

R A P P O R T

Fv 62 Fjelbergsambandet,
Kvinnherad kommune



Konsekvensutgreiing Naturmiljø I:
Miljøkvalitet i Fjelbergsundet.



Rådgivende Biologer AS 1022



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

FV 62 Fjelbergsambandet, Kvinnherad kommune.
Konsekvensutgreiling Naturmiljø I: Miljøkvalitet i Fjelbergsundet.

FORFATTARAR:

Bjarte Tveranger, Geir Helge Johnsen og Erling Brekke

OPPDRAKGJEGVAR:

Statens Vegvesen, Region vest, Spelhaugen 12, 5147 Fyllingsdalen

OPPDRAGET GITT:

16. april 2007

ARBEIDET UTFØRT:

2007

RAPPORT DATO:

18. september 2007

RAPPORT NR:

1022

ANTAL SIDER:

41

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-555-1

EMNEORD:

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| - Konsekvensutgreiling | - Marint biologisk mangfald |
| - Vegsamband | - Kvinnherad |
| - Straumtilhøve | - Hordaland fylke |

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.rådgivende-biologer.no E-post: post@rådgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Framsidefoto: Fjelbergøy (øvst) og Borgundøy.

FØREORD

Statens Vegvesen skal bygge eit nytt vefsamband som skal skaffe dei to øyane Fjelbergøy og Borgundøy internt fast vefsamband samt eit forbetra samband til Halsnøy. Planprogrammet for Fjelbergsambandet omfattar fire hovudalternativ.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Statens Vegvesen, Region Vest, utført to konsekvensutgreiingar i samband med planprogrammet for Fjelbergsambandet, der denne rapporten omhandlar fagtema vasskvalitet og marint biologisk mangfald i Fjelbergsundet. Den andre rapporten omhandlar fagtema biologisk mangfald på land med verneinteresser og naturtypar (Overvoll 2007).

Denne rapporten presenterer resultata frå granskinga, som inkluderer straummålingar aust og vest i Fjelbergsundet samt innsamling av sediment, hydrografiske profilar og botndyr i dei aktuelle områda den 25. mai 2007. Dei kjemiske analysane er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS i Bergen, botnprøvene er sortert av Christine Johnsen og analysert ved Lindesnes Biolab av Inger Dagny Saanum.

Rådgivende Biologer AS takkar Statens Vegvesen, Region Vest, ved Erik Neergaard, for oppdraget.

Bergen, 18. september 2007

INNHALD

Føreord	2
Innhald.....	2
Samandrag.....	3
Fv 62 Fjelbergsambandet	7
Metode og datagrunnlag.....	9
Datagrunnlag	9
Vurdering av verdiar, verknader og konsekvensar.....	9
Verdisetting marint biologisk mangfald.....	10
Metodar for datainnsamling og bearbeiding.....	11
Avgrensing av tiltaks- og influensområdet	15
Områdeskildring og verdivurdering.....	16
Hydrografi	17
Straummålingane.....	19
Sedimentkvalitet.....	23
Botndyr.....	29
Verdivurdering marint biologisk mangfald.....	30
Vurdering av verknad og konsekvensar	31
0-alternativet utan utbygging.....	31
Moglege verknader av planlagd vegkryssing	32
Rangering av alternativa.....	37
Avbøtande tiltak	38
Behov for nye granskinger	38
Referansar.....	39
Vedleggstabell botndyr	40

SAMANDRAG

Tveranger, B., G.H. Johnsen & E. Brekke 2007 *Fv 62 Fjelbergsambandet, Kvinnherad kommune.*

Konsekvensutgreiing Naturmiljø I: Miljøkvalitet i Fjelbergsundet.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1022, 41 sider. ISBN 978-82-7658-555-1

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Statens Vegvesen Region Vest utført to konsekvensutgreiingar i samband med planprogrammet for Fjelbergsambandet, som skal gje dei to øyane Fjelbergøy og Borgundøy internt fast vegsamband. Denne rapporten gjev ei skildring av konsekvensane for vasskvaliteten og marint biologisk mangfald i Fjelbergsundet for dei ulike alternative vegløysingane. Det er føreteke straummålingar aust og vest i Fjelbergsundet samt gjort nye registreringar av botnfauna og sedimentkvalitet, og resultat frå andre kjelder er samanstilt. Metodane tek utgangspunkt i Statens vegvesen (2006) si handbok for konsekvensutgreiingar og vgleiarar for verdisetjing av biologisk mangfald frå Direktoratet for naturforvalting (2007) og Norsk Standard NS 9410, NS 9422 og NS 9423.

TILTAKET

Planprogrammet for Fjelbergsambandet omfattar tre hovudalternativ, der to av løysingane kryssar søndre del av Fjelbergsundet (Alt. 2-D og 2-E), medan ei løysing (Alt. 2-A) kryssar nordvestre del av Fjelbergsundet. Alle alternativa tek utgangspunkt i ny ferjekai på Haganeset, og dei første par hundre metrane av vegtraseen er felles for alle alternativa.

Alternativ 2-D går frå sørspissen av Fjelbergøy via Kyrkjeholmen over til Karteigklubben og vidare til Vik. Sundet mellom Kyrkjeholmen og Karteigklubben skal kryssast med bru, medan sundet mellom Kyrkjeholmen og Fjelbergøy er føreslått med fylling. Ein kombinasjon av fylling og bru kan vurderast. Alternativ 2-E går sør for Kyrkjeholmen. På austre delen av Fjelbergsundet er det føreslått ei fyllingsløysing. Det er relativt grunt i området. Her kan og ei kortare bru i kombinasjon med fylling vere aktuelt. Den vestre delen av sundet er føresett kryssa med bru.

OMRÅDESKILDRING

Fjelbergsundet er eit ca 3,5 km langt nordvest – søraustgåande gjennomgåande og relativt smalt sund som ligg mellom Fjelbergøy og Borgundøy sørvest i Kvinnherad kommune. Fjelbergsundet er variabelt djupt med fleire terskla sjøbasseng. Heilt søraust i Fjelbergsundet er tersklane høvesvis 9 og 11 m djupe vest og aust for Kyrkjeholmen. I dei to bassenga innanfor (mot nordvest) er maksimaldjupna høvesvis ca 58 meter og 44 meter med ein mellomliggjande terskel på 22 m djup. Like ved den planlagde brukryssinga mot nordvest er den grunnaste terskelen på 11 m djup. Vidare i retning nordvest opnar Fjelbergsundet seg meir opp, og det djupnest gradvis mot større djup i Klosterfjorden.

Vassutskiftinga i Fjelbergsundet er god. Tidevatnet skiftar ut overflatevatnet i bassenget om lag kvar annan dag, og djupvatnet i det djupaste bassenget vert sannsynlegvis skifta ut tilnærma årleg utan at det oppstår lengre periodar med oksygenfrie tilhøve ved botnen.

Sediment og botnfauna vart undersøkt på tre stader:

- C1. Om lag 400 m søraust for innløpet til Fjelbergsundet sitt sørlege innløp. Prøvene vart tekne på 48 meters djupne, og her var sedimentet relativt fast og med ein relativt grov struktur, prega av gode straumtilhøve og mindre sedimentererande tilhøve.
- C2. Ved det djupaste i det største terskelbassenget i Fjelbergsundet, på 58 meters djupne, om lag 550 m nordvest for Kyrkjeholmen. Sedimentet var finare og hadde svak lukt av hydrogensulfid.
- C3. Heilt aust i det same terskelbassenget i Fjelbergsundet om lag 100 m nordnordaust for Kyrkjeholmen på 45 meters djupne. Sedimentet var relativt fint og var utan lukt av hydrogensulfid.

Innhaltet av tungmetall og miljøgifter i dei tre sedimentprøvene var lågt til moderat høgt, og nivået av tungmetalla tilsvarte SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset" og tilstandsklasse II = "moderat forurensset". Tungmetallnivået var høgast på stasjon C2 der det er mest sedimentererande tilhøve, og tilsvarte der i hovudsak tilstandsklasse II = "moderat forurensset".

For PAH- og PCB-stoffa var det på stasjon C1 og C3 låge konsentrasjonar, samla sett tilsvarande SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset", men også for desse miljøgiftene var konsentrasjonane høgare på stasjon C2, som hadde tilstand III = "markert forurensset" for PAH-stoffa og tilstand II = "moderat forurensset" for PCB-stoffa.

For tinnorganiske stoff vart det påvist konsentrasjonar av tributyltinn TBT i sediment på stasjon C3 tilsvarande tilstandsklasse III = "markert forurensset", medan det på stasjon C2 var tilstandsklasse V = "meget sterkt forurensset".

Faunaen i sedimentet på stasjonane sør for og i Fjelbergsundet vert vurdert som normal ut frå naturtilstanden til kvar enkelt prøvestad. Artane som vart funne er normalt førekommende artar i høve til aktuell botntype og naturleg miljøpåverknad. Berekna diversitet var klart høgast på stasjon C1, noko som ikkje er uventa sett ut frå at prøvene er tekne i eit ope og straumrikt sjøområde med god sedimentkvalitet. Faunaen på stasjon C2 og C3 var prega av å vere utsett for dårlege oksygentilhøve, noko som skuldast at begge stasjonane ligg i eit terskla sjøområde i Fjelbergsundet med avgrensa vassutskifting. Dette gjeld særleg stasjon C2, kor det kun vart registrert 13 individ fordelt på 6 artar. Bortsett frå grad av dominans av enkelte artar var det ingen vesentleg ulikskap mellom parallellellane på nokon av stasjonane, noko som tyder på representative prøveuttak.

VERKNADER OG KONSEKVENSAR

0-alternativet

For det aktuelle tiltaksområdet er det ikkje planlagd alternative tiltak eller noko anna inngrep som skulle tilseie at det kan ventast vesentlege endringar i desse økosistema. Det kan difor forventast å vere moderat til dårlig økologisk status også i framtida, då også på grunn av høgt innhald av miljøgifter i sedimentet, og ein mogleg liten negativ verknad grunna effektar av klimaendringane.

Med liten verdi med omsyn på **marint biologisk mangfold**, vert konsekvensane av 0-alternativet vurdert som **ubetydeleg konsekvens (0)**.

Dei tre vegalternativa

Aktuelle verknader er omtalt og vurdert for både anleggsfasen og etter utbygging, saman med ei samla vurdering av omfang og konsekvens for dei ulike verknadene i samband med dei ulike elementa. Dei tre ulike alternative vegtraseane vil ha ulik lengd på fylling i sjø. Alternativ 2-A går i bru over Fjelbergsundet i nord, medan alternativ 2-E vil ha samla fyllingslengd i sjø på om lag 500 meter. Alternativ 2-D har ei fyllingslengd på 200 meter over den austre delen av sunda ved Kyrkjeholmen.

I anleggsfasen for planlagt vegbygging vil ein kunne ha følgjande verknadar som vil bli vurdert konsekvensar av:

- Mogleg sprengingsarbeid ved og under vatn
- Utfylling i sjø
- Spreiing av miljøgifter

Mellan de ulike vegalternativa er det ikkje venta nokon verknad av alternativ 2-A som passerer Fjelbergsundet i nord på bru. Alternativ 2-D vil ha noko mindre utfyllingsbehov enn alternativ 2-E, og sistnemnde vil difor venteleg ha noko større verknad for økosistema. Verknad vurdert til mellom middels negativ til lite negativ for dei to fyllingsalternativa. Med liten verdi med omsyn på **marint biologisk mangfold**, og ein liten negativ verknad, vert konsekvensane som vist i tabellen:

Følgjande moglege verknader for influensområdet er vurdert for vegsambandet i driftsfasen:

- Arealbeslag på botnen
- Straumtilhøve med vassutskifting innafor
- Vasskvaliteten i Fjelbergsundet
- Tilførslar til sjø
- Tilhøva for botnlevande dyr

Utfylling og innsnevring av sunda sør i Fjelbergsundet vil teoretisk sett ikkje føre til endra vilkår for vassutskifting av djupvatnet, medan overflatevatnet vil få ein liten auke i oppholdstid i bassenget. Dette vil ikkje gje merkbare verknadar for vasskvalitet. Tilhøva langs innsida av vegfyllinga i austre del av sundet vil i større grad bli prega av stilleståande vatn og meir sedimenterane tilhøve, som kan resultere i dårlegare miljøtilhøve.

Heller ikkje for driftsfasen er det venta nokon verknad av alternativ 2-A, og alternativ 2-D vil ha noko mindre negative verknadar enn alternativ 2-E. Verknadene er samla sett vurdert til ned mot middels negativ verknad for dei to fyllingsalternativa, høvesvis minst for 2-D og mest for 2-E. Med liten verdi med omsyn på **marint biologisk mangfold**, og ein ned mot middels negativ verknad, vert konsekvensane som vist i tabellen:

Fase	Alternativ	Verknad for marint biologisk mangfold			Konsekvens
		Stor neg.	Liten / ingen	Stor pos.	
Anlegg-fasen	2-A	-----	-----	-----	Ubetydeleg (0)
	2-D	-----	↑	-----	Ubetydeleg (0)
	2-E	-----	↑	-----	Liten negativ (-)
Drifts-fasen	2-A	-----	↑	-----	Ubetydeleg (0)
	2-D	-----	↑	-----	Liten negativ (-)
	2-E	-----	↑	-----	Liten negativ (-)
Samla rangering		Minst konsekvens 2-A, mest negativ konsekvens 2-E			

Ved ein samanstilling av dei negative verknadane og konsekvensane for dei tre ulike alternativa, viser oppsummeringa at alternativ 2-A kjem best ut. Dette inneber at Fjelbergsundet vert kryssa med bru i nord, utan nokon negative verknadar for vassutskifting, vasskvalitet eller for det biologiske mangfaldet i sjøområda.

Alternativa 2-D og 2-E kryssar Fjelbergsundet i sør i hovudsak på fylling over det austre sundet, og 2-D går vidare med bru over det vestre sundet. Alternativ 2-E kryssar vidare med fylling og ei lita bru, og er samla sett vurdert å ha dei største negative verknadane, særleg med omsyn på vassutskifting og med omsyn på biologisk mangfold.

AVBØTANDE TILTAK

Alternativa 2-D og 2-E medfører ei tilnærma lukking av det austre sundet sør i Fjelbergsundet. Dette vil medføre stilleståande vatn langs fyllinga og i dei øvrige søraustre delane av det innanforliggende sjøområdet. For å betre vassutskiftinga i overflata i dette området, bør ein vurdere å etablere ei opning i fyllinga i eit av dei djupare områda i dette sundet.

Det ligg ingen oppdrettsanlegg i nærleiken av tiltaksområdet. Det vil difor ikkje vere økonomiske interesser som vert direkte skadelidande ved moglege sprengingar under vatn. Av omsyn til fisk i området, bør ein likevel unngå opne ladningar og gjennomføre moglege undervassprengingar med reduserte ladningar for å dempe skadeverknadene.

Ved utfylling i sjø kan spreininga av finpartikulære massar reduserast ved utplassering av oppsamlingsskjørt/lenser utanfor fyllingsområdet. Dette vil og sørge for lokal sedimentering og difor avgrense moglege skadeverknadar, og særleg dempe dei visuelle verknadane av slike tilførslar.

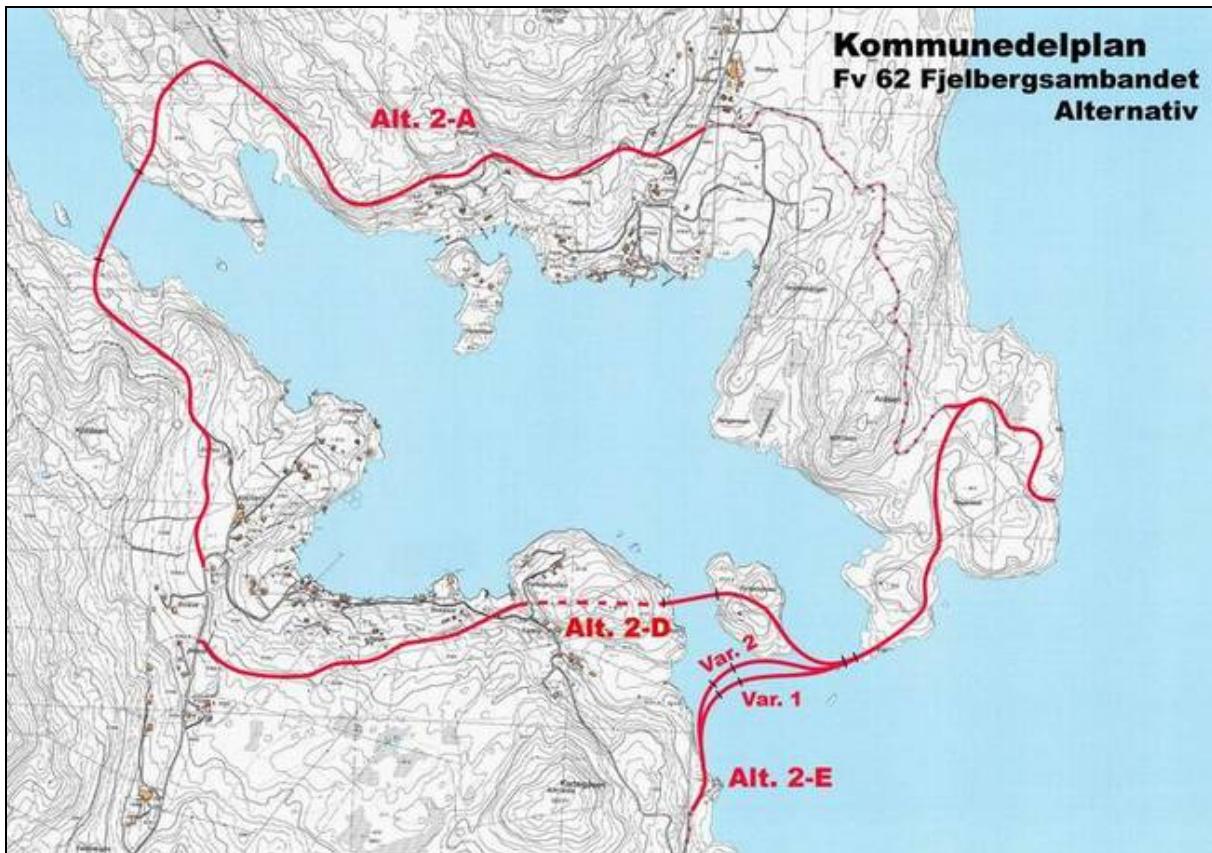
Langs vegen som vert lagt på fylling over Fjeldbergsundet kan ein etablere oppsamlingsgrøfter med samlekummar ved utslepp til sjø ved lågaste punkt, der vegen kryssar over bru. Der vil utsleppa bli tilført vassmassar med god fart, slik at dei vert fortynna og spreidd utover større areal. Dette vil avgrense risiko for skadeverknadar ved diffuse og kontinuerlege tilførslar til sjø eller ved uhell.

