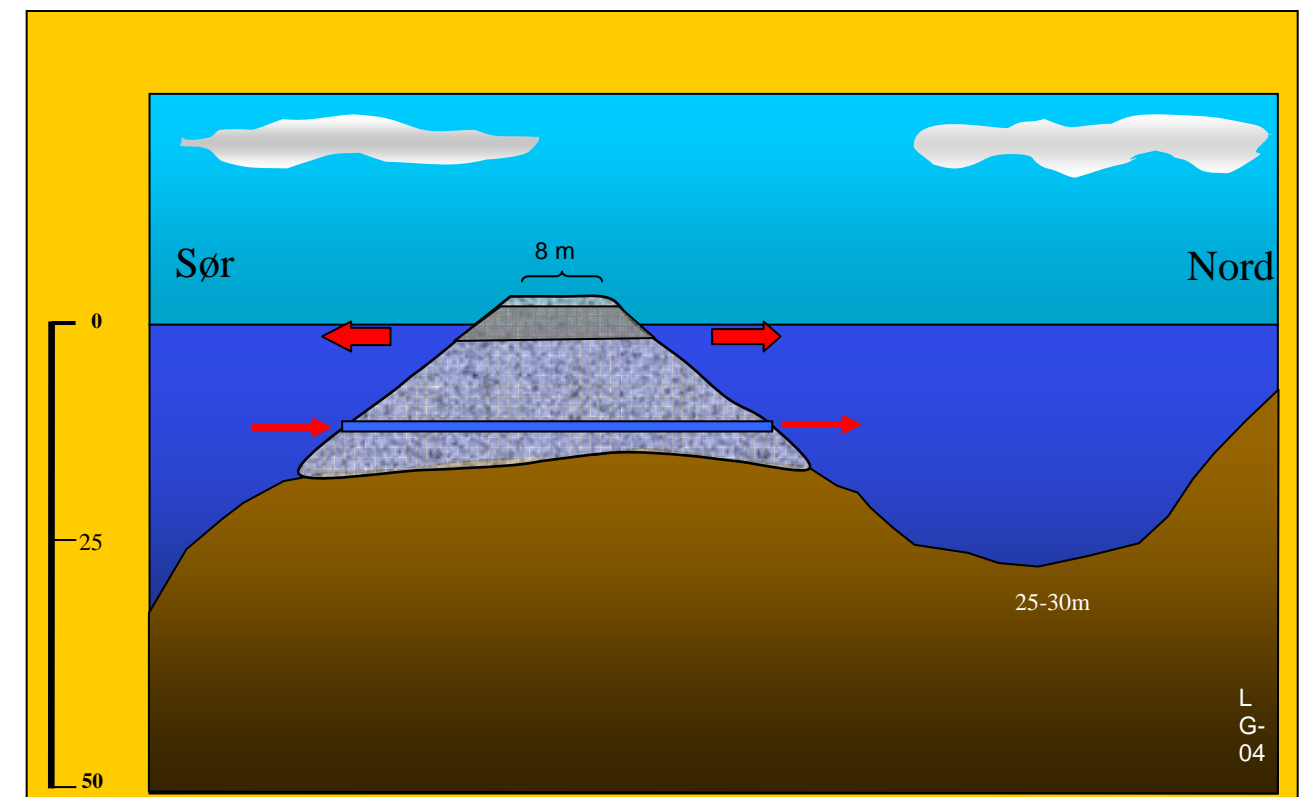




RAPPORT LNR 4991-2005

Nny veg med fylling i sjø mellom
Lerøy og Bjelkarøy i Sund
kommune, Hordaland
*For-studie for vurdering av konsekvensar for
vassutskiftinga*



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

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel Ny veg med fylling i sjø mellom Lerøy og Bjelkarøy i Sund kommune, Hordaland For-studie for vurdering av konsekvensar for vassutskiftinga	Løpenr. (for bestilling) 4991-2005	Dato Mars 2005
	Prosjektnr. Undernr. 24288	Sider Pris 35
Forfattarar Lars G Golmen	Fagområde Oseanografi 214	Distribusjon Open
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Sund VA. Midtstegen, 5382 Skogsvåg	Oppdragsreferanse A. Bergo
--	-------------------------------

Samandrag

Det ligg føre planer om å knyte øyane Lerøy og Bjelkarøy saman ved to steinfyllingar mellom Lerøy og Store Bukken samt bruspenne mellom Store Bukken og Bjelkarøy. NIVA har vurdert kva effektar fyllingane kan få for vasskvalitet og stømningstilhøve lokalt. Det er konkludert med at ved å etablere seglingsopning på ca 15 x 3 m samt røyr for gjennomstrøyming i nær botnen i største fyllinga vil ein kunne oppretthalde tilfredsstillande vasskvalitet. Fyllingane vil kunne medføre auka dyreliv i sjøen i området. Strømmen i Bukkasundet er rekna til å auke med ca 50% i høve til i dag, men vil neppe skape problemer for båttrafikken.

Fire norske emneord 1. Vegfylling 2. Lerøy 3. Bjelkarøy 4. Kulvert	Fire engelske emneord 1. Rock fill 2. Lerøy 3. Bjelkarøy 4. Culvert
--	---

Lars G. Golmen
Prosjektleder



ISBN 82-577-4689-4

Dominique Durand
Forskningsleder



Dominique DURAND

**Ny veg med fylling i sjø
mellom Lerøy og Bjelkarøy
i Sund kommune, Hordaland**

For-studie for

**Vurdering av konsekvensar for
vassutskiftinga**

Rapport frå NIVA, mars 2005

Føreord

Planer har versert i mange år om å knyte øyane Lerøy og Bjelkarøy i Sund kommune til fastlandet ved Hjellestad. Dette vil måtte innebære fylling og/eller bruer mellom dei to øyane og evt bru eller undersjøisk tunnel vidare austover frå Bjelkarøy til Hjellestad. Det er no satt i gong konkret forprosjekt på plansida for å knyte dei to øyane saman, mens sambandet vidare inn til fastlandet vil bli utgreidd seinare. Interconsult ASA (COWI AS frå 1/1 2005) er engasjert i noverande forprosjekt, som blir koordinert av Sund VA.

Det knyter seg visse spørsmål til kva moglege effekter innsnevringar og fyllingar kan få for vassutskiftinga i dei berørte sunda om sjøområda i nærleiken. Dette er uttalt m.a. i eit notat frå Fylkesmannens miljøvernavdeling til Sund kommune datert 1. juli 2004.

I august 2004 blei NIVA kontakta av Interconsult med spørsmål om å bidra til å klargjere vassfaglege problemstillingar i samband med planlegginga. Planane blei diskutert i eit møte hos NIVA-Vest 20. august 2004, der følgande deltok: Terje Faanes frå Interconsult, Arne Berge frå Sund VA, Steinar Solberg frå Vegkontoret samt Lars G. Golmen frå NIVA.

På bakgrunn av dette møtet ba Interconsult NIVA om forslag til gjennomføring av ei enkel vurdering (forstudie) for sjø i samband med planene (ingen KU i vanleg forstand). Forslaget vart akseptert 31. august med ei ramme tilsvarende 70 timeverk. Eit rapportutkast blei framlagt i november, 2004. Etter dette blei det halde møter om saka med NIVA den 7. og 22. desember 2004 samt 14. februar 2005. På møtet 22. desember framkom det ønske/behov om nokre tilleggsregistreringar på lokaliteten, dette vart gjort i januar.

Vi takkar dei ulike aktørane som har bidrege med opplysningar og til å få prosjektet i hamn. NIVAs Petter Stenstøm utførte modellsimuleringar og Tom Chr. Mortensen bistod under ROV opptak. Svein Østerhus og Tor Gammelsrød stilte med båt på dei tre tokta for å få utført målingar og registreringar i det aktuelle sjøområdet.

Bergen, mars 2005

Lars G. Golmen

Innhald

Samandrag	5
1. Innleiing	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Fyllingar-alternativ	6
1.3 Seglingsopning i fylling	8
1.4 Aktuelle problemstillingar	8
1.5 Innhald i prosjektet	8
1.5.1 Synfaring og tokt	9
1.5.2 Strømmåling	9
1.5.3 Modellsimuleringar for fyllingsalternativa	9
1.5.4 Undervass fotografering	9
1.5.5 Opplodding av botnen	9
2. Generelt om vassutskifting og miljøtilhøve i området	10
2.1 Lokal forureining	11
2.2 Hydrografiske tilhøve (sjikting etc)	12
2.3 Andre tilhøve av interesse	13
2.4 Akvakultur	13
3. Synfaring og målingar i 2004	15
3.1 Fotografi o.a.	15
3.2 Hydrografi	17
3.3 Strømmåling	18
3.3.1 Sjøtemperatur og turbiditet	20
3.3.2 Episode med kraftig strøm 22. oktober	21
3.4 Representativitet av strømmålingane	21
3.5 Undervass-fotografi	22
4. Opplodding av botnen	26
5. Vurderingar omkring effektar av fyllingane	27
5.1 Fysiske effektar - strømforhold	27
5.2 Effektar av sjølve anlegget/anleggsarbeidet	28
5.3 Endring av bølge-eksponering	28
5.4 Endring av djupvass-kvalitet	28
5.5 Vurderingar for kulvert og gjennomstrøymings-opning	29
5.6 Positive effektar av fyllingane?	31
6. Referansar	34

Samandrag

Øyane Lerøy og Bjelkarøy i Sund kommune skal knytast saman med Hjellesstad i Bergen kommune med bruer og fyllingar. I første omgong vil dei to øyane bli knytt saman innbyrdes med steinfyllingar mellom h.h.v. Lerøy - Litle Bukken og Litle Bukken - Store Bukken, og eit bruspenne frå Store Bukken til Bjelkarøy. Det knytter seg visse spørsmål til kva moglege effekter desse fyllingane kan få for vassutskiftinga i dei berørte sunda og sjøområda i nærleiken.

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, fekk difor i september 2004 eit oppdrag frå Sund VA, gjennom Interconsult ASA for å belyse vassfaglege problemstillingar i tilknytning til vegplanane. Oppdraget har inkludert fleire tokt og synfaringar til området i perioden oktober 2004-januar 2005, strømmålingar, hydrografimåling, filming av botnen med ROV, botnopplodding, teoretiske vurderingar og modellering, samt vurderingar og sluttrapportering.

Fyllingane vil medføre at det lokale sjøområdet nordom blir omdanna frå sund til ei vik eller bukt med hovudopning mot NW, med lengde/breidde på ca 350 m/250 m. Djupaste område vil bli ca 25-30 m djupt rett vest for Store Bukken, og det vil bli ein 120 m brei opning mot NW med tersklar på 12-15 m.

Tilhøva i dei berørte sunda er i dag prega av sterk straum med steinete botn og glatte bergsider med lite innslag av akkumulering på botnen. I hovedsundet der djupet er 23 meter, varierte strømmen regelmessig med flo/fjøre og maksimal strøm var 71 cm/s (1,4 knop). Det var sjeldan heilt strømsstille, kun i korte perioder ved strømsnu. Middelerdi for strømsstyrke var 10,7 cm/s.

Hydrografimålingane avdekkar ein viss grad av stagnasjon i eit djupbasseng NW for Store Bukken (ved Marholmen), men vatnet blei utskifta i løpet av oktober. Det er gjort vurderingar av behov for gjennomstrøymingsrøyr i djupare deler av fyllinga for å sikre utskiftinga i dette bassenget. Ein gjennomstrøyming på 1 m³/s bør oppretthaldast det meste av tida, og røyrret bør då helst vere 1,5 m i diameter, evt kan det leggest to røyr med 1 m diameter.

Det er plan å lage seglingsopning på ca 15 x 3 m i den lengste fyllinga. Dette vil bidra positivt til å oppretthalde tilfredsstillande vassutskifting i øvre lag. Det kan reknast med strøm opp i 1 m/s (2 knop) gjennom opninga i perioder med markert oppstuving (vind/lågtrykk), og under 0,5 m/s (1 knop) ved normale tilhøve.

Det er konkludert med at fyllingane med dei planlagte opningane ikkje vil gje uakseptable effektar for det marine miljøet.

Fyllingane vil medføre innsnevring av gjennomstrøymingsarealet (tverrsnittet) mellom øyane, og det er rekna at strømmen i Bukkasundet (mellom Store Bukken og Bjelkarøy) vil kunne auke med opptil 50% i høve til i dag. Under verste tilhøve vil dette kunne medføre strøm opp i 3-4 knop ved sterk vind og uver. Det er forventa at småbåtar som kan få problemer med slik strøm uansett neppe er ute og ferdast under slikt uver, slik at dette ikkje får praktiske konsekvensar.

Det er også vurdert om fyllingane kan ha positive miljøeffektar, og det er peikt på at det kan bli rikare dyreliv på botnen og nær/på fyllingane. Dette som følgje av dels fleire gøymestader for smådyr og fisk, og dels ved at botnen nordafor hovedfyllinga kan få meir karakter av akkumuleringsbotn.

