

Problemkartlegging innen vannområde Stryn

Marin del



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Problemkartlegging innen vannområde Stryn. Marin del	Løpenr. (for bestilling) 6005-2010	Dato Juni 2010
	Prosjektnr. Undernr. 28420	Sider Pris 35
Forfatter(e) Karl Norling, Torbjørn M. Johnsen, Jarle Molvær, Gunhild Borgersen	Fagområde Marint	Distribusjon Fri
	Geografisk område Stryn kommune	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Sogn og Fjordane	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Rapporten presenterer resultater fra problemkartlegging i tre fjordområder i indre Nordfjord / Faleidfjorden i perioden oktober-november 2008. Undersøkelsen omfattet hydrografi, oksygenforhold, plankton, klorofyll, vannutskifting, samt makrovertebrater, analyser av kornstørrelse, innhold av organisk karbon, metaller og organiske miljøgifter i sedimenter. Resultatene tilsier at tilstanden i vannområde Stryn i henhold til vanddirektivet generelt er meget god hvis man ser på makrovertebrater og innhold av organisk karbon i sedimenter. Problemer finnes for miljøgiften TBT i Oldens to havneområder Cruisekaia (SC) og Småbåthavna (SS). Etter utvidet analyse av sedimenter fra stasjon Olden-M2 sentralt i Oldenbukta, hvor man fant lavere konsentrasjoner enn ved Cruisekaia og småbåthavna i Olden, kan man vurdere at dette skyldes lokale kilder og har begrenset spredning til andre fjordområder. Resultatene fra målinger av fluorescens, klorofyll a og planteplankton er vanskelige å vurdere fordi prøven ble tatt på ett enkelt tidspunkt i slutten av oktober måned.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vanddirektivet 2. Makroinvertebrater 3. Planteplankton 4. Miljøgifter 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Water Framework Directive 2. Macroinvertebrates 3. Plankton 4. Contaminants
--	--



Karl Norling
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Problemkartlegging innen vannområde Stryn

Marin del

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane gjennomført en problemkartlegging av den marine delen av vannområde Stryn kommune. Kartleggingen dekker miljøundersøkelser i fjordområdene utenfor Olden, Loen og Stryn.

Gunn Helen Henne har vært kontaktperson hos Fylkesmannen i Sogn og Fjordane og Inge-Jarl Tennebø har deltatt i arbeid med vannstandmåling i Stryn.

Hos NIVA har følgende medarbeidere deltatt:

Prosjektleder: Karl Norling

Feltarbeid ble utført fra M/S Solkongen i samarbeid mellom Halvar og Jarle Espeseth, Torbjørn M. Johnsen og Karl Norling

Artsbestemmelse makrovertebrater bløtbunn: Brage Rygg, Gunhild Borgersen og Karl Norling

Planteplankton: Evy R. Lømsland og Torbjørn M. Johnsen

Rapportering

Sediment, makroinvertebrater og miljøgifter: Karl Norling
Gunhild Borgersen

Plankton og klorofyll a: Torbjørn M. Johnsen

Vannutskiftning: Jarle Molvær

Oslo, juni 2010

Karl Norling

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Områdebeskrivelse	7
1.3 Vanddirektivets klassifisering	8
2. Materiale og metoder	9
2.1 Prøvetaking av sediment	9
2.2 Prøvetaking makroinvertebrater	9
2.3 Prøvetaking metaller og miljøgifter i sedimentet	10
2.4 Hydrografi	12
2.5 Planteplankton og klorofyll a	12
2.6 Undersøkelser av vannutskiftning	12
2.6.1 Måling av vannstand	12
2.6.2 Beskrivelse av vannsirkulasjon ved modellen SMS	14
3. Resultater og diskusjon	17
3.1 Sediment	17
3.1.1 Sediment karakteristikk og innhold av organisk materiale	17
3.2 Makroinvertebrater i bløtbunn	17
3.2.1 Biologisk mangfold	17
3.2.2 Sammenlikning resultater 2008 med 2001 og 1990	18
3.3 Metaller og miljøgifter i sedimentet	19
3.4 Hydrografi	20
3.4.1 Vannmasser	20
3.5 Klorofyll a og planteplankton	21
3.6 Vannutskiftning og tiltak	23
3.6.1 Inn- og utstrømning vurdert ved vannstandsobservasjoner	23
3.6.2 Vannsirkulasjon beskrevet ved modellen SMS	25
Konklusjoner fra problemkartlegging	31
Referanser	

Sammendrag

Problemkartleggingen ble utført av NIVA og dekker undersøkelser i fjordområdene utenfor Olden, Loen og Stryn. Rapporten omfatter undersøkelser og klassifisering av status fra én enkelt prøvetaking av kjemiske og biologiske elementer i henhold til grenseverdier beskrevet i vanddirektivet (VD), gjennom klassifiseringsveilederen, og i henhold til SFTs klassifisering. Klassifiseringsveilederen anbefaler undersøkelser 20 ggr/ år for enkelte variabler (e.g. vannkjemi og klorofyll a) med spredning over året. Klassifiseringen i vannmassen for vannområde Stryn må regnes som foreløpig da målinger kun er gjennomført en gang, og dessuten utenfor sommerperioden fordi bestillingen av oppdraget ikke var klar før oktober. De undersøkte kjemiske og biologiske elementer ved prøvetaking (2008-10-29) var generelt i meget god eller god tilstand både i vannmassen og i sedimentene. Innhold av organisk karbon i sedimenter ble klassifisert som tilstandsklasse I (meget god) for alle hovedstasjoner unntatt småbåthavna (SS) i Olden som ble klassifisert som god tilstand.

På hovedstasjonene (Olden-M2, Loen-M3 og Stryn-M6) ble det gjennomført datainnsamling av temperatur, saltholdighet, klorofyll-a-fluorescens og oksygeninnhold ved bruk av nedsenkbare sonder av type SAIV (T, S, klf a) og YSI 58 (O₂). På samtlige stasjoner besto vannmassen av tre tydelige lag: overflatevann <3 m dyp var sterkt ferskvannspåvirket brakkvann (salinitet 0-20) med kaldere (<11°C) vann; mellomlaget 3-8 m var saltene (20-30) og varmere (11-14°C); fjordvann dypere enn 8 m med høy saltholdighet (30-32,5) og synkende temperatur fra 14 til 11°C med økt dyp. Fluorescensprofilene registrerte høyest algekonsentrasjoner i vannlaget mellom 1 og 5 meter som er likt med analysert klorofyll a fra vannprøver tatt på 3 m. Resultatene faller inn under tilstandsklasse I "Meget god" for Olden og Stryn og akkurat på grensen mellom tilstandsklasse I og tilstandsklasse II "God" for Loen. Siktedyp i vannmassene ble klassifisert som meget god tilstand på alle hovedstasjoner. Oksygeninnholdet i vannet (<50 m) på stasjon Olden-M2, Loen-M3, og Stryn-M6 var i tilstandsklasse I (meget god) den 29. oktober 2008. For samtlige målinger i vannmassen gjelder imidlertid at innsamlingen av prøver er gjort utenfor den anbefalte sommerperioden juni-august og det er kun foretatt én innsamling slik at grunnlaget for klassifisering etter klassifiseringsveilederen eller SFT-veilederen ikke er tilstede. Makrovertebrater i bløtbunn på hovedstasjonene Olden-M2, Loen-M3 og Stryn-M6 (24-74 m) ble klassifisert til god eller meget god tilstand. I grunnere områder er det tegn til sterk påvirkning av ferskvann, organisk materiale og miljøgifter som medførte reduserte forhold i sedimentene (Stryn-SB1, Olden-SC og SS). Generelt hadde de prøvetatte sedimentene bakgrunnsverdier av metaller og organiske miljøgifter, med unntak av de to havneområdene Cruisekaia (Olden-SC, svært dårlig tilstand) og småbåthavna (Olden-SS, moderat tilstand) i Olden som hadde høyt innhold av TBT i sedimenter.

Undersøkelse av vannutskiftning i grunnområdet innenfor RV 15 i vestre delen av Stryn tettsted viser at det i hovedsak er tidevannet som sørger for vannutskiftningen i grunnområdet, og at den må karakteriseres som god (nærmest full utskiftning 2 ganger i døgnet). Analyse gjennom modellering av forskjellige tiltak (ny åpning og delvis eller hel fjerning av grunne tangen) viser kun liten forskjell i vannmengde, sirkulasjon og fordeling over grunnområdet. Problemet med organisk anrikning ved Stryn-SB1 er lokalt og skaper sannsynligvis ikke stor påvirkning på grunnområdet i helhet. Området har høy biologisk verdi og anbefalingene er en oppfølging av utviklingen i området og å motvirke ytterligere biologisk gjengroing og fysisk utbygging av grunnområdet da dette kan redusere vannutskiftningen betydelig. NIVA har i etterkant fått nye kart fra Stryn kommune med inntegnet en større utbygging i grunnområdet, men det har blitt vurdert at den forskjellen er marginal og ikke kommer til å gi noe større forskjell for vurderingen av området.

Hovedkonklusjonen er at de undersøkte elementer i vannområde Stryn ble klassifisert i statusklasse meget god til god tilstand i henhold til EUs vanddirektiv.

Summary

The report presents results from a problem mapping of three sea areas in inner Nordfjord / Faleidfjorden: Oldenbukta, Loenbukta and Strynebukta in the period October-November 2008. The survey included hydrography, oxygen conditions, plankton, chlorophyll, benthic makroinvertebrates, analysis of grain size, content of organic carbon, metals and organic contaminants in sediments. The results indicate that the state of the water area Stryn under the EU Water Directive in general is very good if you look at macroinvertebrates and content of organic carbon in sediments. Problems exist for the hazardous substance TBT in two of Olden harbour areas, the Cruise harbour (SC) and the small marina (SS). After extended analysis of sediments from the deeper station Olden-M2 in the central fjord area, where lower concentrations were found than the cruise pier and marina in Olden, one can consider that contamination have local sources and limited spreading to other areas.

Title: Survey of potential problems in water area Stryn, marine waters

Year: 2010

Author: Karl Norling, Torbjørn Johnsen, Jarle Molvær and Gunhild Borgersen

Source: Norwegian Institute for Water Research Report no. 6005-2010, 35 pp.

ISBN No.: ISBN 82-577-5740-3

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

NIVA har etter forespørsel fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane gjennomført en prøvetaking, analyse og vurdering av marin del av vannområde Stryn. Dette ble gjennomført i henhold til retningslinjer for klassifisering av økologisk status i henhold til de krav som settes i vannforskriften og i mulig grad i henhold til vannforskriftens Overvåkingsveileder. Vannforskriften er den norske gjennomføringen av EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet). Dette er et av EUs viktigste miljødirektiver, og banebrytende for norsk vannforvaltning. Problemkartleggingen er etter diskusjon med oppdragsgiver fokusert til fjord og havneområder ved Olden, Loen og Stryn.

Til å bedømme økologisk status for makrovertebrater og miljøgifter trenger man også data for flere støtteparametre (kornfordeling, innhold av organisk karbon og prøvens utseende).

Makrovertebratsamfunnene i bløtbunn har blitt brukt som indikatorer på miljøtilstand i over 100 år og har vist seg å være et nyttig verktøy for å beskrive den økologiske status på lokaliteter. Det har foregått en kontinuerlig utvikling og forbedring av metodene som brukes til å beskrive og klassifisere tilstanden i henhold til makrovertebrater og den seneste oppdateringen ble gjennomført gjennom utarbeiding og interkalibrering av Norsk kvalitetsindeks (NQI1) hvilket nå utgjør et av de biologiske kvalitetselementene i VD (Molvær et al. 2009).

Miljøgiftprøver ble tatt på overflatesedimenter (0-5 cm) for analyse av metallene (Pb, Cd, Cu, Cr, Hg) og de organiske forbindelsene PAH, PCB og TBT for å vurdere dagens forhold. Erfaring viser at variasjon i konsentrasjoner i parallelle sedimentprøver er størst i grunne og utslippsnære områder hvor konsentrasjonene også er høyest. Derfor trengs vanligvis flere paralleller eller et tettere stasjonsnett for å karakterisere tilstanden i grunne, utslippsnære områder enn lenger unna og på dypere vann.

Målinger av temperatur og saltholdighet ble målt på de tre hovedstasjoner med en sonde type SAIV som måler temperatur, saltholdighet og dyp hvert sekund. I tillegg ble fluorescens målt med egen enhet på SAIVen og oksygen med en separat oksygenmåler. Fluorescens er sterkt korrelert med mengden av planteplankton i vannmassene og hvis det blir komplettert med vannprøver for å bestemme antall og artssammensetning kan de sammen gi indikasjon om miljøtilstanden i et område. Planteplankton inngår som biologiske kvalitetselement i VD.

Vannstandsmåling og modellering ble brukt for å undersøke om vannutskiftningen i grunnområde innenfor veifylling RV15 var tilstrekkelig og om tiltak som å bygge ny åpning i veifylling samt fjerne grunntang helt eller delvis vil bidra til å endre dagens situasjon.

1.2 Områdebeskrivelse

Problemkartleggingen er utført i indre del av Nordfjord med prøvetaking i de tre fjordarmene inn til Stryn, Loen og Olden (Figur 1). Nordfjord er den nest største fjorden i Sogn og Fjordane, og en av de lengste i landet. Nordfjord har to terskler, en ved Anda-Lote (127 m) og en ved Maurstad (120 m). Strynelva, Loenelva og Oldelva renner ut i fjordområder ved sine respektive tettsted.

Tidligere undersøkelser har vist at det skjer en nær årlig vannutskiftning i det ytre bassenget. I det indre bassenget, som omfattes av denne undersøkelsen, er det registrert at vannutskiftning skjer med gjennomsnittlig 5 års mellomrom (Jensen 1990, Møskeland et al. 2001)

1.3 Vanddirektivets klassifisering

Hovedmålet i Vanddirektivet (VD) er å sikre god miljøtilstand (tilnærmet naturtilstand) i vann, både vassdrag, grunnvann og kystvann. Innen VD er det satt krav om at følgende biologiske og hydromorfologiske kvalitetselement skal inngå i basisovervåking av kystvann:

Biologisk:	Planteplankton (artssammensetning, tetthet (celler/liter), biomasse (klf a)). Anbefalt frekvens: 20 ganger pr. år (annenhver uke i feb-nov). Makroalger (artssammensetning, dekningsgrad, nedre voksegrense). Anbefalt frekvens: 1 gang pr. år (jun-sep) Makrovertebrater, bløtbunn (artssammensetning og individtetthet). Anbefalt frekvens: 1 gang pr. år (jun-sep)
Hydromorfologisk:	Tidevannssystem (tidevannsforskjell, dominerende strømmetning, ferskvannsgjennomstrømming, bølgeeksponering). Morfologiske forhold (dybdevariasjoner, mengde og struktur bunnsstrukt, tidevannssonens struktur)
Fysisk-kjemisk:	Temperatur, saltholdighet, oksygenforhold, næringsstoffer (totalt fosfor, fosfat, totalt nitrogen, nitrat + nitritt, ammonium, silikat og siktedyp). Anbefalt frekvens: 20 ganger pr. år Kornstørrelse og TOC i sediment (støtteparametre til makroinvertebrater) Miljøgifter i vann, sedimenter og dyr. Screening av sedimentstasjoner.