BEHOV FOR OPPFØLGJANDE GRANSKINGAR

Det er ikkje vurdert som naudsynt med oppfølgjande eller utfyllande granskingar i sjø.

FV 62 FJELBERGSAMBANDET

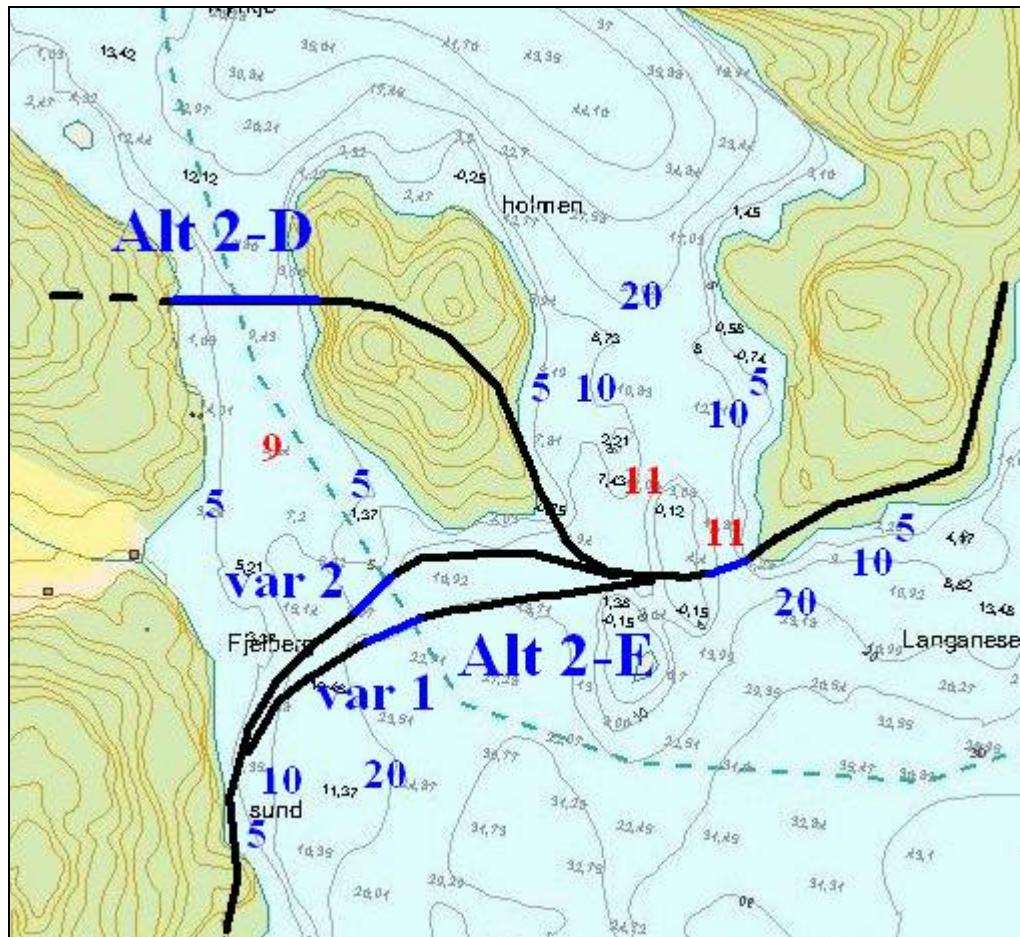
Statens Vegvesen skal bygge eit nytt vefsamband som skal skaffe dei to øyane Fjelbergøy og Borgundøy internt fast vefsamband samt eit forbetra samband til Halsnøy. Planprogrammet for Fjelbergsambandet omfattar 4 hovudalternativ (jf. **figur 1**) der to av løysingane kryssar søre del av Fjelbergsundet (Alternativ 2-D og 2-E), medan ei løysing (bru) kryssar vestre del av Fjelbergsundet (Alternativ 2-A).



Figur 1. Alternative vegtrasear for Fv 62 Fjelbergsambandet. Heiltrekt linje = ny trase, stipla linje = tunnel, prikka linje = følgjer eksisterande veg.

Alternativ 2-D går frå sørspissen av Fjelbergøy via Kyrkjeholmen over til Karteigklubben og vidare til Vik. Sundet mellom Kyrkjeholmen og Karteigklubben skal kryssast med bru, medan sundet mellom Kyrkjeholmen og Fjelbergøy er føreslått med fylling. Ein kombinasjon av fylling og bru kan vurderast. Alternativ 2-E går sør for Kyrkjeholmen. På austre delen av Fjelbergsundet er det føreslått ei fyllingsløysing. Det er relativt grunt i området. Her kan og ei kortare bru i kombinasjon med fylling vere aktuelt. Den vestre delen av sundet er føresett kryssa med bru.

Ser ein på desse to alternativa meir i detaile, så inneber alternativ 2-D at austre del av Fjelbergsundet mellom Kyrkjeholmen og Langenes vert stengd heilt att, og gjennomstrøyminga stoppar heilt opp. Alternativ 2-E inneber at austre del av Fjelbergsundet vert stengd delvis att, og ein beheld ei delvis gjennomstrøyming også i dette sundet. Det vestre sundet skal uansett alternativ kryssast med bru, og vert ikkje direkte berørt av tiltaket. Ved begge alternativa vil vegfyllingane gå ned mot ca 20 m djupn på det djupaste (**figur 2**).



Figur 2. Djupnetilhøva i austre og vestre løp av Fjelbergsundet samt krysningsalternativa 2-D og 2-E. Sorte liner markerer forslag til fyllingar og vegar på land, medan mørkeblå liner markerer strekning som skal kryssast med bruer. Terskeldjupet i vestre og austre løp av Fjelbergsundet er høvesvis 9 og 11 meter og synt med røde tal.

METODE OG DATAGRUNNLAG

Denne rapporten gjev ei skildring av konsekvensane for vasskvaliteten og marint biologisk mangfald i Fjelbergsundet for dei ulike alternative vegløysingane.

DATAGRUNNLAG

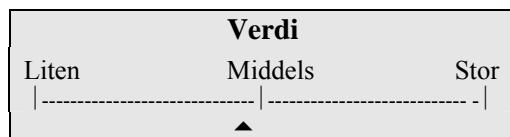
Det er føreteke nye straummmålingar aust og vest i Fjelbergsundet samt gjort nye registreringar av botnfauna og sedimentkvalitet, og resultat frå andre kjelder er samanstilt. Metodane tek utgangspunkt i Statens vegvesen (2006) si handbok for konsekvensutgreiingar og vegleiarar for verdisetjing av biologisk mangfald frå Direktoratet for naturforvalting (2007) og Norsk Standard NS 9410, NS 9422 og NS 9423

VURDERING AV VERDIAR, VERKNADER OG KONSEKVENSAR

Denne konsekvensutgreiinga er basert på ein ”standardisert” og systematisk tre trinns prosedyre for å gjere analysar, konklusjonar og anbefalingar meir objektive, lettare å forstå og lettare å etterprøve (Statens vegvesen 2006).

Trinn 1: Registrering og vurdering av verdi

Her vert området sine karaktertrekk og verdiar skildra og vurdert innanfor kvart einskild fagområde så objektivt som mogleg. Med verdi vert meint ei vurdering av kor verdifullt eit område eller miljø er med utgangspunkt i nasjonale mål innanfor det einskilde fagtema. Verdien vert fastsett langs ein skala som spenner frå *liten verdi* til *stor verdi* (sjå døme under):



Trinn 2: Tiltaket sin verknad

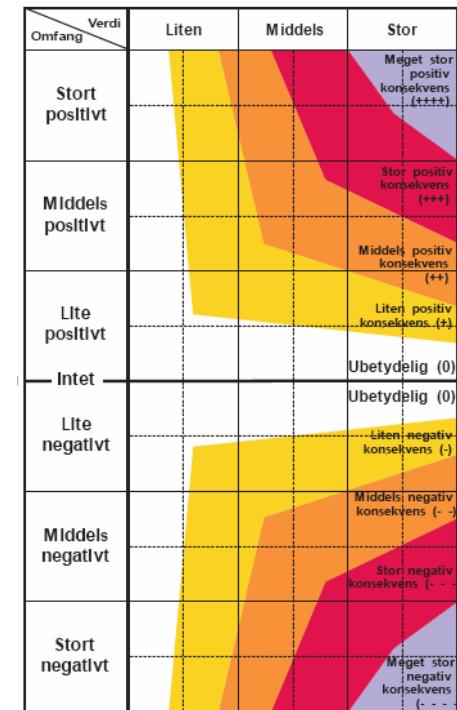
Med verknad er meint ei vurdering av kva for endringar tiltaket vert antekne å medføre for dei ulike tema, og graden av denne endringa. Her vert type og verknad av moglege endringar skildra og vurdert dersom tiltaket vert gjennomført. Verknaden vert vurdert langs ein skala frå *stor negativ* til *stort positiv verknad* (sjå døme under).



Trinn 3: Samla konsekvensvurdering

Her vert trinn 1 (verdien til området) og trinn 2 (verknaden av tiltaket) kombinert for å få fram den samla konsekvensen av tiltaket. Samanstillinga skal visast på ein nidelt skala frå *svært stor negativ konsekvens* til *svært stor positiv konsekvens*, og finnест ved hjelp av **figur 3**.

Hovudpoenget med å strukturere konsekvensvurderingane på denne måten, er å få fram ein meir nyansert og presis presentasjon av konsekvensane av ulike tiltak. Det vil også gi ei rangering av konsekvensane som samtidig kan fungere som ei prioriteringsliste for kvar ein bør fokusere i tilhøve til avbøtande tiltak og vidare miljøovervaking.



Figur 3, "Konsekvensvifte". Konsekvensen for eit tema kjem fram ved å samanhalde verdien til området for det aktuelle tema og verknaden av tiltaket (omfang). Konsekvensen vert vist til høgre, på ein skala frå svært stor positiv konsekvens (++) til svært stor negativ konsekvens (---). Ei linje midt på figuren angir null verknad og ubetydeleg/ingen konsekvens. Over linja vert positive konsekvensar vist og under linja negative konsekvensar (etter Statens vegesen 2006).

Kapitlet med sjølve konsekvensvurderinga vert avslutta med eit oppsummeringsskjema for det aktuelle fagområdet. Dette skjemaet oppsummerer verdivurderingane, vurderingane av konsekvensomfang og ei samla konsekvensvurdering for kvart alternativ. Her inngår også ei kort vurdering av kor gode grunnlagsdataa er (kvalitet og kvantitet), noko som då gir ein indikasjon på kor sikre konsekvensvurderingane er.

Datagrunnlaget vert klassifisert i fire grupper som følgjer:

Klasse	Skildring
1	Svært godt datagrunnlag
2	Godt datagrunnlag
3	Middels godt datagrunnlag
4	Mindre tilfredsstillande datagrunnlag

VERDISETJING MARINT BIOLOGISK MANGFALD

Ved kartlegging av marint biologisk mangfald skal spesielle naturtypar vektleggjast, og det er vist til og omtalt 15 ulike slike "spesielle naturtypar" (DN 2007).

1. Større tareskogforekomster
2. Sterke tidevannsstrømmer
3. Fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet
4. Spesielt dype fjorder
5. Poller
6. Littoralbaseng
7. Israndavsetninger
8. Bløtbunnsområder i strandsonen
9. Løstliggende kalkalger
10. Korallforekomster
11. Ålegrasenger
12. Skjellsand
13. Østersforekomster
14. Større kamskjell forekomster
15. Gyteområder for fisk

METODAR FOR DATAINNSAMLING OG BEARBEIDING

STRAUMMÅLINGAR

I perioden 25. mai – 29. juni 2007 var det utplassert ein Gytre Straummålar (modell SD-6000 produsert av Sensordata A/S i Bergen) i det vestre løpet av Fjelbergsundet ved Kyrkjeholmen i posisjon N 59° 43,883' / Ø 05° 42,647' (stasjon S1, jf. **figur 4**). I same periode var det også utplassert ein straummålar i det austre løpet av Fjelbergsundet ved Langenes i posisjon N 59° 43,858' / Ø 05° 43,019' (stasjon S2, jf. **figur 4**). Straummålarane var begge stader forankra til botn med eit lodd på ca 30 kg, og det var festa ei trålkule av plast i tauet i vassytta over kvar av straummålarane 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 bølgjepåverknad og for å markere utsetningsstadane. Riggane var også festa med eit sikringstau frå loddet og inn til land. Det var høvesvis 10 m (vest) og 12 m djupt (aust) der straummålarane vart utplassert. Det vart målt temperatur, straumhastigkeit og straumretning kvart 30. minutt på 5 m djup begge stader. På grunn av kraftig begroing av algar i måleperioden på straummålarane og medfølgjande rotorstopp, har ein pålitelege målingar av straumhastigkeit berre for dei 5 første måledøgna i Fjelbergsundet vest og 26 døgn i Fjelbergsundet aust.

Resultata av måling av straumhastigkeit og straumretning er presentert kvar for seg, samt kombinert i ein **progressiv vektoranalyse**. Eit **progressivt vektorplott** er ein figurstrek som blir til ved at ein tenkjer seg ein merka vasspartikkel som er i straummålaren sin posisjon ved målestart og som driv med straumen og teiknar ein sti etter seg som funksjon av straumhastigkeit og retning (kryssa i diagrammet syner berekna posisjon frå kvart startpunkt ved kvart døgnskifte). Når måleperioden er slutt har ein fått ein lang samanhengande strek, der **vektoren** vert den beine lina mellom start- og endepunktet på streken. Dersom ein deler lengda av vektoren på lengda av den faktiske lina vatnet har følgd, får ein **Neumann-parameteren**. Neumann parameteren fortel altså noko om stabiliteten til straumen i retninga til vektoren. Vinkelen til vektoren ut frå origo, som er straummålaren sin posisjon, vert kalla resultantretninga. Dersom straumen er stabil i resultantretninga, vil figurstreken vere relativt bein, og verdien av Neumann-parameteren vere høg. Er straumen meir ustabil i denne retninga er figurstreken meir «bulkete» i høve til resultantretninga, og Neumann-parameteren får ein låg verdi. Verdien av Neumannparameteren vil ligge mellom 0 og 1, og ein verdi på til dømes 0,80 vil seie at straumen i løpet av måleperioden rann med 80 % stabilitet i vektorretninga, noko som er ein svært stabil straum.

Vasstransporten (relativ fluks) er også ein funksjon av straumhastigkeit og straumretning, og her ser ein kor mykje vatn som renn gjennom ei rute på 1 m² i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. Når ein reknar ut relativ fluks, tek ein utgangspunkt i alle målingane for straumhastigkeit i kvar 15 graders sektor i løpet av måleperioden. For kvar måling innan ein gitt sektor multipliserer ein straumhastigheita med tidslengda, dvs kor lenge målinga vart gjort innan denne sektoren. Her må ein også ta omsyn til om tidsserien innehold straummålingar med ulik styrke. Summen av desse målingane i måleperioden gjev relativ fluks for kvar 15 graders sektor. Relativ fluks er svært informativ og fortel korleis vasstransporten som funksjon av straumhastigkeit og –retning er på lokaliteten.

Rådgivende Biologer AS har utarbeidd eit system for klassifisering av overflatestraum, vassutskiftingstraum, spreiingsstraum og botnstraum med omsyn til dei tre parametrane gjennomsnittleg straumhastigkeit, retningsstabilitet og innslag av straumstille periodar (**tabell 1**). Klassifiseringa er utarbeidd på grunnlag av resultat frå straummålingar med Gytre Straummålarar (modell SD-6000) på om lag 60 lokalitetar for overflatestraum, 150 lokalitetar for vassutskiftingstraum og 70 lokalitetar for spreiingsstraum og botnstraum. Klassifiseringssystemet er laga for å skildre kvaliteten på straumen i høve til anleggsdrift i sjø, og vert i denne samanhengen kun nytta som ein referanse for å skildre kvaliteten på straumen på kvar stad. Representativt djup for målt vassutskiftingstraum i våre straummålingsseriær er 5 - 10 m middel merddjup, og våre målingar på 5 m djup to stader i Fjelbergsundet vert såleis klassifisert og kvalitetsvurdert som vassutskiftingstraum.

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

Straumhastighet gjennomsnittleg hastigkeit	I svært sterke	II sterk	III middels sterke	IV svak	V svært svak
	(cm/s) > 10	6,6 - 10	4,1 - 6,5	2,0 - 4,0	< 2,0
Overflatstraum	(cm/s) > 7	4,6 - 7	2,6 - 4,5	1,8 - 2,5	< 1,8
Vassutskiftingssstraum	(cm/s) > 4	2,8 - 4	2,1 - 2,7	1,4 - 2,0	< 1,4
Spreiingsstraum	(cm/s) > 3	2,6 - 3	1,9 - 2,5	1,3 - 1,8	< 1,3
Straumstille andel straumstille	I svært lite	II lite	III middels	IV høg	V svært høg
Overflatstraum	(%) < 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40	> 40
Vassutskiftingssstraum	(%) < 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
Straumstabilitet retningsstabilitet	I svært stabil	II stabil	III middels stabil	IV lite stabil	V svært lite stabil
Alle djup (Neumann parameter)	> 0,7	0,4 - 0,7	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	< 0,1

HYDROGRAFI

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vassøyla vart målt den 25. mai 2007 ved hjelp av ein YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ned til 46 m djup sør for Fjelbergsundet (ved stasjon C1) og ned til 58 m djup ved det djupaste i Fjelbergsundet (ved stasjon C2).