1. Innleiing

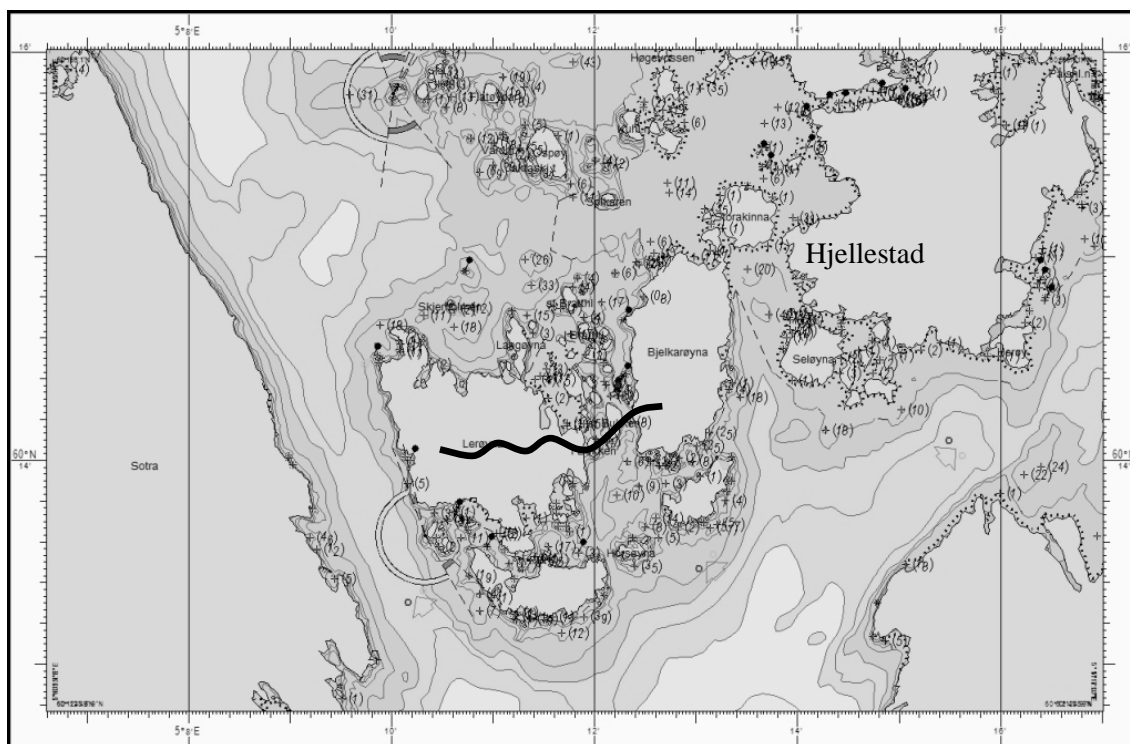
Dette innleiande kapittelet gjev bakgrunnen for prosjektet (rapporten) og relaterte opplysningar om vegprosjektet, samt oversyn over aktuelle vassfaglege problemstillingar.

1.1 Bakgrunn

Det ligg føre planer om å knyte saman øyane Lerøy og Bjelkarøy i Sund kommune med vegfyllingar og bruer. Vidare over til Hjellesstad i Bergen kommune (sjå sjøkartet, **Figur 1**) er det i neste fase tale om å lage undersjøisk tunnel. Det er no satt i gong forarbeid på plansida for å knyte saman dei to øyane. Interconsult ASA er engasjert i noverande forprosjekt, som blir koordinert av Sund VA.

Det knyter seg visse spørsmål til kva moglege effekter innsnevringar og fyllingar kan få for vassutskiftinga i dei berørte sunda og sjøområda. Dette er uttalt m.a. i eit notat frå Fylkesmannens miljøvernavdeling til Sund kommune datert 1. juli 2004.

På bakgrunn av dette fekk Norsk institutt for vannforskning, NIVA, i september 2004 oppdraget med å foreta vurderingar omkring vassfaglege problemstillingar i tilknytning til vegplanane.



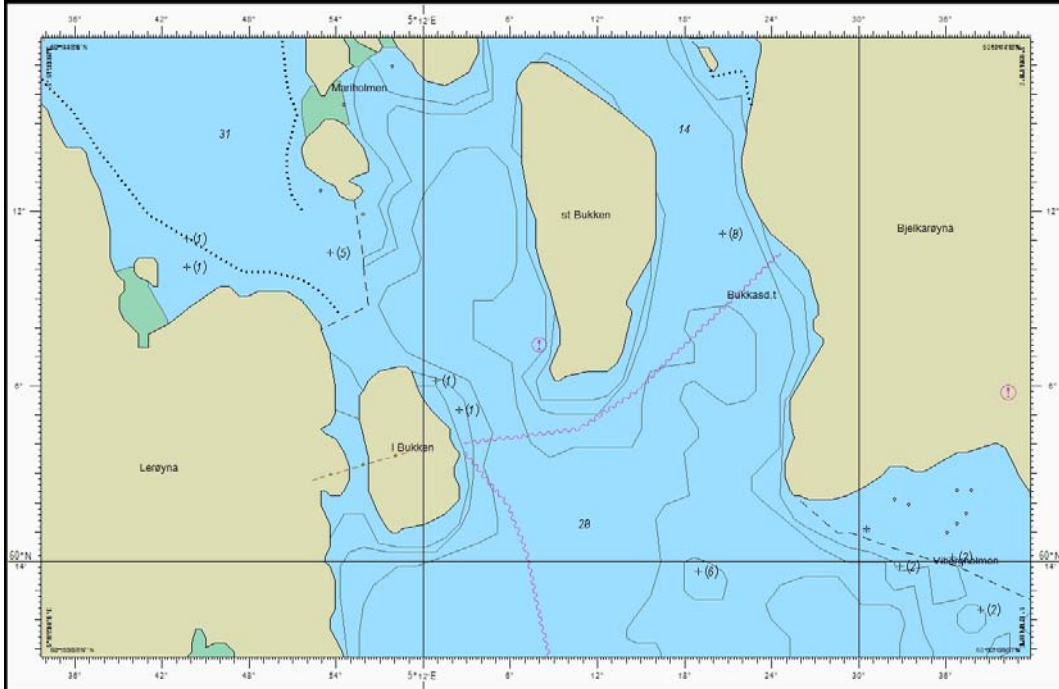
Figur 1. Kartskisse over områda rundt Lerøy/Bjelkarøy, med djupnekoter. Omtrentleg trase for ny veg er innteikna. Mellom Bjelkarøy og Hjellesstad er det plan om tunnel (ikkje del av noverande planprosess).

1.2 Fyllingar-alternativ

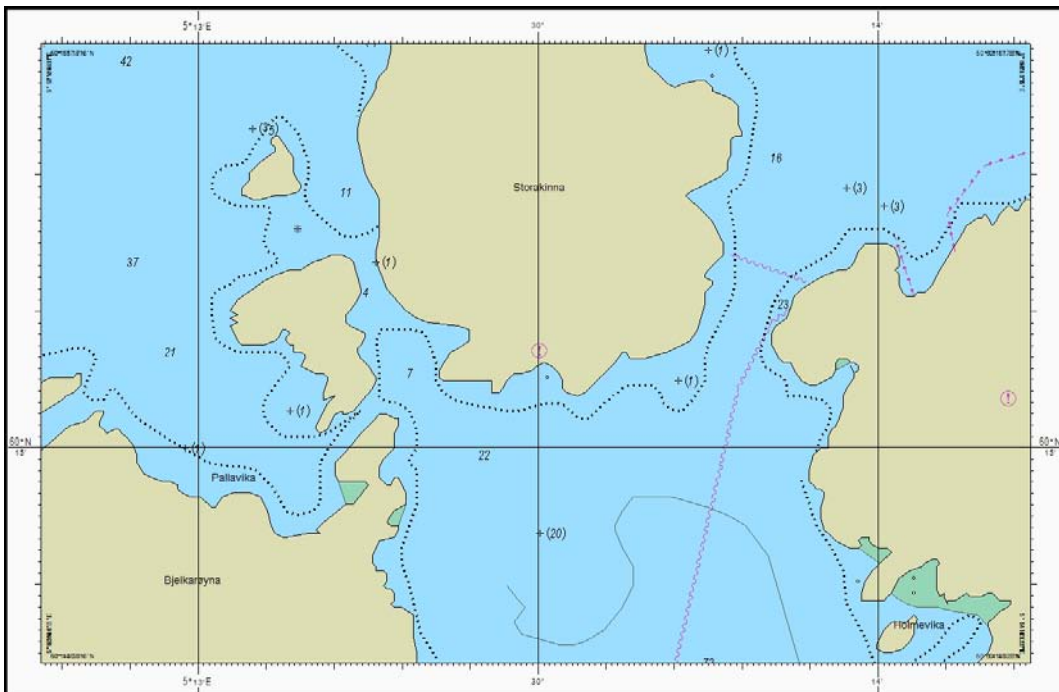
Det er tale om fast steinfylling frå Lerøy over til vestre (litle) Bukken, og fylling vidare derfrå til Store Bukken (**Figur 2**). Sistnemnde fylling kan få ei mindre seglingsopning. Vidare austover frå Store

Bukken er det planlagt bruspen over til vestsida av Bjelkarøy. Dette spennet vil neppe berøre tverrsnitt eller botn (gjennomstrøyming) i sundet.

Sambandet over sunda austover frå Bjelkarøy (**Figur 3**) er ikkje del av noverande prosjekt, men bør også vurderast i sbm vassutskiftinga i heile området mellom Sotra og Fana/Hjellestad.



Figur 2. Kart over dei berørte sunda mellom Lerøy og Bjelkarøy.



Figur 3. Sunda mellom Bjelkarøy og Hjellestad som ikkje inngår i foreliggende plan-prosess. Sundet der den største fyllinga blir lagt, er det breiaste av dei tre sunda mellom Lerøy og Bjelkarøy, som har ei samla breidde på ca 2.300 meter. Til samanlikning har Lerøysundet ei breidde på ca 850 m, og sunda austover Bjelkarøy om lag 100 meter.

Tabell 1. Nokre verdiar for tverrsnitta av dei ulike sunda mellom Lerøy og Bjelkarøy.

	Lerøy- L.Bukken	L.Bukken – S.Bukken	S.Bukken - Bjelkarøy
Breidde sund, kote 0	17 m	120 m	85 m
Djupne sund	2.5 m	23 m	15 m
Tverrsnittsareal, ca	20 m ²	1.700 m ²	600 m ²

1.3 Seglingsopning i fylling

Det er planen å legge ei seglingsopning gjennom den store fyllinga. Sjå illustrasjon i **Figur 29**. Dette for å stette behov for passasje for småbåtar, og for å stimulere vassutskiftinga særleg i overflatelaget. Det kan også ligge positive landskaps-estetiske element i ei seglingsopning. Vidare er det mogleg å legge røyr for gjennomstrøyming av vatn gjennom fyllinga djupare nede. Dette kan ha positiv effekt for utskiftinga i djupvatnet.

I prinsippet kan ein også legge røyr gjennom den minste fyllinga, men dette sundet spelar i utgangspunktet sannsynlegvis lita rolle for dagens vassutskifting i området, slik at effekten blir avgrensa/liten.

1.4 Aktuelle problemstillingar

Av sjøkartar framgår det at det er relativt grunt i dei berørte sunda. Gjennfylling vil kunne berøre vassutskifting og vasskvalitet i nærleiken.

Aktuelle spørsmål for NIVA å vurdere i denne samanheng:

- I kva grad vil dei ulike fyllingsalternativa påverke vassutskifting og vasskvalitet?
- Evt forbettringspotensiale ved kulvert/rør gjennom fylling?
- Vil dei medfølgjande inngrepa i strandsona kunne medføre negative miljøkonsekvensar?
- Kva næringsmessige konsekvensar kan ein forvente? (effekt for havbruks/skjell lokalitetar o.l.)
- Positive miljøeffekter av vegprosjektet?

Dette er moment som blei skissert i byrjinga av prosjektet, men som ikkje alle synest like relevante etter gjennomgang av problemstillingane.

1.5 Innhald i prosjektet

Prosjektet har hatt som mål å gje svar på spørsmåla basert på eksisterande kunnskap, ei innleiande synfaring, strømmåling og kvalitative/teoretiske vurderingar. Det var lite foreliggende opplysningar om det aktuelle sjøområdet (tidlegare miljøgranskningar og liknande). Det ligg føre ein rapport frå dykke-undersøkingar i samband med kartlegging for eventuelle arkeologiske/historiske gjenstandar på sjøbotnen i traseen (Bergen Sjøfartsmuseum), men den rapporten synta seg å ha mindre verdi for dei foreliggende spørsmåla.

Den innleiande delen av prosjektet gjalt sortering/systematisering av opplysningane om ulike alternativ (mellom anna seglingsopning/kulvert), med omsyn til moglege effekter i sjøen.

Vidare vart relevant informasjon om naturtilhøva og aktivitet i dei sjøområda som kan tenkast bli berørt av veganlegget, gjennomgått. Vi har vore i kontakt med m.a. Fylkeskommunen om dette.

1.5.1 Synfaring og tokt

Det blei gjennomført tre båt-turar (tokt) til området for å foreta synfaring og sjå på tilhøva lokalt. Toktdatoane var laurdag 2. oktober og søndag 31. oktober 2004 samt 13. januar, 2005. Det var dårleg ver alle tre dagane, så tilhøva var ikke optimale. På siste toktet var det sterk NV kuling med sluddbyger. På dei to første turane hadde vi med ein hydrografisonde (Seabird Electronics 1997) for å måle sjikting og oksygeninnhald i sjøen. Vi tok div. fotografi av dei berørte strandpartia og sunda, og nokre av desse fotoa er tatt med i rapporten.

1.5.2 Strømmåling

Problemstillingane og nokre av spørsmåla kravde data for dagens gjennomstrøyming særleg i det breiaste sundet som er planlagt med fylling. Dette for å få opplysningar om kva retning som evt. dominerar. På første toktet (2. oktober) blei det utplassert ein strømmålar nær botnen i dette sundet. Instrumentet blei satt på ca 22 m djup, 5 m over botnen og målte kontinuerleg til innhenting 31. oktober.

1.5.3 Modellsimuleringar for fyllingsalternativa

Vi har ytta modellar, m.a. "FJORDMILJØ" for å simulere effekter (følsemd) for endra djupvasstilhøve (oksygen) i djupe parti som følgje av mogleg endra sirkulasjon. I tillegg har vi nytta den hydrodynamiske modellen SMS med aktuell botntopografi (simulere bølgeeffektar etc).

1.5.4 Undervass fotografering

Etter første runde i prosjektet framkom det ønske/behov for å få tatt undervass fotografi av botnen i traseen og området rundt. Slik kartlegging blei gjennomført under toktet 13. januar 2005 ved hjelp av ein fjernstyrt undervassfarkost, ROV (Remotely Operated Vehicle).

