



RAPPORT LNR 5272-2006

**O**vervåking NOAH  
Langøya 2005

Strandsoneregistreringer samt  
miljøgifter i blåskjell og  
sedimenter

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet:

[www.niva.no](http://www.niva.no)

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Overvåking NOAH Langøya 2005. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter	Løpenr. (for bestilling) 5272-2006	Dato 2006.09.17
	Prosjektnr. Undernr. 25069/26154	Sider Pris 47
Forfatter(e) Walday, Mats Green, Norman Pedersen, Are	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NOAH Holding AS, v. Trygve Sverreson	Oppdragsreferanse 487-3
--	----------------------------

**Sammendrag**

Analysen av miljøgifter i blåskjell og sedimenter fra området utenfor NOAHs behandlingsanlegg for farlig avfall på Langøya i Oslofjorden har siden overvåkingen startet i 1994 i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området. I 2005 var det bly, arsen, vanadium og krom som forurenset flest blåskjellprøver. Forurensningen var for det meste moderat, men markert for bly på stasjon B3 ved bulkaia og for krom på B4. På B3 var samtlige prøver også moderat forurenset av kadmium og kvikksølv. Stasjon B3 ved bulkaia peker seg ut som stasjonen med den alvorligste forurensningen. Det er en signifikant oppadgående trend i konsentrasjonen av kadmium, bly og kvikksølv i blåskjell på stasjon B3 siden 1996. Kontroll-stasjonen BK på Mølen og stasjon B7 ved Mulodden var minst forurenset av metaller. Skjellene fra B3 var moderat forurenset av TBT, tjærestoffer og dioksiner, mens B2 var moderat forurenset av TBT og dioksiner. Kontrollstasjonen var moderat forurenset av tjærestoffer (KPAH) og dioksiner. Problemet med kontaminering av bly, sink og kadmium i sedimenter og blåskjell utenfor bulkaia ved stasjon B3 er begrenset til et mindre område. Området har vært mudret i 1. halvår 2005 og oppvirvling herfra kan være en mulig ekstra kilde for metallpåvirkning. Som tidligere år var det ingenting hos strandsonesamfunnene på Langøya eller kontrollstasjonen som indikerte redusert biologisk kvalitet.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Langøya</li> <li>Marin</li> <li>Overvåking</li> <li>Miljøgifter</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Langøya island</li> <li>Marine</li> <li>Monitoring</li> <li>Micropollutants</li> </ol>
--	--



Mats Walday  
Prosjektleder



Kari Nygaard  
Forskningssjef  
ISBN 82-577-4999-0



Jarle Nygaard  
Fag- og markedsdirektør



Prosjekt 25069

**Overvåking NOAH Langøya 2005**

Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og  
sedimenter



## Forord

Undersøkelsene i den foreliggende rapport er utført av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) på oppdrag for NOAH Langøya AS. De inngår i overvåkingen av resipienten utenfor NOAH Langøya AS sitt anlegg for farlig avfall på Langøya.

Kontaktperson hos NOAH har vært Trygve Sverreson.

Blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i mars, august og november 2005.

Supplerende blåskjellinnsamling, sedimentinnsamling og strandsoneregistreringer ble utført av Are Pedersen og Mats Walday (NIVA) i november 2005.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Merete Schøyen.

Metallanalysene er utført på NIVAs laboratorium under ledelse av Bente Lauritzen. Lill-Ann Kronvall var ansvarlig for analyse av de organiske miljøgiftene. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert på NILU.

Trendanalysene er utført av Norman Green, NIVA.

Resultatene fra kontrollstasjonen på Mølen er delvis basert på data fra "Joint Assessment and Monitoring Programme" (JAMP, se f.eks. Green et al. 2001).

Oslo, 17. september 2006

*Mats Walday*

---



# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya	9
<b>2. Metodikk</b>	<b>10</b>
2.1 Blåskjellpopulasjoner	10
2.2 Sedimentprøver	11
2.3 Strandsoneregistrering	12
2.4 Databearbeiding	12
<b>3. Resultater</b>	<b>14</b>
3.1 Metaller i blåskjell	14
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	16
3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell	17
3.4 Supplerende undersøkelser utenfor bulk-kai (stasjon B3)	26
3.5 Trendanalyse av metaller i blåskjell	30
3.6 Strandsoneregistreringer	32
<b>4. Referanser</b>	<b>38</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>41</b>
<b>Vedlegg C.</b>	<b>45</b>

---





## Sammendrag

NOAH Holding AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. I november 2005 undersøkte NIVA, på oppdrag av NOAH, metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya og ved kontrollstasjon BK på Mølen. Fra kontrollstasjonen, stasjon B2 og stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter, inkludert tinnorganiske forbindelser (TBT). Det ble også analysert bunnsedimenter fra 2 områder på vestsiden av Langøya. Det ble videre foretatt registreringer av alger og dyr på tre strandsonestasjoner. Undersøkelsene er et ledd i overvåkingen av den marine resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya. NIVA utførte i 1994 en orienterende undersøkelse i området og siden 1996 er det utført årlige undersøkelser. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2005 presentert og sammenlignet med de tidligere undersøkelsene.

I perioden oktober 2004 til og med september 2005 ble det sluppet ut 276 650 m<sup>3</sup> vann fra NOAHs anlegg. Innholdet av metaller og andre miljøgifter i utslippsvannet tilfredstilte konsesjonskravet gjennom hele perioden.