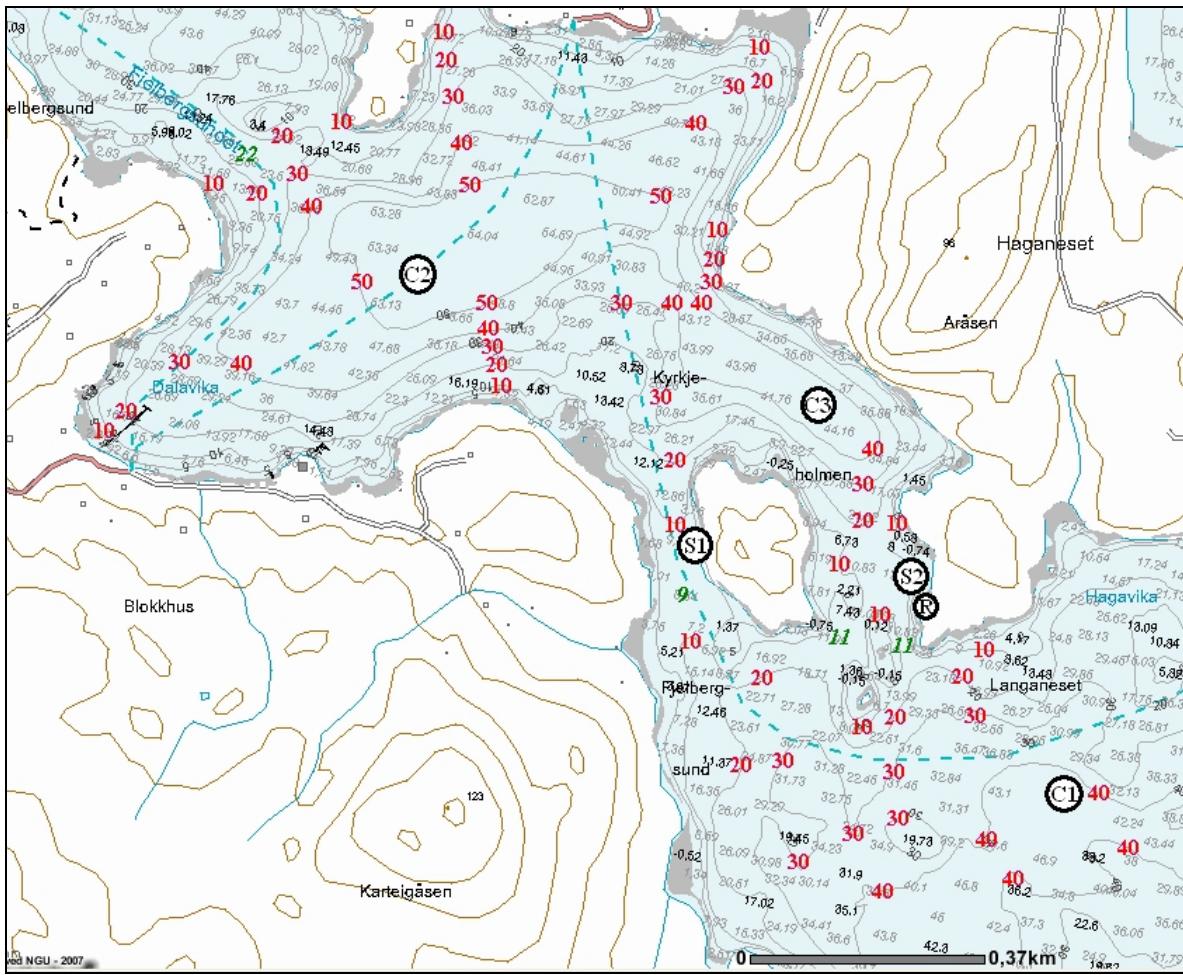
SEDIMENTGRANSKING

Den 25. mai 2007 vart det føreteke ei sedimentgransking av botntilstanden på til saman tre stader sør for og i Fjelbergsundet. Det vart teke tre parallelle grabbprøver med ein 0,1 m² stor vanVeen-grabb som skildra i NS 9422 og NS 9423. Posisjonane til prøvestadene er oppgjevne i **tabell 2** og vist i **figur 4**.

Hovudbestanddelane i ei gransking av sedimentkvalitet består av:

- 1) Skildring av sedimentet med kornfordeling og kjemiske analysar
- 2) Botndyrksamfunnet
- 3) Innhold av miljøgifter

Prøvetaking og vurdering er utført i samsvar med NS 9410, NS 9422, NS 9423 og også etter oppgjevne grenseverdiar i samsvar med SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjordar og kystfarvatn (Molvær m. fl. 1997). Det vart også gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet samt måling av pH/Eh på same måte som ved ei MOM B- gransking. Desse opplysningane vert i hovudsak brukt som tilleggsopplysningar for å støtte oppunder ei god og heilheitleg vurdering av resipienten.



Figur 4. Djupnetilhøva i sjøområda i og like sør for Fjelbergsundet samt plassering av straummålarane S1 og S2 samt stasjonane C1 - C3 i MOM C-resipientgranskingsa. Posisjonsreferansepunktet ved Langenes er markert med 'R'(N 59° 43,839' / Ø 5° 43,035').

Tabell 2. Posisjonar for dei tre undersøkte stadene i og like sør for Fjelbergsundet 25. mai 2007.

Stasjon	Stasjon C1	Stasjon C2	Stasjon C3
Djup (meter)	48 / 48 / 48	58 / 58 / 58	45 / 45 / 45
Posisjon (WGS 84) nord/sør	N: 59° 43,685'	N: 59° 44,076'	N: 59° 43,993'
og aust/vest	E: 05° 43,301'	E: 05° 42,169'	E: 05° 42,871'

For vurdering av sedimentkvalitet vart det teke ut prøvemateriale frå kvar stasjon (blandeprøve av tre parallellear) til kornfordelingsanalyse og kjemiske analysar av total organisk karbon (TOC), tungmetall (7 stk) samt dei organiske miljøgiftene PAH, PCB og TBT. Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og vert utført etter standard metodar (NS 9423). Bearbeiding av dei resterande kjemiske analysane vert også utført i samsvar med NS 9423. Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet er om lag 0,4 x glødetapet, men for å kunne nytte klassifiseringa i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100% finstoff etter nedanforståande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

BOTNFAUNA

Det er utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) på kvar enkelt parallel og for kvar stasjon samla. Vurderinga av botndyrsamansetjinga vert gjort på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfattar to faktorar, artsrikdom og jamnleik, (fordelinga av talet på individ pr art). Desse to komponentane er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der $p_i = n_i/N$, og n_i = tal på individ av arten i , N = totalt tal på individ og S = totalt tal på artar.

Dersom talet på artar er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, vert verdien på denne indeksen (H') høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøven inneholder få artar vert verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individua blant artane gir høg diversitet, også ved eit lågt tal på artar. Ein slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er også eit dårlig mål på miljøtilstand i prøver med mange artar, men der svært mange av individua tilhører ein art. Diversiteten vert låg som følgje av skeiv fordeling av individua (låg jamnleik), mens mange artar viser at det er gode miljøtilhøve. Ved vurdering av miljøtilhøva vil ein i slike tilfelle leggje større vekt på talet på artar og kva for artar som er til stades enn på diversitet.

Jamnleiken av prøven på stasjonane er også kalkulert, ved Pielous jamnleiksindeks (J):

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

der $H'_{\max} = \log_2 S$ = den maksimale diversitet ein kan oppnå ved eit gitt tal på artar, S .

Berekninga av diversietsindeksar m. m. er minimumsanslag, då ein liten del av kvar prøve vart teken ut til analysering av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven vart analysert for innhald av dyr. Det reelle talet på artar og individ i prøvene kan difor truleg vere litt høgare enn det som er påvist.

Alle resultata vert vurdert i samsvar med SFT s klassiferingssystem (Molvær m. fl. 1997).

AVGRENSING AV TILTAKS- OG INFLUENSOMRÅDET

Tiltaksområdet omfattar areala som vert direkte fysisk berørt av tiltaket. I dette tilfellet er det sjøområdet mellom Fjelbergøy og Kyrkjeholmen der sundet anten skal stengjast heilt eller delvis att med ei vegfylling. Brua over til Borgundøy som anten går via eller sør for Kyrkjeholmen, vil i mindre grad direkte berøre sjøområda.

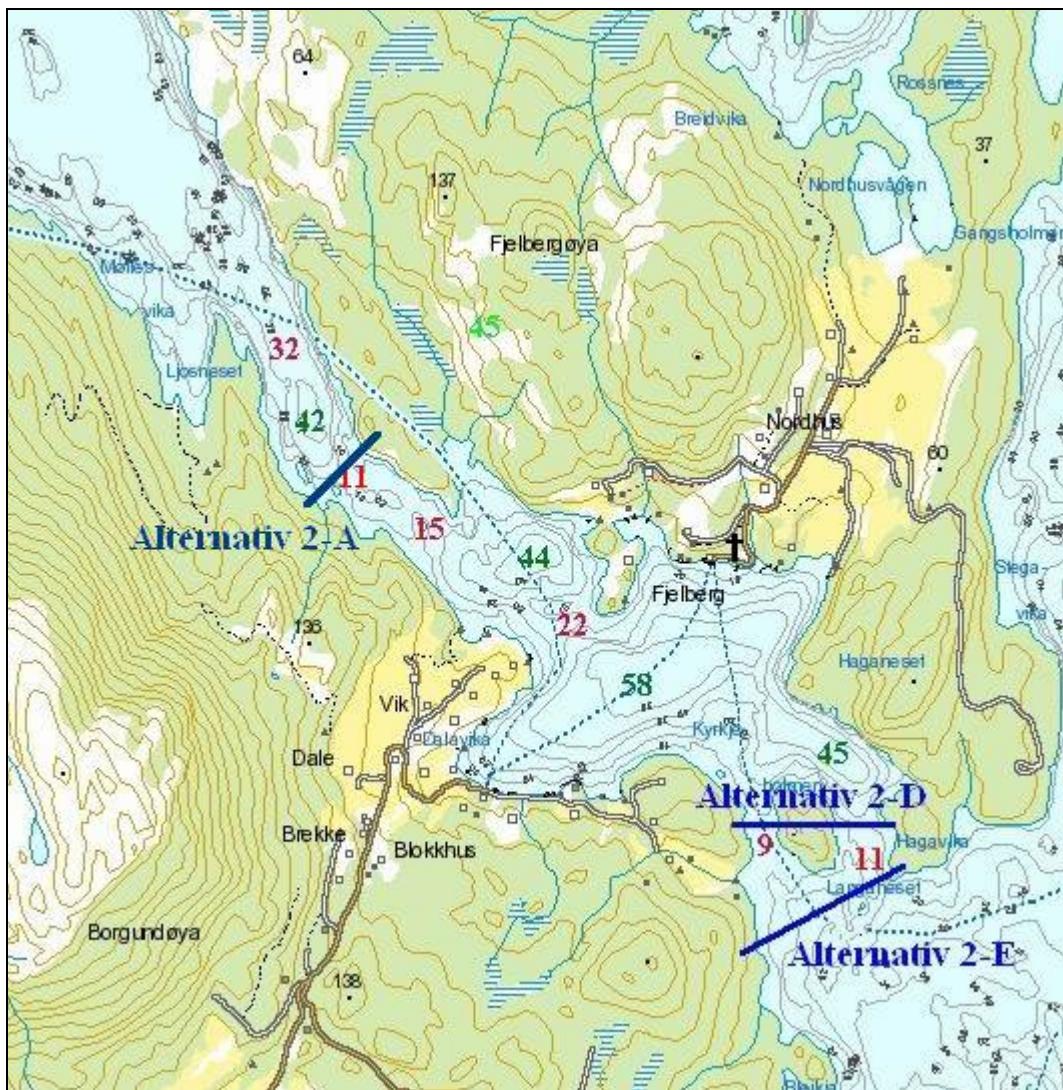
Influensområdet omfattar sjøve tiltaksområdet og areala rundt, der tiltaket kan tenkjast å påverke dei ulike tilhøva. For det marine biologiske mangfaldet kan også anleggsarbeidet påverke livet i eit større område. Dersom veganlegga endrar vassgjennomstrøyminga i Fjelbergsundet, vil den endra vassutskiftinga kunne endre både vasskvalitet og livsvilkåra på botn i dei djupaste delane av sundet (**figur 5**).



Figur 5. Fjelbergsundet og tilgrensande sjøområde rundt Fjelbergøy og Borgundøy i Kvinnherad kommune

OMRÅDESKILDRING OG VERDIVURDERING

Fjelbergsundet er eit ca 3,5 km langt nordvest – søraustgåande gjennomgåande og relativt smalt sund som ligg mellom Fjelbergøy og Borgundøy sørvest i Kvinnherad kommune. Fjelbergsundet er variabelt djupt med fleire terskla sjøbasseng. Heilt sør aust i Fjelbergsundet er det høvesvis 9 og 11 m djupt vest og aust for Kyrkjeholmen. I dei to bassenga innafor (mot nordvest) er maksimaldjupna høvesvis ca 58 meter og 44 meter med ein mellomliggjande terskel på 22 m djup. Like ved den planlagde brukryssinga mot nordvest er den grunnaste terskelen på 11 m djup. Vidare i retning nordvest opnar Fjelbergsundet seg meir opp, og det djupnest gradvis mot større djup i Klosterfjorden. I sør aust er det eit godt og ope samband til sjøområda mot Skåneviksfjorden (**figur 6**).



Figur 6. Djupnihilva i Fjelbergsundet (10 m koter) der ein har markert terskeldjupa (raude tal) og maksimaldjupa i bassenga (grøne tal). Alternative kryssingar (2-A, 2-D og 2-E) er synt grovt med blå strek.

Det djupaste bassenget i Fjelbergsundet har eit overflateareal på om lag 0,7 km² og eit samla volum på nær 20 millionar m³ (**tabell 3**). Vassutskiftinga skjer gjennom tre sund inn til den djupaste delen, eit på kvar side av Kyrkjeholmen i sør og gjennom Fjelbergsundet i nord. Terskeldjupet er omlag 10-11 meter i alle desse tre sunta, som har eit samla tverrsnitt på om lag 2500 m² som vatnet passerer. Den trongaste passasjen i Fjelbergsundet i nord, og det austre av dei søre sunta, har eit tverrsnitt på opp mot 1000 m² kvar, medan sundet mellom Kyrkjeholmen og Borgundøy har eit tverrsnitt på om lag det halve arealet (**tabell 4**).

Tabell 3. Morfometriske tal for det djupaste bassenget i Fjelbergsundet. Verdiane er henta frå djupnekotekartet i **figur 6**.

Djupne (i meter)	Areal på dyp (i km ²)	Volum av sjikt (i mill m ³)	Volum under djupne (i mill m ³)
0	0,68	6,22	19,6
10	0,56	5,08	13,4
20	0,46	3,90	8,3
30	0,33	2,64	4,4
40	0,20	1,38	1,8
50	0,07	0,38	0,4
58	0,02	0	0

Tabell 4. Skildring av tersklane i dei tre avgrensande sunta inn til det djupaste bassenget i Fjelbergsundet.

Sund	Breidde (i meter) på angitt djupne			Terskel-djupne	Areal i sundet
	0 m	5 m	10 m		
Fjelbergøy-Kyrkjeholmen	160 m	90 m	45 m	11 m	985 m ²
Kyrkjeholmen-Borgundøy	80 m	70 m	30 m	10 m	625 m ²
Fjebergøy – Borgundøy i nord	135 m	80 m	55 m	11 m	905 m ²
Samla	375 m	240 m	130 m	11 m	2515 m ²

HYDROGRAFI

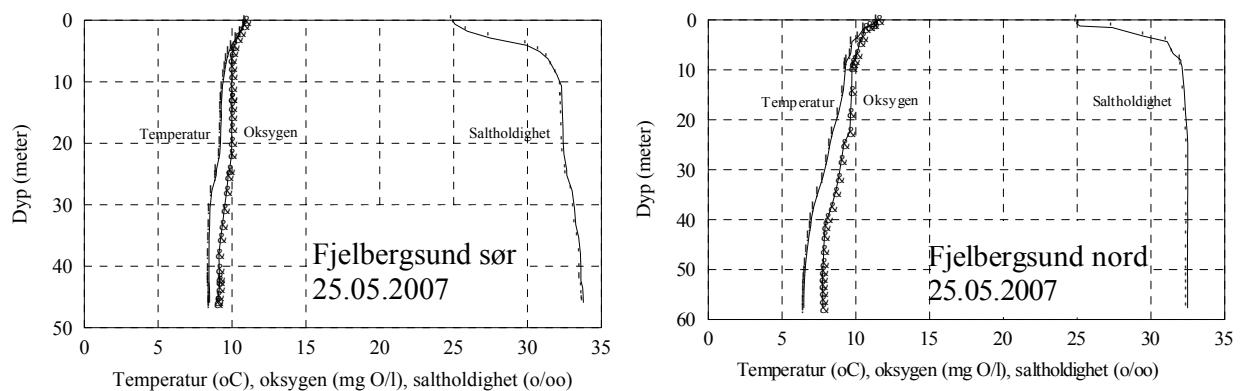
Den 25. mai 2007 vart temperatur, oksygen- og saltinhald målt i vassøyla ned til ca 46 meters djup ved botn sør for Fjelbergsundet om lag ved stasjon C1. Det vart også målt ned til ca 58 m djup ved botn i det djupaste bassenget i Fjelbergsundet om lag ved stasjon C2. Det vart nytta ein YSI 600 XLM nedsenkbar sonde.