1.5.5 Opplodding av botnen

Sjøkarta for området var relativt gode, men det var også uttrykt behov for å få gjort ei nærare kartlegging av tersklar o.l. med ekkolodd. Slik opplodding blei utført 13. januar med eit GPS basert OLEX/Simrad system.

2. Generelt om vassutskifting og miljøtilhøve i området

Øyrekka Lerøy -Bjelkarøy dannar ei naturleg grense mellom Korsfjorden (evt. Fanafjorden) i sør og Raunefjorden nordafor (**Figur 4**). Det er relativt trangt og grunt mellom øyane – største og breiaste seglingsløp er mellom Sotra og Lerøy (Lerøysundet). Sørlege del av løpet mellom Bjelkarøy og Hjellestad er breitt (500-700 m) men smalnar kraftig inn i Åleknappsundet i nord (23 m djupt, < 100 m breitt).

Strømmen i sunda (spes Bukkasundet) går i flg. Den Norske Los Bd. III (1982) nordover ved fløande sjø og sørover ved fallande sjø. Botnen mellom holmane (grunnare parti) er omtalt som skjel- og sandbotn, med fjell/stein innimellom.



Figur 4. Kart over Raunefjorden, Vatløstraumen og deler av Byfjorden i nord. Kartet syner også sørgrensa for kosthaldsrestriksjonar i Bergen som ligg ved Lerøy-Bjelkarøy.

Lenger nord, i Raunefjorden, er tidvasstrømmen antatt å gå kraftigare mot nord enn mot sør, i alle fall i overflata. Terskjeldjupet i Vatløstraumen er ca 40 m, og vatn grunnare enn dette vil sirkulere relativt fritt nord-sør i Raunefjorden, alt etter tilhøva.

Sommaren 1996 utførte NIVA strømmålingar i Lerøysundet (mellom Sotra og Lerøy) i djupneintervallet 18-70 meter. Målingane i 18 meter på stasjonen midt i sundet som er mest relevant for noverande utgreiing, synte middelverdi for strøm på 13,4 cm/s, med nettostrømsretning mot søraust. Verdiane for vektormiddel (2,4 cm/s) og stabilitetsfaktor (0,18) tilseier at strømmen var

variabel m.h.t. retning, og at sør-komponenten berre var marginalt meir framtrudande enn nord-komponenten. Dette stod i kontrast til strømmen djupare nede, som for det meste gjekk nordover (Nygaard og Golmen 1996). Målingane som UiB utførte same stad i 1973-74 (Helle 1975) indikerer nordgåande strøm i alle måledjup, så langt vi har kunna tolke datarapporten.

2.1 Lokal forureining

Det er lite busetnad i nærområdet til dei berørte sjøområda, slik at dette neppe representerer nokon signifikant forureining. Vi har ikkje hatt tilgang til/gjennomgått rense- og avlaupsløysingar for aktuelle bustader/hytter.

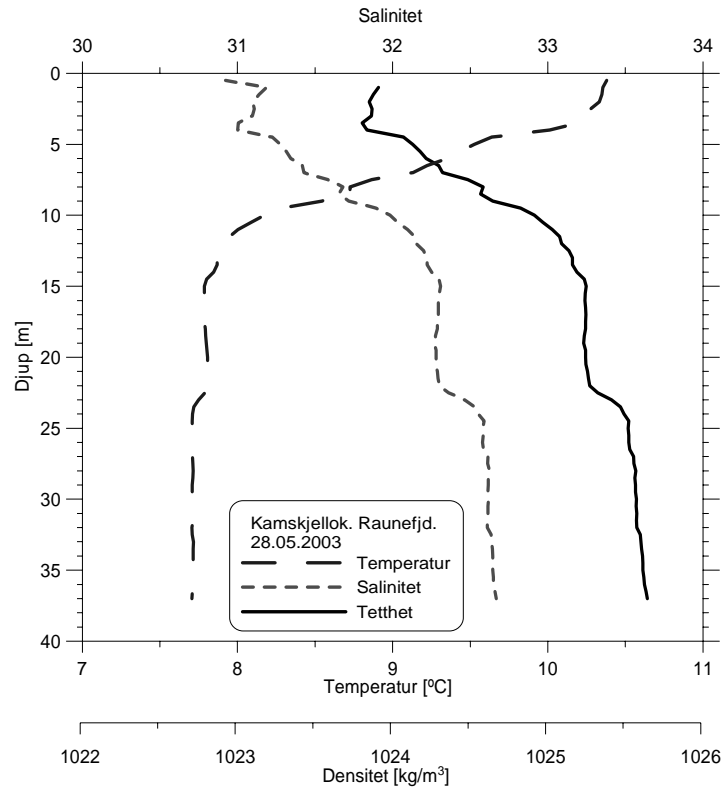
På Bergenssida er det eit større utslepp på Sletten, sør for flyplassen, rett aust for Tyssøy. Avtanden sørover til vårt område er om lag 5 km. Renseanlegget på Sletten (etablert 1980) mottar kloakk frå ca 40.000 pe. I tillegg kjem sigevatn frå flyplassen, og tilførsler frå industri, m.a. frå Hansa Bryggeri 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 Raunefjorden/ Vatelestraumen 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 verdiar 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).

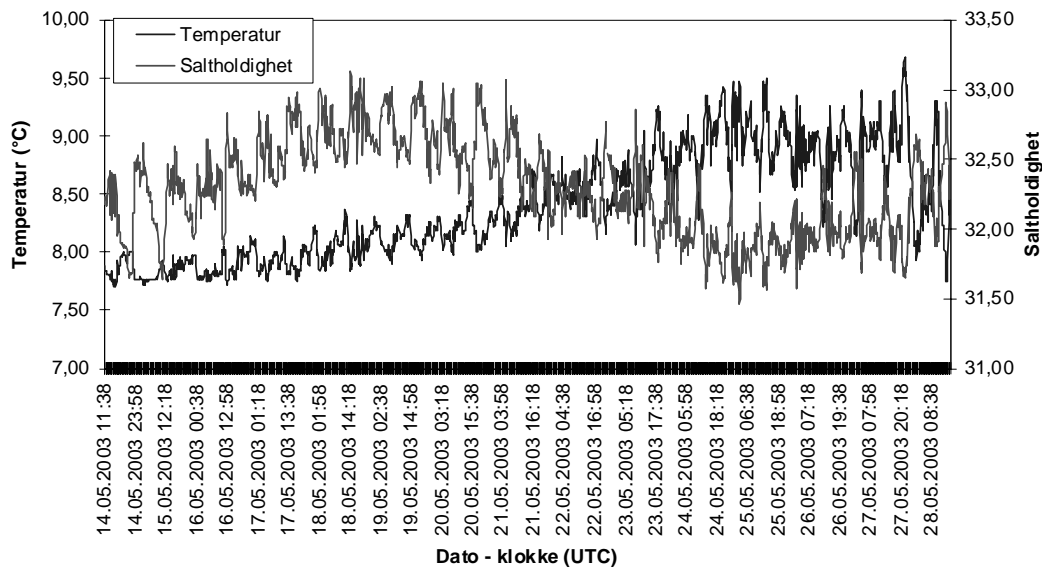
Det er etter dette ikkje kjende forureiningskjelder av betydning i området, med unntak av evt. utslepp av miljøgifter frå den nemnde Sletten renseanlegg. Avstanden til dette anlegget er ca 5 km, og evt utslepp er forventa å vere sterkt fortynna før restar evt. kan nå Lerøy/Bjelkarøy.

2.2 Hydrografiske tilhøve (sjikting etc)



Figur 5. Målt vertikalprofil av sjøens salinitet og temperatur samt utrekna densitet 28. mai 2003 ved Bjørøy (frå Golmen 2003).

Sjøområda rundt Lerøy-Raunøy er vanlegvis moderat til lite sjikta, p.g.a. nærleiken til Korsfjorden og havet. **Figur 5** syner data frå ein hydrografisk profil frå Raunefjorden (Bjørøy) i mai 2003, eit tidspunkt på året då ein kan forvente tiltakande sjikting (aukande temperatur og avtakande salinitet nær overflata). Ved dette høvet var det moderat sjikting, med ca 31 i salinitet og 11 °C i temperatur i overflata. Tidsserien (**Figur 6**) frå strømmålaren som stod på samme lokalitet synte moderat variabilitet og liten trend i dei 2-3 vekene i mai, 2003 som målingane varte.



Figur 6. Målt temperatur (blå/mørk kurve) og salinitet (grøn/lys) sør for Bjørøy i perioden 12. – 28. mai 2003 (Golmen 2003).

2.3 Andre tilhøve av interesse

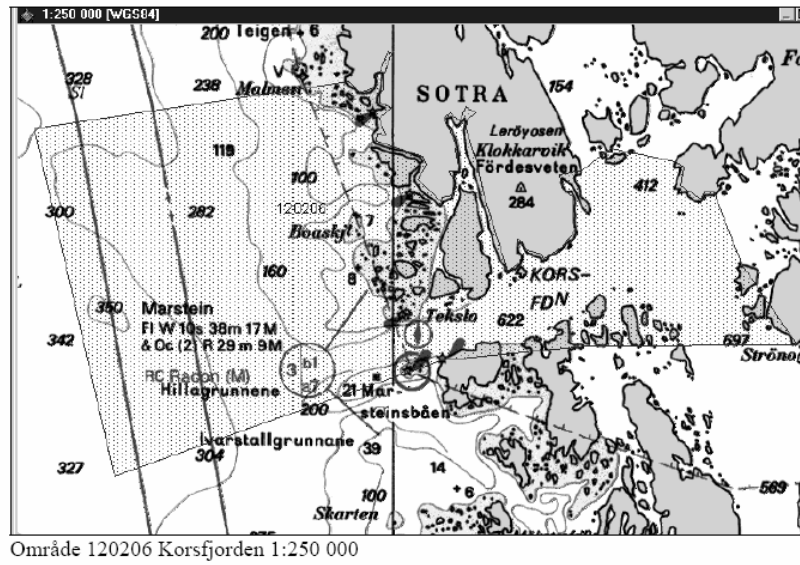
Der er alt nemnt at grensa for kosthaldsrestriksjonar går tvers over ved ved Lerøy-Bjelkarøy (**Figur 4**). Det inneber restriksjonar i fangst og sal av fisk etc fanga nordom denne grensa, og visse åtvaringar om å innta for mykje fiskelever m.m. For foreliggende problemstilling er denne grensa sannsynlegvis av liten aktualitet.

Der er fleire verna øyar (friluftsområde), m.a. austre Buarøy og Bukken. Området er eit mykje nytta turområde, særleg for fritidsbåtar.

Fiskerisjefen har foreslått eit marint verneområde (vern av sjøen/sjøbotnen) som dekkjer Korsfjorden og sørom Lerøy (**Figur 7**).

2.4 Akvakultur

I følgje Fiskeridirektoratets havbruksregister er det ein lokalitet i området ved Skjerholmen nord for Lerøy. Denne tilhøyrrer Sjøtroll Havbruk, og har konsesjon for 36.000 m³. Lokaliteten synes vere i bruk, det er i alle fall eit anlegg plassert der. Vi har ikkje oversyn over evt. andre søknadar om lokalitetar som måtte foreligge i dei berørte sjøområda.



Figur 7. Marint verneområde i Krossfjorden (forslag fra Fiskerisjefen).



Figur 8. Sundet mellom Litle og Store Bukken, sett fra sør.

3. Synfaring og målinger i 2004

3.1 Fotografi o.a.

Under dei to tokta i 2004 gjekk vi over med ekkolodd i nokre av dei berørte sunda og områda nordafor/ sønnafor. Vi konsentrerte oss om dei to sunda som kan bli berørt av fyllingar. Sundet mellom L. bukken og Store Bukken (**Figur 8**) er ca 120 m breitt, og max djupne blei målt til ca 23 m med ekkoloddet. Botnprofilen var om lag V-forma, med jamn skråning frå senter i sundet oppover mot land på begge sider.

Sundet mellom Lerøy og L. Bukken (**Figur 9**) er vesentleg smalare, anslagsvis 17 m i flomålet, og ekkoloddet synte 3,5 m på første synfaringsdagen. Kompensert for flo/fjøre vil dette representere eit middel seglingsdjup på ca 2,5-3 m. Det var ikkje problem å gå gjennom sundet p.g.a. strømmen på det aktuelle tidspunktet (stiv/sterk kuling frå sør/sørvest).

Figur 10 og **Figur 11** gjev eit inntrykk av tilhøva i Bukkasundet.



Figur 9. Sundet mellom Lerøy (t.h.) og Litle Bukken, sett frå nord. Sundet er ca 3 m djupt og 12-15 m breitt på det grunnaste/smalaste, og er foreslått utlagt med fylling.



Figur 10. Bukkasundet sett frå nord. Her vil det bli bruspen.



Figur 11. Gammalt hus på øya Buk van Raa nord for Store Bukken. Ligg på BB side ved segling nordover gjennom Bukkasundet.