Stasjon B3 ved bulkkaia peker seg ut som stasjonen med de største overkonsentrasjonene og den alvorligste forurensingen. Med overkonsentrasjoner menes konsentrasjoner større enn 'antatt høyt bakgrunnsnivå', dvs. øvre grense for det som er vanlig å finne langt unna punktkilder. De ekstra prøvetakingene utenfor bulk-kaia i de senere år bekrefter at en har et problem med kontaminering av enkelte metaller i sedimenter og blåskjell. Problemet er begrenset til et mindre område. Området utenfor bulkkaia, ved stasjon B3, har vært mudret i 1. halvår 2005 for å gi økt seilingsdybde. Oppvirvling herfra kan være en mulig ekstra kilde for metallpåvirkning, særlig til nabostasjonene B3 og B4. På stasjonene BK på Mølen og B7 ved Mulodden viste de fleste prøver ubetydelig – lite forurenset tilstand.

Bly, arsen, vanadium og krom var de metaller som ble funnet forhøyet i flest av blåskjellprøvene. Forurensningen var for det meste moderat, unntatt for bly på stasjon B3 hvor alle tre prøvene var markert forurenset, og krom i to prøver på B4 og en på B6. På B3 var samtlige prøver også moderat forurenset av kadmium og kvikksølv. Bly har siden 1998 forekommet med overkonsentrasjoner i blåskjell utenfor Langøya.

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell fra B2, B3 og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2005. TBT-innholdet var forhøyet slik som tidligere, og skjellene ved Langøya var moderat forurenset (klasse II). Nivåene var lavere enn tidligere år på samtlige stasjoner. Skipstrafikk (bunnstoff) antas å være hovedårsak til forurensingen. Blåskjellene på B3 var i tillegg moderat forurenset av tjærestoffer. Disse stammer som oftest fra oljesøl og eksos. Dioxininnholdet var noe forhøyet i skjellene på samtlige stasjoner (klasse II), med høyest verdi på B2. PCB-innholdet var imidlertid lavest i skjellene på B2, men også de øvrige stasjoner kunne klassifiseres som ubetydelig forurenset av PCB i 2005, slik som tidligere år. Innholdet av nonortho-PCB har tidligere vært noe høyere i blåskjell fra Langøya, men i 2005 var nivået på B3 likt med kontroll-stasjonen BK.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya. Resultatene indikerer en forbedring av tilstanden, men dette er antakelig en del av større endringer som er registrert i Oslofjorden

Siden NOAHs anlegg har utslipp av metallholdig utløpsvann til fjorden, kan man på generelt grunnlag anta at driften på Langøya bidrar til de overkonsentrasjoner av de miljøgifter som er funnet i blåskjell. Det er imidlertid spill ved lossing av forurenset materiale ved bulk-kaia som sannsynligvis har gitt de største overkonsentrasjonene i muslinger og sedimenter. Resultater fra stasjonen ved Mulodden sør for

Holmestrand og fra kontrollstasjonen på Mølen, samt andre undersøkelser som er gjort i området, viser som ventet at det finnes flere forurensningskilder i Langøyaområdet enn NOAH-Langøya og at forurensningsbildet er komplisert, særlig med hensyn til kildeidentifisering.

Helt siden undersøkelsene av metaller i blåskjell startet har de fleste resultater indikert en ubetydelig lite forurenset miljøtilstand, tilsvarende Klasse I i SFTs klassifiseringssystem. Overkonsentrasjoner av noen metaller indikerer at en har lokale kontamineringsproblemer ved lossingen av forurenset bulkmasse på Langøya. Trendanalyser viser at det siden 1996 har vært en signifikant oppadgående trend i konsentrasjonen av kvikksølv, kadmium og bly i blåskjell på stasjon B3 utenfor kaia.

## Summary

Littoral communities and concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*) were investigated by NIVA in 2005 as part of a monitoring programme for the marine recipient outside NOAH Holding AS, receiving station for industrial waste on the island of Langøya in the Oslofjord. A brief inspection of the area was carried out by NIVA in 1994 (Walday & Helland 1994), and monitoring has been done yearly since 1996 (cf. reference list). Results from the investigations are compared in this report.

In 2005, mussels from the quay area were markedly polluted from Pb and Cr, and moderately polluted from Cd and Hg. The industrial waste is transported by ship to the industrial plant. Loss of waste during the unloading is likely to be the reason for the pollution in the quay-area. Dredging outside the quay-area during summer 2005 may have contributed to elevated concentrations of metals in mussels. Lowest levels of metals were found at the reference station (BK). The metals As, V, and Cr were also found with elevated concentrations in mussels from Langøya. It is a significant time-dependent increase in the levels of Cd, Pb and Hg in mussels at station B3 since 1996.

Mussels were only slightly polluted from organic contaminants. Levels of TBT were, however, elevated at the two stations at Langøya (B2, B3). This is probably related to ships traffic and perhaps polluted sediments in yacht harbours. In addition, mussels from B3 were moderately polluted from PAH, and all three investigated stations moderately polluted from dioxins.

The investigation of the littoral communities from two stations on Langøya and the reference-station on Mølen has not shown any signs of negative influence from NOAHs activities on Langøya.

Apart from the contamination in the quay-area, levels of contaminants observed in blue mussels has generally indicated healthy environmental conditions in the recipient throughout the monitoring period. There are several other sources to pollution in the area than NOAH-Langøya. This complicates the assessment of NOAHs contribution.

Title: Monitoring NOAH Langøya 2005. Littoral communities and micropollutants in mussels and sediments

Year: 2005

Authors: Walday, Mats; Green, Norman; Pedersen, Are.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4999-0

# 1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten for å belyse i hvilken grad NOAH Langøyas utslipp og aktiviteter har påvirket eller påvirker miljøet i sjøen i området.