Miljømålet i VD er at tilstanden i en vannforekomst ikke skal avvike særlig fra naturtilstanden til den aktuelle vanntypen. En klassifisering basert på overvåkingsdata må dermed baseres på standardiserte metoder og analyser, og det er derfor viktig at undersøkelser gjennomføres i henhold til vannforskriften og gjeldende standarder.

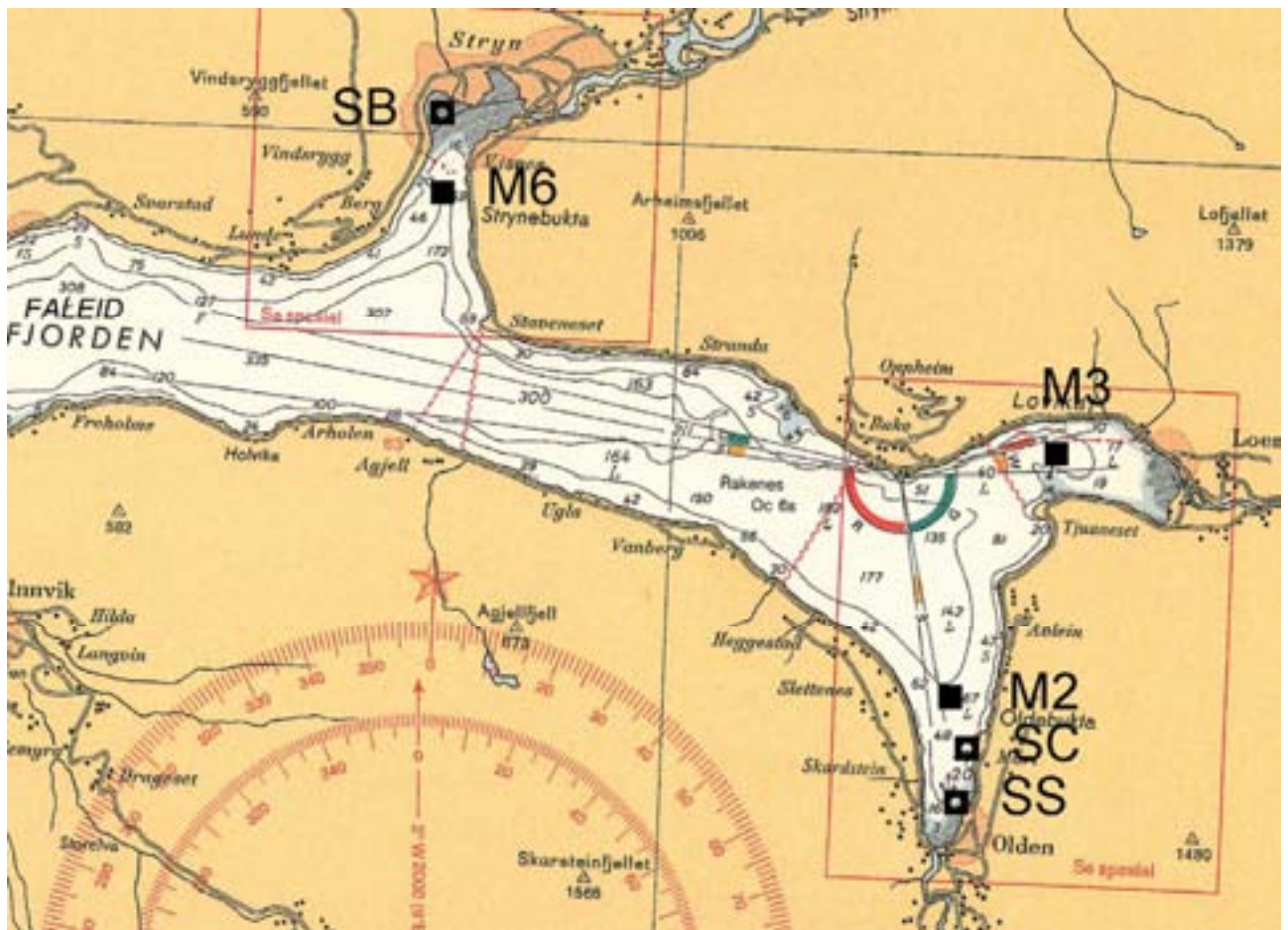
Det foreligger nå et nasjonalt klassifikasjonssystem med veiledning (tilgjengelig på vannportalen.no). Systemet har blitt testet ute i vannregionene fra høsten 2008, og blir sentralt når det skal avklares hvilke vannforekomster som trenger miljøforbedringer for å nå VDs miljømål om minimum god økologisk og kjemisk tilstand innen 2015.

I klassifiseringen av vannforekomster inngår også utvalgte miljøgifter, de såkalte prioriterte stoffer. Klassifiseringen følger tilstandsklassifiseringen gitt i SFT's veileder 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (Molvær et al. 1997) og revisjon i SFT rapport TA 2229 (Bakke et al. 2007).

Tidligere er det gjennomført undersøkelser i ytre deler av fjordene utenfor Stryn, Loen og Olden med fokus på bløtbunnsfauna, næringssalter og bakterier i vannmassene, hydrografi, fjæreundersøkelse og miljøgifter (PCB, PAH og metaller). Nå ønskes det også undersøkelse av områdene nærmere tettstedene Stryn, Loen og Olden med fokus på et antall utslippspunkter.

2. Materiale og metoder

Innsamling av sedimenter, makrovertebrater, hydrografi, planteplankton og klorofyll a ble utført den 29. oktober 2008 på 7 lokaliteter (Figur 1). For mer detaljert kart over Vikaleira i Stryn, se Figur 2A.



Figur 1. Kart over området med prøvепункter for makrovertebrater (M = ■), metaller og miljøgifter (S = □) i sedimenter. Stasjonene er lokalisert i tre områder; Stryn (M6, SB 1 og 2 i bukta bak veifyllingen), Loen (M3) Olden (M2, SC-cruisekaia, SS-småbåthavna). I tillegg ble sediment fra stasjon Olden-M2 analysert for MBT, DBT og TBT.

2.1 Prøvetaking av sediment

På alle 7 stasjoner (Olden-M2, SC, SS, Loen-M3 og Stryn-M6, SB1 og SB2) ble det samlet inn overflatesedimenter (0-1 cm) for analyse av tørrstoff (TTS) og totalt organisk karbon (TOC) samt sedimenter fra 0-5 cm for analyse av kornstørrelsefordeling, metaller og organiske miljøgifter. Resultatene brukes som støtteparametere i vurdering av makrovertebrater og miljøgifter.

2.2 Prøvetaking makrovertebrater

Prøvetaking ble utført den 29. oktober 2008. Det ble samlet inn prøver fra 6 stasjoner (M2, M3, M6, SS, SB1 og SB2) i henhold til Figur 1.

På stasjon Olden-SS ble kun en grabb tatt (0,1 m²), og på Stryn-SB1 og SB2 ble fire mindre grabber (0,025m² x 4 = totalt 0.1 m²) tatt med mindre båt og alternativ prosedyre ble brukt. Disse faunaprøvene (SS, SB1 og SB2) behandles foreløpig ikke i rapporten pga. at det ikke finnes kapasitet eller økonomi til artsbestemmelse og analyser. Disse stasjonene ligger på grunt vann med stor påvirkning av ferskvann (SB1 og SB2) og organisk materiale (SB1), og hadde ved rask oversikt en dårlig økologisk status i henhold til vanddirektivets klassifisering av organisk karbon og makrovertebrater.

Innsamling, opparbeidelse av prøver, artsbestemmelser og databehandling av prøver fra M-stasjonene følger internasjonal standard ISO 16665. Fra hver M-stasjon ble det samlet inn fem prøver av sediment ved hjelp av en van Veen grabb (prøveareal 0,1 m² overflatesediment). Fire grabbprøver ble skylt og vasket med sjøvann gjennom sikter med hullstørrelse 5 mm og 1 mm for å fjerne finmateriale, mens dyr og annet materiale større enn 1 mm ble tatt vare på. Materialet ble overført til plastbøtter og konservert i nøytralisert formalin for videre bearbeidelse. Dyrene sorteres ut i laboratoriet, artsbestemmes, og antall individer av hver art noteres. Artsmangfold og ømfintlighetsindeks kan deretter beregnes. Indeksverdiene regnes ut for hver grabb, og gjennomsnittet brukes til å klassifisere stasjonen i henhold til referanseverdier og klassegrenser i Tabell 1.

Tabell 1. Klassifisering av tilstand ved bruk av makrovertebrater (bløtbunnsfauna) i henhold til VD.

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter				
		Meget god	God	Moderat	Dårlig	Meget Dårlig
NQ11	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQ12	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

I klassifiseringsveilederen er følgende parametre benyttet:

- Artsmangfold ved indeksene H' og ES100.
- Ømfintlighet ved indeksene ISI
- Sammensatte indekser NQ11 og NQ12 (inneholder både artsamangfold og ømfintlighet)

Den tidligere norske tilstandsklassifiseringen (Molvær et al. 1997) bruker to indekser for artsamangfold, H' og ES100. Disse er videreført i det nye klassifiseringssystemet, men med justerte grenseverdier. Dessuten er det etablert en indeks (ISI) som er basert på forekomst av ømfintlige og forurensningstolerante arter (Rygg 2002). NQ11 er brukt i NEAGIG (den nordøstatlantiske interkalibreringen). De fleste land i Europa bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQ11 og NQ12 (Molvær et al 2009).

2.3 Prøvetaking metaller og miljøgifter i sediment

I forbindelse med prøvetakingen for bløtbunnsfauna ble det også gjennomført prøvetaking av overflatesediment for analyse av metaller og miljøgifter. I og rundt fjordområdene ved Stryn, Loen og Olden foregår det aktiviteter som kan tenkes å forurense sjøbunnen. Derfor ble det tatt prøver av overflatesedimenter i bukta bak veifylling i Stryn (SB1 og SB2), cruisekaia (SC) og småbåthavna (SS) i Olden (Figur 1). På stasjonene SS, SC, SB1 og SB2 ble 5 metaller (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb), 7 PCB og 16 PAH analysert, i tillegg ble TBT analysert på stasjonene SS, SC og M2. Prøvene ble tatt med kjerneprøvetaker eller grabb (Tabell 2). Fra hver stasjon ble det samlet inn sediment ved hjelp av en van Veen grabb (prøveareal 0,1 m² overflatesediment) og sedimentprøver fra 0-1 cm og 0-5 cm som ble tatt med "minicorer" fra grabbens inspeksjonsluke.

Tabell 2. Analyserte variabler på overflatesedimenter: Kornstørrelsefordeling fraksjon <63 µm % (0-5 cm), Tørrstoff (TTS 0-1 cm) %, Totalt organisk karbon (TOC 0-1 cm). Metaller: Kadmium (Cd), Krom (Cr), Kopper (Cu), Kvikksølv (Hg) og Bly (Pb) ble analysert i sedimenter fra 0-5 cm. Organiske miljøgifter: sju polyklorerte bifenyl (ΣPCB), seksten polycykliske aromatiske hydrokarboner (ΣPAH), monobutyltinn (MBT), dibutyltinn (DBT) og tributyltinn (TBT) ble analysert i sedimenter fra 0-5 cm.

STASJON	KORN	TTS	TOC	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	PCB	PAH	TBT
M2	X	X	X								X
M3	X	X	X								
M6	X	X	X								
SS	X	X	X			X			X	X	X
SC	X	X	X			X			X	X	X
SB1	X	X	X			X			X	X	
SB2	X	X	X			X			X	X	

Vanndirektivet foreslår en liste med prioriterte stoffer eller stoffgrupper ut fra deres risiko for det akvatiske miljø og for menneskers helse via det akvatiske miljø. Målet er at utslipp av disse stoffene skal reduseres eller opphøre slik at det oppnås konsentrasjoner i vannmiljøet som ligger nær bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer og nær null for menneskeskapt stoffer. Den Europeiske Kommissjonen (EC) har derfor utarbeidet et forslag til en liste over 33 prioriterte stoffer samt 8 andre miljøgifter. Grenseverdiene for de 33 prioriterte stoffene og de 8 andre miljøgiftene er å finne i SFT rapport 2229/2007, mens utvalget av analyserte stoffer er gjengitt i Tabell 3.

Miljøovervåking og tilstandsklassifisering behøver bare å gjøres for de stoffer som slippes ut i vannforekomsten. Det vil si at både utslipp fra punktkilder i avrenningsområdet, lekkasje fra diffuse kilder og f.eks. atmosfærisk deponisjon fra andre områder regnes inn. Man bør altså ta hensyn til alle slags kilder som kan føre stoffet til vannforekomsten. Grenseverdiene for miljøgifter kalles økologiske kvalitetsstandarder (Ecological Quality Standards - EQS) og tilsvarer grensen mellom God og Moderat kjemisk status. For metallene bly, kvikksølv og kadmium kan vann uten lokale utslipp ikke betraktes som upåvirket. Innholdet av disse metallene i miljøet er generelt og tydelig påvirket av luftutslipp og langtransportert luftforurensning i atmosfæren. For kvikksølv og kadmium må man gå tilbake til førindustriell tid (ca. 150 år siden) for å finne naturlige nivåer, mens påvirkning fra bly har foregått over mye lengre tid (ca. 3000 år).