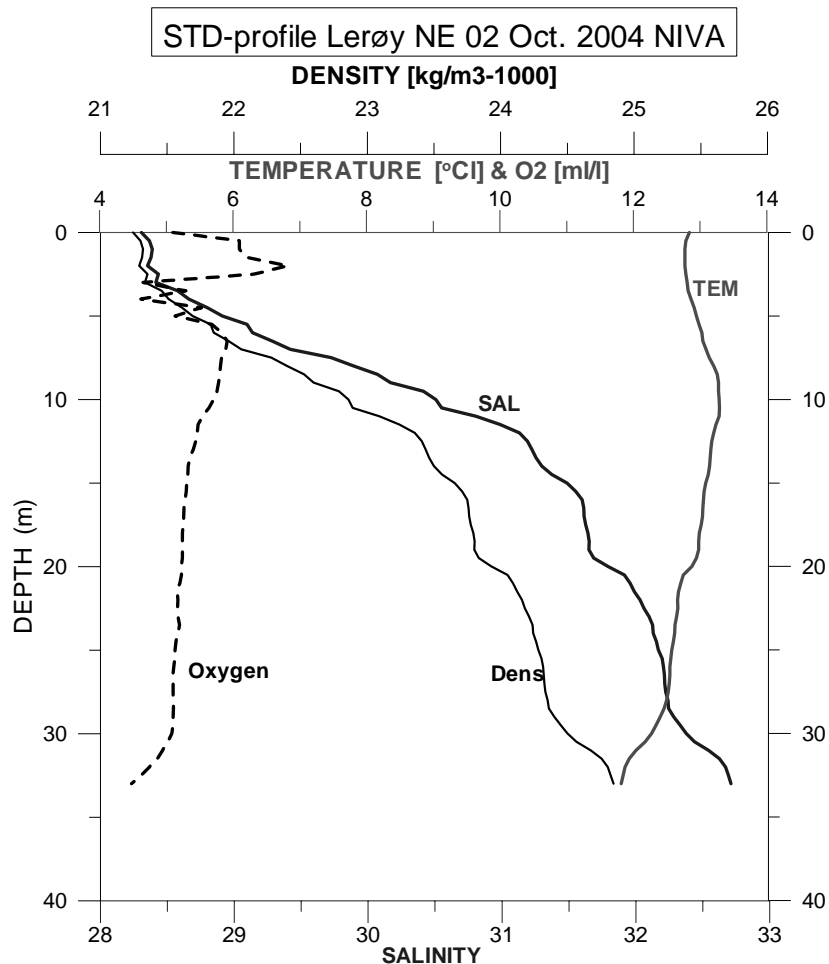
3.2 Hydrografi

Etter å ha studert botntilhøva på første og andre toktet tok vi hydrografisk profil inkludert oksygenmåling i djupare parti rett N for NE spissen av Lerøy, vest for Mariholmen. Djupna der var max 34-35 m. Dette synest vere den mest karakteristiske djuphola i området, og kan moglegevis vere gjenstand for stagnasjon og lågt oksygeninnhald i dag, særleg om hausten.

Figur 12 og **Figur 13** syner resultat av målingane h.h.v. frå 2. og 31. oktober 2004.

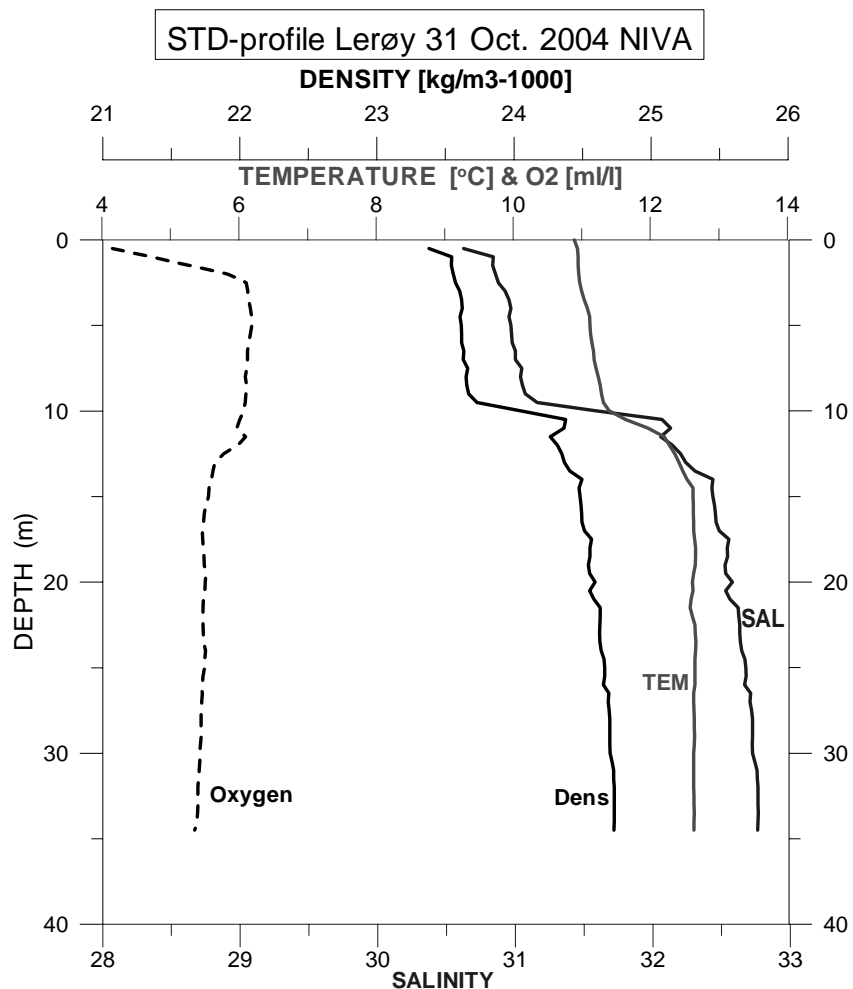
Det var tydeleg meir markert og kontinuerleg vertikal sjinking i sjøen ved første i høve til ved siste måling. 31. oktober hadde det etablert seg to lag med sprangsjikt rundt 9-10 m djup.

Oksygenverdiane avtok svakt mot botn, og ved første måling synest det vere eit sjikt frå 30 m og ned til botn der oksygenet avtok raskare med djupet enn enn lengere oppe (kan indikere tidvis stagnasjon nær botn). Verdien ved botn var imidlertid fortsatt tilfredsstillande, ca 4,6 ml/l (75% metning, motsvarar SFT klasse "Meget God" dersom dette var minimum for året).



Figur 12. Målt profil i osen NE for Lerøy (vest for Store Bukken) 2. oktober 2004. Oksygenverdi ved botnen var 4,5 ml/l, motsvarande 73% metning. Mellom 10 og 30 m låg oksygenverdiane rundt 5,2 ml/l, motsv. Ca 85% metning.

Andre gong (31. oktober - **Figur 13**) hadde oksygenverdien ved botn stege til 5,3 ml/l (88% metning), og gradienten nær botn frå sist var forsvunne. Salinitet og temperatur nær botn hadde også endra seg, frå h.h.v. 32,70 og 11,8 °C til 32,76 og 12,6 °C. Desse endringane foregjekk i ein periode av året då meir følsame djupbasseng gjerne får forverra oksygentilhøve p.g.a. manglande sirkulasjon; dette synes ikkje vere tilfelle for dette aktuelle djupbasset som neppe kan karakteriserast som "sårbart" i dag.



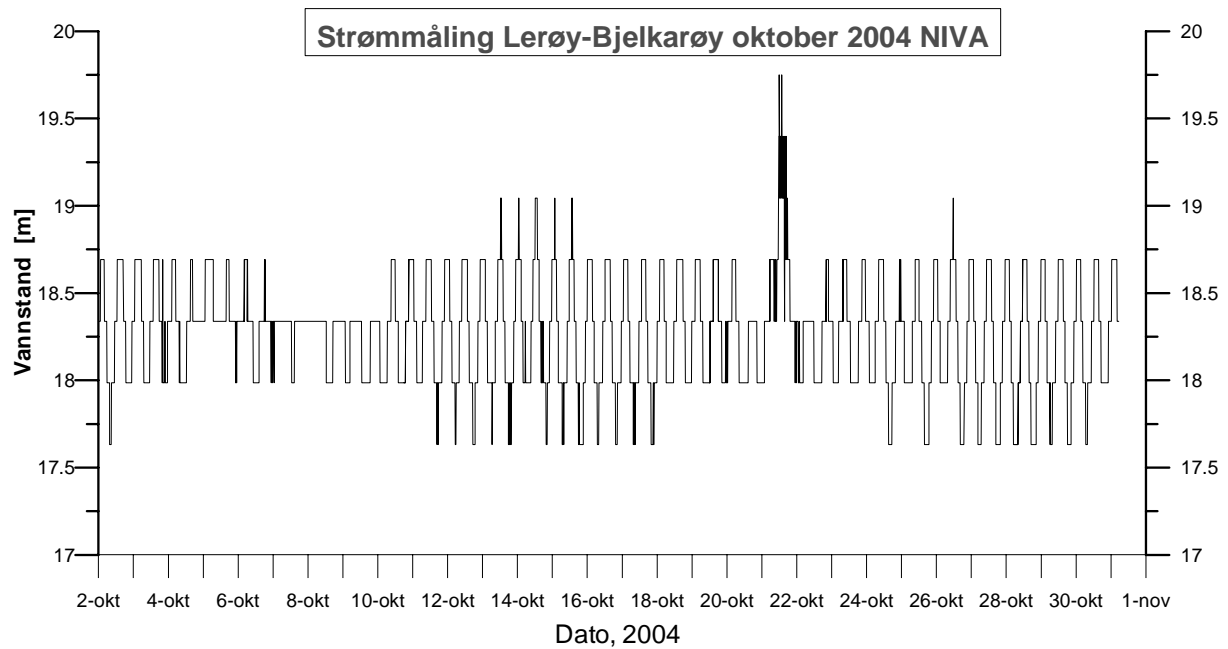
Figur 13. Målt profil i osen NE for Lerøy (vest for Store Bukken) 31. oktober 2004. Oksygenverdi ved botnen var 5,4 ml/l, motsvarande 89 % metning. Mellom 10 og 30 m låg verdiane mellom 5,4 og 6 ml/l, d.v.s. opp mot 100% metning.

3.3 Strømmåling

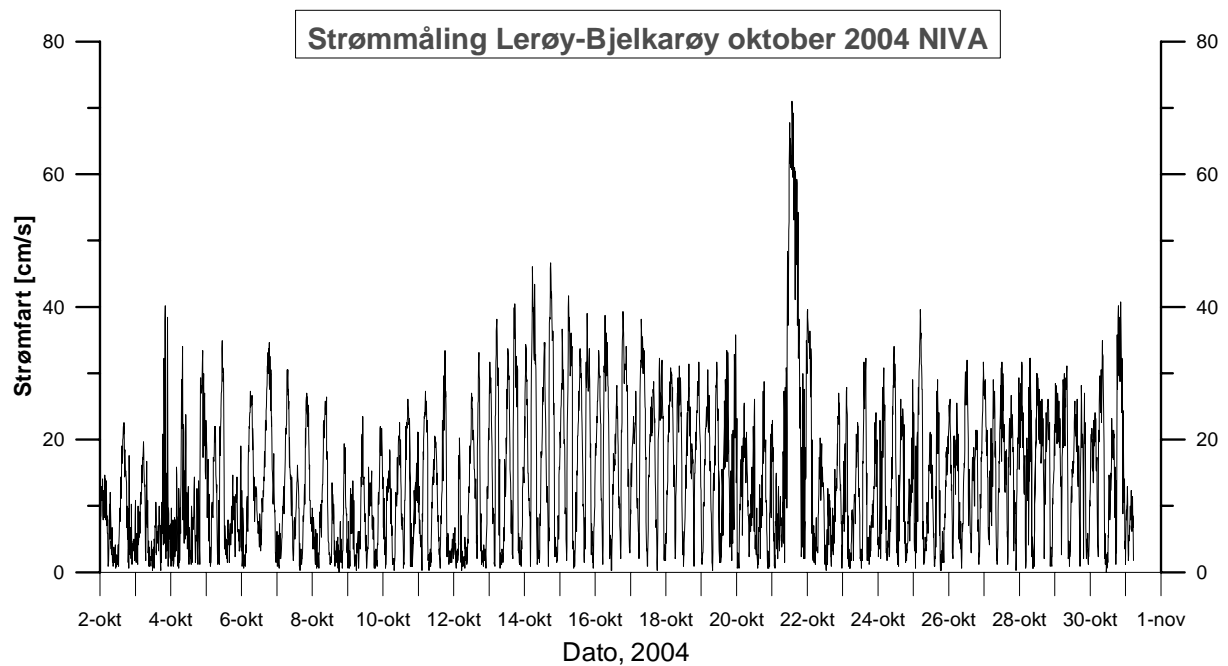
Strømmålingane blei gjort med ein Aanderaa RCM-9 akustisk dopper målar som også hadde andre sensorar (for temperatur, trykk, konduktivitet, turbiditet). Målaren stod 5 m over botn, motsvarande ca 18 m vassdjup, midt i sundet mellom L. og St. Bukken. Målaren logga med 10 minutt intervall heile perioden frå utsett 2. oktober og opptak 31. oktober. Målaren hadde tilsynelatande stått fint (**Figur 14** syner vannstanden over målaren), og alle data var intakt ved opptak. Den 22. oktober var det unormalt kraftig nordgåande strøm (**Figur 15**) noko som sannsynlegvis forklarar auken i vannstand denne aktuelle dagen (riggen blei dradd med strømmen).

Strømmen varierte som forventa regelmessig med flo/fjøre og maksimal strøm var 71 cm/s. Det var sjeldan heilt strømostille, kun i korte perioder ved strømsnu. Middelverdi for strømsstyrke var 10,7 cm/s.