Målingane avspeglar ein typisk vårsituasjon i området med ei byrjande oppvaming berre i det øvre vasslaget på begge stasjonar. Begge stadene bestod dei øvste 8 meterane av eit mindre salt lag og noko varmare vatn enn vidare nedover i vassøyla. Saltinhaldet var 25,0 i overflata, begge stader minkande relativt raskt nedover til 32,0 på ca 9 m djup. På stasjon C1 var temperaturen 10,9 °C i overflata minkande til 9,5 °C på 9 m djup. På stasjon C2 var temperaturen 11,4 °C i overflata minkande til 9,3 °C på 9 m djup (**figur 7**).

Frå 9 m djup og nedover mot botn utvikla temperaturen seg ulikt mellom stasjonane. Stasjon 1 ligg i eit ope sjøområde med kontinuerleg god vassutskifting, og her fall temperaturen relativt moderat nedover mot botn til 8,5 °C på ca 46 m djup. Stasjon C2 ligg i eit terskla og innelukka sjøområde med stagnerande vassmassar og relativt lite utskifting frå vel 20 – 25 m djup og nedover til botn i bassenget. Her fall temperaturen jamt nedover til 6,5 °C på ca 58 m djup. Denne låge temperaturen indikerer at det i år har vore ei utskifting med relativt kjølege vassmassar vinterstid/tidleg vår. I slike

terskla basseng vil hovudutskiftinga erfaringmessig skje vinterstid eller tidleg vår når sjiktinga er broten ned og vassmassane er relativt kjølege og saltare enn elles i året. Kuling og storm samt nedkjøling av overflatelaget utover seinhausten og om vinteren bidreg til ei totalutskifting ned til botnen i slike lokalt terskla og relativt grunne område. Vertikalutskiftinga stoppar gradvis opp når temperaturen stig og saltinnhaldet går ned i dei øvre vasslagene utover våren og sommaren.

På stasjon C1 og C2 auka saltinnhaldet ned mot botnen til høvesvis 33,8 og 32,5. På stasjon C1 synter oksygenmålingane høge verdiar i heile vassøyla, med nesten 11 mg/l i overflata og over 9,0 mg/l ved botn, tilsvarande ei metting på over 90 %. På stasjon C2 synter oksygenmålingane også høge verdiar i heile vassøyla, med over 11,5 mg/l i overflata og 7,8 mg/l ved botn tilsvarande ei metting på over 78 %. På denne tida av året vil ein ha tilnærma full oksygenmetting ned mot botn i terskla sjøbasseng, slik som ved det djupaste i bassenget i Fjelbergsundet på 58 m djup. Utover sommaren og hausten vil sjiktinga medføre ein stagnasjon i utskiftinga under terskeldjup, og oksygeninnhaldet vil gradvis gå nedover på grunn av tilførslar av dødt organisk materiale (frå planter og dyr) og påfølgjande oksygenforbruk, og ein vil nå eit oksygenminimum i djupvatnet seinhaustes/tidleg vinter før det då skjer ei fornying av botnvatnet.

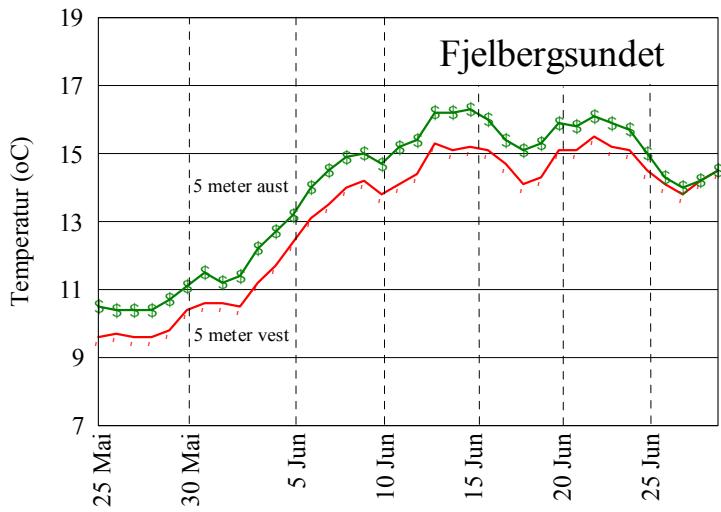


Figur 7. Måling av temperatur ($^{\circ}\text{C}$), oksygeninnhald (mg O/l) og saltinnhald i vassøyla 25. mai 2007 ved Fjelbergsund sør (stasjon C1) om lag kl 13 og Fjelbergsund nord (stasjon C2) om lag kl. 15.30

TEMPERATUR

Temperaturen vart også målt av straummålarane kvart 30. minutt på 5 m djup aust og vest i Fjelbergsundet i perioden 25. mai - 29. juni 2007 (figur 8). Temperaturutviklinga syner ein typisk sein vår - tidleg sommarsituasjon i samband med den årvisse soloppvarminga på denne årstida grunna aukande daglengde og varmeinnsstråling. Begge stader var det ei relativ rask oppvarming av sjøvatnet på 5 m djup der temperaturen steig fra høvesvis 10,5 og 9,6 $^{\circ}\text{C}$ den 25. mai til høvesvis 16,3 og 15,2 $^{\circ}\text{C}$ den 15. juni aust og vest i Fjelbergsundet. Dette heng saman med at det i denne perioden var ein godværperiode med mykje sol og høge temperaturar. Frå den 15. juni og fram til måleslutt den 29. juni gjekk tempetauren noko variabelt nedover til 14,5 $^{\circ}\text{C}$ begge stadene. I denne perioden gjekk lufttemperaturen noko ned att. Temperaturen låg jamt litt under 1 grad høgare på 5 m djup aust i Fjelbergsundet. Heilt i slutten av måleperioden var temperaturen lik begge stader. Dette kan skuldast tilfeldigheiter, for eksempel at målaren aust i Fjelbergsundet kan ha stått litt høgare i vassøyla.

Temperaturvariasjonen gjennom døgnet låg for det meste mellom 0,9 og heile 6,1 $^{\circ}\text{C}$ på 5 meters djup aust i Fjelbergsundet, medan temperaturvariasjonen på 5 meters djup vest i Fjelbergsundet låg mellom 0,6 og 4,6 $^{\circ}\text{C}$ (data ikkje vedlagt rapporten).



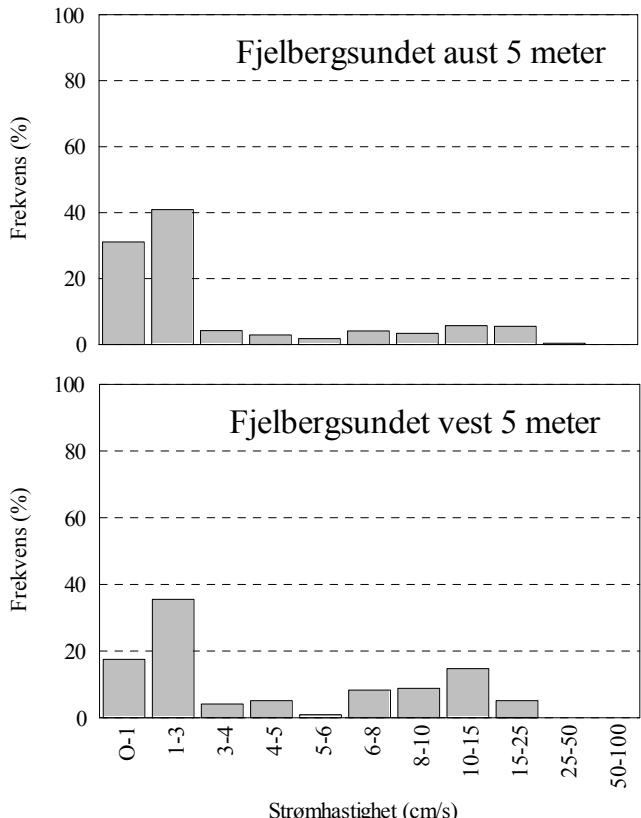
Figur 8. Døgnmidlar for temperatur på 5 m djup høvesvis aust (grøn strek) og vest (raud strek) i Fjelbergsundet i perioden 25. mai – 29. juni 2007.

STRAUMMÅLINGANE

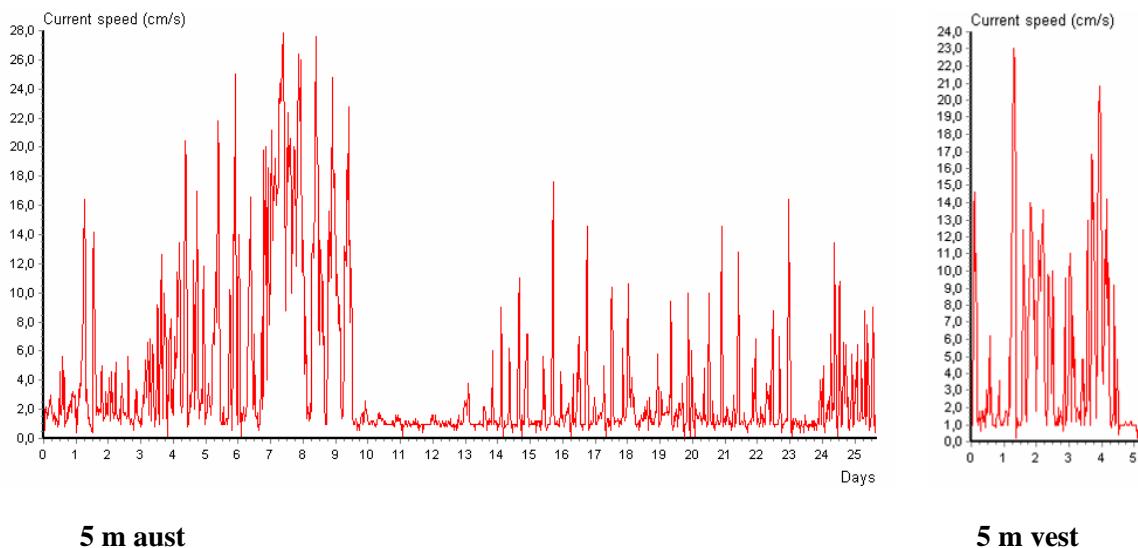
Aust i Fjelbergsundet på 5 m djup vart det målt middels sterkt straum i måleperioden (26 døgn), med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 3,8 cm/s i måleperioden. Det var flest målingar av straum i intervallet 1 – 3 cm/s (ca 40 %). Elles var det ein relativ jamn frekvens av målingar av straum i intervalla frå 3 til 25 cm/s (**figur 9**). Den maksimale straumhastigheita vart målt til 27,8 cm/s (**figur 10**). Figur 10 syner at det mellom 9 og 15 døgn etter målestарт var lite straum. Deretter auka straumen noko att, men kom aldri opp att i den farten som han hadde dei 9 første døgna. Dette kan indikere redusert straumfart som skuldast groing på målaren. Den gjennomsnittlege straumfarten dei 9 første døgna var 6,7 cm/s.

Det vart målt sterkt straum på 5 m djup vest i Fjelbergsundet i måleperioden (5 døgn), med ei gjennomsnittleg straumhastigheit på 5,4 cm/s. Det var flest målingar av straum i intervallet frå 1-3 cm/s (35,5 %), elles fordelt målingane seg slik at det var færrest målingar av straum i intervalla mellom 3 og 6 cm/s og flest målingar av straum i intervalla mellom 6 og 25 cm/s (**figur 9**). Slik var det også aust i Fjelbergsundet. Dette er nokså typisk for eit gjennomgåande straumsund. Når straumen først renn, så renn han mest på litt høgare verdiar. Den maksimale straumhastigheita vart målt til 23 cm/s (**figur 10**).

Straumbiletet på lokaliteten såg ut til i all hovudsak å vere tidevassdriven og var tydeleg påverka av tidevassbølgja, med 2-4 straumtoppar i døgnet og korte periodar med tilnærma straumstille eller svakare straum innimellan straumtoppane (**figur 10**). Aust i Fjelbergsundet var det sterke straum rundt fullmåne den 1. juni enn elles i måleperioden. Vest i Fjelbergsundet var det ein for kort måleperiode til å eventuelt observere ein slik effekt, men det er grunn til å tru at ein ville funne det same mønsteret her og.



Figur 9. Fordeling av straumhastigkeit høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i måleperioden.



Figur 10. Straumhastigkeit høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet).

STRAUMSTILLE PERIODAR

På 5 m djup aust i Fjelbergsundet var det høgt innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden. Til saman vart det registrert 292,5 timer av totalt 616,5 timer med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) i periodar på 2,5 timer eller meir (47,4 %). Ser ein på enkeltmålingane gjevne i **tabell 5** vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 45 periodar på 2,5 timer eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 72 og 21,5 timer. At det vart registrert så stor andel straumstille heng truleg saman med at straummålnaren har vore noko begrodd og dermed har målt noko redusert straum i perioden.

På 5 m djup vest i Fjelbergsundet var det middels innslag av straumstille periodar i løpet av måleperioden på 5 døgn. Til saman vart det registrert 35,5 timer av totalt 108,5 timer med tilnærma straumstille (under 2 cm/s) i periodar på 2,5 timer eller meir (32,7 %). Ser ein på enkeltmålingane gjevne i **tabell 5** vart det i løpet av måleperioden registrert til saman 8 periodar på 2,5 timer eller meir med tilnærma straumstille, og dei to lengste periodane var på 6,3 timer kvar.

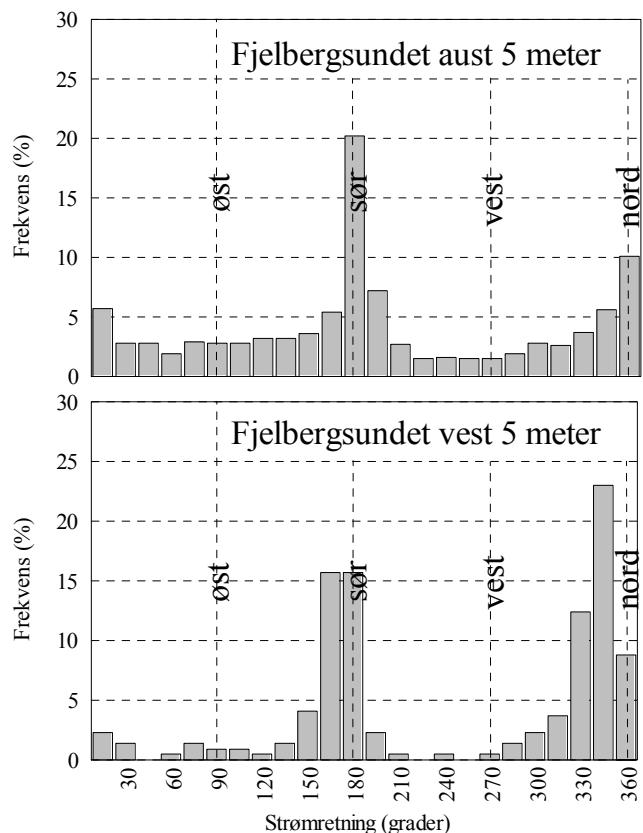
Tabell 5. Skildring av straumstille aust og vest i Fjelbergsundet oppgjeve som tal på observerte periodar av ei gitt lengde med straumhastigkeit mindre enn 2 cm/s. Lengste straumstille er også oppgjeve. Måleintervallet er 30 min, og målingane vart utført i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet).

Måledjup	0 - 2,5 timar	2,5 - 6 timar	6 - 12 timar	12 - 24 timar	24 - 36 timar	36 - 48 timar	48 - 60 timar	Over 60 timar	Maks
5 meter aust	70	37	6	1	0	0	0	1	72 t
5 meter vest	15	6	2						6,5 t

STRAUMRETNING

På 5 m djup aust i Fjelbergsundet var det ein tydeleg dominans av overflatestraum i retning sør og ein noko mindre men klar komponent av returstraum i retning nord. (**figur 11**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sørleg resultanretning (172°) var 0,41, dvs at straumen var stabil i denne retninga (**tabell 6**). Straumen gjekk altså i løpet av måleperioden med 41 % stabilitet i sørleg retning. Det progressive vektorplottet viser at det berre var dagane kring fullmåne at straumen gjekk mest mot sør. Elles i måleperioden var det mest tur- returstram nord – sør (**figur 12**).

Figur 11. Fordeling av straumretning høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet).



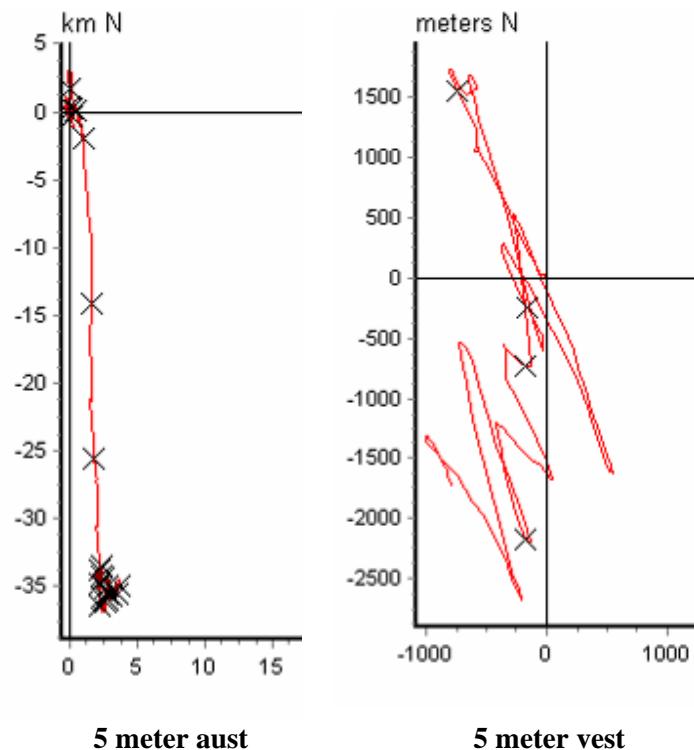
På 5 m djup vest i Fjelbergsundet var det ein relativt klar og likeverdig fordeling av målingar av straum mot sør og nord (**figur 11**). Neumannparameteren, dvs. stabiliteten til straumen i sør-sørvestleg resultanretning (204°) var 0,091, dvs at straumen var svært lite stabil i denne retninga. Det progressive vektorplottet viser at straumen i den relativt korte måleperioden rann inn (i nordleg) og ut (i sørleg) retning med vekselvis retningsskifte om lag 4 gonger i døgnet tilsvarende tidevasssyklusen (**figur 12**). Dette understrekar at straumen inn og ut av Fjelbergsundet er tidevassdriven. Det progressive vektorplottet for dei 5 første døgnene aust i Fjelbergsundet hadde også ein Neumannparameter på under 0,1. Føresett like lang måletid begge stader er det grunn til å tru at ein hadde funne om lag heilt identisk retningsmønster på begge stader i Fjelbergsundet. Det er same vasstraumen som renn inn og ut av sundet på kvar si side av Kyrkjeholmen.

