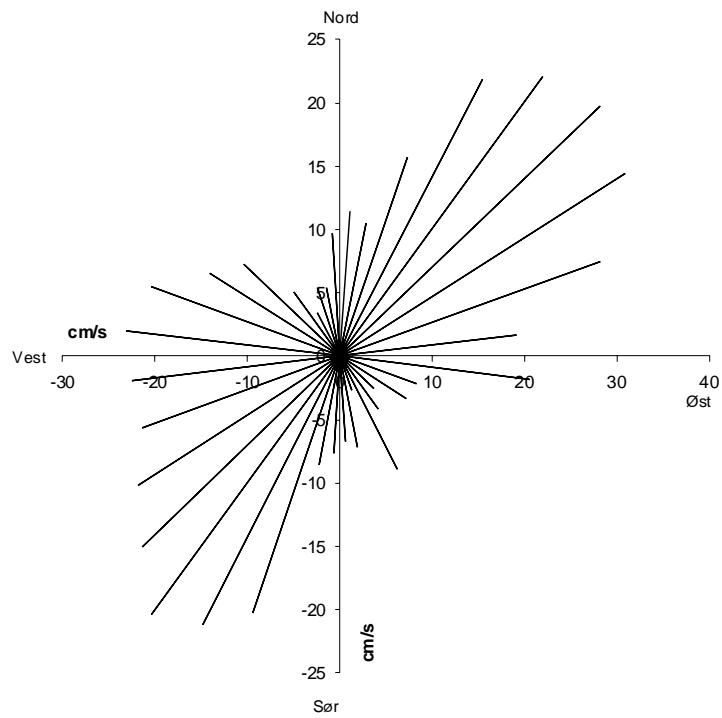
Forklaring til tabellen:

Retning : i sektor (grader)
Antall : Antall registreringar i sektor
Prosent : Det prosentvise bidraget til antall
Perioder: Antall perioder antall fordeler seg over
mps : Midlare periodelengde (min) (timar) i sektor
lpu : Lengste periode (timar) i sektor
mpo : Midlare periodelengde (min) (timer) utanfor sektor
lpo : Lengste periode utanfor sektor

Retning	Antall	Prosent(%)	perioder	mps(m)	(t)	lpu(t)	mpo(m)	(t)	lpo(h)
-23- 23	59	2.87	42	14	0.23	0.5	476	7.93	30.67
23- 67	842	40.93	91	93	1.54	6.2	134	2.23	8.17
67- 113	154	7.49	67	23	0.38	1.7	284	4.73	13.00
113- 157	22	1.07	15	15	0.24	0.5	1357	22.61	75.33
157- 202	32	1.56	22	15	0.24	0.7	920	15.34	49.67
202- 247	434	21.10	103	42	0.70	3.8	158	2.63	12.00
247- 292	464	22.56	106	44	0.73	5.0	150	2.50	10.67
292- 338	50	2.43	35	14	0.24	0.8	573	9.56	55.33



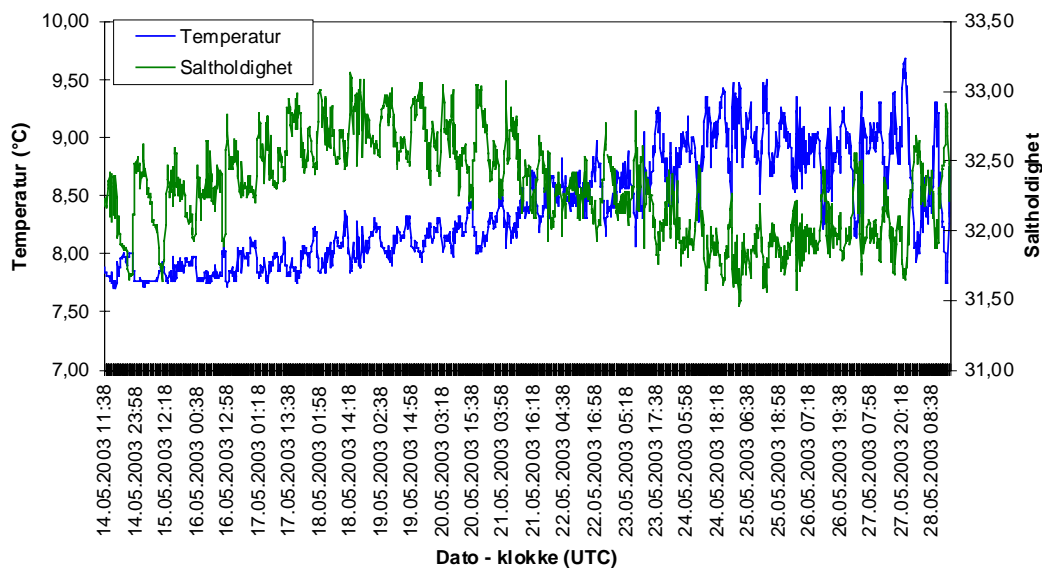
Figur 11. Målt strømfart (cm/s) og strømretning i 12 m dyp på lokaliteten ved Hestholmen i mai 2003.