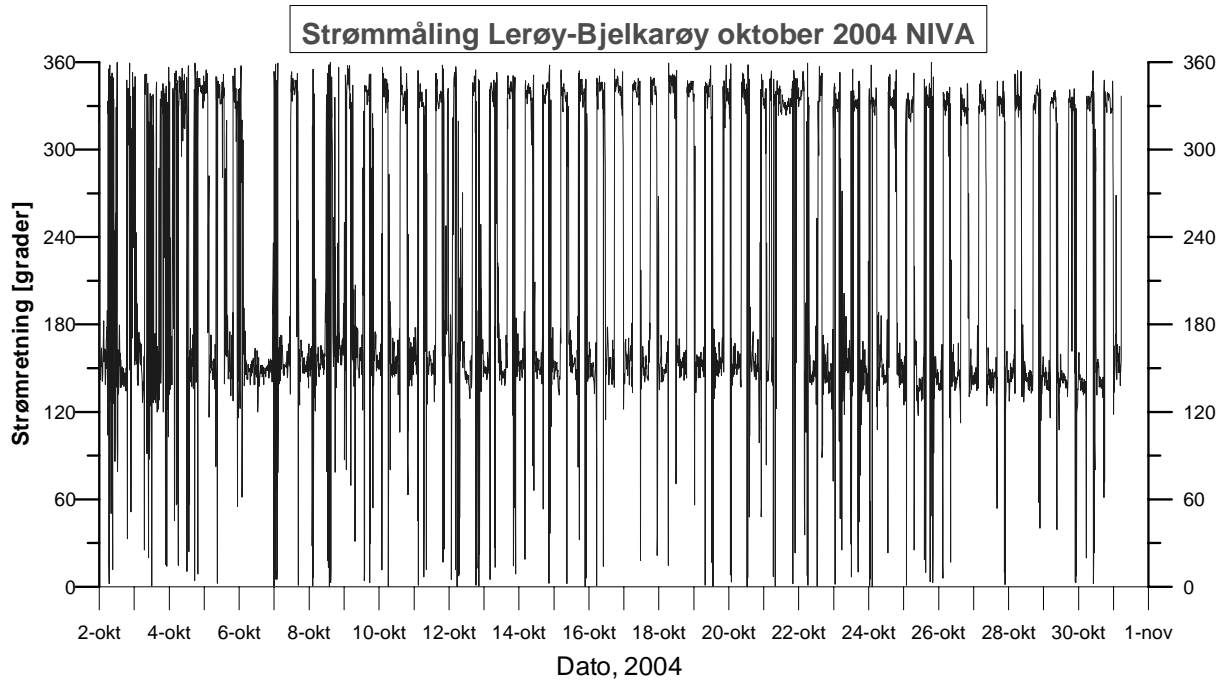
Strømretningane mot N-NW (340 grader) og S-SE (160 grader) dominerte, sjå **Figur 16**. Det var ingen tydeleg dominans mellom dei to, slik at nettostrømmen (resultantvektoren) var liten.



Figur 14. Kurve som syner variasjon flo-fjøre der målareren stod.



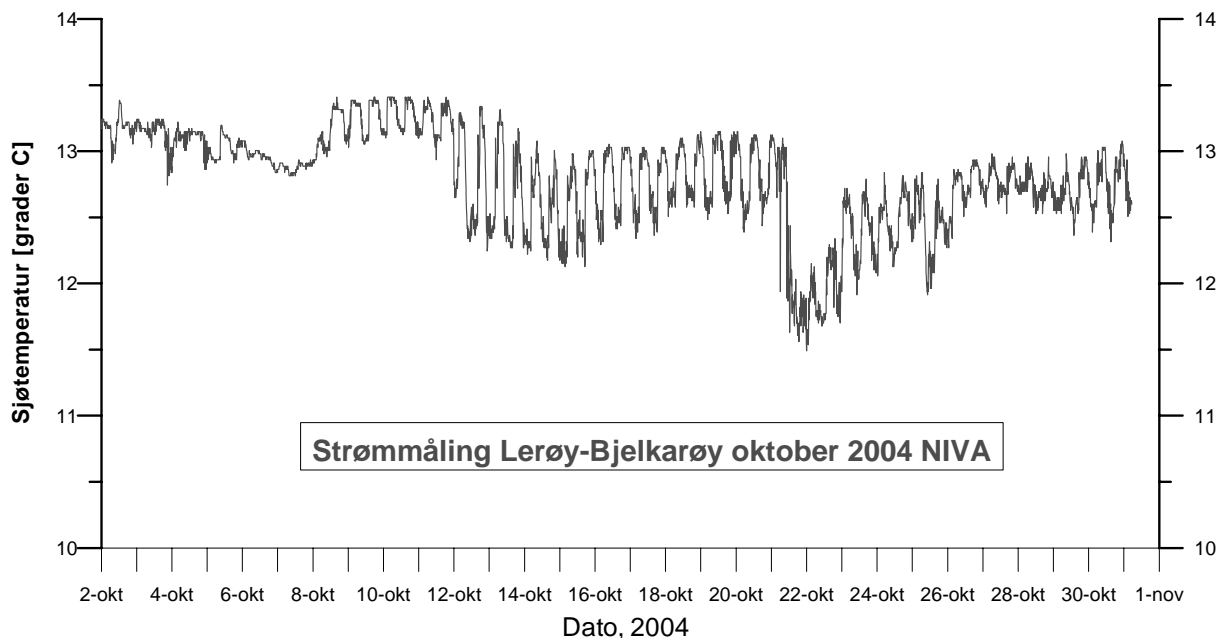
Figur 15. Målt strømfart i 18 m djup i sundet mellom L. og Store Bukken i oktober, 2004.



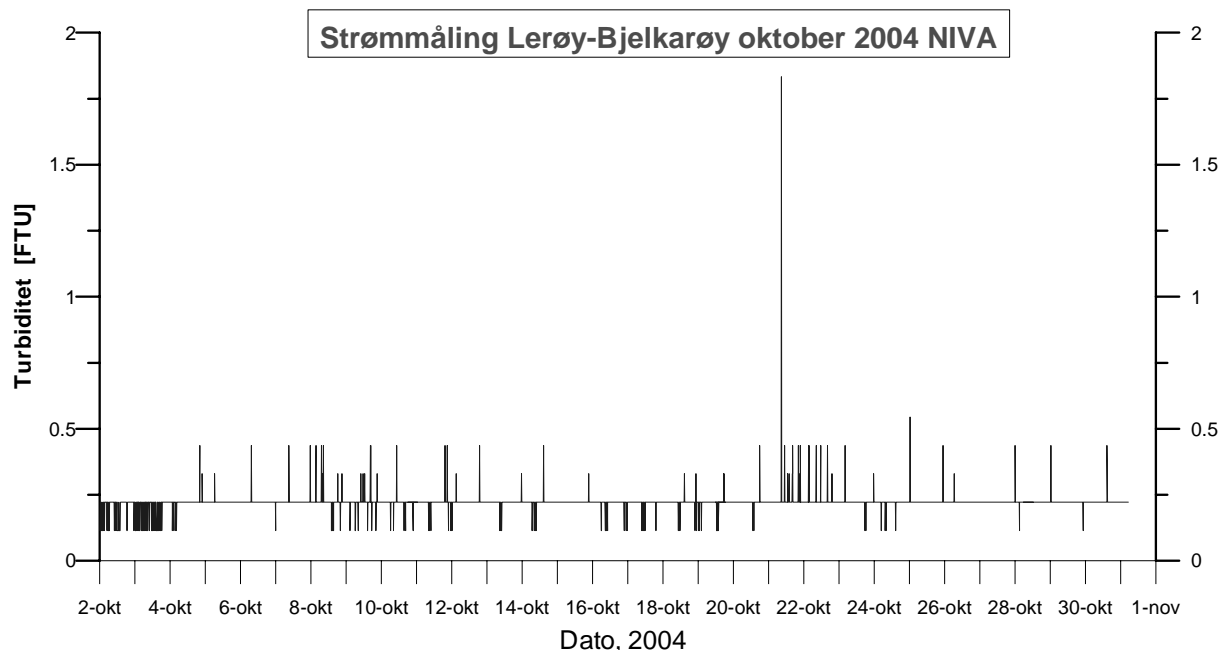
Figur 16. Målt strømretning (retning strømmen går mot) i 18 m djup i sundet mellom L. og S. Bukken i oktober, 2004.

3.3.1 Sjøtemperatur og turbiditet

Kurvene for målt sjøtemperatur og turbiditet er synt i **Figur 17** og **Figur 18**. Temperaturevn varierte mellom 11,5 og 13,5 grader. Turbiditetsverdiane var vanlegvis låge (lite partiklar i sjøen, god sikt).



Figur 17. Målt sjøtemperatur i 18 m djup i sundet mellom L. og S. Bukken i oktober, 2004.



Figur 18. Målt turbiditet (som FNU/FTU) i 18 m djup i sundet mellom L. og St. Bukken i oktober, 2004.

3.3.2 Episode med kraftig strøm 22. oktober

Episoden rundt 22. oktober med sterk strøm var assosiert med midlertidig fallande temperatur, og aukande turbiditet. Temperaturfallet må skuldast at vatn frå djupare lag i Korsfjorden/Fanafjorden vart ført nordover og oppover og inn gjennom sundet. Den sterke straumen har virvla opp partiklar frå botnen, som har blitt fanga opp av turbiditetssensoren.

Det var vedvarande norgående strøm under denne episoden; ein flo/fjøre syklus har blitt "hoppa over".

3.4 Representativitet av strømmålingane

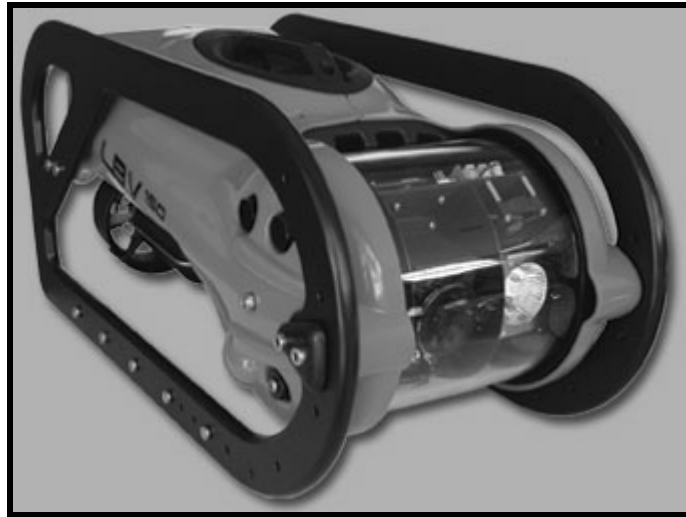
Strømmålingane blei gjennomført i oktober månad – den avgrensa tidsrammen for forprosjektet tilsa at ein også måtte avgrense måleomfanget. Spørsmålet er om desse målingane er "typiske", eventuelt om dei representerer ein ekstrem-situasjon eine eller andre vegen. Strømmen vil normalt variere over tid, på kort skala (minuttar-timar, slik som observert) og på lang tidsskala (dagar/veker og lenger). Strømmen i oktober 2004 var sannsynlegvis forskjellig frå strømmen i oktober 2003 etc. men det vil likevel oftast vere eit gjennomgåande mønster, likt frå år til år.

Normalt vil strømmen vere sterkare i vinterhalvåret enn i sommarhalvåret, sidan den om vinteren blir overstyrt av atmosfæriske drivkrefter som kraftig vind og store lufttrykksvariasjonar. Dette gjeld særleg overflatestrømmen, d.v.s. strømmen nokre titalls meter nedover. M.a.o. ned til terskeldjupet i det aktuelle fyllingsområdet.

Oktober månad ligg i overgangen frå sommar til vinter, så ut frå dette er det rimeleg å anta at målingane, i alle fall middelveien av desse, kan representere normaltilhøva eller års-middel rimeleg bra. Oktober 2004 var relativt roleg vermessig sett, med unntak av den nemnde perioden rundt 22. oktober som som truleg hadde samanheng med kraftig vind. Den kraftige strømmen som då blei generert kan for øvrig ha bidratt til den utskiftinga av bassengvatnet lenger nord som oksygenmålingane tilsa må ha skjedd i løpet av månaden.

3.5 Undervass-fotografi

13. januar 2005 foretok vi ein video-kartlegging av sjøbotnen i området i/ved traseen for den største fyllinga. Utstyret var NIVAs Robotics ROV (**Figur 19**) utstyrt med to kamera, eit i svart-kvitt, og eit i farge. P.g.a. uver med svært kraftig (sørgåande) strøm i sundet var det problemer med å manøvrere farkosten eksakt dit vi ville, men vi fekk likevel tatt opp ca 1,5 time med digital video som er blitt redigert inn til ein kortare sekvens, og overlevert oppdragsgjevar. Opptaka fokuserte på fyllingstraseen (ukorrigerte djupner på 23-25 meter) og fallet vidare sørover ned mot større djup, ned til max ca. 40 meter.



Figur 19. NIVAs Seabotix ROV som blei nytta ved Lerøy.

Frå videoen ar vi tatt ut nokre still-foto for denne rapporten (**Figur 20 - Figur 24**). Desse har ikkje skarpaste kvalitet, men gjev eit OK inntrykk av tilhøva. Fotoa inneheld ein del data, m.a. djupne i meter (2. lina, midt på, før "MS"). Figurtekstane gjev korte kommentarar til det som er synleg.

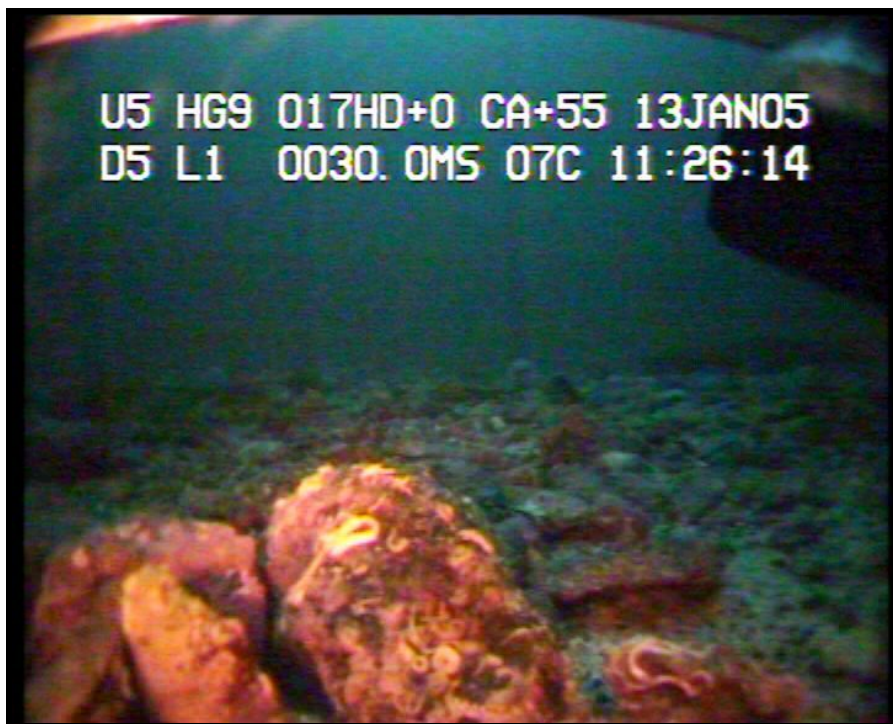
Det var generelt lite dyr å sjå under opptaka, nokre kråkeballar og sjøstjerner var det synlege, ingen fisk. Tare såg vi lite av djupare enn ca 22 meter, men forekomsten auka med grunnare djup.