Tabell 3. Klassifisering av tilstand i sedimenter ut fra innhold av metaller og organiske stoffer Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), Polyklorerte bifenyl (PCB), Tributyltinn i sedimenter (TBT) (fra SFT TA-2229/2007)

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
PAH16 (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000
PCB7 (µg/kg)	<5	5-17	17 - 190	190 - 1900	>1900
TBT (µg/kg) - effektbasert	<1	<0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
TBT (µg/kg) -forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

2.4 Hydrografi

På stasjonene Olden-M2, Loen-M3 og Stryn-M6 ble det gjennomført datainnsamling av temperatur og saltholdighet ved bruk av nedsenkbar sonde av type SAIV. Sonden måler temperatur, saltholdighet og dyp hvert sekund. Målinger ble gjort fra overflaten til like over bunnen på de tre stasjonene. Vannets gjennomsnittsholdighet ble målt ved bruk av secchi-skive. I tillegg ble det gjennomført målinger av oksygen fra 0-50 m ved bruk av oksymeter av type YSI 58 (probe 5739 med rører, nøyaktighet $\pm 0,15$ mg/L) med manuell avlesning.

2.5 Planteplankton og klorofyll a

Vertikalprofiler for fluorescens som gir et bilde av klorofyll a-fordelingen i vannsøylen ble målt ved bruk av den nedsenkbare sonden av type SAIV SD202 på stasjonene Olden-M2, Loen-M3 og Stryn-M6. I tillegg ble det tatt vannprøver ved bruk av vannhenter på 3 m dyp for analyse av klorofyll a og for identifisering og kvantifisering av planktoniske alger. Vannprøvene for analyse av alger ble fiksert i felt ved bruk av nøytral Lugol. Etter ankomst til laboratorium ble 1 liter vann filtrert på Whatman GF/F-filter, og etter filtrering ble filtrene frosset. Klorofyll a prøvene er analysert ved NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo i henhold til Norsk Standard 4767.

Identifisering og kvantifisering av planteplankton er gjort ved bruk av omvendt mikroskop og analysene er gjort i samsvar med Norsk Standard 9429.

2.6 Undersøkelser av vannutskiftning

2.6.1 Måling av vannstand

Ser man bort fra vanntilførselen fra elva som renner ut i bassenget innenfor Grandevegen, foregår all vannutskiftning gjennom åpningen i Riksvei 15. Hvis åpningen er så trang at den begrenser utskiftningen vil dette sees ved å sammenligne vannstandsmålinger på begge sider av moloen. Ved en slik situasjon vil:

- vannstandsvariasjonen på innsiden være mindre enn på utsiden
- på innsiden vil tidspunkt for høyvann og lavvann være forsinket i forhold til utsiden

For å klargjøre om åpningen er tilstrekkelig stor ble det gjort vannstandsmålinger på de to stedene som er vist i Figur 2. Nærmere opplysninger er gitt i Tabell 4.



Figur 2. Figur til venstre viser kart over Vikaleire og stasjonene SB1 og SB2 innenfor veifylling. Figur til høyre viser posisjoner for måling av vannstand. Figur kan og brukes for å sammenligne utfylt areal i Vikalera med tidligere grunnområde vist i kart til høyre. Område som ble modellert vises i Figur 3.

Tabell 4. Detaljer utstyr for vannstandsmålinger

Posisjon	Type	Tidsrom	Måleintervall	Nøyaktighet
V1	Teledyne ISCO	30.10-21.11.2008	15 minutter	±0,3 cm
V2	Newlog (Druck PTX 1230 Sensor)	30.10-11.11.2008	15 minutter	±1 cm

2.6.2 Beskrivelse av vannsirkulasjon ved modellen SMS

For å simulere sirkulasjonen i overflatelaget og vurdere hvordan ut- og innstrømning gjennom åpningene i Riksvei 15 og Grandevegen kan påvirke denne, har vi brukt modellen SMS/RMA2. Forkortelsen SMS står for "Surface Water Modelling System", som inneholder den numeriske modellen RMA2. SMS er laget ved Brigham Young University i samarbeid med U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station og U.S. Federal Highway Administration (ECGL, 1995). RMA2 er en dynamisk, todimensjonal, dybdeintegret numerisk modell med fri overflate. Modellen beregner løsninger ved hjelp av endelig-element metoden.

Ligninger:

Grunnligningene i RMA2 er Navier-Stokes ligninger for bevarelse av bevegelsesmengde og volum (volumkonservering).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial a_0}{\partial x} \right) + fv - \frac{\epsilon_{xx} \partial^2 u}{\rho \partial x^2} - \frac{\epsilon_{xy} \partial^2 u}{\rho \partial y^2} + \frac{gu}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\partial a_0}{\partial y} \right) - fu - \frac{\epsilon_{yx} \partial^2 v}{\rho \partial x^2} - \frac{\epsilon_{yy} \partial^2 v}{\rho \partial y^2} + \frac{gv}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0$$

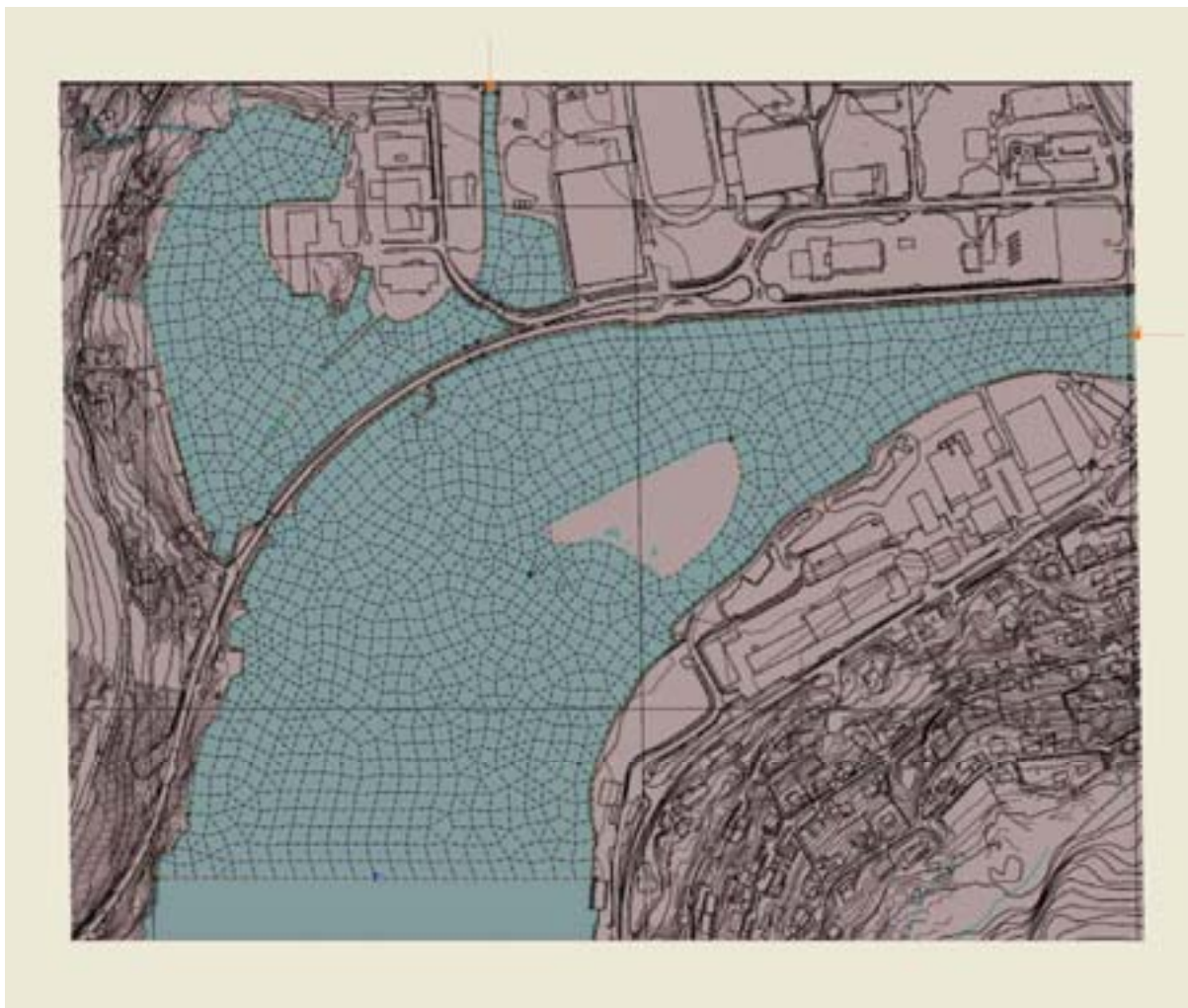
x =	Distanse i x-retning (positiv mot øst)
y =	Distanse i y-retning (positiv mot nord)
u =	Horisontal strømningshastighet i x-retning
v =	Horisontal strømningshastighet i y-retning
t =	Tid
g =	Tyngdens akselerasjon
h =	Vanddyp
ρ =	Væskens tetthet
ϵ_{xx} =	Normal turbulent utvekslingskoeffisient i x-retning
ϵ_{xy} =	Tangensial turbulent utvekslingskoeffisient i x-retning
ϵ_{yx} =	Tangensial turbulent utvekslingskoeffisient i y-retning
ϵ_{yy} =	Normal turbulent utvekslingskoeffisient i y-retning
C =	Chezy ruhetskoeffisient (Beregnet ut fra Mannings n)
f =	Coriolis parameter

Modelleringen begynner med konstruksjon av et nettverk (grid) med diskrete punkter (dvs. data over posisjon og dyp for punktene i et nettverk), som siden interpoleres til et grid i SMS. Figur 3 viser nettverket som ble benyttet for beregningene. Nettverket består av trekantene med sidelengde ca. 20 m, men ved åpningen i Riksvei 15 er oppløsningen noe større.

Man må tilegne nettverket en initialtilstand. Dette gjøres ved å legge en horisontal, plan overflate over hele nettverket. Modellen trenger så en del tid ("spin up") på å finne representative løsninger.

Ved hjelp av de topografiske dataene, grenseflatebetingelsene og initialbetingelsene beregner RMA2 løsninger for hvert tidssteg. Modellen beregner verdier for strømhastighet, retning og vannstand i hvert av punktene i gridet.

Modellen beskriver dermed sirkulasjonen i et overflatelag med tykkelse $1 \pm 0,65$ m over en horisontal, flat bunn. For det grunne bassenget innenfor Riksvei 15 betyr dette at modellen passer best når tykkelsen av vannlaget er 1 m og mer. Spesielt vil modellen framheve områder med bakevjer og svak/sterk strøm. Videre vil beregningene gi grunnlag for å sammenligne strømstyrke og bakevjedannelse ved endringer i topografien. *Derimot kan man ikke oppfatte strømhastighetene som helt riktige fordi dette ville forutsette en inngående kalibrering av modellen.*



Figur 3. Nettverket eller gridet i RMA2-modellen for simulering av sirkulasjon. I hvert hjørne av trekantene og midt på hver side (noder) beregnes høyden over referansedypet, strømretning og strømhastighet.

Data:

Modellen må gis verdier for de turbulente utvekslingskoeffisientene og for bunnfriksjons-koeffisienten Manning's n . Turbulens og friksjon varierer med strøm- og bunnforholdene, og er samtidig en egenskap ved selve bevegelsen. De er følgelig svært vanskelige å bestemme nøyaktig. Oppgitte størrelser på koeffisientene varierer med flere størrelsesordener (ECGL, 1995), uten at beregningsresultatene endrer seg tilsvarende mye. Bunnfriksjonen (Manning's n) er satt lik 0,025 (tilsvarer middels "friksjon" mot dypvannet og sider).

Strømforholdene i overflatelaget vil være bestemt av tidevann, vannføringen i Strynelva, avrenningen i elva som går under Grandevegen, den topografiske utformingen av strandsonen og av vind.

Bassenget innenfor Riksvei 15 er svært grunt og delvis tørrlagt ved lavvann. For simuleringen med modellen har vi brukt:

- Starte ved vanddyb 1 m og simulere tidevannet ved å la vannstanden variere med 0,65 m omkring denne. Tidsskritt 0,5 time og periode på 12,5 timer. Vi gjør oppmerksom på at dette ikke gir en riktig beskrivelse av tidevannet utenfor Riksvei 15 der innstrømming/utstrømming av tidevann fordeler seg i et mye dypere vannlag, men for grunnområdet innenfor riksveien kan dette være en brukbar beskrivelse.
- Vannmassen som strømmer forbi på utsiden av Riksvei 15 er en blanding av ferskvann fra Strynelva og sjøvann. Vi har satt fluksen for 0-1 m dyp til $25 \text{ m}^3/\text{s}$, som tilsvarer omtrent en ferskvannstilførsel på $20 \text{ m}^3/\text{s}$ og sjøvannsandel på $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Denne fordelingen passer noenlunde med saltholdighetsprofilen som ble målt den 29.10.2008, men omkring disse tallene vil det utvilsomt være store variasjoner..
- Vannføringen i Vikaelva som renner under Grandevegen og ut i bassenget er ikke kjent, men satt til $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$.
- For å vurdere hvordan sirkulasjon og vannutskiftning i bassenget utenfor Grandevegen endres ved en ny åpning i Riksvei 15 er modellen også kjørt med denne topografien.
- For å vurdere hvordan sirkulasjon og vannutskiftning i bassengene innenfor Riksvei 15 endre hvis den grunne tangen helt eller delvis fjernes er modellen også kjørt med disse to variantene.

Vi kjenner ikke vindforholdene i området og har satt vindstyrken lik null.

Dette er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5. Hovedscenarier for beregning av overflatesirkulasjon i et 1 m tykt overflatelag. Q_e =vannføring i Strynelva.

Scenario	Topografi	Randbetingelser
S1	Nåværende åpning i RV 15	$Q_e: 20 \text{ m}^3/\text{s}$
S2	Nåværende + ny åpning i RV 15	$Q_e: 20 \text{ m}^3/\text{s}$
S3	Nåværende åpning i RV 15 + delvis fjerning av grunn tange innenfor	$Q_e: 20 \text{ m}^3/\text{s}$
S4	Nåværende åpning i RV 15 + hel fjerning av grunn tange innenfor	$Q_e: 20 \text{ m}^3/\text{s}$

3. Resultater og diskusjon

3.1 Sediment

3.1.1 Sedimentkarakteristikk og innhold av organisk materiale

Partikkelfordeling i sedimenter er først og fremst avhengig av dyp og strømhastighet i områdets dypvann, med større fraksjon av silt/leire (<63 µm) dypere og ved lavere strømhastighet. Stasjon Olden-M2, Loen-M3 og Stryn-M6 er dominert (66-79%) av fint materiale <63 µm og kan karakteriseres som akkumuleringsbunn (Tabell 6).

Tabell 6 Kornstørrelsefordeling fraksjon <63 µm % (0-5 cm), Tørrstoff % (0-1 cm) og innhold av totalt organisk karbon (TOC, 0-1 cm) i sedimenter. Farge koder (blå meget god tilstand, grønn god tilstand) viser klassifisering av TOC i henhold til Molvær et al. 1997.