Langøya ligger i Holmestrandsfjorden, som er en åpen fjord uten terskler. Mot nordvest går den over i Sandebukta og mot sørøst går den over i Breiangen, som er et åpent område av ytre Oslofjord. Grunnen på Langøya er bygget opp av 400 millioner år gamle kalkavsetninger med rester av fossiler. I mer enn 100 år har det vært drevet kalksteinbrudd på øya, men i dag brukes det ene av de to gamle bruddene til avfallsdisponering. Anlegget tar imot de fleste typer uorganisk farlig avfall, siden 1998 også forurensede masser med lave konsentrasjoner av organiske- og uorganiske miljøgifter. Håndteringen er konsesjonsbetinget. De ulike avfallstypene gjennomgår en forbehandling for stabilisering før sluttdisponering i deponi. I denne prosessen felles det ut metaller. Fordi deponiet ligger under havnivå er lekkasje fra bruddet ut til fjorden ikke mulig. Erfaringsmessig har det vist seg at anlegget heller ikke har lekkasjer fra fjorden utenfor, men de store bruddflatene tar imot store mengder regnvann og sigevann fra omgivelsene.

Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og slippes ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Lasting og lossing av avfall foregår like ved utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas døgnprøver hver uke for analyse av bl.a. metallinnhold og organiske miljøgifter. Det slippes normalt ut 80-130 m<sup>3</sup> vann / time. Det er blitt utført beregninger av utslippsforholdene i området (Magnusson et al. 1997) og disse legges til grunn ved vurderingen av mulige kilder til forhøyede nivåer av metaller i resipienten.

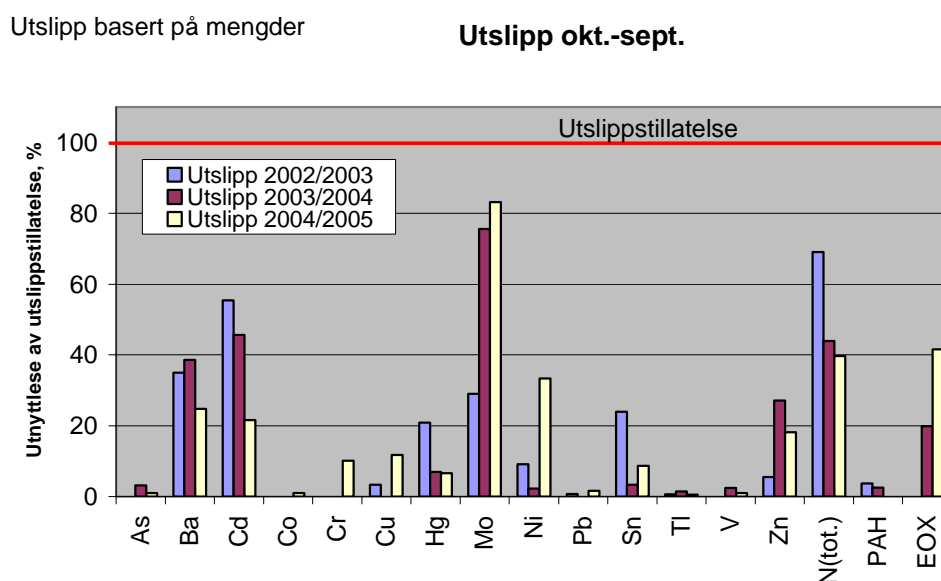
Hardbunnsorganismer som eksempelvis blåskjell, tar opp miljøgifter fra vannet og oppkonsentrerer disse i varierende grad. Blåskjell er ofte benyttet som indikatorart i miljøgiftovervåking av marine sjøområder, både nasjonalt og internasjonalt. Fordelen med å undersøke fastsittende eller lite mobile organismer, er at de ikke kan unnslippe eller flytte til andre områder og at de på den måten reflekterer den lokale belastningen integrert over tid. En må imidlertid, ved vurdering av resultatene, ta hensyn til sesongmessige endringer i blåskjellenes biologisk aktivitet, f.eks. gyting, som kan påvirke innholdet av miljøgifter i dyret. På den samme måte reflekterer også sedimentenes innhold av miljøgifter tilførselen av disse over tid. Tidsperspektivet er imidlertid lenger sammenlignet med blåskjell. Innholdet av miljøgifter i sedimentene er avhengig av tilførslene til resipienten samt avsetningsforholdene. For at miljøgiftene skal lagres i sedimentene er det en forutsetning at området har sedimentasjonsbunn. I motsatt fall vil miljøgiftene transporteres ut av området. Et område som har grove sedimenter indikerer erosjonsbunn, dvs. at innholdet av finpartikulært materiale som kan adsorbere metaller er lavt.

Via de løpende utslippsmålingene er det klart at det foregår en tilførsel av metaller fra Langøya til resipienten. Det observerte metallinnholdet i blåskjell og sedimenter har imidlertid for det meste vært lavt, og tilstanden kan generelt betegnes som god (Walday & Helland 1994, Walday 1997, 1998, 1999, Walday et al. 2000, Walday & Kroglund 2001, Walday et al. 2002, 2003, 2004, 2005). De gjennomførte undersøkelsene viser at det er sannsynlig at også andre kilder enn NOAH-Langøya bidrar til de forhøyede nivåer som er funnet i sediment og blåskjell.

## 1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya

I perioden oktober 2004 til og med september 2005 ble det sluppet ut 276 650 m<sup>3</sup> vann fra NOAHs anlegg til fjorden utenfor. Det er 200 781 m<sup>3</sup> mindre enn i perioden oktober 2003 - september 2004. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var for samtlige stoffer innenfor konsesjonsgrensene (Figur 1). Utslippsmengder pr. måned for de metaller som er analysert i blåskjell er vist i Tabell 1.

Området utenfor bulkkaia, ved stasjon B3, har vært mudret i 1. halvår 2005 for å gi økt seilingsdybde. Oppvirvling herfra kan være en mulig ekstra kilde for metallpåvirkning i området rundt denne stasjonen.



**Figur 1.** Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2002/2003, 2003/2004 og 2004/2005. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent utnyttelse av konsesjonsbestemte maksimalutslipp (tillatelse av 4. juni 2003) og er beregnet på bakgrunn av analyserte mengder i utslippsvannet; arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppper (Cu), kvikksølv (Hg), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), tinn (Sn), vanadium (V), sink (Zn), total-nitrogen (N(tot)), tjærestoffer (PAH) og summen av ekstraherbare klorerte organiske forbindelser (EOX). Etter figur fra NOAH Langøya.