Figur 12. Strømmåling: Øverst: max. strømfart i respektiv sektor. Nederst: strømfleks fordelt på retningssektor. Strøm mot NE dominerer.

4.5 Tidsvariasjon av salinitet og temperatur

Måleinstrumentet registrerte også sjøens temperatur og konduktivitet (er omrekna til salinitet). Disse resultatene er synt i **Figur 13**. Temperaturen steig dei første 3-4 dagane frå rundt 8,5 °C til ca 9,5 °C, og heldt seg relativt konstant deretter. Dei daglege utslaga var små (< 0,5°C). Saliniteten steig også gradvis, frå 31,7 i starten til 32,7 mot slutten. Største daglege variasjon for salinitet var knappe 2 (den 27. mai). Turbiditeten i sjøen synt låge verdiar gjennom måleperioden, frå rundt 0,25 NTU i starten til 0,5-0,7 NTU ein periode rundt 22.- 23. mai.



Figur 13. Målt temperatur (blå/mørk kurve) og salinitet (grøn/lys) på lokaliteten i perioden 12. – 28. mai 2003.

5. Oppsummering

Rapporten gjev eit oversyn over lokaliteten, og oppsummerer dei målingar og registreringar som NIVA gjorde på lokaliteten og i området rundt i mai, 2003.

Lokaliteten og planlagt drift der vil ikkje kome i konflikt med eksisterande bruk/vern i området i følge våre kjelder, (m.a. Fylkeskommunens ressursdatabase).

Strømmålingane synte at der er svært god vassutskifting på lokaliteten, sjølv i måledjupet på 10-12 m. Ut frå desse målingane samt oksygenmålingane og hydrografimålingane kan lokaliteten seiast å vere godt eigna til kamskjeloppdrett ut frå dei kriteria som desse parametrane representerer.

God skjelvekst vil naturleg nok også avhenge av god fødetilgong, i tillegg til god strøm etc. Vi har ikkje målt på alger/fødetilgong spesifikt, men registrert at næringssaltprøvene frå 14. mai tilsa at det var biotilgjengelig næringssalt i sjøen på det tidspunktet. Det er også registrert naturleg forekomst av kamskjel på botnen i området rundt (K. M. Persson, pers. medd), noko som indikerer at veksttilhøva skulle vere bra.

Botntilhøva blei ikkje granska eller prøvetatt i detalj. Det er rimelig ut frå topografi og strøm etc å anta at desse tilhøva er gode, og prøvene og dykkerobservasjonane stadfester dette (skjellsand, samt berg/stein med spreidd tangvekst). Kamskjeloppdrett vil representere lite forureining av botnen i høve til vanleg fiskeoppdrett, og lokaliteten er bedømt til å vere godt eigna til å kunne spre og regenerere evt organisk botnfall.

Det er kun nokre små punktutslipp av avlaupsvatn i nærområdet til lokaliteten (kloakkavlaup på Bjørøy og ved Li på Sotra). Desse vil kunne tilføre tarmbakteriar til sjøen, men vil neppe påverke vasskvaliteten på lokaliteten ved Hestholmen. SFTs klassifisering "egnet" i samband med bakteriar og akvakultur tilsvarar < 100 bakteriar/100 ml. I samband med "Byfjordundersøkelsene" er det tatt bakterieprøver i sjøen nær Bergen sentrum over fleire år, men ikkje i Raunefjorden (Botnen m.fl. 2002). Resultata for Byfjorden synte markant variasjon i bakterie-tal over året, men kun nokre få prøver hadde høgre verdi enn 100/100 ml sjølv nær dei store utslappa ved Laksevåg (110.000 PE) og i Breiviken (35.000 PE).