STASJON	KORNFORDELING (<63µm %)	TØRRSTOFF (torr %)	TOC (µg C / mg TS)
M2	66	43.1	14,8
M3	79	45.7	13,7
M6	73	45.7	16,4
SS	44	40.9	22,5
SC	48	60.7	12,2
SB1	17	54.4	19,5
SB2	15	63.5	7,8

3.2 Makrovertebrater i bløtbunn

Det ble funnet 180 taxa og totalt 7579 individer på bløtbunnstasjonene.

3.2.1 Biologisk mangfold

Olden-M2 og Stryn-M6 stasjonene har en høy diversitet og jevn fordeling mellom antall arter og individer av forskjellige arter. Stasjon Loen-M3 har mange arter, men er dominert i antall av noen opportunistiske arter (f. eks. flerbørstemarkene *Myriochele oculata* og *Chaetozone* sp. (Tabell 7).

Tabell 7. Stasjon, dyp og artsantall per grabb (0,1 m²), antall dyr per m² ± standard avvik (SD). Indeksene Norwegian Quality Index (NQI1 og NQI2), Shannon-Wiener (H'), artsantall per 100 individer og følsomhetsindeksen ISI. Farge koder viser klassifisering i henhold til Tabell 1 og Klassifiseringveilederen (Molvær 2009)

Stasjon	Dyp	Artsantall	Antal dyr	NQI1	NQI2	H'	ES100	ISI
Olden-M2	68	58 ±5	4290 ±512	0,758	0,722	4,52	31,1	10,0
Loen- M3	24	63 ±4	7245 ±1643	0,727	0,601	3,34	24,6	9,60
Stryn-M6	74	64 ±2	7413 ±1716	0,760	0,745	4,69	32,5	9,29

Samtlige M-stasjoner ble klassifisert under vanndirektivet til ”meget god økologisk status” for den interkalibrerte indeksen NQI1 som er anbefalt å bruke i Norge i henhold til Molvær et al 2009.

Stasjon Loen-M3 ble klassifisert til ”god økologisk status” for indeksen NQI2, Shannon diversitet H', for forventet antall arter per 100 individer (ES₁₀₀) og følsomhetsindeks ISI som viser antall opportunistiske arter typiske for områder med stor organisk belastning. Årsaken til at Loen-M3 blir

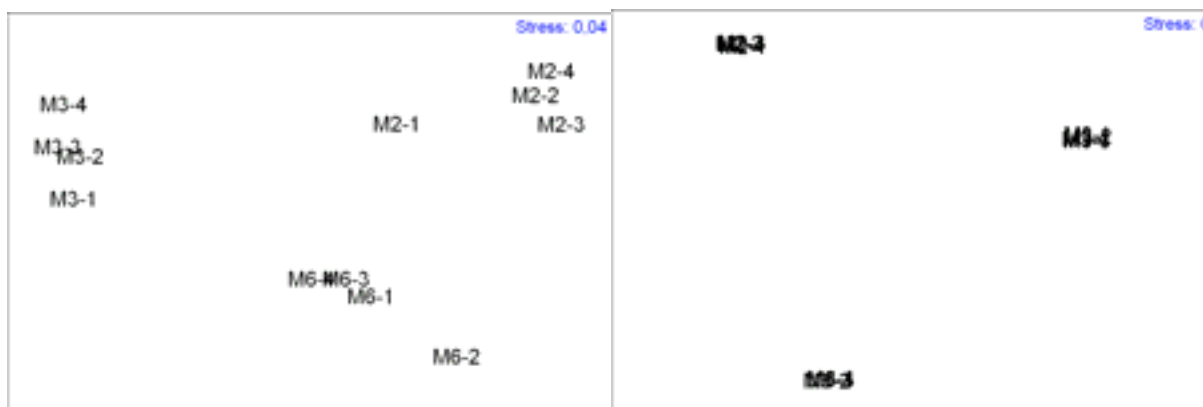
klassifisert annerledes enn stasjon Olden-M2 og Stryn-M6 er høy tetthet av flerbørstemarken *Myriochele oculata*. Stasjon Olden-M2 og Stryn-M6 ble klassifisert til ”meget god økologisk status” for samtlige indekser som ble beregnet; NQI1, NQI2, Shannon-Weiner diversitetsindeks (H').

De fem dominerende artene fra hver stasjon og totalt antall er vist i Tabell 8. Flerbørstemarken *Myriochele oculata* dominerer faunaen på samtlige stasjoner, men mest på stasjon M3 i Loenbukta. Flerbørstemarken *Chaetozone sp.* utgjør sammen med muslingen *Parvicardium minimum* en stor del av faunaen på stasjon M3. På Olden-M2 og Stryn-M6 finnes jevnere fordeling mellom de samme vanlige artene, for eksempel slangestjernen *Amphiura chiajei* og muslingene *Abra nitida*, *Thyasira ferruginea*, *Thyasira equalis*.

Tabell 8. Gjennomsnitt av antall individer per grabb (antall $0,1 \text{ m}^2 \pm$ standard avvik SD) på stasjon M2, M3 og M6 for de 5 vanligste artene på hver stasjon, samt total antall dyr i undersøkelsen per totalt $1,2 \text{ m}^2$. Utvalget er basert på å få med de 5 dominerende artene på hver stasjon sortert etter total forekomst. Bokstav etter artsnavn indikerer hovedgruppe (E=Echinoidea (pigghuder) P=Polychaeta (flerbørstemark), M=Mollusca (bløtdyr)).

	Olden-M2 ($0,1 \text{ m}^2$)	Loen-M3 ($0,1 \text{ m}^2$)	Stryn-M6 ($0,1 \text{ m}^2$)	Total antall ($1,2 \text{ m}^2$)
<i>Myriochele oculata</i> (P)	50 \pm 64	322 \pm 123	97 \pm 75	2104
<i>Abra nitida</i> (M)	51 \pm 9	12 \pm 9	77 \pm 14	562
<i>Amphiura chiajei</i> (E)	51 \pm 14	13 \pm 4	53 \pm 34	469
<i>Chaetozone sp</i> (P)		77 \pm 23	8 \pm 6	312
<i>Thyasira ferruginea</i> (M)	52 \pm 6		19 \pm 9	296
<i>Diplocirrus glaucus</i> (P)	7 \pm 5	10 \pm 1	60 \pm 5	296
<i>Thyasira equalis</i> (M)	19 \pm 5	3 \pm 1	41 \pm 16	270
<i>Parvicardium minimum</i> (M)	2 \pm 2	58 \pm 33	5 \pm 4	246
<i>Ophiura sp</i> (E)	5 \pm 2	19 \pm 12	12 \pm 5	133
<i>Corbula gibba</i> (M)		19 \pm 7	1 \pm 1	66

I Figur 4 vises forskjell mellom sammensetning av makroinvertebrater i bløtbunnssamfunn, hvor grabbprøver som ligger nære hverandre i plottet er mer like enn prøver som ligger lengre fra hverandre. Denne visualiseringen av artslisten viser stor likhet mellom de parallelle grabbene på hver av de tre stasjonene, forskjell mellom prøver M2-1 og M6-2 sammenlignet de tre andre grabbene på stasjonene ser i artslisten ut at være på grunn av ulik antall av den dominerende flerbørstemarken *Myriochele oculata* som har stor inverking i plot uten transformasjon For fullstendig artsliste, se Appendikstabell B.



Figur 4. Multi Dimensjonal Skalering (MDS) på uttransformerte og kvadratrot-transformerte data. Begge figurene viser likheter mellom hver grabb-prøve på de 3 stasjonene Olden-M2, Loen-M3 og Stryn-M6. Lavt stress nivå indikerer god fremstilling av de multi-dimensjonale datane i det 2-dimensjonale plottet.

3.2.2 Sammenlikning av resultater fra 2008 med 2001 og 1990

Antall arter per 0,1 m², antall dyr per m², Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ES₁₀₀ er alle sammenlignbare med tidligere undersøkelser (Jensen et al. 1990, Møskeland et al. 2001). Litt lavere verdier på stasjon M3 i Loenbukta enn registrert av Møskeland i 2001 kan forklares enten forklares av at stasjonen ligger grunnere (24 m), men mest sannsynlig er at belastning av organisk materiale har økt under denne tidsperiod sammenlignet andre lokaliteter i fjorden.

3.3 Metaller og miljøgifter i sedimentet

Analysen av miljøgifter i havn- og grunnområder var spesialisert til å finne forurensing fra lokale kilder (Tabell 9 og 10).

Tabell 9. Innhold av metallene; Kadmium (Cd), Krom (Cr), Kopper (Cu), Kvikksølv (Hg) og Bly (Pb) i sedimenter (0-5 cm).

STASJON	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
SS	<0.2	18.5	14.0	0.008	5.3
SC	<0.2	21.2	22.8	0.037	12
SB1	<0.2	13.9	14.4	0.008	5.8
SB2	<0.2	9.1	7.34	0.005	4.2

Innholdet av Tributyltinn (TBT) var høyt ved stasjon Olden-SS og Olden-SC, men etter kompletterende analyse fra Olden-M2 ser spredningen av TBT ut til å være begrenset. Lokale tiltak vurderes videre i oppfølgende prosjekt ved Crusekaia og i småbåthavna i Oldenbukta.

Tabell 10. Organiske miljøgifter inkludert sju polyklorete bifenyler (ΣPCB), seksten polycykliske aromatiske hydrokarboner (ΣPAH), monobutyltinn (MBT), dibutyltinn (DBT) og tributyltinn (TBT) i sedimenter (0-5 cm). DBT og MBT ble ikke klassifisert, men er nedbrytningsprodukter fra TBT. Farge koder viser klassifisering av tilstand i sedimenter ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i henhold til Tabell 3 og veileder (Bakke et al 2007).

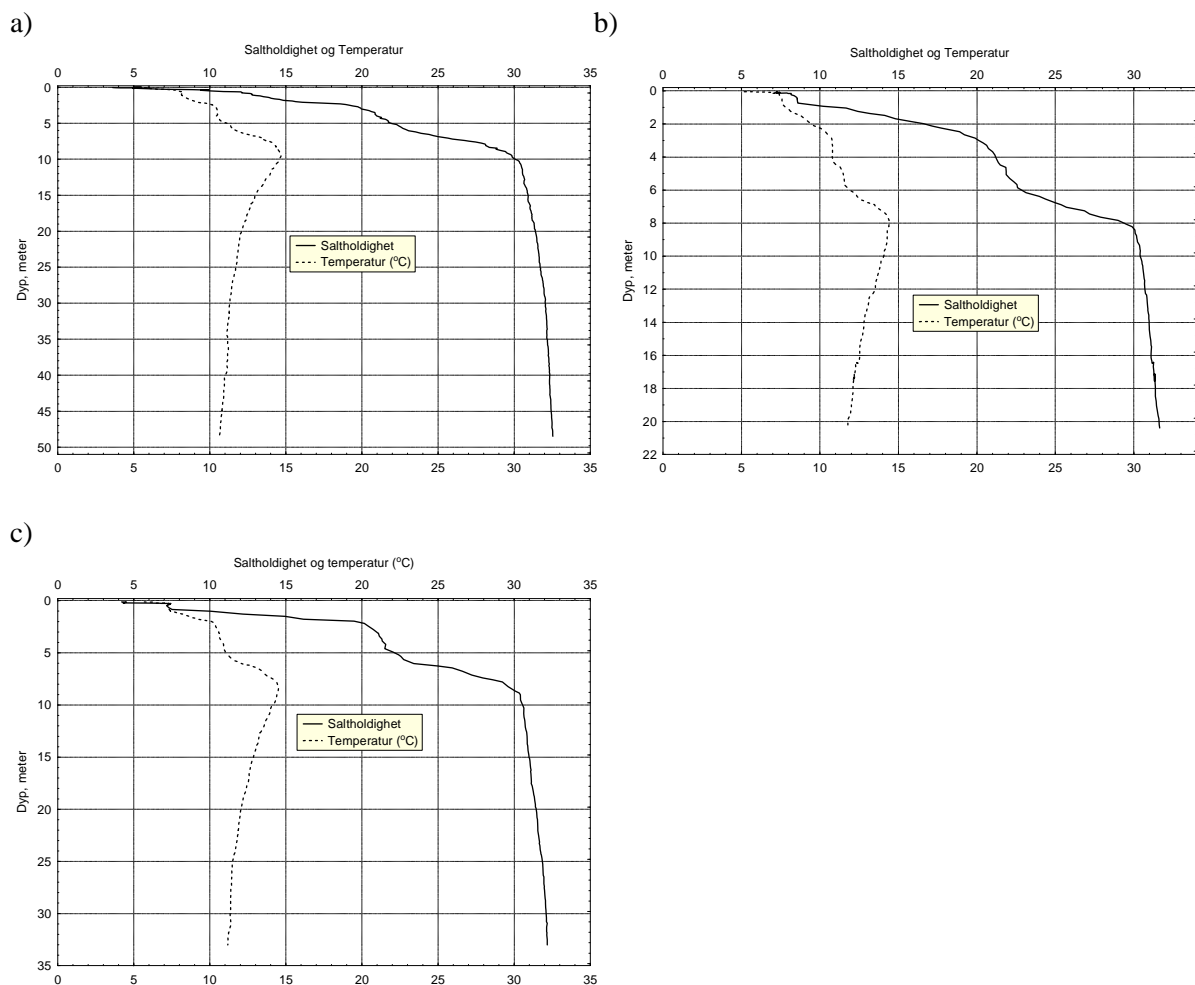
STASJON	ΣPCB (7) (µg / kg)	ΣPAH (16) (µg / kg)	MBT (µg / kg)	DBT (µg / kg)	TBT (µg / kg)
M2			3.2	2.4	4.4
SS	<3.5	<51.6	8.9	8.9	7.5
SC	<3.87	<267.3	62	190	1400
SB1	<3.5	<40.5			
SB2	<3.5	<32			

3.4 Hydrografi

3.4.1 Vannmasser

De tre vertikallprofilene for temperatur og salinitet fra 29. oktober 2008 (Figur 5) viser at vannmassene bestod av tre ulike vannlag. Det øvre vannlaget var tynt (<1 m) og sterkt ferskvannspåvirket med saltholdighet (<10) og kaldt (~7-9°C), mens det mellomliggende laget (~3-6 m dyp) var saltare (21-24) og varmere (~10-11°C). Fjordvann med saltholdighet høyere en 30 ble registrert under 8-10 m og øverst i dette vannlaget var vanntemperaturen høyest (~14°C).