**Tabell 1.** Utslipp av metaller i gram/måned fra NOAH Langøya AS til sjø for perioden okt. 2004 til sept. 2005. Tallene er oppgitt av bedriften, u.d. betyr konsentrasjon under deteksjonsgrensen. Merk at deteksjonsgrensen (QL) er oppgitt i mg/l. Tabellen viser de metaller som også blir analysert i blåskjell.

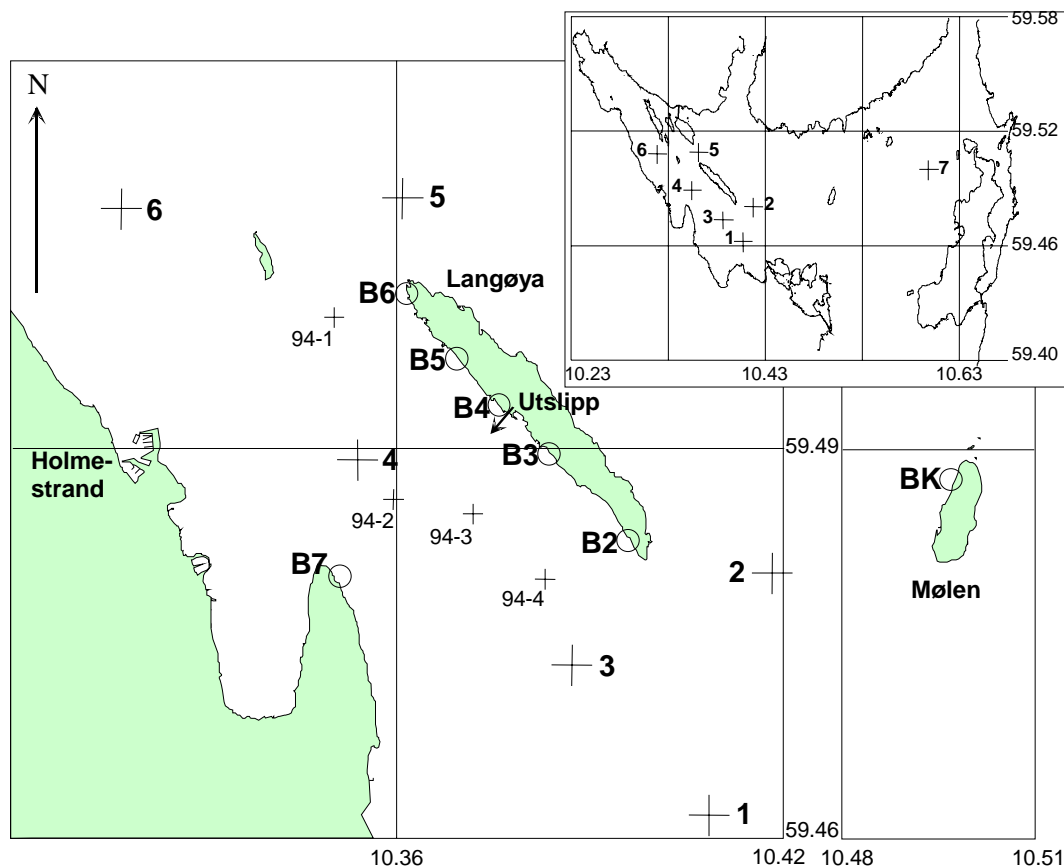
	QL	2004		2005									
	mg/l	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
As	0,02	u.d.	20	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	228	u.d.	u.d.	84	129
Ba	0,005	8985	41801	42102	31777	11207	28366	32432	23619	26467	38729	30040	22837
Cd	0,002	422	132	199	183	7	74	274	455	917	634	305	230
Co	0,02	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Cr	0,02	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Cu	0,02	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Hg	0,00001	u.d.	3	3	1,7	0,6	4	3,6	3	3,1	5,6	3,9	1,3
Mo		u.d.	u.d.	1069	2688	641	2945	4095	2899	3878	3037	3794	2915
Ni	0,02	603	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Pb	0,04	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
V	0,02	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	370	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Zn	0,02	9548	460	u.d.	122	262	1590	4372	640	920	1881	u.d.	u.d.

## 2. Metodikk

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*), strandsoneregistreringer og sedimentprøvetaking ble gjennomført november 2005 i området vest for Langøya og på Mølen (kontrollstasjon BK). Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og de fleste posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (Tabell 2). Bly og kadmiem er påvist med forhøyede nivåer utenfor kaianlegget på Langøya siden 1998 (stasjon B3), og det er sannsynlig at NOAH Langøya er hovedkilde til denne forurensning. For å få mer kunnskap om dette problem, og eventuelt årsaken, er det siden 2003 prøvetatt en ny stasjon, B3b, som ligger i noe lenger avstand fra kaia enn det B3 gjør. På begge stasjonene ble det samlet inn blåskjell ved tre anledninger: april, juli og november. Stasjon B3b er ikke vist på kartet, men den ligger like sør for B3.

### 2.1 Blåskjellpopulasjoner

Blåskjell ble samlet inn fra stasjon BK (kontroll) samt B2 - B7 (Figur 2, Tabell 2). På hver stasjon ble det innsamlet 3 parallelle prøver à 20 skjell av 4-5 cm lengde. Ved de supplerende innsamlinger på B3 og B3b ble det samlet inn 2 parallelle. Blåskjell fra kontrollstasjonen blir samlet inn samtidig, men under et annet program (JAMP, cf. Green et al. 2001). Innsamling ble gjort 16. november på samtlige stasjoner. På stasjon B3 og B3b er det i tillegg samlet inn skjell 23. mars og 18. august. På laboratoriet ble skallengden målt og samlet vekt av bløtdeler for hver stasjon veid, før muslingene ble homogenisert og sendt til analyse for innhold av miljøgifter. Alle kjemiske analyser, unntatt nonortho-PCB og dioxiner er utført etter akkrediterte metoder på NIVAs laboratorium. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert av NILU.