Figur 20. Transekt rett over el-kabelen om lag midt i sundet, litt sørom grunnaste partiet.



Figur 21. Undervassfoto av området SV for sørspissen av Store Bukken, litt sør for fyllingstraseen. Djupne ca 25 meter. Ingen spesielle ting å merke seg, ein del skjellsand er virvla opp i skråninga, og der er spreidd forekomst av tare.



Figur 22. Frå parti litt sørom terskelen i fyllingstraseen. Stein med kalklag, og nokre kalkrørsmark. Ellers område prega av småstein og skjellsand innimellom. Lite tare.



Figur 23. Parti på 25 m djup med mykje skjellsand i austre del av traseen.

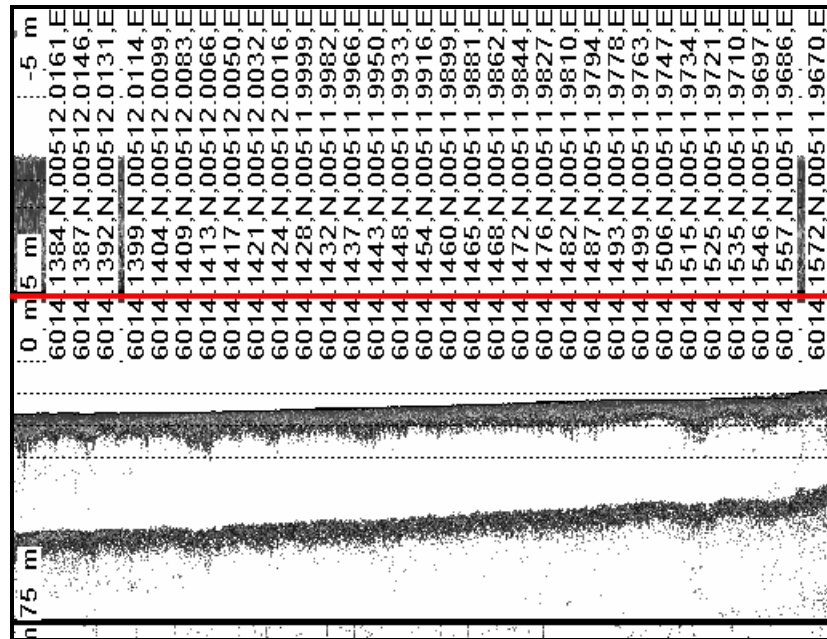


Figur 24. Botnen i skråninga nedover mot større djup på sørsida av fyllingsområdet, med småstein og skjelsand. Lite synleg dyreliv.

4. Opplodding av botnen

På toktet 13. januar 2005 nytta vi eit OLEX basert oppmålings-system, kombinert med ein 2 frekvens Simrad transducer som var montert under ein ”vinge”. Vingen hang fritt på sida av båten i ein bom, og la seg like under sjøoverflata. Posisjonsdata frå ein GPS mottakar blei logga fortløpande (**Figur 25**). Ruta som båten følgte, blei plotta opp på OLEX systemet sin PC-skjerm.

Data blei logga dels som grafer på ein PC for Simrad systemet, og som data i OLEX PCen.



Figur 25. Døme på skjermdump frå Simrad PCen (fleire grafer under som indikerte botnsubstrat etc er fjerna). Djupneaksen går frå 0 (raud strek) til 75 meter. Posisjonar er angitt kvart 5. sekund, m.a.o. posisjonsfix ca for kvar 3. meter.

På grunn av den sterke vinden var det noko problematisk å halde stø kurs alltid, samt å gå nær land. Vi konsentrerte oss om dei sentrale delene av fyllingsområdet, samt seglingsleia aust for Store Bukken. For denne leia knyter det seg nokre spørsmål til strømmen, og om den vil bli sterkare p.g.a. fyllinga.

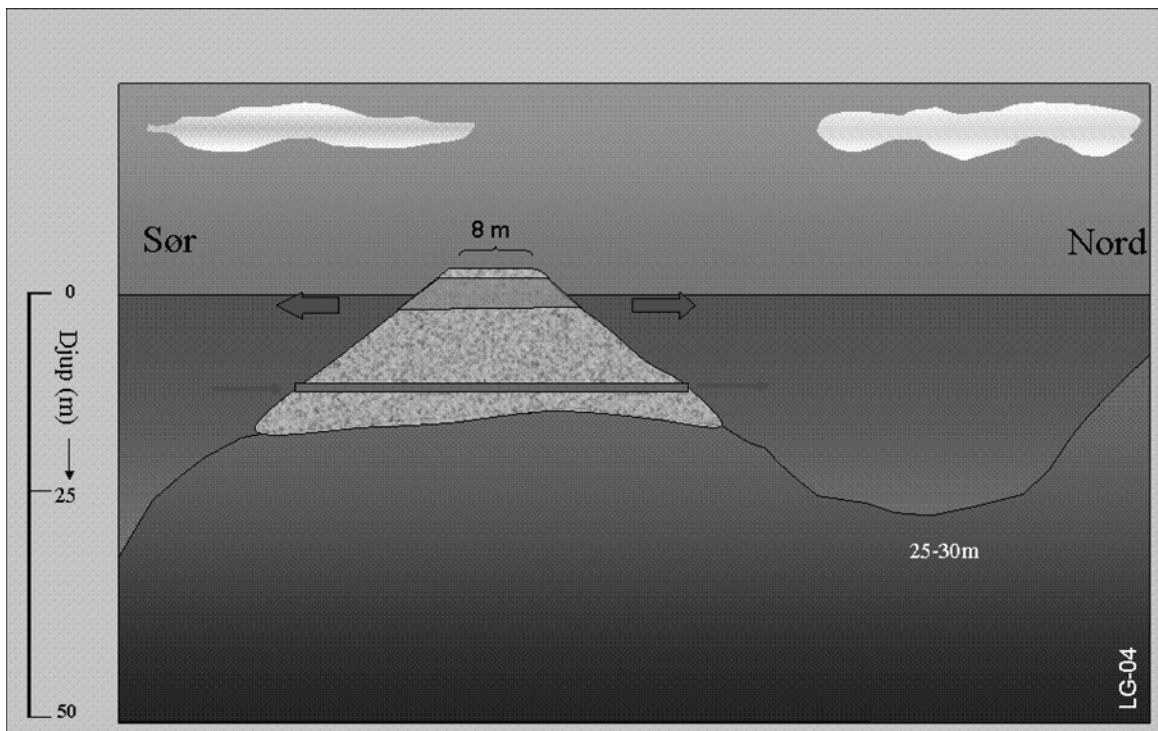
Det blei gått 6-7 nord-sør transekt i hovedsundet, samt tre transekt i sundet aust for Store Bukken (Bukkesundet). Materialet synte seg likevel å vere litt for spinkelt til å gje gode automatiske konturplott (djupnekoter). Vi har i denne presentasjonen konsentrert oss om hovudtrekka.

- Sundet aust for Store Bukken hadde minste seglingsdjup på 15 meter (ukorrigert djup). Dette er i bra samsvar med det som er oppgitt i sjøkartet. Ingen nye strukturar i høve til sjøkartet og som kunne verke blokkerande, blei notert.
- Djupnene i sentrale deler at den skisserte fyllingstraseen låg på 23-25 meter, med temmeleg flat og jamn botn (noko som undervassfotoa stadfesta). I austre del av traseen, evt litt sørom denne, var det meir innslag av større stein, i foten av skråninga opp mot Store Bukken.

5. Vurderingar omkring effektar av fyllingane

NIVAs studie fokuserer på vassutskifting og vasskvalitet, og berører ikkje andre miljømessige problemstillingar i tilknytning til vegprosjektet (blir handsama av andre instansar). Faktorar som berører vasskvalitet er i stor grad knytt til endring i sirkulasjon og opphaldstid for vatnet.

Fyllingane vil medføre at det lokale sjøområdet blir omdanna frå type sund til vik eller bukt. Den nye "lagunen" vil få opning mot NW, ha lengde/breidde på 350 m/250 m. Djupaste område vil bli ca 25-30 m djupt (**Figur 26**), rett vest for Store Bukken, og det vil bli ein 120 m brei opning mot NW med "tersklar" på 12-15 m; den eine mellom holmen med hytte på og NE spiss Lerøy (der er ei 5 m djup flu i dette området, sjå kartet i **Figur 2**) og den andre ved N-spiss av Store Bukken. I dag har dette djupe partiet tilnærma fri sirkulasjon mot sør (terskel på ca 23 m djup).



Figur 26. Omtrentleg skisse av tverrsnitt av fylling i hovedsundet mellom Litle og Store Bukken. Med kulvert (seglingsopning) og gjennomstrømmingsrør.

5.1 Fysiske effektar - strømforhold

I dag er sjøområda mellom øyane/holmane opne sund med relativt fri gjennomstrøyming ned til terskeldjupa. Strømmålingane i 2004 tilsa vekslande nord-sør retning i takt med det halvdaglege tidvatnet, med om lag 50/50 fordeling. Tidvatnet spelar m.a.o. ei viktig rolle for strømmen i sunda mellom Lerøy og Bjelkarøy. Det kan forventast at også andre krefter/effektar spelar inn, slik som horisontale trykkgradientar forårsaka av lufttrykksvariasjonar og skilnader i ferskvasstilrenning (Stigebrandt 1989, Den Norske Los, 1997). Desse kreftene er variable både i tid og rom, slik at det totale mønsteret blir tilsvarende variabelt.

Ser ein på breiddefordelinga av dei forskjellige sunda mellom Sotra og Hjellestad langs linja over Lerøy-Bjelkarøy utgjer dei to sunda som blir gjenfylte om lag 12% av den totale breidda (sett bort frå seglingsopning og røyrl). Dei same to sunda utgjer 60% av total breidde mellom Lerøy og Bjelkarøy.

For tverrsittsareal vil reduksjonen mellom dei to øyane bli på ca 70%, og ca 5% om ein betraktar heile tverrsnittet Sotra-Hjellestad, der Lerøyosen utgjer det meste. For den storstilte gjennomstrøminga nord-sør mellom Raunefjorden og Krossfjorden vil innsnevringa bety lite (neppe målbart).

5.1.1 Strømmen i Bukkasundet

Det kan forventast at strømmen i Bukkasundet (mellom S. Bukken og Bjelkarøy) vil auke, men ikke så mykje som reduksjonen i tverrsnittsareal skulle tilsei. "Motstanden" som eit innsnevra sund representerer (Stigebrandt 1989), vil forplante seg oppstrøms etter kvart som strømmen aukar. For nordgåande strøm vil det bety avbøying av strømmen sørom Bjelkarøy i retning austover, eventuelt også delvis vestover retning Lerøyosen, mens strømmen i sundet når eit metningspunkt (maxverdi). Vi har ikke eksakt verdi for denne, men ut frå ålmenn erfaring og tatt i betraktning seglingsopninga i fyllinga, vil auken i strømfarten bli på ca 50 % i høve til i dag i Bukkesundet. Same resonnement kan nyttast for sørgåande strøm.

Max strøm i Bukkesundet er rekna til 3-4 knop ved særskilte vertilhøve etter at fyllingane er etablert. Småbåtar som kan få problemer med slik strøm, vil neppe vere ute og ferdast under slike uversituasjonar (haust/vinter), slik at dette neppe får praktiske konsekvensar.

5.2 Effektar av sjølve anlegget/anleggsarbeidet

Dersom normale rutiner blir følgt, vil sjølve tiltaket vil ikkje generere noko lokal forureining, med unntak av midlertidige tilførselar av sprengsteinrestar og evt. restar av sprengstoff i sbm anleggsarbeidet. Steinmengdene som tiltaket representerer, er små/moderate i høve til andre vegprosjekt der det har vore gjort vurderingar av sprengstein-problematikken utan at det har vore påvist signifikante miljøeffektar. Dermed er dette neppe nokon aktuell problemstilling. Det er også mogleg å sette inn avbøtande tiltak for dette i anleggsperioden (skjørt, lenser).

5.3 Endring av bølge-eksponering

Området der fyllingane blir lagt, er godt skjerma for dei fleste bølge/vindretningar. Dønning inn frå SW kombinert med vind frå same retning er sannsynlegvis den mest kritiske retninga. **Figur 27** og **Figur 28** syner resultat av ein refraksjonsanalyse for overflate-bølgjer, med pådriv av vind og dønning frå SW, for dagens situasjon utan fylling.

Det framgår at bølgjer raskt blir dempa med ein gong dei kjem inn i bassenget mellom Buar-øyane, og ytterlegare demping skjer innover mot sundet mellom L og Store Bukken- bølgjene er dempa ned til ca 20% av opprinneleg høgd før dei når dette området. Dette synest også vere stadfesta gjennom observasjonane av lite bølgjer under tokta hausten/vinteren 2004/2005 då det var kraftig vind enten frå sør eller frå nord. Vegfyllingane vil etter dette ikkje vil bidra til å endre bølge-mønsteret i nokon særleg grad, utanom å dempe små, lokalt genererte bølgjer og skape le-effekt som sannsynlegvis vil verke positivt, i alle fall for småbåt-trafikken.