Einaste forureiningskjelda det er stilt eit visst spørsmål ved for Hestholmen, er det kommunale utslippet frå Sletten renseanlegg sør for Flesland flyplass. Dette er rapportert å kunne innehalde spor av miljøgifter (tungmetall etc) frå industri. Det er ikkje påvist oppkonsentrering i sedimenta rundt utslippet eller negative effekter for øvrig der (Botnen m. fl. 2002), men det er rimelig å anta at det kan vere ein viss overkonsentrasjon i det innlagra utslippsvatnet derfrå.

Vi har ikkje funne rapportar om strømmålingar eller analysar over korleis utslippsvatnet frå Sletten blir spreidd i fjernsona, men det er rimeleg å anta at deler av det blir spreidd nordover. NIVA gjorde berekningar for innlagring og primærfortynning av dette avlaupsvatnet (Johnsen og Sundfjord 1999), og fann ein typisk fortynningsgrad på 75 gonger i 15 m avstand og 200 gonger i 200 m avstand frå utslippspunktet. Desse tala kan ikke utan vidare ekstrapolerast vidare, men ein kan anta at ved Hestholmen i 5 km avstand vil fortynninga vere vesentleg større enn 200X, og dermed konsentrasjonane av eventuelle miljøgifter tilsvarande låge.

Vi tilrår imidlertid at ein i oppstartsfasen held spesiell fokus på aktuelle problematiske stoff (tungmetall, bakteriar) som kan forekome i dette utslippet, og tar regelmessige prøver for analyse i høve til dette.

6. Litteratureferansar

Andersen, S., Ø. Stand, H. Skjæggestad, A. Haugom, og Ø. Bergh, 1999: Forskningsnytt kamskjell. Havbruksrapport 1999. Havforskningsinstituttet.

Bergen kommune 1992: Industriutslipp av miljøgifter til kommunalt nett. Hovedrapport. Rapp. Bergen kommune, Teknisk utbygging og Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelinga, Bergen, 64 s + vedl.

Botnen, H., E. Heggøy, G. Vassenden, P-O. Johannessen og P. J. Johannessen 2002: Byfjordundersøkelsen – overvåking av fjordene rundt Bergen – Miljøundersøkelse i 2001. Rapp. 5/2002, IFM - Univ. i Bergen, 158 s.

Christophersen, G og Ø. Strand 2003: Effect of reduced salinity on the great scallop (*Pecten maximus*) spat at two rearing temperatures. *Aquaculture* 215: 79-92.

Golmen, L.G. 1994: Strømforhold som lokaliseringkriterium. *Norsk Fiskeoppdrett*, Nr 1-94.

Hestdal, M., T. Aune, K. Tangen og E. Dahl 2001: Overvåkingsprogrammet for algetoksiner 2000. SNT-rapport 9, 72s.

Hovgaard, P., S. Mortensen og Ø. Strand 2001: Skjell. Biologi og dyrking. Kystnæringen Forlag & Bokklubb, 255 s.

Johnsen, T.M. og A. Sundfjord 1999: Oksygenmålinger i Raunefjorden i forbindelse med utslipp av avisingvæske fra Flesland flyplass. Rapp nr 4110-1999, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), 25s.

Laing, I. 2000: Effect of temperature and ration on growth and condition of king scallop (*Pecten maximus*) spat. *Aquaculture* 183 (3-4): 325-334.

SeaBird Electronics, Inc, Bellevue, Washington, USA (1997). SeaCat SBE 19-03, Conductivity, Temperature and Depth recorder. Operating manual.

SFT 1997 (Molvær m. fl.): Klassifisering av miljøkvalitet i Fjorder og Kystfarvann. SFT Veiledning, Rapport TA 1467/1997. 36 s.

Aktuell internett adresse:

http://www.skjell.com/artikler/forskningsinst/notat_fiskdep.htm