**Figur 2.** Langøya med plassering av blåskjell- (B) og sedimentstasjoner (1 – 7, for st. 7 se oversiktskartet). BK er kontrollstasjonen på Mølen. Stasjon B7 ble etablert i 2000. Strandsoneregistreringer ble utført på stasjon BK, B2 og B6. De dype sedimentstasjonene som ble undersøkt i 1994 er merket 94-1, 94-2 osv.

**Tabell 2.** Stasjoner for innsamling av blåskjell og gjennomføring strandsoneregistreringer. Posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS, unntatt B4 og B7 som er fra kart. BK er kontrollstasjonen på Mølen (se også Figur 2). B7 ble etablert år 2000 og er plassert like ved fyrlykten på Mulodden.

Stasjon	Navn	lengdegrad	breddegrad	blåskjell	strandsonereg.
BK	Mølen, ref.	Ø 10° 29.56'	N 59° 28.75'	+	+
B2	Langøya	Ø 10° 23.84'	N 59° 28.95'	+	+
B3	Langøya	Ø 10° 22.95'	N 59° 29.51'	+	-
B3b	Langøya	Ø 10° 23.03'	N 59° 29.42'	+	-
B4	Langøya	Ø 10° 22.7'	N 59° 29.6'	+	-
B5	Langøya	Ø 10° 22.12'	N 59° 29.85'	+	-
B6	Langøya	Ø 10° 21.74'	N 59° 30.18'	+	+
B7	Mulodden	Ø 10° 21.0'	N 59° 28.9'	+	-

## 2.2 Sedimentprøver

Den 16. november 2005 ble det tatt 3 prøver av bunnsedimentene utenfor stasjon B2 og B3 i en gradient fra respektive stasjon og et stykke utover (cf. Tabell 7 og Figur 2). Prøvene ble tatt med en liten grabb som ble operert fra NIVAs lettboat. Det ble gjort kjemiske analyser av overflatesedimentene (0-1cm). Formålet med å ta disse prøvene var å få mer kunnskap om et kontamineringsproblem som overvåkingen avdekket ved stasjon B3. Stasjon B2 ble prøvetatt som kontroll.



### **2.3 Strandsoneregistrering**

Strandsoneregistrering av bunnlevende hardbunnsorganismer ble utført på 3 av blåskjellstasjonene den 16. november (se Figur 2 og Tabell 2). Registreringen foregår ved hjelp av snorkling. Tilstedeværende arter av fastsittende alger og dyr registreres og mengdene anslås etter en semikvantitativ skala:

- 1 enkelt funn
- 2 spredte funn
- 3 vanlig forekommende
- 4 dominerende forekomst

Ved denne type registrering vil vesentlige forandringer i strandsamfunnene kunne detekteres.

### **2.4 Databearbeiding**

Nivåene av de analyserte miljøgifter fra 2005 blir sammenlignet mellom stasjoner og med resultatene fra tidligere år. Resultatene er også klassifisert etter konsentrasjon, i hovedsak etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997) (Tabell 3). For kobolt er "antatt høyt bakgrunnsnivå" (Klasse I) vist, mens det for barium ikke har vært mulig å fastsette bakgrunnsnivåer for blåskjell. Overskridelser av Klasse I nivå (overkonsentrasjoner) antyder påvirkning fra en eller flere punktkilder. Verdier i Klasse I utelukker imidlertid ikke belastning fra små utslipp med lokale innflytelsesområder.

**Tabell 3.** SFTs klassifikasjon av tilstand ut fra målinger i blåskjell, etter Molvær *et al.* (1997). Klassifikasjon av kobolt og vanadium etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997). Kl. V (meget sterkt forurenset) er ikke vist.

Stoff		Kl. I Ubetydelig-lite forurenset	Kl. II Moderat forurenset	Kl. III Markert forurenset	Kl. IV Sterkt forurenset
Kvikksølv	mg/kg t.v.	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4
Kadmium	"	<2	2-5	5-20	20-40
Bly	"	<3	3-15	15-40	40-100
Arsen	"	<10	10-30	30-100	100-200
Sink <sup>1</sup>	"	<200	200-400	400-1000	1000-2500
Krom	"	<3	3-10	10-30	30-60
Kobolt	"	<3	ikke klassifisert	ikke klassifisert	ikke klassifisert
Vanadium	"	<2	2-10	10-30	>30
Nikkel	"	<5	5-20	20-50	50-100
Kobber <sup>1</sup>	"	<10	10-30	30-100	100-200
TBT	"	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5
Dioxin	ng/kg v.v.	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3
Sum-PCB <sub>7</sub>	µg/kg v.v.	<4	4-15	15-40	40-100
Sum-PAH	"	<50	50-200	200-2000	2000-5000
BaP	"	<1	1-3	3-10	10-30

### Trendanalyse av metaller i blåskjell

En enkel 2-parameters linjær modell har blitt utviklet for å vurdere tidstrender basert på median konsentrasjon av miljøgifter i blåskjell (ASMO 1994). Metoden for beregning av glattet middelverdi er beskrevet i MON (1998) og av Nicholson *et al.* (1997). Glattemetoden er basert på løpende 7-års intervall og er en ikke-parametrisk kurve tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn 7 år er ingen glattemetode benyttet. For at en statistisk test for en glattet kurve skal være gyldig må miljøgift-konsentrasjonene ha tilnærmet lik varians og residualene for den tilpassede modellen bør være lognormalfordelt (cf. Nicholson *et al.* 1998). Utsagnskraft (eller power) av tidstrendanalysene er uttrykt som det antallet år som er nødvendig for å dokumentere en 10% endring pr. år med 90% sannsynlighet. Jo færre år som er nødvendig for dette, jo lettere er det å oppdage en tidstrend. Utsagnskraft er basert på prosent relativt standardavvik, som beregnes etter en robust metode beskrevet i ASMO (1994) og Nicholson *et al.* (1998).