Sidan Fjelbergsundet ligg i retning nordvest – søraust kunne ein forvente at dette var hovudstraumretninga gjennom sundet. Det er det i all hovudsak og, men ved innløpet til Fjelbergsundet mot sør kor målingane vart føreteke er hovudretninga tilnærma sør – nord (jf. **figur 4**).

Tabell 6. Skildring av hastigkeit, varians, stabilitet, og retning til straumen høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet).

Måledjup	Middel hastigkeit (cm/s)	Varians (cm/s) ²	Neumann- parameter	Resultant- retning
5 meter aust	3,8	26,055	0,413	$174^\circ = S$
5 meter vest	5,4	26,802	0,091	$204^\circ = SSV$

Figur 12. Progressivt vektorplot for målingane høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet).



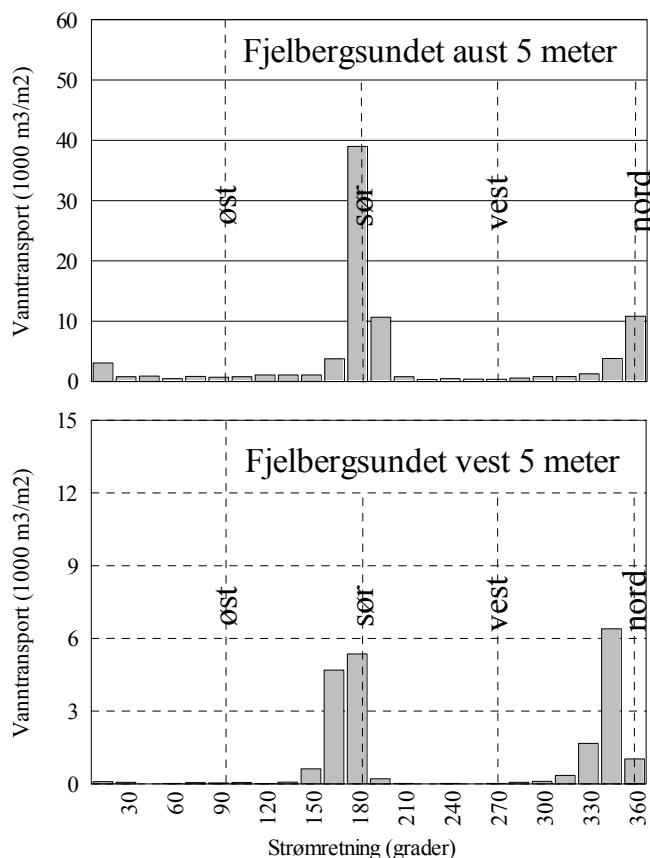
VASSTRANSPORT

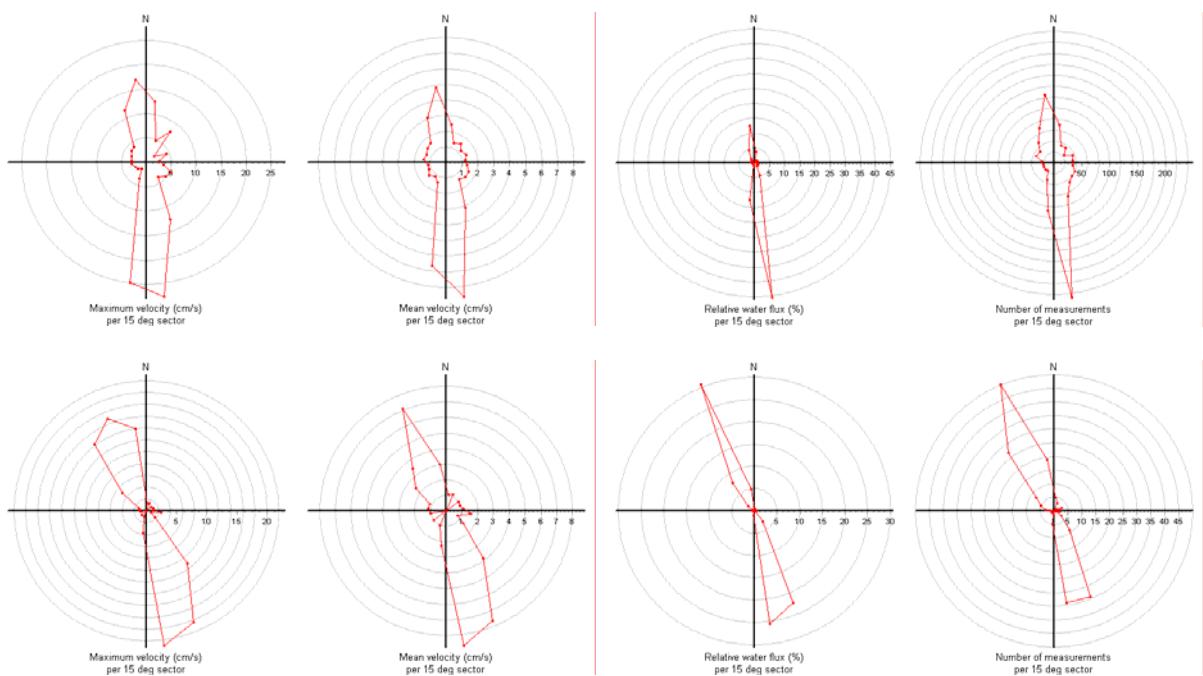
Vasstransporten er ein funksjon av straumhastigkeit og straumretning og er framstilt i **figur 13**. **Figur 14** syner samanfattande straumrosar av største registrerte, samt middel straumhastigkeit, vasstransport og tal på målingar pr retningseining.

På 5 m djup aust i Fjelbergsundet var vasstransporten klart størst i sørleg retning, noko som skuldast den relativt sterke og stabile straumen sørover i Fjelbergsundet i perioden 1. – 3. juni 2007. Vasstransporten i retning nord vart difor relativ låg i samanlikning (**figur 13**). Den sterkaste straumen (27,8 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittsstraumen (ca 8,5 cm/s) vart målt mot sør (**figur 14**).

På 5 m djup vest i Fjelbergsundet var vasstransporten nokolunde likeleg fordelt mellom sørleg og nordleg retning (**figur 13**). Den sterkaste straumen (23,0 cm/s) og den sterkaste gjennomsnittsstraumen (ca 8,7 cm/s) vart målt mot sør (**figur 14**).

Figur 13. Vasstransport (total fluks) høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet).





Figur 14. Samanfattande straumrosor for måleresultata høvesvis aust og vest i Fjelbergsundet på 5 m djup i perioden 25. mai – 20. juni 2007 (25. – 30. mai vest i Fjelbergsundet). Resultata frå 5 meter aust (øvst) og 5 meter vest i Fjelbergsundet (nedst). Dei fire ulike rosene syner fordelinga for kvar 15 grad, frå venstre: Største registrerte, samt middel straumhastigheit, vasstransport og tal på målingar.

SEDIMENTKVALITET

Stasjon C1 ligg om lag 400 m søraust for innløpet til Fjelbergsundet sitt sørlege innløp. Prøvene vart tekne på 48 meters djupne, og her var sedimentet relativt fast og med ein relativt grov struktur, prega av gode straumtilhøve og mindre sedimentterande tilhøve. Grabben inneheldt 3 – 5 liter grått, fast sediment bestående av sand iblanda litt grus og skjelsand (**tabell 7, figur 15**).

Stasjon C2 ligg i den djupaste delen av det djupaste terskelbassenget i Fjelbergsundet om lag 550 m nordvest for Kyrkjeholmen. Prøvene vart tekne på 58 meters djupne, og her var sedimentet mykje finare og bestod av fulle grabbar med mjukt, grått til gråsvart mudderaktig finsediment (silt og leire). Prøvene hadde homogen struktur, og det var svak lukt av hydrogensulfid. Her er moderat vassutskifting med stagenerande vassmassar og sedimentterande tilhøve (**tabell 7, figur 15**).

Stasjon C3 ligg heilt aust i det same terskelbassenget som stasjon C2 i Fjelbergsundet, om lag 100 m nordnordaust for Kyrkjeholmen. Prøvene vart tekne på 45 meters djupne, og her var sedimentet også relativt fint og bestod av ¼ til full grabb med mjukt, grått til gråbrunt finsediment (fin sand, silt og leire) iblanda ca 5 % skjelrestar. Prøvene hadde homogen struktur utan lukt av hydrogensulfid. Her er også moderat vassutskifting og relativt sedimentterande tilhøve (**tabell 7**).



Figur 15. Her ser ein sediment teke sør aust for Fjelbergsundet frå stasjon 1 (øvst) og frå det djupaste terskelbassenget i Fjelbergsundet frå stasjon 2 (nedst) den 25. mai 2007.

Tabell 7. Skildring av sedimentprøvene sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007, med resultat frå måling av surleik (pH) og redokspotensial (Eh) i sedimentet. Tilhøvet mellom pH og Eh er henta frå standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetakinga var: pH i sjøvatn=7,97, Eh i sjøvatn=421 mV og temperaturen i sjø= 18,6 °C.

Stasjon	Prøve C1	Prøve C2	Prøve C3	
Grabbvolum (liter)	3 / 4 / 5	12 / 12 / 12	12 / 10 / 9	
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei	
H2S lukt	Nei	Svak	Nei	
Primær sediment	Skjelsand Grus Sand Silt og leire Mudder	1 % 1 % Ja Nei Nei	Nei Nei Nei Ja Ja	5 % Skjelrestar Nei Litt fin sand Mest ?
Surleik (pH)	7,88 / 7,83 / 7,89	7,58 / 7,68 / 7,62	7,74 / 7,76 / 7,81	
Elektrodepotensial (Eh)	278 / 212 / 190	-112 / -115 / -107	-115 / -40 / -8	
Tilstand pH/Eh	1 / 1 / 1	2 / 2 / 2	2 / 1 / 1	
Skildring av prøven	Lite til nesten halvfull grabb med fast, grått og luktfritt sediment. Overvegande sand iblanda litt grus og skjelsand.	Full grabb med mjukt, grått til gråsvart mudder. Finkorna silt og leire (pellitt).	¾ - full grabb. Mjukt, grått, finkorna sediment med noko fin sand og mest silt og leire. Skjelrester og halve kuskjel. Gråbrunt lag på ca 0,5 cm på toppen.	

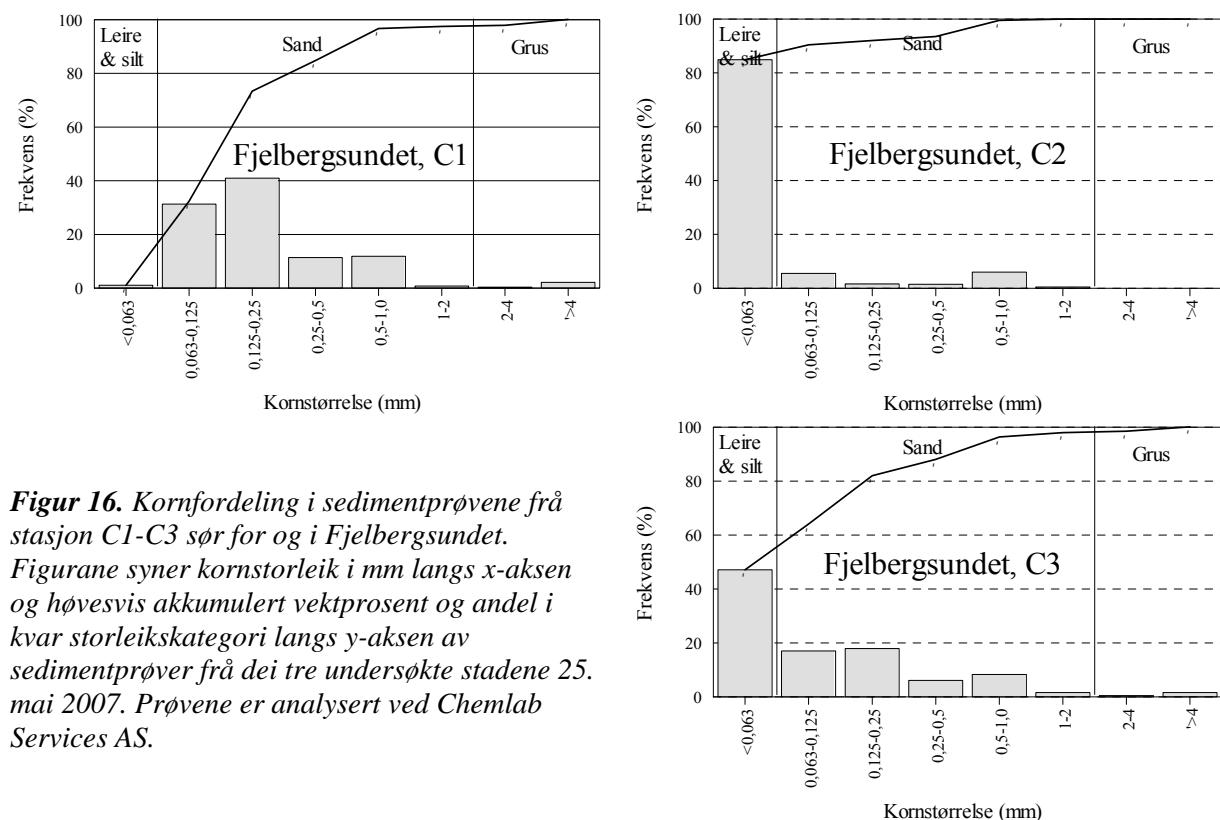
KORNFORDELING

Det vart teke prøver for analyse av kornfordeling av dei øvste 3-4 cm av sedimentet frå dei tre stasjonane C1 - C3 sør for og i Fjelbergsundet. Resultata syner at kornfordelinga var svært ulik med lite sedimenterande tilhøve og lågt organisk innhold i det opne og terskelfrie sjøområdet ved stasjon C1 sør for Fjelbergsundet, og frå vesentleg til noko sedimenterande tilhøve på høvesvis stasjon C2 og C3 i det terskla djupområdet i Fjelbergsundet, der det også var eit vesentleg høgare innhold av organisk stoff, særleg på stasjon C2. Glødetapet på stasjon C1 var på 3,2 %, medan det var høvesvis ca 25 % og 15% på dei to stasjonane i terskelbassenget i Fjelbergsundet (**tabell 8**).

Med nesten berre sand på stasjon C1 (vel 96 %) tyder det på at det er betydeleg vassutskifting og gode straumtilhøve sør for Fjelbergsundet, medan det i djupområdet i det djupaste terskelbassenget i Fjelbergsundet er dårlig vassutskifting og stagnantere tilhøve sidan andelen leire og silt var høg, særleg på stasjon C2. Høvesvis 84,9 og 47,1 % av partiklane på vektbasis var pellitt (leire og silt) på stasjon C2 og C3, og 15,1 og 50,8 % var sand (**figur 16, tabell 8**).

Tabell 8. Organisk innhold og andel leire & silt, sand og grus i sedimentet på dei tre stasjonane C1 - C3 sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007. Større og mindre steinar er tekne bort før analyse. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

Forhold	Enhet	Stasjon C1	Stasjon C2	Stasjon C3
Tørrstoffinhald	%	70,5	26,7	36,7
Glødetap	%	3,19	24,8	14,5
Normalisert TOC	mg/g	64,3	32,6	31,5
Andel leire + silt	%	1,1	84,9	47,1
Andel sand	%	96,3	15,1	50,8
Andel grus	%	2,6	0	2,1



Figur 16. Kornfordeling i sedimentprøvene frå stasjon C1-C3 sør for og i Fjelbergsundet. Figurane syner kornstorlek i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen av sedimentprøver frå dei tre undersøkte stadene 25. mai 2007. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

TUNGMETALL

Tungmetallinnhaldet i dei tre sedimentprøvene var lågt til moderat høgt, og nivået av tungmetalla tilsvarte SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset" og tilstandsklasse II = "moderat forurensset" (**tabell 9**). Tungmetallnivået var høgast på stasjon C2 der det er mest sedimentterende tilhøve. Nivået av alle tungmetalla bortsett frå krom og nikkel tilsvarte her tilstandsklasse II = "moderat forurensset". På stasjon C1 kor det er minst sedimentterende tilhøve og gode utsiktsgjøringer, tilsvarte nivået av alle tungmetalla SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset". Nivået av tungmetall er normalt alltid høgare der det er sedimentterende tilhøve, og treng ikkje vere relatert til spesifikke kjeldeutslipp. Tungmetall vert naturleg oppkonsentrert i finsediment også fordi dei er partikkelbundne, og antal partiklar er mykje høgare i fint sediment enn i grovt sediment.

Akkumulering av metall og tungmetall i sediment vil kunne verke som ei stresskjelde for organismar i eller nær botnen. Felles for desse stoffa er at dei er giftige for det marine miljø, der særleg koppar er giftig for marine planter, botnlevande dyr og fisk. Kvikksølv og kadmium er ansett å vere dei mest giftige tungmetalla. Begge kan gi skadar på nervesystem, nyrer og foster/fødselsskader ved eksponering. Kvikksølv vert akkumulert og oppkonsentrert i næringskjeden og kan overførast frå mor til foster hos pattedyr. Kvikksølv er sterkt partikkelbunde og kan akkumulere i svært høge verdiar i botnsediment. Kvikksølv i miljøet førekjem i ulike former og sambindingar, og det vil skifte mellom desse avhengig av skiftande miljøtilhøve. Samla sett var imidlertid konsentrasjonane av tungmetall frå låge til moderat låge i sedimentet i Fjelbergsundet.