5.4 Endring av djupvass-kvalitet

Dei berørte sjøområda er relativt grunne og påverka av tidevanns-strømmen –jamfør strøm-målingane. Evt. sårbarare områder vil primært vere djupare parti med begrensa utskifting. Vi identifiserte eit slikt parti med ca 34 m max djup rett nord for NE spissen av Lerøy (vest for Mariholmen) og eit anna rett vest for Store Bukken (ca 25 m djupt). Målingane indikerer at desse har akseptabel utskifting og gode oksygentilhøve i dag (jamfør datapresentasjonen).

Fyllingane danne eit nytt "basseng" rett vest for st. Bukken, men max djup ca 25 m, og terskel på ca 15 m. For å simulere kva effektar fyllingane kan få for dette området, har vi nytta modellen FJORDMILJØ, med vilkår at sunda i sør er heilt stengde. Resultat er synt i **Tabell 2**.

Tabell 2. Resultat av berekning av oksygenforbruk m.m. i bassenget.

Fjorden er av bølgetype, c_i/us_0	48.12
$L=Volb/Am$ (m).....	100
Terskelbassengets Re -verdi (kg/m ³).....	1.33
Terskelbassengets R -verdi (kg/m ³).....	1.79
Arbeid W mot oppdriftskreftene i terskelbassenget:	
bakgrunn, W_0 (mW/m ²).....	0.030
tidevannsdreven, W_t (mW/m ²).....	0.003
Tetthetsreduksjon dro/dt (kg/m ³ /månad).....	0.495
Oksygenforbruk dO/dt (ml/l/månad).....	1.66
Oksygenminimum i bassengvantet (ml/l).....	2

Modellen indikerer at det tidvis kan bli lågt oksygeninnhald i djupvatnet i det aktuelle bassenget (års-minimum på 2 ml/l). Vi har ikkje målingar som kan sei om dette er lågare eller evt. samsvarande med eit normalt års-minimum, men det er sannsynleg at dagens års-minimum ligg noko høgare (jamfør med våre målingar).

Ut frå våre erfaringar med tilsvarende vikar og basseng (naturlege analogar) i Hordaland og andre stader, synes modellresultata å vere realistiske, men moglegvis noko for konservative sidan det nye bassenget vil ha to opningar mot nord, ikkje berre ein slik modellen forutset. Og i tillegg vil det vere ein viss gjennomstrøyming gjennom fyllingane, i alle fall en største. Det er sjeldan ein observerer totalt oksygenvinn i slike små basseng, mens 2 ml/l ofte kan observerast (SFTs grense for akseptabelt oksygeninnhald (tilstand "god") er på 3,5 ml/l; SFT 1997).

Ein gjennomstrøymingsopning gjennom den djupaste delen av hovedfyllinga vil bidra til å auke utskiftinga i det aktuelle bassenget. Eit røyr med kapasitet på ca 1 m³/s vil bidra til at tilstrekkeleg med (tungt) vatn frå sør kan bli tilført området nordafor, og likeeins at vatn frå nord kan passere sørover. Dette vil bidra til å auke vertikalblandinga i bassenget og auke oksygentilførsla.

Eit seglinglaup for småbåtar slik det er skissert i planen, vil bidra positivt til vassutskiftinga i området (den nye "vika"), men neppe signifikant i høve til oksygenfluksen til djup-bassenget.

5.5 Vurderingar for kulvert og gjennomstrøymings-opning

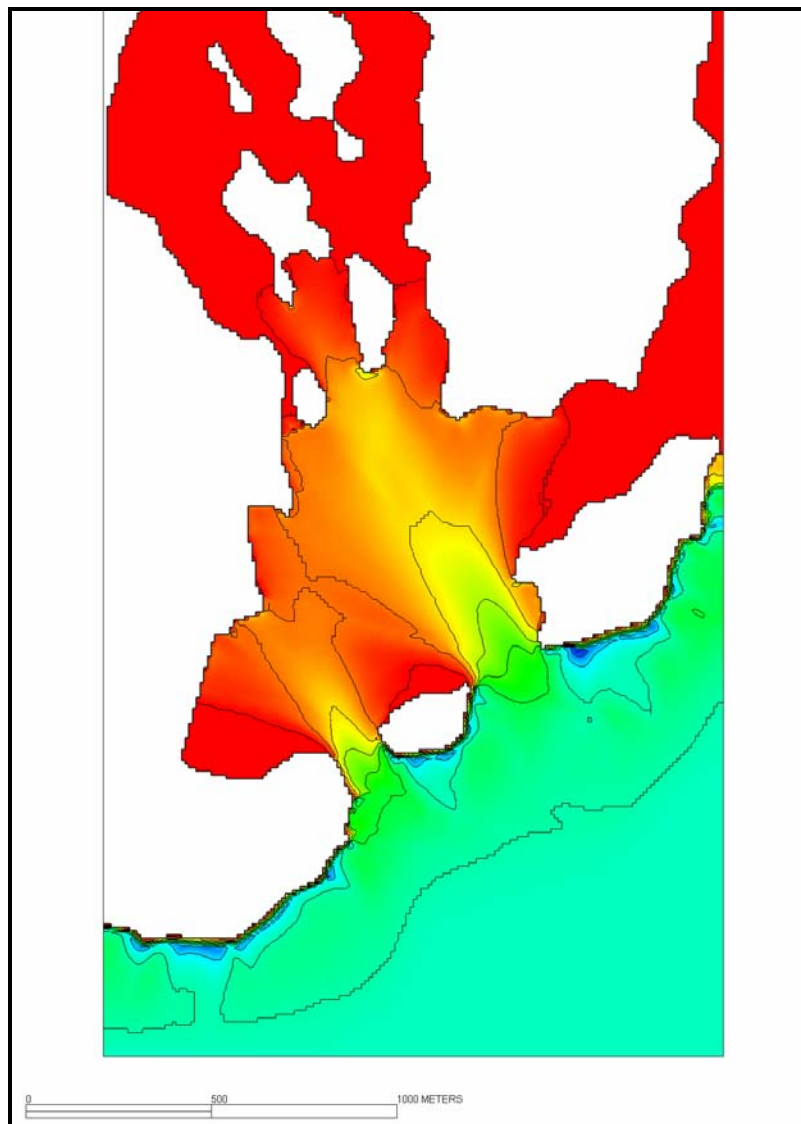
Planene inkluderer både ein kulvert eller ei breiare seglingsopning tentativt midt i hovedfyllinga (**Figur 29**), samt innlagte røyr nærare fyllingsfoten som kan bidra til å oppretthalde vassutskiftinga i djupare sjikt.

Fasongen på kulverten eller seglingsopninga er skissert til breidde på 15 meter i øvre del, med fall/innskråing nedover, slik **Figur 29** indikerer, og med seglingsdjup på 3 meter. Vi har simulert strømfarten gjennom ein slik seglingsopning for ulike situasjonar, i praksis for vind som kan medføre oppstuving (**Figur 30**). For normale og moderate forhold, typisk då småbåtar er ute på fjorden, blir det (for grov stein i fyllinga) tale om strøm svakare enn 1 m/s (2 knop)- typisk rundt 0.5 m/s, eller 1 knop.

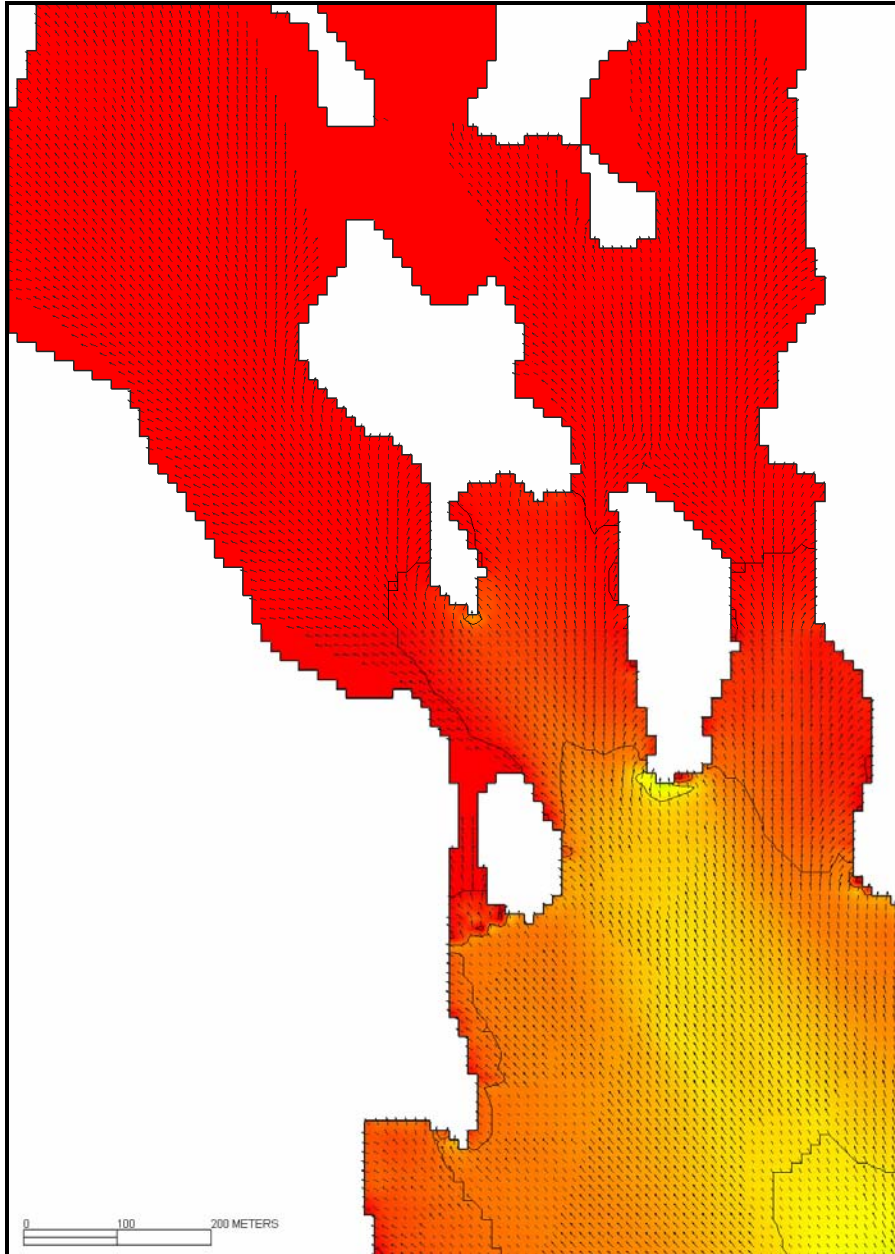
Dette vil neppe medføre problemer med å navigere igjennom. Slik strømstyrke førekjem i mange trange sund på Vestlandet der småbåtar hyppig ferdast.

Eit gjennomstrøymingsrør i djupet vil få auka fluks som følgje av trykkdifferanse langs lengdeaksen. Vi har simulert slik gjennomstrømning for nokre ulike rørdiametrar (**Figur 31**)– målet er å finne rør som gjev ein gjennomstrømning på ca $1 \text{ m}^3/\text{s}$ i normale situasjonar (for å oppretthalde vasskvaliteten).

Resultata syner at ein helst bør ha eit rør med diameter minimum 1,5 meter for å oppnå tilfredsstillande gjennomstrømning – alternativt kan ein legge fleire rør med mindre diameter, t.d. 2 rør med 1 m diameter vil ha omtrentleg samme kapasitet som eit med diam. 1,5 m.



Figur 27. Resultat av berekningar av bølgehøgde for dagens situasjon, med vind/dønning inn frå SW (1,5 m bølgehøgde på sørlege rand).



Figur 28. Refraksjons- og diffraksjonsmønster for vind/dønning inn frå SW.

5.6 Positive effektar av fyllingane?

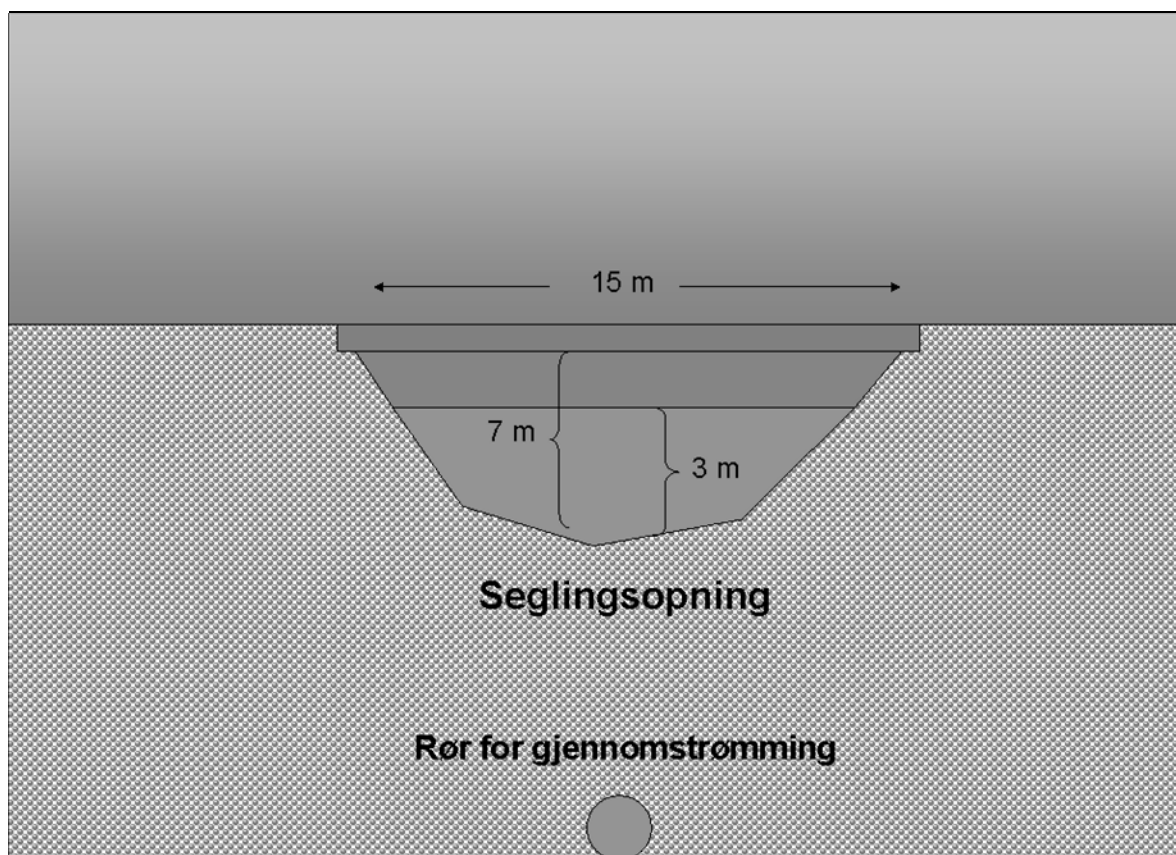
Steinfyllingane vil som nemnt, kunne få visse negative effektar for miljø/marinbiologi slik vi har skissert, men ved dei tiltaka som er vurdert (røyr/seglingsopning) vil desse bli små, og vesentlegast berøre djupvatnet.