### Multivariate analyser av strandsoneregistreringene

Data fra strandsoneregistreringene har gjennomgått likhetssanalyser (cluster) i programpakken PRIMER v5 (Clarke & Gorley 2001). Analysene bidrar til å avdekke likheter/ulikheter i artssammensetning mellom prøver.

<sup>1</sup> Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

### 3. Resultater

Flest blåskjellprøver med overkonsentrasjoner av metaller ble observert på stasjonene på Langøya (B3, B4 og B5). Skjellene ved Langøya var markert forurenset (SFT klasse III) av krom på B4 og i en parallell på B6, og av bly på B3 og en parallell på B3b. Skjellene var moderat forurenset (SFT klasse II) av arsen, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium på flere av stasjonene ved Langøya. Stasjon B3 ved bulkkaia peker seg ut som stasjonen med den alvorligste forurensingen. Kontrollstasjonen BK på Mølen og stasjon B7 ved Mulodden var minst forurenset, men BK hadde like høye verdier av arsen som den mest belastede stasjon B2 syd på Langøya.

Det var for det meste lave nivåer av organiske miljøgifter. Skjellene fra B3 var imidlertid moderat forurenset av TBT, tjærestoffer og dioksiner, mens B2 var moderat forurenset av TBT og dioksiner. Kontrollstasjonen var moderat forurenset av tjærestoffer (KPAH) og dioksiner.

Prøvetakingene utenfor bulk-kaia bekrefter at en har et problem med kontaminering av bly, sink og kadmium utenfor kaia ved stasjon B3. Problemet er imidlertid begrenset til et mindre område. Mudringen kan ha ført til betydelig oppvirvling med mulig påvirkning av særlig nærmiljøet, men også hele vestsiden av Langøya, stasjon B2 – B6. Mudringen foregikk første uke i juni 2005, under løpende kontroll med turbiditet i resipienten.

Det er en signifikant oppadgående trend i konsentrasjonen av kadmium, bly og kvikksølv i blåskjell på stasjon B3 siden 1996.

Som tidligere år var det ingenting hos strandsonesamfunnen på Langøya eller kontrollstasjonen som indikerte redusert biologisk kvalitet. Det er heller antydning til bedre tilstand, men dette er antageligvis en del av større endringer i Oslofjorden.

#### 3.1 Metaller i blåskjell

Av 243 tilstandsklassifiserte prøver var 161 ubetydelig - lite forurenset (klasse I), 75 var moderat forurenset (klasse II) og 7 var markert forurenset (klasse III) (Tabell 4).

Stasjon B3 ved bulkkaia peker seg ut som stasjonen med den alvorligste forurensingen. Kontrollstasjonen BK på Mølen og stasjon B7 ved Mulodden var minst forurenset, der viste de fleste prøver ubetydelig – lite forurenset tilstand. Oppvirvling under mudringen ved bulkkaia er en mulig ekstra kilde for metallpåvirkning i området rundt stasjon B3.

Bly, arsen, vanadium og krom var de metaller som ble funnet forhøyet i flest av blåskjellprøvene. Forurensningen var for det meste moderat, unntatt for bly på stasjon B3 hvor alle tre prøvene var markert forurenset, og krom i to prøver på B4 og en på B6. På B3 var samtlige prøver også moderat forurenset av de farlige miljøgiftene kadmium og kvikksølv.

Høyeste verdier av kobolt ble funnet på B5, slik det har vært gjort gjennom hele undersøkelsesperioden. Verdier lå i klasse II, moderat forurenset. Det har nesten ikke vært registrert kobolt i NOAHs utslippsvann siden desember 1999 og årsaken til at B5 har høyere verdier enn de andre stasjonene er ikke kjent, men kan skyldes en lokal kilde.

Barium inngår ikke i klassifiseringssystemet, men det er verdt å merke seg at bariumnivåene var høyere i 2005 enn i de to foregående år, med høyeste verdier på B3, og at de var 4-5 ganger høyere ved prøvetakingen i november enn i mars og august (B3 og B3b).

Siden 2003 har utslippene av molybden fra Langøya økt (cf. Tabell 6). Analysene av molybden i blåskjell startet i 2005 så det er foreløpig ikke mulig å si noe om utviklingen. Nivåene var i 2005 høyest på stasjonene ved Langøya, bortsett fra B3 hvor nivåene var like med kontrollstasjonens.

**Tabell 4.** Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 7 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden, og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i november 2005 på B3 og B3b. 3 paralleller å 20 skjell fra hver stasjon. 2 paralleller fra B3b og B3 i mars og august. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektsbasis. Barium inngår ikke i SFTs tilstands-klassifisering. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997).