TJÆRESTOFF (PAH)

For PAH-stoffa (polysykiske aromatiske hydrokarboner) vart det i alle tre prøvene påvist ei rekke stoff, men på stasjon C1 i låge konsentrasjonar. Summen av 16 vanlege PAH-stoff tilsvarte her SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset". Også for PAH-stoffa gjaldt det at stasjon C2 hadde høgast konsentrasjon, tilsvarende tilstand III = "markert forurensset", noko som primært heng saman med dei meir sedimentterande tilhøva her, medan stasjon C3 hadde ein konsentrasjon tilsvarende tilstand II = "moderat forurensset" (**tabell 9**).

PAH-stoffa er ei fellesnemning for organiske stoff samansett av eit varierande antal benzen-ringar (2 til 10). Evna til oppløysing og nedbryting vert redusert med aukande tal på benzen-ringar. PAH-stoffa er potensielt giftige, reproduksjonsskadelege, kreftframkallande og/eller arvestoffskadelege (mutagene). Dei fettløyselege eigenskapane gjer at PAH-stoff lett vert absorbert i akvatiske organismar og kan konsentrerast i næringskjedane. Samansetjinga av dei ulike PAH-komponentane er av betydning for giftigheitsgrad. Ved høg temperatur og forbrenning vert det laga "lette" enkelt samansette PAH-stoff med få alkylgrupper/ benzenringar, og desse er relativt ufarlege, som t. d. fenantren, antracen og pyren. Ved ufullstendig forbrenning av f. eks olje, koks og kol vert dei "tyngre" komponentane laga, og som er svært høgaktive og karsinogene, f. eks benzo(a)pyren og dibenzo(a,h)antracen. Førstnemnde vart funne i låg konsentrasjon på stasjon C1 kor det er lite sedimentterende tilhøve, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset". På stasjon C3 tilsvarte nivået av benzo(a)pyren tilstand III = "markert forurensset". På stasjon C2 var nivået av benzo(a)pyren høgt (over 21 gonger naturleg bakgrunnsnivå), tilsvarende tilstand IV = "sterkt forurensset".

Tjærestoff (PAH) vert laga ved alle former for ufullstendig forbrenning (alt frå vulkanutbrot, skogbrannar, brenning av avfall, vedfyring, fossilt brensel, o.l.). Tjærestoff (PAH) i sediment frå hamneområde skriv seg frå m.a. ufullstendig forbrenning av organiske stoff, t.d. fossilt brensel (olje, kol og koks). PAH kan også knyttast til kol- og sotpartiklar frå fyring og drivstoffprodukt, og til tungindustri innan t.d. aluminium og ferrolegering. Skipsverft og boreplattformer er også kjelde for PAH-ureining.

KLORORGANISKE STOFF (PCB)

Det vart påvist PCB-stoff i alle dei tre sedimentprøvene, men i låge til moderat høge konsentrasjonar, og samla sett var summen av dei 7 standard PCB-stoffa innafor SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset" på stasjon 1, medan PCB-nivået på stasjon C2 og C3 tilsvarte tilstand II = "moderat forurensset" (**tabell 9**).

PCB (polyklorerte bifenyler) er ei gruppe syntetiske klorstoff som er akutt giftige i store konsentrasjonar, kreftframkallande, tungt nedbrytbare (persistente) og bioakkumulerande. Dei førekjem ikkje naturleg i miljøet og stammar utelukkande frå menneskelege aktivitetar. Det finnест ca. 200 ulike PCB-variantar, kor dei høgast klorerte stoffa er mest giftige og tyngst nedbrytbare. PCB har høg fettløysledegheit og vert lagra i fettrike delar av organismar og oppkonsentrert i næringskjeder. PCB vert lagra og overført til neste generasjon via opplagsnæring i egg, via livmor til foster, samt via morsmjølk.

PCB er akutt giftig for marine organismar. Akutt giftigheit for pattedyr er relativ låg. Sjølv i små konsentrasjonar har PCB kroniske giftverknader både for landlevande og vasslevande organismar. PCB vert til dømes sett i samanheng med reproduksjonsforstyrringar hos sjøpattedyr. PCB kan i tillegg medføre svekka immunforsvar, noko som aukar mottakeledegheit for infeksjonar og sjukdommar. Ulike PCB-stoff kan skade nervesystemet, gi leverkreft, skade forplantningsevna og fosteret. PCB har også synt negativ innverknad på mennesket si læringsevne og utvikling.

PCB stammar frå mange ulike kjelder. PCB-haldige oljer er vorte brukt i isolasjons- og varmeoverføringsoljer i elektrisk utstyr, som i store kondensatorar og transformatorar, hydrauliske væsker, smøreoljer og vakumpumper. PCB har også inngått i bygningsmateriale som fugemasse, isolerglasslim, mørteletsats og maling. PCB-stoff er vorte spreidd i miljøet ved utskifting av PCB-haldig olje, ved utstyrshavari, ved riving av utstyr, bygningar o. l. PCB vart forbode å bruke i 1980, men på grunn av den tidlegare, allsidige bruken finnест PCB-haldig materiale overalt i vårt samfunn.

TRIBUTYLTINN (TBT)

Det vart påvist moderate mengder tinnorganiske stoff på stasjon C1, eit betydeleg nivå på stasjon C3 og eit svært høgt nivå på stasjon C2. Det var hovudsakleg stoffa monobutyltinn (MTB), dibutyltinn (DBT) og tributyltinn (TBT) som vart påvist, med konsentrasjonar mellom 1,6 og 29 µg/kg, bortsett frå for TBT på stasjon C3, kor konsentrasjonen var heile 430 µg/kg. På stasjon C1 tilsvarte konsentrasjon av TBT SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig - lite forurensset", medan TBT-nivået i sedimentet på stasjon C3, tilsvarte nedre del av SFTs tilstandsklasse III = "markert forurensset". Konsentrasjonen på stasjon C2 var enormt mykje høgare og 4,3 gonger nivået av nedre grense for tilstandsklasse V (> 100 µg/kg) = "meget sterkt forurensset". Nokre av dei øvrige tinnstoffa vart påvist på stasjon C1 og C2 (**tabell 9**).

Tributyltinn (TBT)- og trifenylyltinnstoff (TFT) er kunstig framstilte tinnorganiske stoff. Stoffa er tungt nedbrytbare og kan oppkonsentrerast i organismar. Dei er svært giftige for mange marine organismar. Dei er klassifisert som miljøskadelege og giftige for menneske. Den mest kjende og irreversible effekten er misdanningar av kjønnsorgan, med sterilisering og auka dødelighet til følgje. Det er observert skader på forplantningsorgan hos snegl på belasta lokalitetar, men det er også observert skader langt frå punktkjelder, i område med høg skipsaktivitet.

TBT og TFT har ikkje vorte produsert i Norge, men produkt basert på tinnorganiske stoff vert produsert her i landet. Stoffa inngår i produkt som tidlegare vart nytta som botnstoff (som no er forbode), i treimpregneringsmiddel, samt i mindre grad i produkt som trebeis og tremaling, desinfeksjonsmiddel, konserveringsmiddel og reingjeringsmiddel. Stoffa opptrer i forhøgde konsentrasjonar i vatn og sediment nær skipsverft, marinaer og trafikkerte hamner og skipsleier.

Uorganiske (tungmetall) og organiske (PAH, PCB og TBT) miljøgifter finnест overalt i det marine miljø, og har over lang tid blitt spreidd frå ulike utsleppskjelder til luft og vatn og transportert rundt på jordkloda via luftstraumar og lokale og store straumsystem i sjø. Desse miljøgiftene er for det meste partikkellbundne, og sedimenterer over tid i dei marine sedimenta, og ein finn naturleg bakgrunnsnivå av desse miljøgiftene over alt i det marine miljøet. Der det er gode straumtilhøve vert dei partikkellbundne miljøgiftene flytta på og ”vaska ut”, og slike stader vil ein stort sett finne låge nivå av miljøgifter, medan miljøgiftene vert liggjande i ro og vert oppkonsentrert i sedimenta der det er lite straum og sedimenterande tilhøve. Det kan såleis vere monalege ulikskapar i nivåa av miljøgifter mellom ulike stader og over korte avstander alt etter kva type miljø en hentar prøvene frå og kva sediment ein analyserer på utan at dette treng indikere spesifikke utsleppskjelder. Rett nok var nivået av TBT på stasjon C2 svært høgt til å skulle tilsvare bakgrunnsnivået i eit terskla basseng i Fjelbergsundet. Så høge nivå vil normalt indikere spesifikke utslepp i nærleiken utan at vi har kunne slå fast kvar dette skulle kunne komme frå (jf. avsnittet over).

Tabell 9. Miljøgift i sediment frå kvar av dei tre undersøkte stadene i det aktuelle sjøområdet sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS, mens TBT-prøvene er analysert ved Analycen AS. SFT- tilstanden (1997) er markert i parentes for aktuelle parametrar. For miljøgift i sediment vert følgjande SFT tilstandsvurdering nytta: I = ubetydelig - lite forurensset. II = moderat forurensset. III = markert forurensset. IV = sterkt forurensset. V = meget sterkt forurensset.

Stoff / miljøgift	Enhet	Fjelbergsundet			SFT tilstand Snitt (max)
		Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	
Kobber (Cu)	mg/kg	3,3	39,9	18,7	I (II)
Sink (Zn)	mg/kg	28,0	195,0	95,4	I (II)
Bly (Pb)	mg/kg	9,1	74,8	36,3	II (II)
Krom (Cr)	mg/kg	8,7	44,6	25,7	I
Nikkel (Ni)	mg/kg	4,64	27,3	16,3	I
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,18	0,94	0,53	II (II)
Kvikksølv (Hg)	µg/kg	0,02	0,30	0,15	II (II)
Naftalen	µg/kg	1,8	18,9	9,7	
Acenaftylen	µg/kg	<0,01	7,8	4,9	
Acenaften	µg/kg	<0,01	6,6	2,6	
Fluoren	µg/kg	1,0	11,8	5,6	
Fenantren	µg/kg	7,3	81,3	37,6	
Antracen	µg/kg	21,1	70,0	26,1	
Fluoranten	µg/kg	12,3	197	87,4	
Pyren	µg/kg	9,7	173	78,5	
Benzo(a)antracen	µg/kg	3,3	111	49,4	
Chrysen	µg/kg	5,8	143	60,3	
Benzo(b)fluoranten	µg/kg	16,9	352	168	
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	15,8	271	130	
Benzo(a)pyren	µg/kg	4,0	213	97,4	III (IV)
Indeno(123cd)pyren	µg/kg	14,2	486	211	
Dibenzo(ah)antracen	µg/kg	3,8	57,5	24,8	
Benzo(ghi)perylen	µg/kg	17,5	474	203	
ΣPAH 16 EPA	µg/kg	134	2674	1196	II (III)
PCB # 28	µg/kg	1,2	2,7	1,9	
PCB # 52	µg/kg	0,5	0,7	0,4	
PCB # 101	µg/kg	0,4	1,3	0,7	
PCB # 118	µg/kg	0,5	1,5	1,0	
PCB # 153	µg/kg	0,4	1,5	0,7	
PCB # 138	µg/kg	0,6	2,1	1,0	
PCB # 180	µg/kg	0,2	0,5	0,3	
Σ PCB	µg/kg	3,8	10,2	6,0	II (II)

Tabell 9. Miljøgift i sediment frå kvar av dei tre undersøkte stadene i det aktuelle sjøområdet sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS, mens TBT-prøvene er analysert ved Analycen AS. SFT- tilstanden (1997) er markert i parentes for aktuelle parametrar. For miljøgift i sediment vert følgjande SFT tilstandsvurdering nytta: I = ubetydelig - lite forurenset. II = moderat forurenset. III = markert forurenset. IV = sterkt forurenset. V = meget sterkt forurenset.

Monobutyltinn (MTB)	µg/kg	1,6	13	7,2	
Dibutyltinn (DBT)	µg/kg	2,1	29	5,3	
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	2,4	430	6,5	V (V)
Tetrabutyltinn (TTBT)	µg/kg	<1,0	9,5	<1,0	
Monooktyltinn (MOT)	µg/kg	5,9	3,2	<1,0	
Dioktyltinn (DOT)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	
Trisyklhohexyltinn (TCyt)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	
Monofenyltinn (MFT)	µg/kg	<1,0	4	<1,0	
Difenyltinn (DFT)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	
Trifenytlinn (TFT)	µg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	

BOTNDYR

Faunaen i sedimentet på stasjonane sør for og i Fjelbergsundet vert vurdert som normal ut frå naturtilstanden til kvar enkelt prøvestad. Artane som vart funne er normalt førekommende artar i høve til aktuell botntype og naturleg miljøpåverknad. Berekna diversitet var klart høgst på stasjon C1, noko som ikkje er uventa sett ut frå at prøvene er tekne i eit ope og straumrikt sjøområde med god sedimentkvalitet. Til saman vart det registrert 46 artar, og Shannon-Wieners diversitetsindeks vart berekna til 3,64 tilsvarende SFTs tilstandsklasse II= "god" (**Tabell 10**). Dei registrerte artane er ålment førekommande i sandhaldig sediment. Pga høg forekomst av børstemakken *Owenia fusiformis* er imidlertid berekna jamnleik (J) relativt låg (samla 0,66 for dei tre grabbhogga). *Owenia fusiformis* er ein art som naturleg kan førekomme i høgt antal i eit sandhaldig sediment, og høg forekomst av denne har truleg ingen økologisk relevans.

Botndyrsamfunnet på denne staden er eit døme på at diversitet er eit därleg mål på miljøtilstand i prøver med mange artar, men kor mange av individua tilhører ein art. Diversiteten vert lågare som følgje av skeiv fordeling av individua (relativt låg jamnleik, dvs 0,66), mens mange artar syner at det er gode miljøtilhøve. Det vart funne 46 artar, og ingen av artane er typiske representantar for belasta område. Dersom *O. fusiformis* ikkje hadde dominert ville stasjonen ha "rykka opp" i tilstandsklasse I= "Meget God". Ved vurdering av miljøtilhøva vil ein i slike tilfelle legge større vekt på antal artar og kva for artar som er til stades enn på diversitet.

Faunaen på stasjonane C2 og C3 var prega av å vere utsett for därlege oksygentilhøve, noko som skuldast at begge stasjonane er tekne i eit terskla sjøområde i Fjelbergsundet med avgrensa vassutskifting. Dette gjeld særleg stasjon 2, der det kun vart registrert 13 individ fordelt på 6 artar. Diversiteten vart likevel relativt høg sidan ingen artar dominerte talmessig (høg jamnleik på 0,85). Med ein diversitet på 2,19 vert stasjonen klassifisert til tilstand **III = "mindre god"**. På stasjon 3 vart det registrert litt fleire artar (totalt 9), men pga dominans av børstemarken *Pectinaria koreni* i to av grabbane, vart den samla diversiteten så låg som 1,50 og stasjonen vert klassifisert til **tilstandsklasse IV = "dårlig"**. Artane registrert både på stasjon C2 og C3 er artar som lever i det øvste sedimentsjiktet og er dermed tolerante for låge oksygennivå. Den berekna og relativt høge diversiteten på stasjon 2 i høve til stasjon 3 reflekterer eigentleg ikkje miljøtilhøva her. Den berekna diversiteten er også her eit därleg mål på miljøtilstand, og ut frå tilstadeverande antal artar og dyr er miljøtilhøva på det djupaste i terskelbassenget på stasjon C2 i Fjelbergsundet nok ikkje betre enn tilstand IV= "dårlig".

Bortsett frå grad av dominans av enkelte artar var det ingen vesentleg ulikskap mellom parallellane på nokon av stasjonane, noko som tyder på representative prøveuttak.

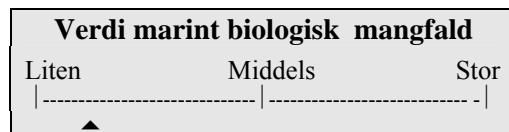
Tabell 10. Antal artar og individ av botndyr i dei ni prøvene tekne tre stader sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, berekna maksimal diversitet (H' -max), jamnleik (evenness) og SFT-tilstandsklasse. Enkeltresultata er presentert i vedleggstabell 1 bak i rapporten.

FORHOLD	Stasjon C1				Stasjon C2				Stasjon C3			
	A	B	C	sum	A	B	C	sum	A	B	C	sum
Antal artar	23	24	30	46	3	2	4	6	7	4	6	9
Antal individ	81	100	112	292	4	3	6	13	17	55	42	114
Shannon-Wiener, H'	3,28	2,72	3,73	3,64	1,50	0,92	1,92	2,19	2,25	0,80	1,54	1,50
H' -max	4,52	4,59	4,91	5,52	1,59	1	2	2,58	2,81	2	2,59	3,17
Jamnleik, J	0,73	0,59	0,76	0,66	0,95	0,92	0,96	0,85	0,80	0,40	0,60	0,47
SFT-tilstandsklasse	II	III	II	II	IV	V	IV	III	III	V	IV	IV

VERDIVURDERING MARINT BIOLOGISK MANGFALD

Det er ikkje nokon spesielle eller prioriterte naturtypar i Fjelbergsundet. Sundet består hovudsakleg av tre terskla basseng der to av desse truleg har avgrensa vassutskifting. Det gjeld bassenget nordvest for innløpet i sør med ei maksimaldjupn på 58 m, og det litt mindre nabobassenget lenger mot nordvest med ei maksimaldjupn på 44 meter. I desse to bassenga vil ein kunne forvente periodevis stagnante vassmassar, der særleg dei naturgevne tilhøva for botnlevande dyr i sedimenta i det djupaste og største bassenget like nord for Kyrkjeholmen vil kunne vere relativt dårlege. Ein analyse av botnfaunaen her synte eit relativt fattig dyreliv med få og hardføre artar, som er typiske og naturleg førekommande i denne typen sjøområde, men det er ingen av desse artane som kan karakteriserast som verdfulle.