Temperatur- og salinitetsprofilene fra Olden, Loen og Stryn var svært like, men det øvre brakkevannslaget tykkere og mer markert både ved Loen og Stryn enn ved Olden. Ved Loen er imidlertid overgangen mellom det øvre brakkevannslaget og mellomlaget mindre markert enn ved Olden og Stryn.



Figur 5. Vertikallprofiler for temperatur- og saltholdighetsprofiler tatt 29.10.08 ved a) Olden, b) Loen og c) Stryn.

Oksygenmålingene viste at oksygenkonsentrasjonen var høyest i det brakke overflatelaget, mens de laveste verdiene ble registrert i den øvre delen av fjordvannet (Tabell 11). De beste oksygenforholdene ble registrert i vannsøylen ved Olden hvor både det mellomliggende vannlaget og fjordvannet hadde høyere oksygenkonsentrasjoner enn Loen og Stryn.

Tabell 11. Målte oksygenkonsentrasjoner til 50 m dyp ved Olden, Loen og Stryn. Klassifisering viser meget god tilstand i henhold til Molvær et al. 1997 ble meget god for alle undersøkte dyp på hovedstasjonene ved Olden, Loen og Stryn.

Dyp (m)	Oksygen (mg/l)		
	Olden-M2	Loen-M3	Stryn-M6
0	13,6	13,9	13,6
3	10,6	10,9	10,4
5	10,1	9,8	9,8
10	9,1	8,3	8,3
15	8,7	8,1	8,0
20	9,6	8,9	8,7
24		9,4	
30	9,9		8,8
40	9,7		8,9
50	9,5		8,8

Tabell 12. Siktedyp 29. oktober 2008 på stasjonene Olden, Loen og Stryn. Farge koder viser meget god tilstand i henhold til Molvær et al. 1997

Sted	Siktedyp (m)
Olden – M2	9,5
Loen – M3	10,0
Stryn – M6	8,5

Selv om målingene ikke er tatt i de tidsperiodene som SFTs klassifiseringsveilder for kystvann anbefaler, viste oksygenmålingene for alle de tre stasjonene konsentrasjoner som gir tilstandsklasse I ”Meget god” (Molver et al. 1997). Siktedypene ligger også innenfor tilstandsklasse I, men her må det presiseres at målinger kun er gjennomført en gang og målingene er ikke gjort innenfor sommerperioden juni-august (når algemengdene erfaringsmessig er høyest) slik klassifiseringsveilederen anbefaler.

3.5 Klorofyll a og plantep plankton

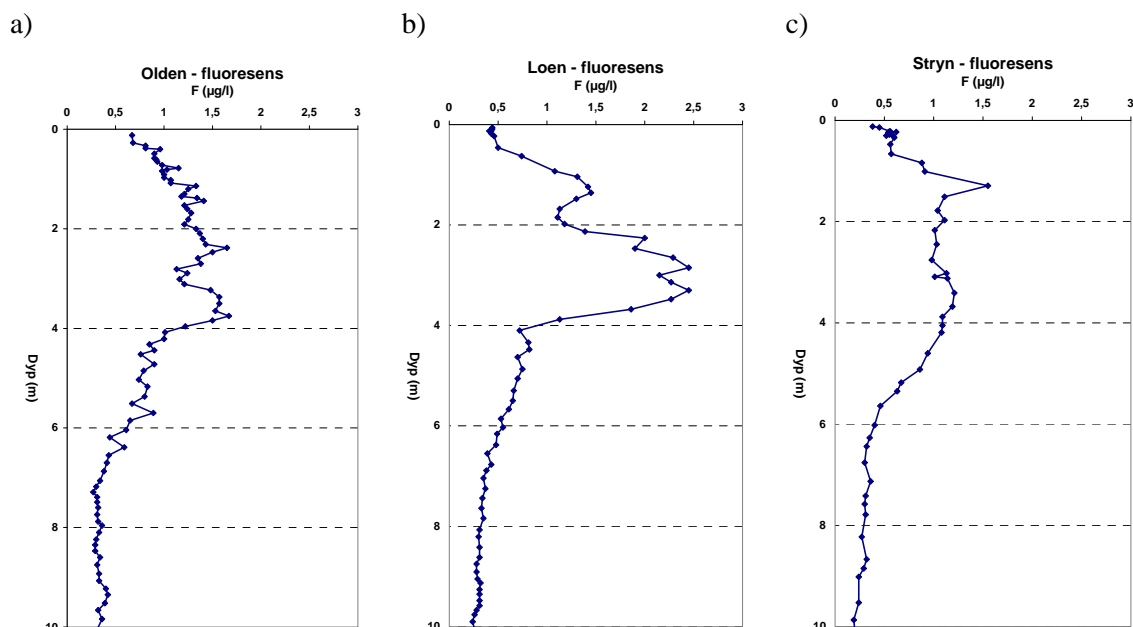
Fluorescensmålingene gir et bilde av den vertikale fordelingen av klorofyll a og viser at de høyeste konsentrasjonene ble funnet på 3 m dyp i Loen, mens laveste konsentrasjon på dette dypet ble målt på stasjonen utenfor Stryn (Figur 6). Målingene av klorofyll a i laboratoriet etter ekstraksjon av alger på filter bekrefter dette bildet (Tabell 13). De vertikale fluorescensprofilene viser at algekonsentrasjonene i det øvre tynne brakkvannslaget er lave, og at de høyeste konsentrasjonene ble registrert i vannsjiktet mellom 1 og 5 meter.

Målingene av klorofyll a fra filtrerte vannprøver ga verdier som faller inn under tilstandsklasse I ”Meget god” for Olden og Stryn og akkurat på grensen til tilstandsklasse II ”God” for Loen ved anvendelse av SFTs klassifiseringssystem. Også for klorofyll a gjelder imidlertid at innsamlingen av prøver er gjort utenfor den anbefalte sommerperioden juni-august og det kun er foretatt én innsamling slik at grunnlaget for klassifisering etter SFT-veilederen ikke er tilstede.

Ved fremtidig klassifisering vil det imidlertid være andre klassegrenser som legges til grunn, og klassifiseringen vil baseres på i hvilken region vannforekomsten ligger og hvilken vanntype vannforekomsten representerer. For ferskvannspåvirket vann i regionen Nordsjøen er det foreslått en grenseverdi for klorofyll a mellom ”Meget god” og ”God” på <2,6 µg/l. Beregningen av klorofyll a

skal baseres på 3 års datainnsamling med minst månedlig innsamling gjennom algenes vekstsesong (februar-oktober) og beregnes som 90-persentiler for å utelukke ekstremverdier i beregningene.

Fordi den høyeste algebiomassen målt som fluorescens ble registrert i Loen-M3, ble vannprøven herfra opparbeidet for identifisering og kvantifisering av planktoniske alger. Resultatene fra denne analysen kan danne grunnlag for senere klassifisering basert på algeforekomster.



Figur 6. Vertikalprofiler for fluorescens på stasjonene a) Olden-M2, b) Loen-M3 og c) Stryn-M6.

Tabell 13. Konsentrasjoner av klorofyll a fra prøver tatt 29. oktober 2008 på 3 m dyp på stasjonene Olden, Loen og Stryn. Farge koder viser tilstand i henhold til Molvær et al. 1997

Sted	Klorofyll a (µg/l)
Olden-M2	1,5
Loen-M3	2,0
Stryn-M6	1,2

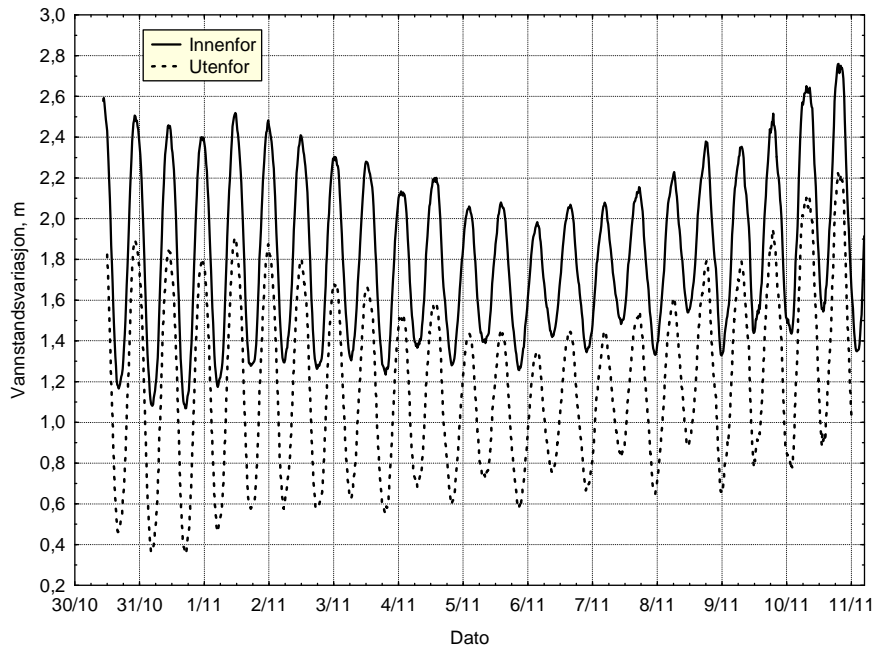
Algeanalysen viste at vannmassene i Loen inneholdt relativt høye konsentrasjoner av enkelte arter av alger og den totale algebiomassen var relativt høy (Appendikstabell A). Den biomassemessig viktigste arten var dinoflagellaten *Ceratium furca* som forekom i en konsentrasjon på 8.240 celler/l og utgjorde litt over 30% av den totale algebiomassen i prøven fra 3 m dyp. Ellers forekom cryptophyceen *Teleaulax acuta* i en konsentrasjon på 491.400 celler/l og utgjorde over 10% av algebiomassen. Det er også det verdt å nevne funn av de fisketoksiske artene *Dictyocha speculum* og *Pseudochattonella verriculosa*.

Den totale mengden cellekarbon var ca. 125 µg C/l, og dette betraktes som en relativt høy algemengde – spesielt tatt i betraktning at prøven ble tatt i slutten av oktober måned.

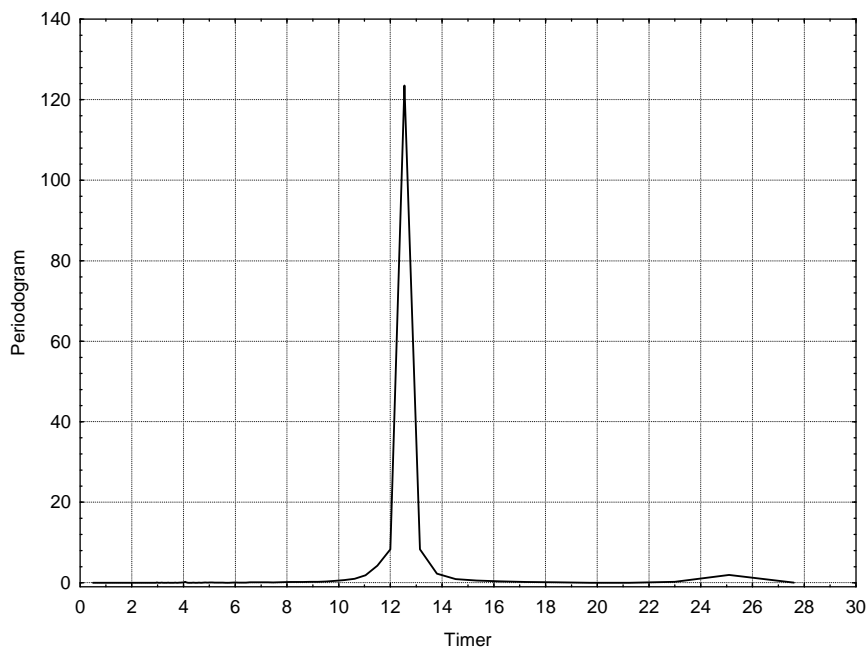
3.6 Vannutskifting og tiltak

3.6.1 Inn- og utstrømning vurdert ved vannstandsobservasjoner

Figur 7 viser samtidige målinger av vannstanden innenfor og utenfor Riksvei 15 og viser periodiske variasjoner som følger hverandre godt. En tidserieanalyse (spektralanalyse) bekrefter at vannstandsvariasjonene skyldes det halvdaglige tidevannet (Figur 8).

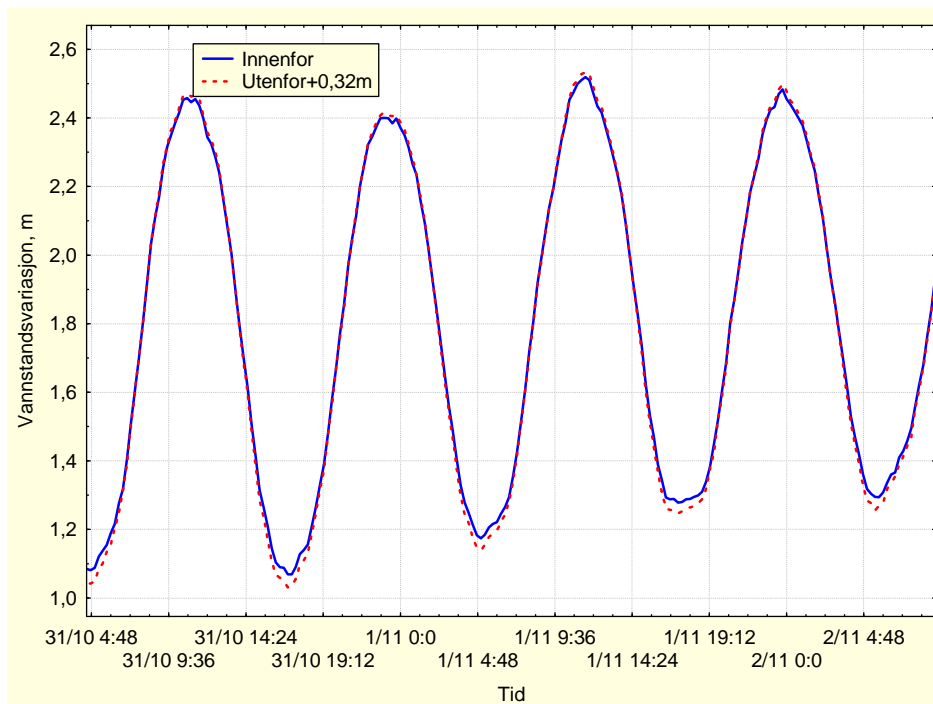


Figur 7. Vannstandsvariasjoner innenfor og utenfor Riksvei 15. Målingene er gjort på samme tid, men ikke korrigert for at sensorene lå på forskjellige dyp.