St.	tid	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	Mo
B2 I	nov	10,9	11,56	4,52	1,33	0,60	7,03	8,08	0,19	4,95	1,97	1,75	98,2	1,56
B2 II	nov	10,8	12,59	4,45	1,29	0,59	3,32	9,72	0,20	2,53	2,22	1,78	134,3	0,97
B2 III	nov	11	15,27	5,15	1,75	0,73	2,52	11,18	0,26	2,03	3,16	2,26	157,3	1,10
B3 I	nov	15	9,40	10,47	2,52	0,48	1,65	7,93	0,22	1,11	20,33	1,61	108,0	0,49
B3 II	nov	12,6	9,52	12,70	2,44	0,65	4,28	8,73	0,22	2,69	16,90	2,48	159,5	0,86
B3 III	nov	12,4	9,52	16,37	2,69	0,75	4,35	9,52	0,23	2,92	16,21	2,67	149,2	0,90
B4 I	nov	13,1	10,84	6,88	1,05	0,62	4,86	9,62	0,13	3,60	3,80	2,05	118,3	1,08
B4 II	nov	13,1	10,08	5,76	1,02	0,83	15,50	10,00	0,12	10,69	3,55	2,47	122,1	2,48
B4 III	nov	12,5	10,80	8,16	1,02	0,88	19,20	9,76	0,14	12,88	3,83	2,43	115,2	3,11
B5 I	nov	10,5	11,90	7,44	2,00	1,22	7,26	9,19	0,15	5,14	2,66	3,18	128,6	1,40
B5 II	nov	10,6	11,42	5,87	1,58	1,07	7,89	10,28	0,15	5,62	2,35	2,53	99,1	1,71
B5 III	nov	10,7	12,52	12,24	1,88	1,40	6,82	10,65	0,16	4,68	3,17	4,22	122,4	1,26
B6 I	nov	10,6	13,30	5,10	1,15	0,76	10,28	9,53	0,16	7,29	1,85	2,12	119,8	2,06
B6 II	nov	11,6	12,24	4,11	1,15	0,66	6,72	8,88	0,15	4,84	1,97	1,79	105,2	1,50
B6 III	nov	12,1	11,16	5,69	1,12	0,66	9,67	9,83	0,15	6,70	1,89	2,29	122,3	2,02
B7 I	nov	13,1	9,16	4,74	1,04	0,49	3,03	8,24	0,10	2,14	1,30	1,72	108,4	0,83
B7 II	nov	12,5	9,12	5,10	1,10	0,56	2,44	9,04	0,11	2,00	1,58	1,90	123,2	0,81
B7 III	nov	13,3	9,32	4,48	1,15	0,51	2,38	8,35	0,11	1,93	1,37	1,71	113,5	0,80
BK I	nov	15	13,67	0,89	1,29	0,42	1,07	8,07	0,12	1,26	1,69	0,66	140,0	0,99
BK II	nov	15	13,07	0,91	1,35	0,39	1,27	7,53	0,12	1,15	1,10	0,55	117,3	0,84
BK III	nov	16	13,44	0,61	1,33	0,36	0,88	7,94	0,11	0,92	1,21	0,47	117,5	0,74
B3b-1	mar	11,4		1,65	2,14						10,53		82,2	
B3b-2	mar	12,3		1,52	1,96						8,54		80,0	
B3b-1	aug	11,6		2,72	1,36						3,49		92,2	
B3b-2	aug	12,0		2,34	1,29						3,70		105,0	
B3b-1	nov	13,1		8,32	1,18						15,50		102,3	
B3b-2	nov	12,8		14,84	1,33						4,92		105,5	
B3b-3	nov	13,4		9,55	1,19						3,65		112,7	
B3-1	mar	12,1		2,66	1,01						2,94		84,3	
B3-2	mar	11,9		2,36	0,99						2,70		77,0	
B3-1	aug	12,1		3,59	2,24						10,74		105,8	
B3-2	aug	12,2		2,61	2,16						11,39		118,9	

SFTs tilstandsklasser:		Klasse 3	Markert forurenset
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurenset	Klasse 4	Sterkt forurenset
Klasse 2	Moderat forurenset	Klasse 5	Meget sterkt forurenset

### 3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell fra B2, B3 og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2005 (Tabell 5). TBT-innholdet var forhøyet slik som tidligere, og skjellene ved Langøya var moderat forurenset (klasse II). Nivåene var lavere enn tidligere år på samtlige stasjoner. Skipstrafikk (bunnstoff) antas å være hovedårsak til forurensingen. Blåskjellene på B3 var i tillegg moderat forurenset av tjærestoffer, på BK var det noe forhøyede konsentrasjoner av 'Sum KPAH'. PAH stammer som oftest fra oljesøl og eksos. Dioxininnholdet var noe forhøyet i skjellene på samtlige stasjoner (klasse II), med høyest verdi på B2. PCB-innholdet var imidlertid lavest i skjellene på B2, men også de øvrige stasjoner kunne klassifiseres som ubetydelig forurenset av PCB i 2005, slik som tidligere år. Innholdet av nonortho-PCB har tidligere vært noe høyere i blåskjell fra Langøya, men i 2005 var nivået på B3 likt med kontroll-stasjonen BK.

**Tabell 5.** Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2 og B3 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2003 og 2004. Fra venstre: TBT på molekylbasis ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.), kreftfremkallende PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.), PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.), Benzo-a-pyren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.), PCB 'seven dutch' (sum av enkeltforbindelsene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.), dioxin (TE,  $\text{ng}/\text{kg}$  v.v.), sum-PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.) og nonortho-PCB ( $\text{ng}/\text{kg}$  v.v.). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering.

Stasjon- år	TBT molekyl	Sum KPAH	Sum PAH	BAP	PCB 'seven Dutch'	TE <sub>PCDF/D</sub>	Sum PCB	nonortho- PCB
B2 -04	179	1,2	8,3	<0,5	0,79	0,21	0,79	0,17
B2 -05	127	7,54	19,3	<0,5	0,85	0,41	0,91	0,18
B3 -03	660	9,25	40,9	0,78	2,59 <sup>1)</sup>	0,19	2,77 <sup>1)</sup>	0,11
B3 -04	348	4,54	60,4	<0,5	1,66	0,24	1,77	0,17
B3 -05	200	21,4	112	1,6	2,74	0,22	2,99	0,10
BK -03	280	0,79	33,9	<0,5	1,44	0,10	1,55	0,09
BK -04	128	4,48	25,0	<0,5	1,26 <sup>1)</sup>	0,16	1,33 <sup>1)</sup>	0,13
BK -05	88	11,03	23,1	0,83	1,41	0,27	1,53	0,11

<sup>1)</sup> det knytter seg unormalt stor usikkerhet til verdien

SFTs tilstandsklasser	
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurenset
Klasse 2	Moderat forurenset
Klasse 3	Markert forurenset
Klasse 4	Sterkt forurenset
Klasse 5	Meget sterkt forurenset

### 3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell

I det følgende er utviklingen til de metaller som forekom i overkonsentrasjoner i blåskjell i 2005 nærmere kommentert. De øvrige metallene ble registrert med nivåer som ifølge SFTs klassifisering tilsvarer ubetydelig - lite forurenset tilstand og deres utvikling er vist i Vedlegg A. Utslippene av metaller i utløpsvannet fra Langøya er vist pr. år (okt. – sept.) for perioden 1998 – 2005.