Samla sett er verdien av marint biologisk mangfald sett til liten.



VURDERING AV VERKNAD OG KONSEKVENSAR

Fjelbergsundet består av fleire djupbasseng, der det største og sørlegaste er 58 meter djupt. Inn til dette området er det trønge og grunne sund, som avgrensar vassutskiftinga. Fjelbergsundet er såleis pr. definisjon ein fjord, sidan det er skilt frå dei tilgrensande utanforliggjande sjøområda med ein eller fleire tersklar i munningen. Dette gjer at vassmassene innanfor ofte er sjikta, der djupvatnet som er innestengt bak terskelen kan vere stagnerande, mens overflatevatnet hyppig vert skifta ut av det to gonger dagleg innstrøymande tidevatnet. I dei store fjordane vil dette djupvatnet utgjere svært store volum, medan i dei mindre områda som Fjelbergsundet, er tilhøvet mellom overflatearealet og djupvassvolumet heilt annleis. Dette gjer områda meir følsame for tilførslar til og endringar i utskiftinga av djupvatnet.

I det stabile djupvatnet innanfor tersklene i fjordane i slike sjøbasseng, er tettleiken vanlegvis større enn i det dagleg innstrøymande tidevatnet, og her føregår det to viktige prosessar. For det første blir oksygenet i vassmassane jamt forbrukt på grunn av biologisk aktivitet knytta til nedbryting av tilført organisk materiale. For det andre skjer det ein jamm tettleiksreduksjon i djupvatnet på grunn av dagleg påverknad frå det inn- og utstrøymande tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstrøymande tidevatnet kunne få ein betydeleg fart, og påvirkninga på dei underliggjande vassmassane vil kunne bli stor. Når tettleiken i djupvatnet har vorte så låg at han tilsvrar tettleiken til tidevatnet, kan djupvatnet bli skifta ut med tilførsel av friskt vatn helt til botnar i bassenget. Utskifting av djupvatnet kan også skje vinterstid. Då vil overflatevatnet bli avkjølt og bli tyngre, og ved vindpåverknad kan dette tyngre vatnet bidra til fullstendig utskifting av djupvatnet innanfor terskelen. Kor ofte slike utskiftingar skjer er i stor grad avhengig av djupet til terskelen, - til grunnare terskel, til sjeldnare har ein utskiftingar av denne typen.

Fjelbergsundet har frå naturen si side sjeldan utskifting av djupvatnet i det djupaste bassenget, og det vart registrert eit sparsomt dyreliv i sedimentet ved det djupaste. SFT-tilstand vart sett til IV og V for dei to prøvestadane inne i dette sjøbassenget, men dette reflekterer ikkje direkte at området er sterkt forureina. Den observerte statusen tilsvrar nær naturtilstand med omsyn på dyr. Innhold av miljøgifter som TBT var høgt i det djupaste bassenget, der det er sedimenterande tilhøve og slikt vert akkumulert. Dette syner sannsynlegvis både lokale kjelder og ei diffus ureining i heile denne delen av Hardangerfjorden. Dette sjøbassenget kan nok periodevis ha eit betydeleg oksygensvinn i djupvatnet, og bassenget er såleis følsamt for endringar i vassutskiftinga.

0-ALTERNATIVET UTAN UTBYGGING

Konsekvensane av det planlagde tiltaket skal vurderast i høve til den tilsvarande framtidige situasjonen i det aktuelle området, basert på føreliggjande kjennskap til utviklingstrekk i regionen, men utan det aktuelle tiltaket. I EU sitt vassdirektiv er det forventa situasjon i år 2015 som skal vere utgangspunkt for vurderingar av utvikling, tilstand og eventuelle behov for og prioritering av tiltak. Fylkesmannen si miljøvernnavdeling reknar med at det er mogleg at sjøområda i dette området ikkje vil ha minst ”god økologisk status” innan år 2015.

Klimaendringar er også gjenstand for diskusjon, og eventuell vidare ”global oppvarming” vil kunne føre til mildare vintrar og heving av snøgrensa også på Vestlandet. Ulike klimascenarier antydar at det også vil kunne bli fleire og meir ekstreme nedbørsepisodar i åra som kjem. Alt i alt vil eit villare og våtare klima føre til at tilhøva i vassdraga og fjordane vert endra. Fleire vinterflaumar og nedbørflaumar generelt vil sannsynlegvis auke i omfang. I størstedelen av landet vil vassdraga få auka vintervassføring, samstundes som vårflaumane i dei store elvane vil komme tidlegare og bli mindre (www.nve.no/klima).

Det er ikkje lett å forutseie omfang og den samla verknaden av endra tilrenning og stigande temperaturar på tilhøva i sjøområdet i Fjelbergsundet og dei tilstøyande fjordbassenga. Forsvinninga av tareskogane langs kysten har vore diskutert i samband med stigande havtemperaturar, saman med dei aukande tilførslane av næringsstoff og aukande eutrofiering. Dersom dette vert vurdert som ein negativ verknad på økosystema, vil tilhøva ikkje bli betre dei nærmaste åra.

For det aktuelle tiltaksområdet er det heller ikkje planlagd alternative tiltak eller noko anna inngrep som skulle tilseie at det kan ventast vesentlege endringar i desse økosystema. Det kan difor forventast å vere moderat til dårlig økologisk status også i 2015, framleis grunna høgt innhald av miljøgifter i sedimentet, og ein mogleg liten negativ verknad grunna effektar av klimaendringane.

		Verknad for marint biologisk mangfold				
0-alternativet, ingen utbygging		Stort neg.	Middels neg	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
		----- ----- ----- ----- ----- -----	▲			

Med liten verdi med omsyn på **marint biologisk mangfold**, og ein liten negativ verknad, vert konsekvensane av 0-alternativet vurdert som **ubetydeleg konsekvens (0)**.

MOGLEGE VERKNADER AV PLANLAGD VEGKRYSSING

I det følgjande er aktuelle verknader omtalt og vurdert for både anleggsfasen og etter utbygging, med ei samla vurdering av omfang og konsekvens for dei ulike verknadene i samband med dei ulike elementa som er omtalt tidlegare.

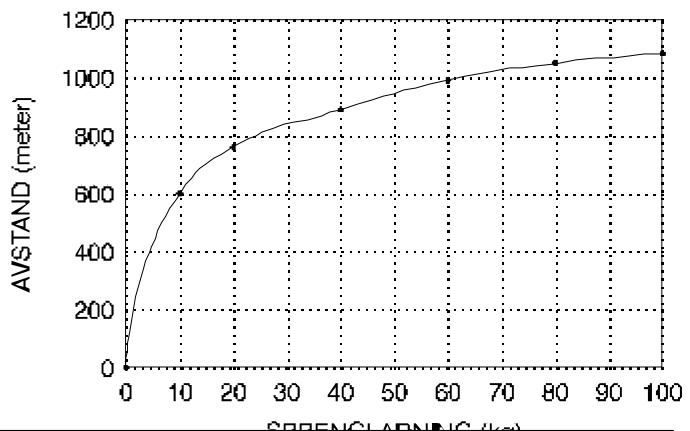
VERKNADAR I ANLEGGSFASE

I anleggsfasen for planlagt vegbygging vil ein kunne ha følgjande verknadar som vil bli vurdert konsekvensar av:

- Moglege sprengingsarbeid ved og under vatn
- Utfylling i sjø
- Spreiing av miljøgifter

Undervassprengingar

Ved eventuelle opne undervassprengingar for å setje fyllingar, eller sprengingar i fjell like under vatn, vil det kunne skje skader på livet i nærleiken av sprengstaden. Særleg ved eventuelle sprengingar der ladningane er plassert i dei opne vassmassane, vil stigetida ved sprenginga vere i storleik mikrosekund (milliondels sekund), og det er lite som skjermar for sjokkbølgja. Verknadene av slike sprengingar kan då bli svært kraftige for fisk og dyr som oppheld seg i nærleiken, samtidig som sjokkbølgja vil gje store trykkskilnader i vevet i det den passerer, og det kan då oppstå store skjærspenningar.



Figur 17. Teoretisk berekna avstand for 1% dødeligheit for fisk ved sprengladningar av ulik storleik. Figuren er henta frå Ylverton mfl (1975) og Larsen (1993).

Eventuelle undervassprengingar kan såleis føre til skader på fisk i nærleiken av sprengingsstaden i form av vevsskader og indre og ytre blødningar utan at fisken dør. Slike skader kan gro, men vil kunne påvisast i fisken i lang tid etter. I nærområdet vil skadene i verste fall kunne medføre at fisken dør. Skadeomfang er avhengig av storleiken på den enkelte sprengladning, avstand frå sprengingsstaden og om sprenginga skjedde i vassmassane eller i grunnen eller om sprengstaden på annan måte er dekkja til slik at sjokkbølgjene vert avdempa. Den teoretiske avstanden for 1% dødelighet på fisk for ulikt store ladningar er framstilt i **figur 17**. Ved ein ladning på 100 kg vil ein prosent av fisken dø i ein avstand på 1,1 km frå sprengstaden, medan avstanden for 1% dødelegheit teoretisk er 800 meter for ladningar på 25 kg.

Utfylling i sjø

Dei utsprengde steinmassane frå landområda vil bli fylt ut i sjøen for å etablere vegfylling anten over heile austre løpet av Fjelbergsundet over til Kyrkjeholmen (Alt. 2-D), eller alternativt ei vegfylling der ein delvis stengjer det austre løpet av Fjelbergsundet (Alt. 2-E). Det er å forvente at det er lite massar som vil bli fortrengt ved utfyllinga sidan dei to alternative fyllingane skal krysse eit gjennomgåande straumsund med djupner mellom 0 og 20 m. Her vil straumen bidra til at det er mest grovkorna og hardpakka sediment som ligg der, og som i liten grad vil verte kvervla opp ved utfylling. Dette er kornstorleikar som og krev monaleg vasstraum for å bli flytta, og eventuelt oppkvervla sediment vil difor sedimentere raskt etter oppkvervling ved utfylling.

Massane frå sprengingsarbeidet vil innehalde ein del finkorna materiale med kornstorleikar på mellom 0,02 og 0,06 mm. Desse vil først sedimentere ut ved vasshastigheiter på mellom 0,2 og 2 mm/s. Straumfarten i dette området er vanlegvis mykje høgare, og partiklane vil difor kunne halde seg lenge i vassmassane. Ei utfylling vil difor vere synleg over eit større område og på lang avstand.

Dette utgjer ikkje noko omfattande miljøproblem, sjølv om det kan få konsekvensar for sikta i vatnet for jaktande fugl, fisk og også moglege pattedyr. Det er oppført grenser på 2 mg/l suspendert finstoff som lågaste synlege konsentrasjon i klårt vatn, ei grense på 10 mg/l for når fisk vil søkje bort, og eit nivå på 15 mg/l som vanskeleggjer sikta for dykkande/jaktande fuglar (SEAS Distribution 2000).

Sprengsteinmasse i utfyllingar vil også kunne gje skader på gjellene på fisk som oppheld seg i nærleiken. Einskilde bergartar kan gje svært kvasse partiklar når dei vert sprengde, noko som har synt seg å skade fisk både i naturlege situasjonar (Hessen mfl. 1989) og i oppdrett. Ikkje alle typar steinstov er skadelege. Borestov har til dømes ikkje skarpe partiklar, og fisk kan tolle høge konsentrásjonar av slikt stov i vatnet uten at det er skadeleg.

Avrenning frå slike sprengsteinfyllingar kan også resultere i tilførslar av sprengstoffrestar som ammonium og nitrat i ofte relativt høge konsentrásjonar (Urdal 2001; Hellen mfl. 2002). Dersom sprengstoffrestar føreligg som ammoniakk (NH_3), kan dette sjølv ved låge konsentrásjonar medføre giftverknader for dyr som lever i vatnet. Andelen som føreligg som ammoniakk er avhengig av mellom anna temperatur og pH, men vil sjeldan vere så høg at det kan medføre dødelegheit for fisk.

Ved dei planlagde utfyllingane i og ved Fjelbergsundet, vil ikkje tilførslar av sprengsteinstov og sprengstoffrestar medføre noko miljøproblem anna enn heilt lokalt. Her er god vassutskifting, og moglege tilførslar vil raskt bli fortynna slik at verknadene for økosystema vil bli minimale.

Spreiing av miljøgifter

Ved etablering av fyllingar i sjø i sunda ved Kyrkjeholmen, er det venteleg lite og i all hovudsak grovkorna stadeige sediment som vil bli fortrengt ved utfyllinga. Her er det lågt innhald av miljøgifter, sidan slike stoff i hovudsak sedimenterer og vert oppkonsentrert i område med stillesståande vatn og finkorna sediment. Ein vil difor ikkje vente at dei planlagde vegfyllingane i sjø vil medføre spreiing av miljøgifter frå tiltaksområdet.

Samla konsekvensvurdering for anleggsfasen

Mellan de ulike vegalternativa, er det ikkje venta nokon verknad av alternativ 2-A som passerer Fjelbergsundet i nord på bru. Alternativ 2-D vil ha noko mindre utfyllingsbehov enn alternativ 2-E, og sistnemnde vil difor venteleg ha noko større verknad for økosistema. Verknad vurdert til mellom middels negativ til lite negativ for dei to fyllingsalternativa.

Anleggsfasen	Verknad for marint biologisk mangfald				
	Stort neg.	Middels neg	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
Alternativ 2-A	▲				
Alternativ 2-D		▲			
Alternativ 2-E			▲		

Med liten verdi med omsyn på **marint biologisk mangfald**, og ein liten negativ verknad, vert konsekvensane som følgjer:

- Alternativ 2-A: **Ubetydeleg konsekvens (0).**
- Alternativ 2-D: **Ubetydeleg konsekvens (0).**
- Alternativ 2-E: **Liten negativ konsekvens (-).**

VERKNADER ETTER UTRYGGING

Det vil venteleg vere andre moglege miljøverknader når vegbygginga er ferdig. Dei tre alternative utbyggingsalternativa inneber ingen (alternativ 2-A), heilt (alternativ 2-D) eller delvis (alternativ 2-E) stenging av Fjelbergsundet sitt austre løp. Følgjande moglege verknader for influensområdet er vurdert:

- Arealbeslag på botnen
- Straumtilhøve med vassutskifting innafor
- Vasskvaliteten i Fjelbergsundet
- Tilførslar til sjø
- Tilhøva for botnlevande dyr

Arealbeslag på botnen

De tre ulike alternative vegtraseane vil ha ulik lengd på fylling i sjø. Alternativ 2-A går i bru over Fjelbersundet i nord, medan alternativ 2-E vil ha samla fyllingslengd i sjø på om lag 500 meter. Alternativ 2-D har ei fyllingslengd på 200 meter over den austre delen av sunda ved Kyrkjeholmen. Tiltaksområdet inkluderer ikkje spesielle naturområde eller prioriterte naturtypar, og innhold heller ikkje nokon kjente verdfulle førekommstar av einskildartar.

Samla sett vil beslag av areal og øydelegging av naturlege habitat vere lite, og dei samla verknadane er små negative, men noko større for alternativ 2-E enn for alternativ 2-D.

Straumtilhøve med vassutskifting

Ved utbyggingsalternativa 2-D og 2-E vert det austre sundet sør i Fjelbergsundet heilt og nesten heilt stengt for vassgjennomstrøyming. Alternativ 2-E har berre ei lita opning inn mot Kyrkjeholmen. Alternativ 2-D passerer det vestre sundet med bru medan alternativ 2-E passerer det vestre sundet med fylling og ei lita bru på 40 meters lengd. Konsekvensen av fyllingar i desse sunda vert truleg redusert vassutskifting av overflatevassmassane i Fjelbergsundet, av di tverrsnittet av sunda inn til bassenget vert redusert med om lag 40-50% for dei to ulike alternativa (**tabell 18**).

Tabell 18. Fjord-diagnostiske vurderingar, utført med modellen *Fjordmiljø* versjon 3.1. Ved endring av tverrsnitt i dei tre sunda, vil tidevasshastigheita i sunda og mengda tidevatn som vert pressa gjennom sunda, endra. Dette har verknadar for oppholdstida til vatnet i Fjelbergsundet og dei ulike tilhøva i djupvatnet.

Alt.	Tverrsnitt av sunda	% endring i areal	Tidevatn- hastigkeit	Opphaldstid overflatevatn	Fyllingstid Djupvatn	Oksygenforbruk i djupvatn	Tettleikreduksjon i djupvatn
2-A	2515 m ²	0 %	0,02 m/s	1,7 døgn	2,8 døgn	0,57 ml / 1 / mnd	0,04 kg/m ³ /mnd
2-D	1545 m ²	Ca 40 %	0,04 m/s	2,1 døgn	3,5 døgn	0,55 ml / 1 / mnd	0,05 kg/m ³ /mnd
2-E	1350 m ²	Ca 50 %	0,04 m/s	2,2 døgn	3,7 døgn	0,54 ml / 1 / mnd	0,06 kg/m ³ /mnd

Verknadane av innsnevring av arealet i sunda inn til det djupaste bassenget i Fjelbergsundet er synt for dei ulike alternativa i **tabell 18**. Ved innsnevring av sunda til nær 50%, er det i hovudsak to verknadar som dominerer; 1) tidevatnhastigheita i sunda vil om lag doblast og 2) mengda innstrøyande vatn vert noko redusert, slik at oppholdstida på overflatevatnet i bassenget aukar noko.

Den høgare hastigheita på det to gonger daglege innstrøyande tidevatnet, bidreg til ein større turbulent aktivitet mot det underliggende djupvatnet, med ein auke i tettleiksreduksjon i djupvatnet som resultat. Denne er imidlertid ikkje stor, og vil ha små verknadar på dei balanserande kretene som styrer tilhøva der. Viktigaste verknaden er at oksygenforbruket i djupvatnet faktisk blir noko redusert, frå 0,57 ml / 1 / mnd til 0,54 ml / 1 / mnd. Dette vil ikkje føre til noko merkbar endring i tilhøva i djupvatnet, som i dag er prega av periodevis lågt oksygeninnhald og difor har ein botnfauna beståande av få, men tolerante artar.