Sundet mellom L. og S. Bukken er i dag prega av kraftig strøm, og botntilhøva er prega av småstein med litt skjellsand innimellom – det er ikkje akkumuleringbotn. Strømmen gjer at botnen kanskje ikkje er optimal biotop or botnlevande dyr, som gjerne søker litt rolegare og skjerma tilhøve. Unntaket kan vere skjel (t.d. kamskjel) som nyt godt av god vassutskifting. Vi såg ikke slike skjel (verken levande eller daude) på dei videooptaka vi gjorde, så tilhøva er kanskje heller ikkje optimale for denne arten i dag.

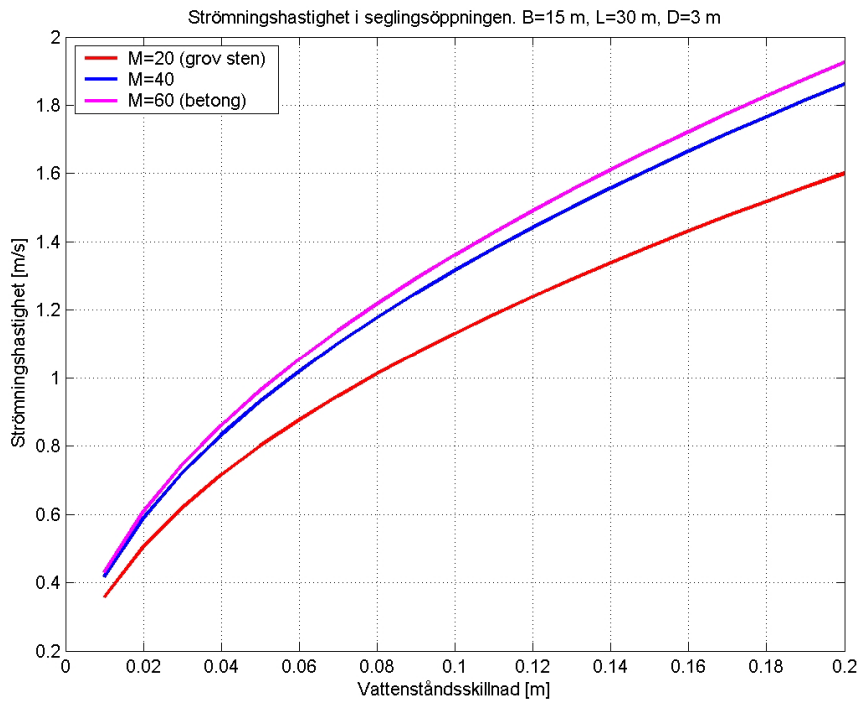
Fyllingane vil danne ein roleg lagune på nordsida, der utskiftinga er tilstrekkeleg, og der det vil kunne danne seg akkumuleringsbotn der nye organismer (botndyr) kan slå seg til. Desse vil i neste omgang tiltrekke seg botn-fisk og andre predatorar, slik at dyrelivet kan bli stimulert (truleg også artsdiversiteten).

Steinfyllingane med holroma innimellom vil skape gøymestader for organismer som krabbe og småfisk, slik at området rundt som eller er prega av glatt berg, kan få eit rikare dyreliv i sjøen, og meir fisk.

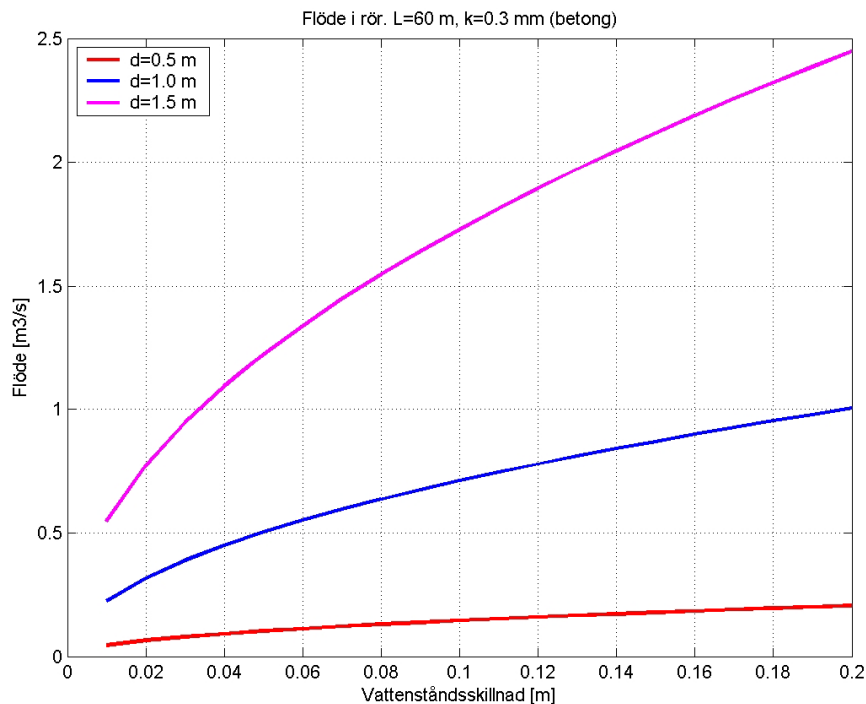
Ein fysisk barriere tvers over eit sund vil kunne verke som ei "lense" for drivande avfall som kan samle seg opp på eine eller andre sida av fyllinga, alt etter frå kva retning slik forureining kjem frå. Sistnemnde kan i prinsippet vere både ein positiv og negativ faktor, slik oppsamling vil hindre avfall å spreie seg over større område, det kan konsentrerast på eit avgrensa område for lettare oppsamling (rydding av strandsona). Vi har ikkje vurdert denne problemstillinga i nærare detalj, men konstaterer at området verka reint med lite synleg avfall i strandsona og i sjøen under synfaringane. Dette skulle indikere at området i dag neppe er noko "sluk" for drivande avfall. Og vegfyllingane vil neppe medføre nokon form for auka lokal konvergens av det stortstilte strømningsmønsteret – dei vil heller bidra til å leie strømmen rundt forbi øyane.



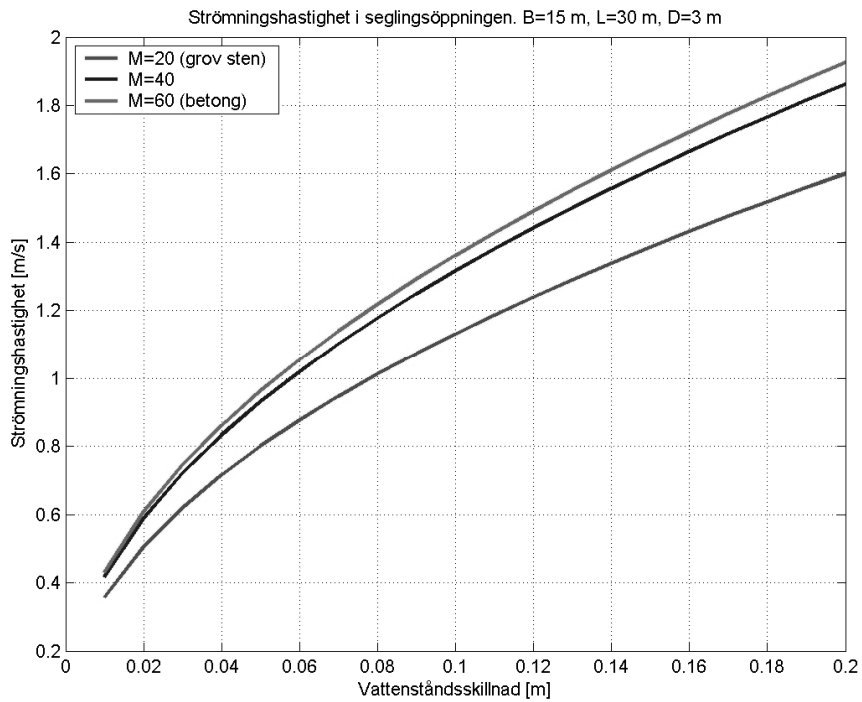
Figur 29. Skisse av tverrsnitt av "kulvert" og av gjennomstrømningsrør djupare nede.



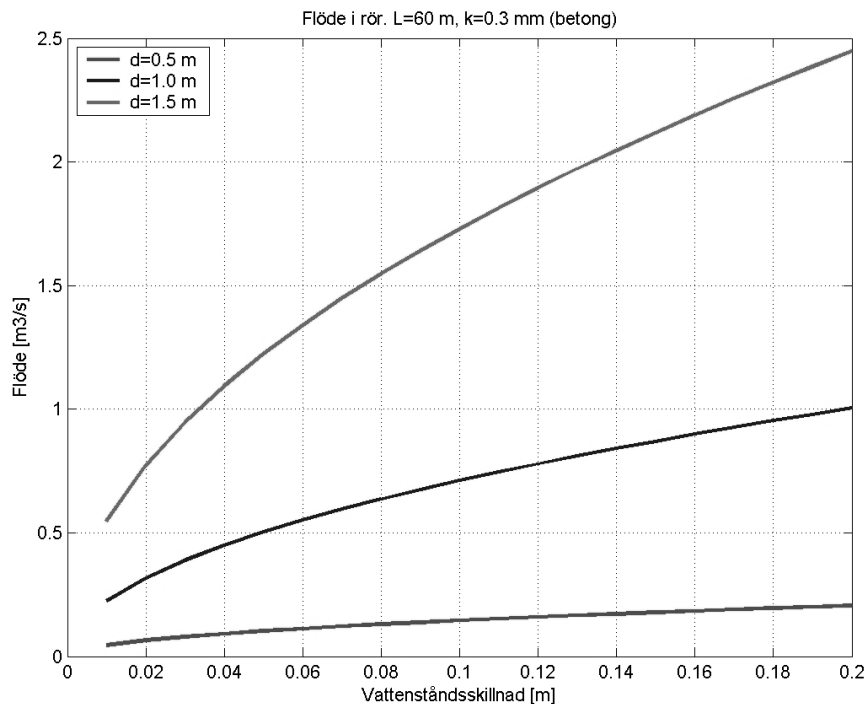
Figur 30. Strømfart i seglingsopninga som funksjon av skilnad i vassstand frå sør-til nordside av fyllinga (t.d. som følgje av vindoppstuving). Kurvene er basert på tre ulike Mannings tal (M), som svarar til ulikt materiale med friksjon.



Figur 31. Strømning i røyret som funksjon av skilnad i vassstand (som forrige figur), for tre ulike røyr-diametrar. Ruhets-faktoren k er satt til 0.3 mm som motsvarar eit nytt betongrør med liten friksjon. Påvekst og tilgroing kan etterkvart medføre noko redusert strømning.



Figur 30. Strømfart i seglingsopninga som funksjon av skilnad i vassstand frå sør-til nordside av fyllinga (t.d. som følgje av vindoppstuving). Kurvene er basert på tre ulike Mannings tal (M), som svarar til ulikt materiale med friksjon.



Figur 31. Strømning i røyret som funksjon av skilnad i vassstand (som forrige figur), for tre ulike røyr-diametrar. Ruhets-faktoren k er satt til 0.3 mm som motsvarar eit nytt betongrør med liten friksjon. Påvekst og tilgroing kan etterkvart medføre noko redusert strømning.

6. Referansar

Bergen kommune 1992: Industriutslipp av miljøgifter til kommunalt nett. Hovedrapport. Rapp. Bergen kommune, Teknisk utbygging og Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavinga, 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.

Den Norske Los Bd. 1 – Alminnelige opplysninger. Statens kartverk, sjøkartverket, 1997.

Den Norske Los Bd. III. Norges Sjøkartverk/Statens Kartverk, Stavanger, 1982.

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

Golmen, L.G., I. Døskeland og B. Braaten 2003: Miljøvurdering av omsøkt kamskjellokalitet ved Hestholmen - Bjørøy i Fjell kommune. NIVA-rapport nr 4703, 27 s.

Helle, H. 1975: Oseanografisk resipientundersøkelse av fjordene rundt Bergen. Bind 1 og 2, Rapp. Geofysisk institutt, UiB.

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

Nygaard, E. og L. G. Golmen 1996: Oppmåling av strømforhold mellom Lerøy og Sotra juli-august 1996. Rapp. Nr. 3524, NIVA, Oslo, 76 s.

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.

Stigebrandt, A. 1989: Strømning i sund. Kompendium i marin systemanalys: Nr. 1., Göteborgs universitet, 73s.