Figur 8. Tidsserie-analyse av målingene utenfor Riksvei 15 bekrefter at det halvdaglige tidevannet dominerer vannstandsvariasjonene. Vi ser også et relativt svakt signal fra det heldaglige tidevannet.

Hensikten med målingene var å avgjøre om åpningen i Riksvei 15 er tilstrekkelig stor til at vannstanden innenfor kan følge med i vannstandsvariasjonene utenfor. Hvis dette ikke er tilfelle viser målingene at åpningen er så trang at den begrenser vannutskiftningen innenfor. Trykksensoren for måleren utenfor riksveien lå 0,32 m grunnere enn sensoren innenfor. Når en korrigerer for denne nivåforskjellen gis svaret i Figur 9. Den bekrefter at vannstandsvariasjonen utenfor er litt større, men at forskjellen i praksis er utbetydelig. Altså er åpningen tilstrekkelig bred og dyp.



Figur 9. Utsnitt av vannstandsmålingene innenfor og utenfor Riksvei 15, etter at det er korrigert for at sensorene lå i forskjellig dyp.

3.6.2 Vannsirkulasjon beskrevet ved modellen SMS

Modellen beregner 4 scenarier (jfr. Tabell 5) der vandypet innenfor Riksvei 15 varierer mellom ca. 0,4 m og 1,6 m. Tatt i betraktning at deler av området er tørrlagt ved lavvann så er det situasjonen omkring middelvannstand (sterkest inn- og utstrømning) som er nyttigst å studere for å sammenligne de fire scenariene. Nedenfor er de viktigste resultatene vist (Figur 10-13) for samme tidspunkt i tidevannssyklusen. Innenfor Riksvei 15 er strømhastigheten forholdsvis lav og for å kunne studere hvordan forholdene endres under ulike scenarier har vi valgt å studere intervallet 0-10 cm/s.

Sammenligning av scenario 1 og scenario 2:

Ikke uventet viser modellen at en ekstra åpning i Riksvei 15 (scenario 2) gir bedre vannutskiftning i området utenfor Grandevegen, i første rekke pga. økt innstrømning gjennom åpningen. Når tidevannet strømmer ut blir forskjellen liten, og avgrenset til området like ved åpningen.

Sammenligning av scenario 1 og scenario 3:

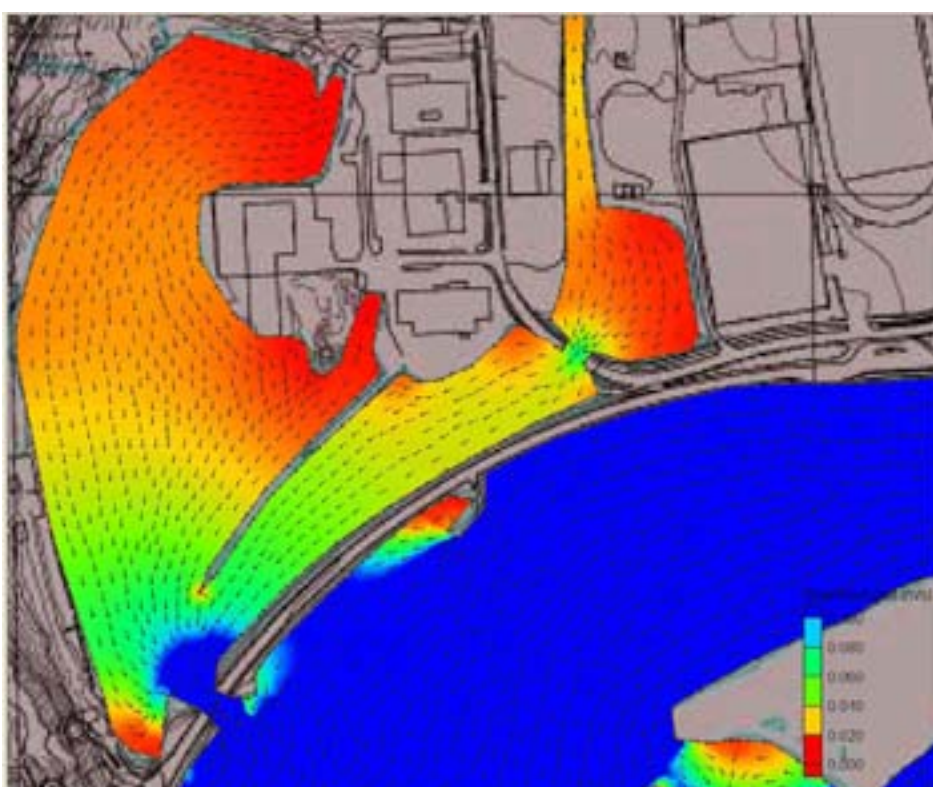
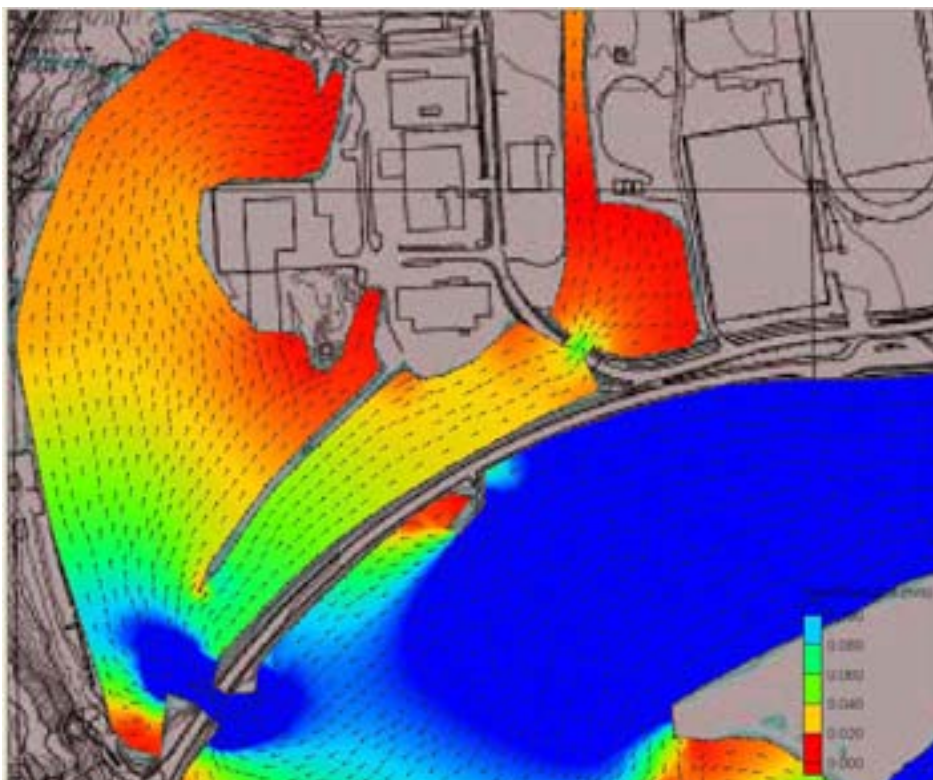
Omkring en halvering av utfyllingen (tangen) innenfor Riksvei 15 (scenario 3) synes ikke å gi noen vesentlig endring av vannutskiftningen i grunnområdet – i forhold til dagens situasjon.

Sammenligning av scenario 1 og scenario 4:

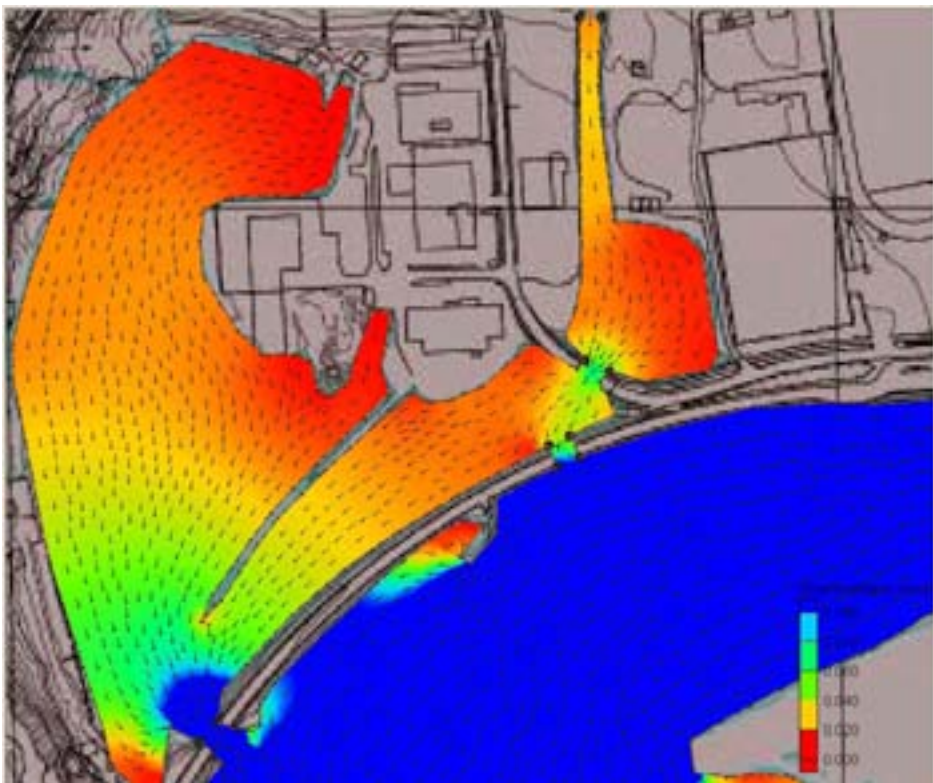
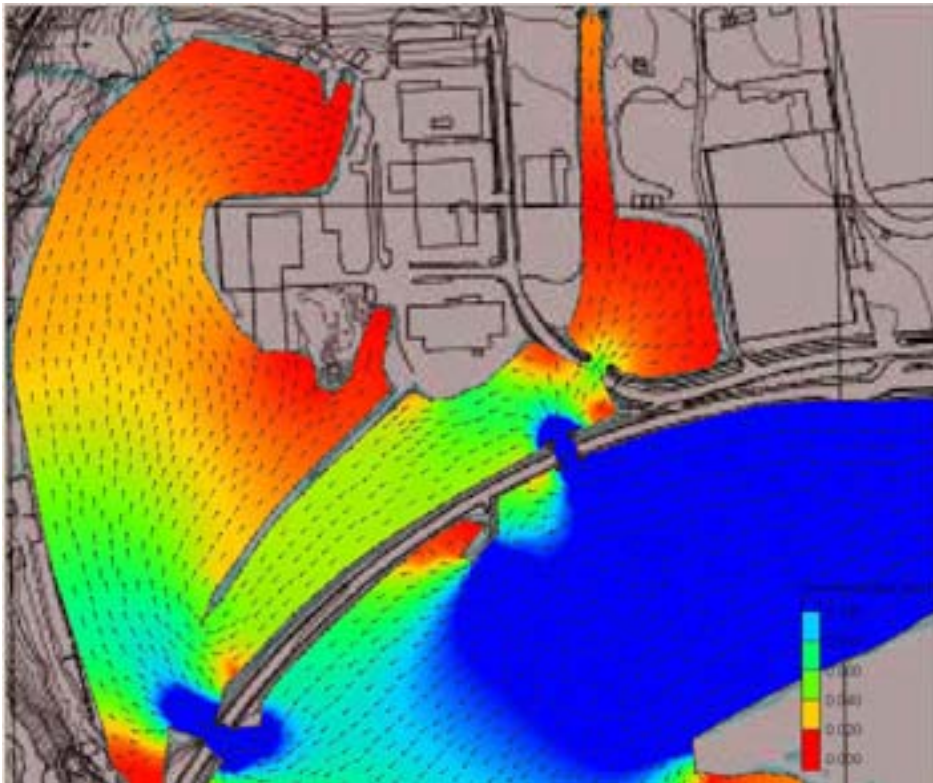
Fjerning av utfyllingen (tangen) innenfor Riksvei 15 (scenario 3) synes ikke å gi noen vesentlig endring av vannutskiftningen i grunnområdet som helhet – i forhold til dagens situasjon. Men et slikt tiltak vil øke utskiftningen på nordvest-siden av fyllingen fordi denne i dag:

- hindrer at utstrømmende vann fra området utenfor Grandevegen kan bre seg ut og strømme innover grunnområdet (før vannstanden blir så lav at grunnområdet delvis tørlegges).
- styrer innstrømmende vann mot området utenfor Grandevegen, mens området ”bak” utfyllingen mottar tilsvarende mindre.