Den reduserte innstrøyminga av tidevatn resulterer i ein auke i oppholdstida for overflatevatnet i bassenget i Fjelbergsundet, frå 1,7 døgn til 2,2 døgn for alternativ 2-E. Utskiftinga av vatnet er likevel stor og hyppig.

Vasskvalitet i Fjelbergsundet

Berekningane synt til i **tabell 18**, syner at det ikkje vil verte nokon merkbar endring i vasskvalitet i Fjelbergsundet sjølv ved utbygging etter alternativ 2-E der sunda i sør vert avstengt i stor grad. Dette medfører ein teoretisk auke i oppholdstida på vatnet i Fjelbergsundet innafor tersklane, på om lag 30%, men sjølv med store lokale tilførslar til overflatevatnet i Fjelbergsundet, vil ikkje dette medføre ei betydeleg endring i vasskvaliteten sidan vassutskiftinga er stor og hyppig. Framleis vil vatnet i Fjelbergsundet i hovudsak vere dominert av vatnet frå områda omkring.

Ved ei prøvetaking 10. oktober 2002 i sjøområda rett sør for Fjelbergsundet (Brekke mfl 2003), var innhaldet av total fosfor og fosfat-fosfor i overflatevatnet høvesvis 28 og 17 µg/l. Dette er vesentleg meir enn på referansestasjonane, og i høve til SFT si klassifisering (SFT 1997; vintersituasjon) tilsvarte konsentrasjonen av total fosfor tilstandsklasse III = "mindre god", medan konsentrasjonen av fosfat-fosfor tilsvarte tilstandsklasse II = "god". Konsentrasjonane av total nitrogen og nitrat-nitrogen tilsvarte tilstandsklasse I = "meget god". Desse resultata indikerer fosfor-rike tilførslar til sjøområda. Det er venteleg liten skilnad i tilhøva i Fjelbergsundet og desse resultata frå eit område mindre enn ein km sør for tiltaksområdet for alternativa 2-D og 2-E.

Sjølv om dei teoretiske berekningane antydar at verknadane på vasskvalitet i Fjelbergsundet vert små, har ein altså sannsynlegvis ein noverande vasskvalitet som er "mindre god", og tiltak som kan ytterlegare forverre desse tilhøva er lite ynskjelege.

Tilhøva for botnlevande dyr

Begge utbyggingalternativa 2-D og 2-E vil i følgje berekningane føre til ei teoretisk og ubetydeleg betring i oksygentilhøva i djupvatnet, av di oksygenforbruket vert redusert med om lag 5% frå 0,57 til

0,54 ml oksygen/l/månad for alternativ 2-E. Allereie i dag er det sannsynlegvis periodar med lågt oksygeninnhald i det djupaste bassenget i Fjelbergsundet, noko som vert spegla i faunasamansetjinga av botndyr i sedimentet. Det vart funne få individ av få artar, som er tolerante mot låge oksygenverdiar.

I områda like innanfor planlagt vegfylling i det austre sundet sør i Fjelbergsundet, vil vasshastigheita bli mykje mindre enn i dag, og det vil bli sedimenterande tilhøve. Sedimentkvaliteten her vil då bli svært endra på sikt, noko som vil kunne medføre dårlegare levekår for botnlevande dyr slik at både arts- og individantalet vert redusert i høve til i dag.

Sjøområdet og dyrelivet i sedimenta sør for Fjelbergsundet vil ikkje bli negativt påverka av utbygginga sidan desse ligg ut mot opne sjøområde med god straum og vassutskifting, f. eks gjennom Sundnessundet.

Sjølv om konsekvensen for dei botnlevande dyra kan vere bortfall av artar og lågare tal på dyr og ein reduksjon i det biologiske mangfaldet i djupområdet like nord og aust for Kyrkjeholmen, har dette økosystemet liten økologisk verdi i den store samanhengen. Dei dyra som er til stades i sedimenta i det djupaste bassenget i Fjelbergsundet er heilt vanleg førekommade og relativt hardføre artar som finnест i hopetal i tilsvarande økosystem langs den resterande kystlinna i sundet og elles i regionen.

Ureining

Vegtrafikk gir opphav til eit stort spekter av ureing som vert spreidd til miljøet langs vegane. Hovudsakleg føreligg ureiningane knytt til fint vegstøv som i første omgang vert liggjande på vegbana og like ved vegen. Dette er kontinuerlege ureiningar som vert dannar når vegen er i bruk. Tunnelvasking og uhell ved transport av farleg gods er eksempel på episodiske ureiningar, der belastninga på nærmiljøet kan vere større enn ved dei diffuse og kontinuerlege tilførslane.

Vegstøv vert dannar ved vegslitasje, forbrenning av fossilt brensle og ved slitasje på kjøretøy og dekk. Støvet har eit høgt innhald av fine stoffpartiklar, høg pH, låg næringsstatus, lågt innhald av organisk materiale og normalt høgare verdiar av tungmetall. Vegstøv er sjølvsagt påverka av tilslagsmaterialet i asfalten, men har elles lite variasjon i kjemisk og fysisk karakter. Partikkelproduksjonen er særleg stor i piggdekksesongen, men ettersom bruken av piggdekk allereie er sterkt redusert, vil partikkelproduksjonen venteleg avta betydeleg.

Det meste av vegstøvet vert vaska av ved nedbør og endar til slutt opp i sjøen langs vegen, dersom det ikkje vert samla og leidd mot eitt konkret utsleppspunkt. I samband med tunnellar vert avrenningsvatn og vaskevatn også samla og ført bort i eitt lågpunkt. Slike punktutslepp til sjø gjer at tilførslane vert konsentret til eitt enkelt punkt eller få punkt.

Trafikkgrunnlaget for desse vegstrekningane er tynt, og avrenning frå dei korte strekningane vil vere liten. Slike tilførslar vil i hovudsak kun ha verknadar på miljø og fauna lokalt, og sidan dei i hovudsak er knytt til finare partiklar, vil dei sedimentere ut i område med liten vassfart og difor sedimenterande tilhøve. Ved det djupaste i Fjelbergsundet er det allereie høgt innhald av ulike miljøgifter, og avrenning av vegstøv vil nok også ende her. Utslepp av andre stoff frå uhell vil vere sjeldne, men vil i dei fleste tilfella kun få nokon verknad for strandsona langs kysten lokalt. Omfanget av verknadane frå slike tilførslar er då avhengig av lengda på vegen der tilrenninga til sjø vil kunne skje, der alternativ 2-E kjem ut med den lengste vegstrekninga direkte langs Fjelbergsundet.

Samla konsekvensvurdering for dei alternative veganlegga i driftsfasen

Mellan dei ulike vegalternativa, er det ikkje venta nokon verknad av alternativ 2-A som passerer Fjelbergsundet i nord på bru. Alternativ 2-D vil ha noko mindre verknader enn alternativ 2-E, og sistnemnde vil difor venteleg ha noko større verknad for økosystema. Verknad vurdert til ned mot middels negativ verknad for dei to fyllingsalternativa, høvesvis minst for 2-D og mest for 2-E.

Driftsfasen	Verknad for marint biologisk mangfald				
	Stort neg.	Middels neg	Lite / intet	Middels pos.	Stort pos.
	-----	-----	-----	-----	-----
	Alternativ 2-A		▲		
	Alternativ 2-D		▲		
	Alternativ 2-E	▲			

Med liten verdi med omsyn på **marint biologisk mangfald**, og ein liten ned mot middels negativ verknad, vert konsekvensane som følgjer:

- Alternativ 2-A: **Ubetydeleg konsekvens (0)**.
- Alternativ 2-D: **Liten negativ konsekvens (-)**.
- Alternativ 2-E: **Liten negativ konsekvens (-)**.

RANGERING AV ALTERNATIVA

Ved ei samanstilling av dei negative verknadene og konsekvensane for dei tre ulike alternativa, viser oppsummeringa at alternativ 2-A kjem best ut. Dette inneber at Fjelbergsundet vert kryssa med bru i nord, utan nokon negative verknadar for vassutskifting, vasskvalitet eller for det biologiske mangfaldet i sjøområda.

Alternativa 2-D og 2-E kryssar Fjelbergsundet i sør i hovudsak på fylling over det austre sundet, og 2-D går vidare med bru over det vestre sundet. Alternativ 2-E kryssar vidare med fylling og ei lita bru, og er samla sett vurdert å ha dei største negative verknadane, særleg med omsyn på vassutskifting og med omsyn på biologisk mangfald.

Fase	Alternativ	Verknad for marint biologisk mangfald			Konsekvens
		Stor neg.	Liten / ingen	Stor pos.	
Anleggs-fasen	2-A	-----	-----	-----	Ubetydeleg (0)
	2-D	-----	-----	▲-----	Ubetydeleg (0)
	2-E	-----	-----	▲-----	Liten negativ (-)
Drifts-fasen	2-A	-----	-----	-----	Ubetydeleg (0)
	2-D	-----	-----	▲-----	Liten negativ (-)
	2-E	-----	-----	▲-----	Liten negativ (-)
Samla rangering		Minst konsekvens 2-A , mest negativ konsekvens 2-E			

AVBØTANDE TILTAK

Avbøtande tiltak vert vanlegvis tilrådd og gjennomført for å unngå eller redusere negative konsekvensar for dei ulike berørte interessene i influensområdet til eit tiltak. For det marine mangfaldet i området vil dette i hovudsak vere viktig for betring av vassutskiftinga i Fjelbergsundet og i samband med moglege undervassprengingar.

Opning for vassutskifting i fylling

Alternativa 2-D og 2-E medfører ei tilnærma lukking av det austre sundet sør i Fjelbergsundet. Dette vil medføre stilleståande vatn langs fyllinga og i dei øvrige søraustre delane av det innanforliggjande sjøområdet. For å betre vassutskiftinga i overflata i dette området, bør ein vurdere å etablere ei opning i fyllinga i eit av dei djupare områda i dette sundet. Ei brulengd på 20 meter med tilsvarende opning til botn på 10 meters djupne, vil gi eit heilt anna vassutskiftingsbilete langs land i bassenget innanfor.

Undervassprengingar

Det ligg ingen oppdrettsanlegg i nærleiken av tiltaksområdet. Det vil difor ikkje vere økonomiske interesser som vert direkte skadelidande ved moglege sprengingar under vatn. Størst skadeverknad vil ein likevel ha med sprengladningar avfyrt i sjølve vassmassane, medan ladningar som vert avfyrt i fjell har mykje mindre skadeverknad då dei høgfrekvente og mest skadelege bølgjene vert dempa i fjellet. Skadeverknadane avheng også av storleiken på dei einskilde ladningane. Av omsyn til fisk i området, bør ein unngå opne ladningar og gjennomføre moglege undervassprengingar med reduserte ladningar for å dempe skadeverknadene.

Utfylling i sjø

Ved utfylling i sjø kan spreiinga av finpartikulære massar reduserast ved utplassering av oppsamlingsskjørt/lenser utanfor fyllingsområdet. Dette vil og syte for lokal sedimentering og difor avgrense moglege skadeverknadar, og særleg dempe dei visuelle verknadane av slike tilførslar.

Avgrensing av tilførslar til sjø

Langs vegen som vert lagt på fylling over Fjelbergsundet kan ein etablere oppsamlingsgrøfter med samlekummar ved utslepp til sjø ved lågaste punkt, der vegen kryssar over bru. Der vil utsleppa bli tilført vassmassar med god fart, slik at dei vert fortynna og spreidd utover større areal. Dette vil avgrense risiko for skadeverknader ved diffuse og kontinuerlege tilførslar til sjø eller ved uhell.

BEHOV FOR NYE GRANSKINGAR

Det er ikkje vurdert som naudsynt med oppfølgjande eller utfyllande granskingar i sjø.

REFERANSAR

BREKKE, E., B.TVERANGER & G.H. JOHNSEN 2003. Undersøkelser av marine resipienter i Kvinnherad kommune høsten 2002, med forslag til revisjon av Hovedplan avløp
Rådgivende Biologer AS Rapport nr 645, 99 sider, ISBN 82-7658-212-5.

DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING 2007.

Kartlegging av marint biologisk mangfold.
DN Håndbok 19-2001, revidert 2007, 51 sider, ISBN 978-82-7072-707-0

HELLEN, B.A., K. URDAL & G.H. JOHNSEN 2002.

Utslipp av borevann i Biskopsvatnet; effekter på fisk, bunndyr og vannkvalitet.
Rådgivende Biologer AS rapport 587. 8 sider.

HESSEN, D., V. BJERKNES, T. BÆKKEN & K.J. AANES. 1989.

Økt slamføring i Vetlefjordelven som følge av anleggssarbeid. Effekter på fisk og bunndyr.
NIVA – rapport 2226, 36 sider.

LARSEN, T. 1993.

Undervannssprenging i Raudbergbukta i Lærdal - Effekter på fisk.
Notat, Finnmark Distrikthøyskole, Alta, 13 sider

MOLVÆR, J., J. KNUTZEN, J. MAGNUSSON, B. RYGG, J. SKEI & J. SØRENSEN 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.

NORSK STANDARD NS 9410

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.

NORSK STANDARD NS 9422

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

NORSK STANDARD NS 9423

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunnsfauna i marint miljø.

OVERVOLL, O. 2007.

Fv 62 Fjelbergsambandet, Kvinnherad kommune.
Konsekvensutgreiing. Naturmiljø II: Biologisk mangfold.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1023, ISBN 978-82-7658-556-8, 23 sider inkl. vedlegg.

SEAS DISTRIBUTION 2000.

Havmøllepark ved Rødsand. Vurdering af Virkninger på Miljøet –
VVM-redegørelse. 173 sider

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.

The mathematical theory of communication.
University of Illinios Press, Urbana, 117 s.

STATENS VEGVESEN 2006.

Konsekvensanalyser – veileddning.
Håndbok 140, 3. utg.

URDAL, K. 2001.

Ungfisk og vasskvalitet i Urdalselven i 2001.
Rådgivende Biologer AS, rapport 519, ISBN 82-7658-351-2, 8 sider.

YLVERTON, J.T., D.R. RICHMOND, W. HICKS, K. SAUNDERS & E.R. FLETCHER 1975.

The relationship between fish size and their response to underwater blast. Lovelace
Foundation for Medical Education and Research, Albuquerque. Report DNA 3677T, 39 pp.

VEDLEGGSTABELL BOTNDYR

Vedleggstabell 1. Oversyn over botndyr funne i sedimenta i dei tre parallelle grabbhogga (A-C) på dei tre undersøkte stasjonane (C1-C3) sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m² stor van Veen Grabb. Prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,3 m² på kvar stad. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av *cand. scient. Inger Dagny Saanum.*

	Stasjon C1			Stasjon C2			Stasjon C3		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ANTHOZOA									
<i>Edwardsia sp.</i>	5	8	15						
<i>Cerianthus loydii</i>	1								
NEMERTINEA									
<i>Nemertinea spp.</i>		1		2	1	2	7	7	9
POLYCHAETA - fleirbørstemakk									
<i>Harmothoe sp.</i>	1		1						
<i>Pholoe inornata</i>		1							
<i>Sthenelais limicola</i>	4	1	1						
<i>Eumida bahusiensis</i>									
<i>Glycera alba</i>		1			2	2	1		1
<i>Goniada maculata</i>	1	2							
<i>Neiremyra punctata</i>				1					
<i>Nereis sp.</i>			1				1		
<i>Paramphinome jeffreysii</i>							1		
<i>Nephtys hombergi</i>	1	1	2						
<i>Aricidea wassi</i>			1						
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	1							
<i>Prionospio cirrifera</i>		1							
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1								
<i>Spiophanes køyeri</i>	1	1	1						
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1		1						
<i>Pherusa sp.</i>	1								
<i>Chaetozone setosa</i>	3	4	2	1			1		
<i>Polyphysia crassa</i>					1				
<i>Capitella capitata</i>			12						
<i>Myriochele oculata</i>	8	11	4						
<i>Myriochele danielsseni</i>			1						
<i>Owenia fusiformis</i>	35	55	32				1		3
<i>Pectinaria auricoma</i>	2	1	3				5	46	27
<i>Pectinaria koreni</i>									
<i>Amphatete lindrstroemi</i>		1	1						
<i>Sosane sulcata</i>		2	2						
<i>Eupolymnia nesidensis</i>		1	1						
<i>Polycirrus norvegicus</i>	1		2						
<i>Thelepus cincinnatus</i>		1							
<i>Chone dunieri</i>			1						
<i>Euchone sp.</i>			1						
MOLLUSCA - blautdyr									
<i>Chiton sp.</i>			1						
<i>Gastropoda sp.</i>		1	1						
<i>Thyasira spp.</i>			14			1	1		1
<i>Dosinia exoleta</i>			3						
<i>Montacuta ferruginosa</i>	1								
<i>Venus ovata/casina</i>		1							
<i>Arctica islandica</i>			1						
<i>Corbula gibba</i>		1					1		

Vedleggstabell 1. Oversyn over botndyr funne i sedimenta i dei tre parallelle grabbhogga (A-C) på dei tre undersøkte stasjonane (C1-C3) sør for og i Fjelbergsundet 25. mai 2007. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m² stor van Veen Grabb. Prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,3 m² på kvar stad. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger Dagny Saanum.

CRUSTACEA - krepsdyr			
<i>Cirolana borealis</i>		1	
<i>Lysianassidae</i> sp.	1		
<i>Ampelisca</i> sp.	1		
<i>Atylus vedlomensis</i>	1		
<i>Cheirocratus sundevalli</i>	1	1	
ECHINODERMATA - pigghudingar			
<i>Ophiura texturata</i>		1	
<i>Echinocyamus pusillus</i>	1		
<i>Echinocardium</i> sp.	4	1	1
<i>Lapidoplax buski</i>	2	1	3