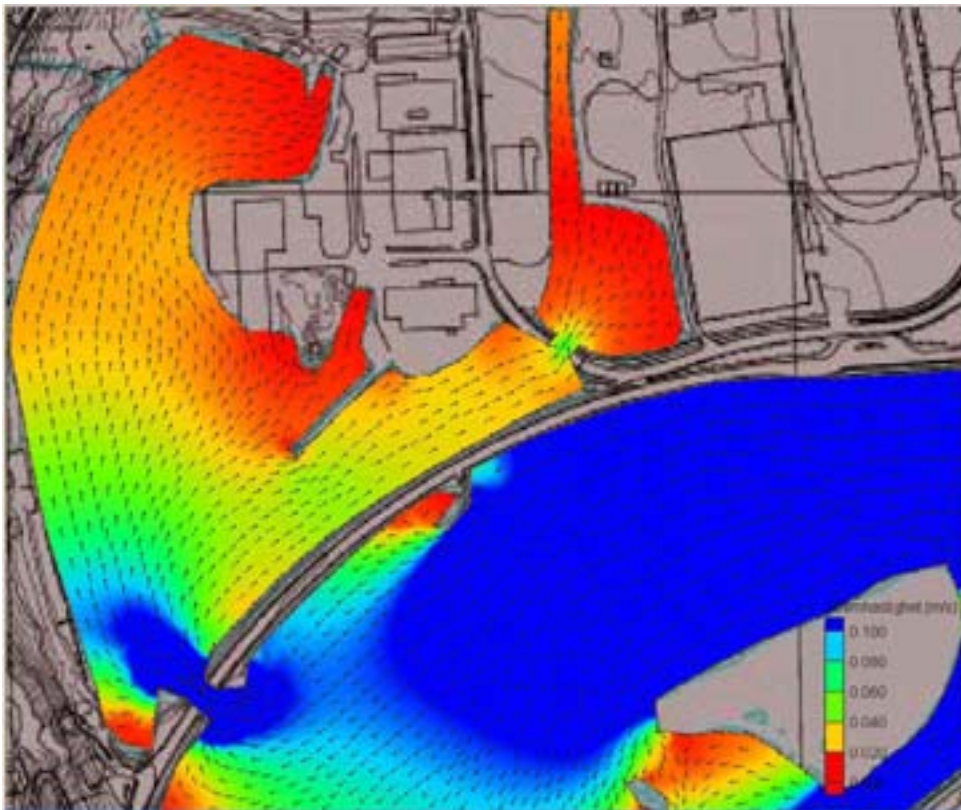
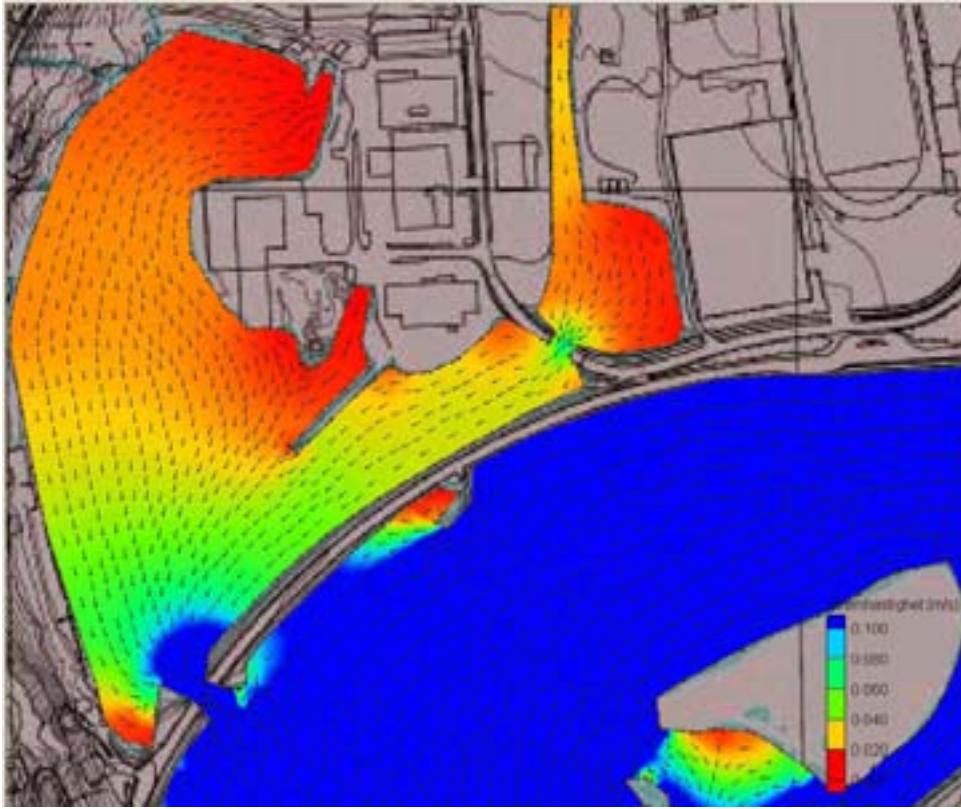
Oppsummert: Ved dagens situasjon er vannutskiftningen i grunnområdet god pga. tidevannsvariasjonen som to ganger i døgnet skifter ut vannmassen. En ekstra åpning gjennom Riksvei 15 eller fjerning av den grunne tangen vil derfor ikke øke vannutskiftningen området som helhet, men vil i noen grad gi en lokal økning i strømhastighet og dermed vannutskiftning.



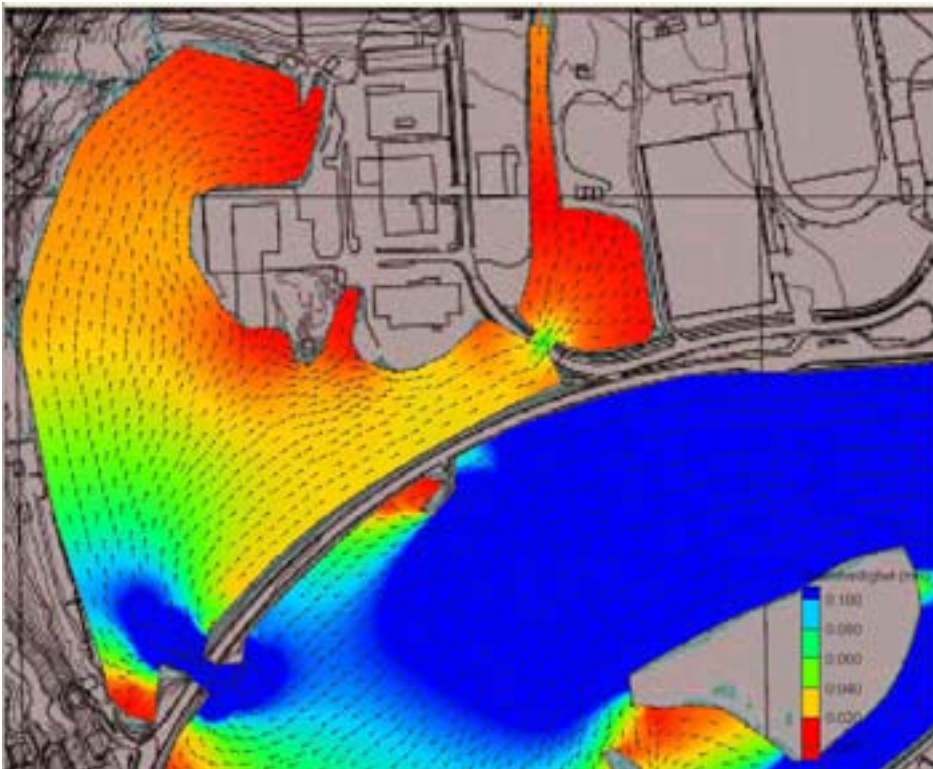
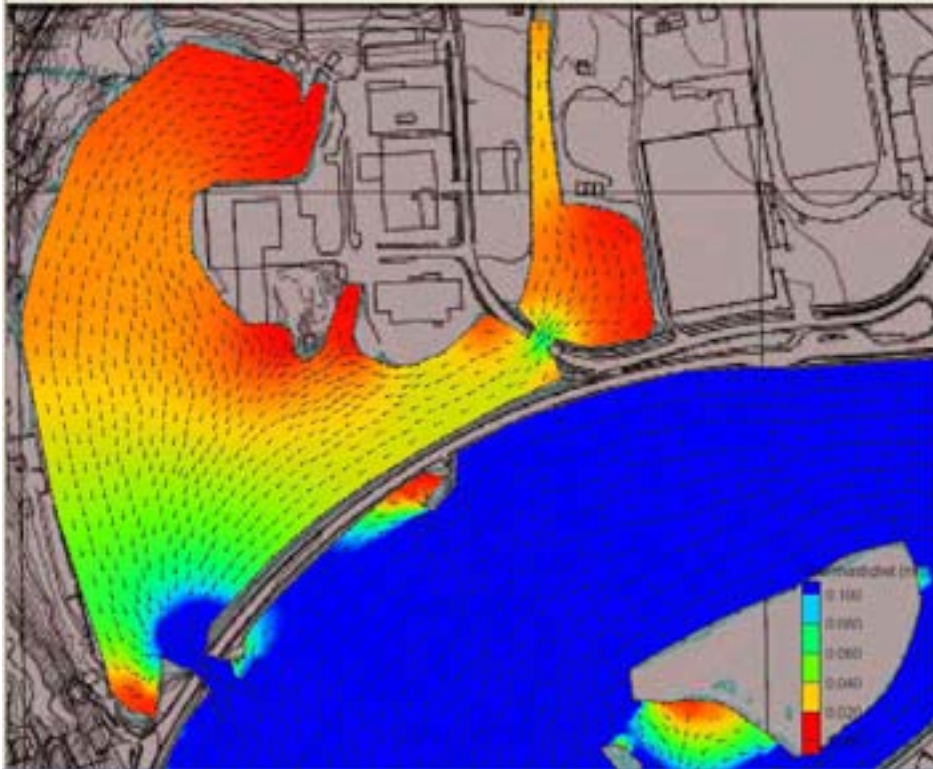
Figur 10. S1: Vannføring $20 \text{ m}^3/\text{s}$ i Strynelva og med dagens åpning i Riksvei 15.
Øverst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full innstrømning gjennom åpningen.
Nederst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full utstrømning gjennom åpningen.



Figur 11. S2: Vannføring $20 \text{ m}^3/\text{s}$ i Strynelva og med to åpninger i Riksvei 15. Øverst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full innstrømning gjennom åpningen. Nederst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full utstrømning gjennom åpningen.



Figur 12. S3: Vannføring $20 \text{ m}^3/\text{s}$ i Strynelva, dagens åpning i Riksvei 15 og delvis fjerning av den grunne tangen innenfor. Øverst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full innstrømning gjennom åpningen. Nederst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full utstrømning gjennom åpningen.



Figur 13. S4: Vannføring $20 \text{ m}^3/\text{s}$ i Strynelva, dagens åpning i Riksvei 15 og fjerning av den grunne tangen innenfor. Øverst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full innstrømning gjennom åpningen. Nederst: Sirkulasjon i overflatelaget ved full utstrømning gjennom åpningen.

Det er i hovedsak tidevannet som sørger for vannutskiftningen innenfor RV 15, og den må karakteriseres som god (nærmest full utskiftning 2xdøgnet). Aktuelle tiltak vil ikke øke vannmengden, men i noen grad endre sirkulasjonen og fordelingen.

Hva ønsker man å oppnå ved å bedre vannutskiftningen?

Vurdert tre tiltak:

1. åpning nr. 2 i RV 15: gir lokal forbedring utenfor Grandevegen, men ingen effekt i hoveddelen av grunnområdet.
2. delvis fjerning av den langstrakte utfyllingen: ingen merkbar effekt
3. hel fjerning av utfyllingen: forbedring på nordvest-siden.

Med mindre man har helt klare mål som kan knyttes til scenario 4 så synes det å være lite å vinne ved tiltak.

Problemer med organisk anrikning ved SB1 er lokale og skaper sannsynligvis ikke stor påvirkning på grunnområdet i helhet. Området har høy biologisk verdi og anbefalingen er en oppfølging av utviklingen i området samt å motvirke ytterligere biologisk gjengroing og fysisk utbygging av grunnområdet da dette kan redusere vannutskiftningen ytterligere.

Konklusjoner fra problemkartlegging

Innhold av organisk karbon i sedimenter ble klassifisert som ”meget god tilstand” for alle stasjoner unntatt Småbåhavna (SS) i Olden som ble klassifisert som ”god tilstand”.

Hovedstasjoner Olden-M2 og Stryn-M6 har ”meget god økologisk status” for samtlige indekser og Loen-M3 har minimum ”god økologisk status” i henhold til indekser som beskriver makrovertebrater i bløtbunn. Stasjon M3 i Loenbukta var litt forandret i henhold til tidligere undersøkelser i 2001, hvilket kan forklares med at vi ikke klarte å finne rett dyp på stasjonen. Denne mulige forandring må følges opp over tid for å undersøke om det kun er dyp eller annen årsak til økt forekomst av opportunistiske arter som er konkurransedyktige ved organisk belastning.

Nivåene av metaller og miljøgifter er generelt ”bakgrunn” eller ”god tilstand” i vannområde Stryn. Forurensede sedimenter med meget høye TBT konsentrasjoner ble målt ved Cruisekaia (SC, meget dårlig tilstand) og Småbåhavna (SS, dårlig tilstand) i Olden. Analyse av sedimenter fra Olden-M2 viste på lavere forekomst i sediment i dypere områder av Oldenbukta.

Målinger av fluorescens, klorofyll a og planteplankton viste god tilstand men det er vanskelig å vurdere når enkelte prøver fra var stasjon ble tatt på ett enkelt tidspunkt i slutten av oktober måned.

Aktuelle forslag på tiltak i grunnområde Stryn (SB) vil ikke øke vannutskiftning, men i noen grad endre sirkulasjonen og fordelingen. Dårlig tilstand ved stasjon SB1 skyldes stor belastning av terrestrisk organisk materiale og ikke begrenset vannutskiftning i grunnområdet. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane må sammen med Stryn kommune utvikle en verneplan for grunnområdet med en overvåking over hva som skjer med grunnområdet samt rense gjenngroing og beholde biologiske verdier.

Referanser

- Bakke T, Oen A, Kibsgaard A, Breedveld G, Eek E, Helland A, Källqvist T, Ruus A, Hylland K. 2008. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann - Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter SFT rapport TA 2229/2007 12 s.
- ECGL, 1995. Surface water modeling system, Reference manual. Brigham Young University. Engineering Computer Graphics Laboratory. 368B CB, Provo, Utah, USA. 170 s.
- Glover B, Alvsvåg J, Hesthagen T, Skarbøvik. 2008. Forslag til klassifiseringssystem for morfologiske støtteparametere i vassdrag og kystvann: Rapport om klassegrenser for fysiske inngrep i førekomsten. DN utkast.
- Jensen T et al. 1990. Resipientundersøkelse i Nordfjord 1990. DNV Rapport
- Møskeland T, Bakke S M, Danielsson S, Dragsund E. 2001. Resipientundersøkelse i Nordfjord. DNV Rapport Nr. 2001-1022. 43 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J og Sørensen J. 1997. SFT-veiledning nr. 97:03, TA 1467/97. 36 s.
- Molvær J, Magnusson J, Pedersen A, Rygg B 2009. Vanddirektivet: Utarbeidelse av system for marin klassifisering. Framdriftrapport høsten 2008. TA-2465/2009. 33 pp.
- Rygg B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. 32 s. NIVA-report 4548-2002.

www.vannportalen.no

Appendikstabell A. Antall planteplankton L⁻¹ i vannprøve fra Loen

Loen 29.10.00		
	Celler	pp CF
Cryptophyceae (Svartflagellater)		
<i>Metatetrax app.</i>	710 200	0,4
<i>Tetraselmis ovata</i>	491 400	13,3
Sum - Svartflagellater	1 201 600	13,7
Chlorophyceae (Fureflagellater)		
<i>Amphidinium orosum</i>	600	0,1
<i>Ceratium furca</i>	8 240	37,3
<i>Ceratium lineatum</i>	80	0,3
<i>Ectocarpus pedunculatus</i>	37 000	1,0
<i>Gonyaulax</i> spp.	600	1,0
<i>Gyrodinium/Gyrodinium</i> < 20 µm	109 000	3,9
<i>Gyrodinium/Gyrodinium</i> 20-40 µm	600	0,1
<i>Gyrodinium/Gyrodinium</i> 40-60 µm	1 200	0,9
<i>Heterocapsa triquetra</i>	600	0,2
<i>Kalodinium glaucum</i>	600	0,2
<i>Leanderia elongata</i>	600	0,0
<i>Cladophora distans</i>	1 200	0,2
<i>Oryzopsis variable</i>	600	0,1
<i>Phaeocystis socialis</i>	2 100	3,5
<i>Phaeocystis gelidicola</i>	80	0,3
<i>Sordaria nitens</i>	600	0,2
Ubestemte algeriske diatomeflagellater 20-40 µm	2 400	2,1
Ubestemte ikkealgeriske diatomeflagellater 20-40 µm	1 200	1,2
Sum - Fureflagellater	348 100	53,2
Prasinophyceae (Kalk- & Svartflagellater)		
<i>Chrysochromulina</i> spp. < 5 µm	37 000	0,1
<i>Chrysochromulina</i> spp. 5-10 µm	37 000	0,9
Sum - Kalk- & Svartflagellater	74 000	1,1
Dicrionophyceae (Kornflagellater & Pedineller)		
<i>Apodinis spinifera</i>	37 000	1,0
<i>Dictyocha speculum</i>	17 400	0,0
<i>Dictyocha speculum flagellat</i>	20 200	2,0
<i>Pseudothionella ventricosa</i>	600	0,1
Sum - Kornflagellater & Pedineller	84 000	12,4
Bacillariophyceae (Kornalger)		
<i>Chaetoceros danilevici</i>	5 400	1,2
<i>Chaetoceros nitens/Chaetoceros</i>	37 000	0,3
<i>Chaetoceros</i> spp. < 10 µm	37 000	0,8
<i>Cylindrocapsa closterium</i>	1 200	0,0
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1 200	0,0
<i>Thalassiosira nitens</i>	1 200	0,1
Sum - Kornalger	84 000	2,3
Prasinophyceae (Øvinggrammalger)		
<i>Pyramimonas</i> spp. < 5 µm	113 400	0,3
<i>Pyramimonas</i> spp. 5-10 µm	37 000	0,8
Sum - Øvinggrammalger	150 200	1,1
Ultrasulfanter		
Ubestemte flagellater 0-5 µm	1 205 200	4,7
Ubestemte flagellater 5-10 µm	403 600	11,0
Ubestemte flagellater 10-15 µm	113 400	12,8
Ubestemte inokuler < 5 µm	2 941 200	7,5
Ubestemte inokuler 5-10 µm	113 400	2,8
Sum - Ultrasulfanter	4 006 800	38,8
Kinetoplastida		
<i>Leptochytrium maritimum</i>	37 000	1,2
Sum - Kinetoplastida	37 000	1,2
Chromophyceae (Kornflagellater)		
Ubestemte kornflagellater	113 400	0,4
Sum - Kornflagellater	113 400	0,4
Rhizopoda		
<i>Paulinella ovalis</i>	37 000	0,1
Sum - Rhizopoda	37 000	0,1
Sum totalt	6 940 900	124,7

Appendikstabell B. Antall makrovertebrater per grabb 0.1m²

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	FULL_NAVN	M2-1	M2-2	M2-3	M2-4	M3-1	M3-2	M3-3	M3-4	M6-1	M6-2	M6-3	M6-4
NEMERTINEA		Nemertinea indet	2	1	3	1	2	2	3	2	4	12	3	
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphionne jeffreysi	9	14	23	26					11	8	14	9
POLYCHAETA	POLYNOIDAE	Eunoe cf. nodosa	2	4	5	2	1		1		8	5	4	4
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp											1	
POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae indet							1					
POLYCHAETA	Phyllodoctidae	Eleone foliosa						1						
POLYCHAETA	Phyllodoctidae	Eleone longa						3						
POLYCHAETA	Phyllodoctidae	Eumida sp			2			1			4	3	8	2
POLYCHAETA	Phyllodoctidae	Phyllodoctidae indet			1			3			4	2	2	1
POLYCHAETA	Pholoidae	Phocoe sp	4	3	6	2	7	1	12	7	9	9	9	11
POLYCHAETA	Hesionidae	Glypts helgolandica							1					
POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae indet	1											
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata			6									
POLYCHAETA	Hesionidae	Ophiodromus flexuosus	1			5	2	2		1		2	2	4
POLYCHAETA	Syllidae	Ekogone hebes	1									1		
POLYCHAETA	Syllidae	Ekogone sp			2									
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni			4	1								
POLYCHAETA	Nereidae	Eunereis eltonalis												1
POLYCHAETA	Nereidae	Nereis sp	1											
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cf. caeca					1							
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cf. kersivaltensis									2			
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cf. pulchra								1				
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	1			1	3	3	6	11				
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp					1	1	1		1			
POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodoridae indet												1
POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum flavum	1	3	3	3	1		2	1	4	2	4	6
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	4								1	2	7	4
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera roulei	1	2	1	2		1	1	2	3	8	5	2
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp	2	2	3	4					2	4	13	6
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1		1	1	1		4		1			1
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	25	16	16	13	5	4	5	6		8	2	5
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris aniana	4	5	3	4	5							
POLYCHAETA	Orbinidae	Orbinia serfatata						1						
POLYCHAETA	Paraonidae	Arctidea sp	9	4	44	27			1	1	10	10	12	13
POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsonia gracilis	10	5	11	21	2	2	10	6	7	5	3	9
POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sarsi									4			
POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sp			1							1	4	4
POLYCHAETA	Spionidae	Pronospio cf. cinctera												13
POLYCHAETA	Spionidae	Pronospio cf. steenstrupi			1									
POLYCHAETA	Spionidae	Pronospio cinctera		3	10	2							20	
POLYCHAETA	Spionidae	Pronospio sp	12	5	3	10	5	8	1	1	12	3	19	
POLYCHAETA	Spionidae	Pronospio steenstrupi				1								
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp			2									
POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis sp	2			4	2	4	11		8	1	4	9
POLYCHAETA	Spionidae	Spio sp			1							5		
POLYCHAETA	Spionidae	Spionidae indet	1								9	1		5
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes cf. kroeyeri		1										
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroeyeri			1				1		1		3	1
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes urceolata									5	2	4	1
POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona alieni				3								
POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta			1		15	11	24	13	2			
POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp	7	13	9	13					2			1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa		1										
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp					70	60	100	46	6	2	16	12
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus indet			2		4							
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus caudatus						3	2	2			1	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta sp										4	2	6
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killaricensis			12	6			2		7	7	21	13
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	3	4	13	4	9	10	11	9	60	65	55	53
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma infatum					1	2	1				1	
POLYCHAETA	Ophelidae	Ophelia sp												1
POLYCHAETA	Capitellidae	Dasybranchus caducus	5				1							
POLYCHAETA	Capitellidae	Nelomastus latericicus		5	4		3	1	2	2	1	1	3	
POLYCHAETA	Maldanidae	Atychis biceps	1											
POLYCHAETA	Maldanidae	Chama biceps		1	2	2								
POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenella cincta							1					
POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenura sp		2		6					9	13	39	28
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene sp	7	5	10	19	3				1			
POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymene cylindricaudata									1			
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet											1	
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis			12		4	2	7	8	9	7	26	3
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella cf. affinis	1											
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella cf. praetermissa			3									
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella gracilis	1	7	3									
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella praetermissa				2			3	1				
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillura longisoma							1					3
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni				1								
POLYCHAETA	Owenidae	Myriochele oculata	135	3	11	7	211	314	440	480	110	32	150	211
POLYCHAETA	Owenidae	Owenia fusiformis	2	5	1		3	3	5	7	11	7	2	7
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma					1	2	2	5	4	5	12	6
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria belgica					1					4		2
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria koreni					4	8	1		3	3	2	5
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete innarchica								2				

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	FULL_NAVN	M2-1	M2-2	M2-3	M2-4	M3-1	M3-2	M3-3	M3-4	M5-1	M5-2	M5-3	M5-4
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp		1		1	1	1	2		1			
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete indet								1				
POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahbergi	1											
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabelides octocorata			1			1	7	7	1	1		
POLYCHAETA	Terbelidae	Pista cristata		1						1			1	
POLYCHAETA	Terbelidae	Polycorus sp								1				
POLYCHAETA	Terbelidae	Streblosoma intestinalis						1	1					
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terbelides stroemi			1	1	2		4	2				
POLYCHAETA	Sabelidae	Euchone sp		1										
POLYCHAETA	Sabelidae	Sabelidae indet	1		1	8	1	2	3	6	2	4	3	7
POLYCHAETA	Siboginidae	Siboginidae indet					1							
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet					1							
PROSOBRANCHIA	Hydrobiidae	Hydrobia ulvae					3			1				
PROSOBRANCHIA	Turritellidae	Turritella communis					9	1	12	7				
PROSOBRANCHIA	Aporrhaidae	Aporrhais serresianus								1	1			
PROSOBRANCHIA	Eulinidae	Eulinella sp								1		1		
PROSOBRANCHIA	Turridae	Bela sp						1						
OPSTHOBRANCHIA	Pyramidellidae	Odosstoma acuta	3		1		2	1		3				
OPSTHOBRANCHIA	Acteonidae	Acteon tomatis					4	4	5	4				
OPSTHOBRANCHIA	Diaphanidae	Diaphana minuta	3	2	2	3								
OPSTHOBRANCHIA	Philineidae	Philine quadrata		1										
OPSTHOBRANCHIA	Philineidae	Philine scabra	18	12	12	12	10	8	15	14	36	19	29	12
OPSTHOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna alba	2	1	2	3				1	11	7		10
OPSTHOBRANCHIA	Scaphandridae	Scaphander punctostriatus	3	4		1					1		2	
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet			2							1		
BIVALVIA		Bivalvia indet										2		
BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldella tomlii	1			1								
BIVALVIA	Arcidae	Batharca pectunculoides		1										
BIVALVIA	Limidae	Limatula pygmi			1	1						1	1	2
BIVALVIA	Pectinidae	Chlamys septemradiatus	3	1	1					1				1
BIVALVIA	Pectinidae	Pecten groenlandicus	1					1						
BIVALVIA	Lucinidae	Loripes lucinalis										2	1	1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. croulensis										2		
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira croulensis	3	4	3	7				1			2	1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	13	22	23	20	3	2	3	5	33	30	61	55
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira ferruginea	59	51	46	57				1	12	15	31	24
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa						1	1				1	1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira pygmaea	1		2							4	6	3
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi	1								1		2	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp					3					8		
BIVALVIA	Lasaeidae	Devonia perrieri			1									
BIVALVIA	Lasaeidae	Kella lactea							11	1	1			1
BIVALVIA	Lasaeidae	Montacuta ferruginosa				2								
BIVALVIA	Lasaeidae	Montacuta tenella	2		2						8	5		10
BIVALVIA	Lasaeidae	Myrella bidentata					4							
BIVALVIA	Cardidae	Parvicardium minimum	1	4	1	4	81	14	80	40	4	1	10	6
BIVALVIA	Solenidae	Cultellus pellucidus					1	1						
BIVALVIA	Scrobulariidae	Abra longicaulis												1
BIVALVIA	Scrobulariidae	Abra nitida	56	58	39	45	4	23	8	5	92	68	70	94
BIVALVIA	Arctidae	Arctica islandica					1		1				1	
BIVALVIA	Glossidae	Glossus humanus										1		
BIVALVIA	Veneridae	Venus sp						1						
BIVALVIA	Petricolidae	Mysia undata					1	1						
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba					16	21	20	6		1		2
BIVALVIA	Hatellidae	Hatella arctica					11	1	9	3				
BIVALVIA	Thracidae	Thracia villosiuscula	2				5	6	3	2	1	1	1	1
BIVALVIA	Verticordidae	Lyonsiella abyssicola	7	3	4	5				4	1	14	14	11
BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa		1				3	3	1				
BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	1	1		1					4	2		1
SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina quinqueangularis				1								
PSYCHOGONIDA		Psychogonida indet		2			1			1				
OSTRACODA	Cyprididae	Asterope mariae									2	2		2
NEBALIACEA		Nebalia sp	1		1	2								1
CUMACEA	Leucoidae	Eudorella emarginata	1			2						1		1
CUMACEA	Leucoidae	Eudorella truncatula			1									
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta	1	3		3	1				2	2		2
TANAIDACEA	Parathoidae	Tanaidacea indet											1	
ISOPODA	Idoteidae	Idotea granulosa					1							
AMPHIPODA	Lysianassidae	Callinoma crenata									2		2	
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes		1	1				2		1			
AMPHIPODA	Ampeliscaidae	Ampelisca aequicornis					3		1					
AMPHIPODA	Ampeliscaidae	Ampelisca tenuicornis					1	3	1	2				
AMPHIPODA	Amphilocheidae	Amphilocheoides odontonyx					2							
AMPHIPODA	Melidae	Cheirocratus sundewalli					1							
AMPHIPODA	Melidae	Eriopisa elongata	1	1										2
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula					1	1						
AMPHIPODA	Pandalidae	Necope tumida			1									
AMPHIPODA	Podoceropsisidae	Podoceropsis sophiae	1											
AMPHIPODA	Caprellidae	Phinica marina					2							
DECAPODA	Processidae	Processa canaliculata	1				4	3	1	1				
DECAPODA	Axidae	Calocaris macandreae										1		
SIPUNCULIDA		Golfingia sp		3	3	2	4	2	6	8	5	3	3	23
SIPUNCULIDA		Phascolon strombi		1				1			1			
PRAPULIDA		Prapulida indet							1					
OPHUROIDEA		Ophuroidea indet						1	2					
OPHUROIDEA	Amphuridae	Amphura chiapi	51	67	36	40	13	11	16	6	60	10	88	71
OPHUROIDEA	Amphuridae	Amphura filiformis			2		2		2	1		50	1	
OPHUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica		2			1							
OPHUROIDEA	Ophuridae	Ophura sp	4	5		1	24	2	30	12	16	11	9	19
ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1		1						1	1		3
ECHINOIDEA	Loxostomidae	Echinocardium flavescens		2		1	19	3	12	5	22	8	24	14
HOLOTHUROIDEA		Holothuroidea indet											1	
HOLOTHUROIDEA	Ypsilothuridae	Echinococcus hepida								1				
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplex buski					2	1		5				
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta inhaerens							2					
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta sp	1	1					1		9	13	24	28
VARIA		Verrilliformis indet	1				1	1		1		1		1

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no