Undersøkelsene indikerer at det finnes flere forureningskilder enn NOAH-Langøya i det undersøkte området. Forurensningsbildet er imidlertid komplisert, særlig med hensyn til kildeidentifisering. Langøyaområdet ligger i Drammenselvas influensområde, samtidig som nærheten til industrien i Holmestrand, Sandebukta, Tofte, Horten og Moss kan ha en påvirkning på området. Det er også mulig at diffus utlekking av miljøgifter fra forurensete sedimenter, s.k. ”gamle synder”, belaster ytterligere.

Mudringen ved bulkkaia i juni 2005 kan ha ført til betydelig oppvirvling med mulig påvirkning av nærmiljøet og særlig stasjon B3 og B3b. Det er nå gjennomført mudring og tiltak mot spill ved lossing av varer. Disse vil, så sant de virker etter hensikten, lede til en forbedring i tilstanden, både i sedimentene og hos blåskjellene.

**Tabell 6.** Utslipp av metaller i kg/år i utløpsvannet fra NOAH Langøya AS til sjø for perioden okt. 1998 til sept. 2005. Tallene er oppgitt av bedriften, u.d. betyr konsentrasjon under deteksjonsgrensen.

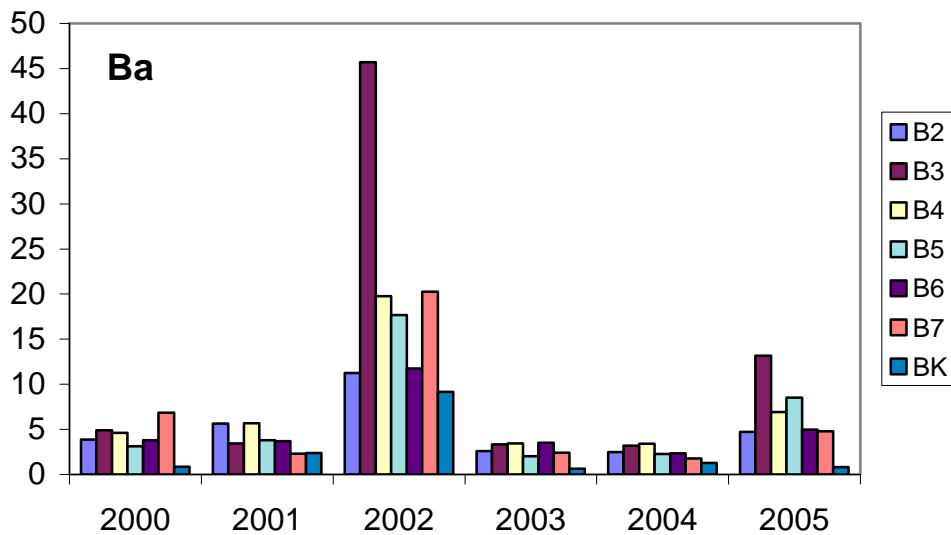
	1998/99	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Metall	Kg/år	Kg/år	Kg/år	Kg/år	Kg/år	Kg/år	Kg/år
As	2,987	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	0,461	0,140
Ba	54,97	52,89	339,27	255,59	305,91	338,36	217,23
Cd	2,977	2,478	7,850	5,023	4,648	3,832	1,813
Co	10,66	1,57	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	0,14
Cr	0,334	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	1,476
Cu	16,59	2,37	u.d.	u.d.	0,49	u.d.	1,72
Hg	0,013	0,029	0,129	0,108	0,098	0,033	0,031
Mo	2,946	1,125	4,188	4,576	10,756	27,961	30,763
Ni	57,21	20,95	29,08	13,34	2,37	0,60	8,68
Pb	1,600	u.d.	u.d.	u.d.	0,133	u.d.	0,280
V	0,088	u.d.	1,021	1,127	u.d.	0,370	0,140
Zn	51,96	23,46	5,56	1,87	4,03	19,80	13,24

### Barium

I 2005 var nivåene høyere enn de to foregående år, men langt lavere enn i 2002 (Figur 3). De høyeste nivåene ble målt ved stasjon B3 i nærheten av bulkkaia. I 2002 var det høye nivåer av barium i blåskjell. I 2003 og 2004 var de lavere enn i 2000 og 2001. Fra 2000 til 2004 var det en økning i utslippene av barium fra Langøya, i 2005 var utslippene derimot lavere enn i 2000 (Tabell 6). Det er liten korrelasjon mellom målte utslipp i NOAHs utløpsvann og nivåer i blåskjell. Gjennomgående lavere konsentrasjoner på kontrollstasjonen antyder imidlertid at NOAHs virksomhet på Langøya er kilden til de forhøyede nivåene.

Bariumnivåene var i 2005 4-5 ganger høyere ved prøvetakingen i november enn i mars og august (B3 og B3b, cf. Figur 13).

Barium inngår ikke i klassifiseringssystemet for miljøkvalitet og anses heller ikke for å være noe stort problem i marine miljøer. Unntak er områder hvor det drives med oljeboring og hvor barium inngår i boreslammet.



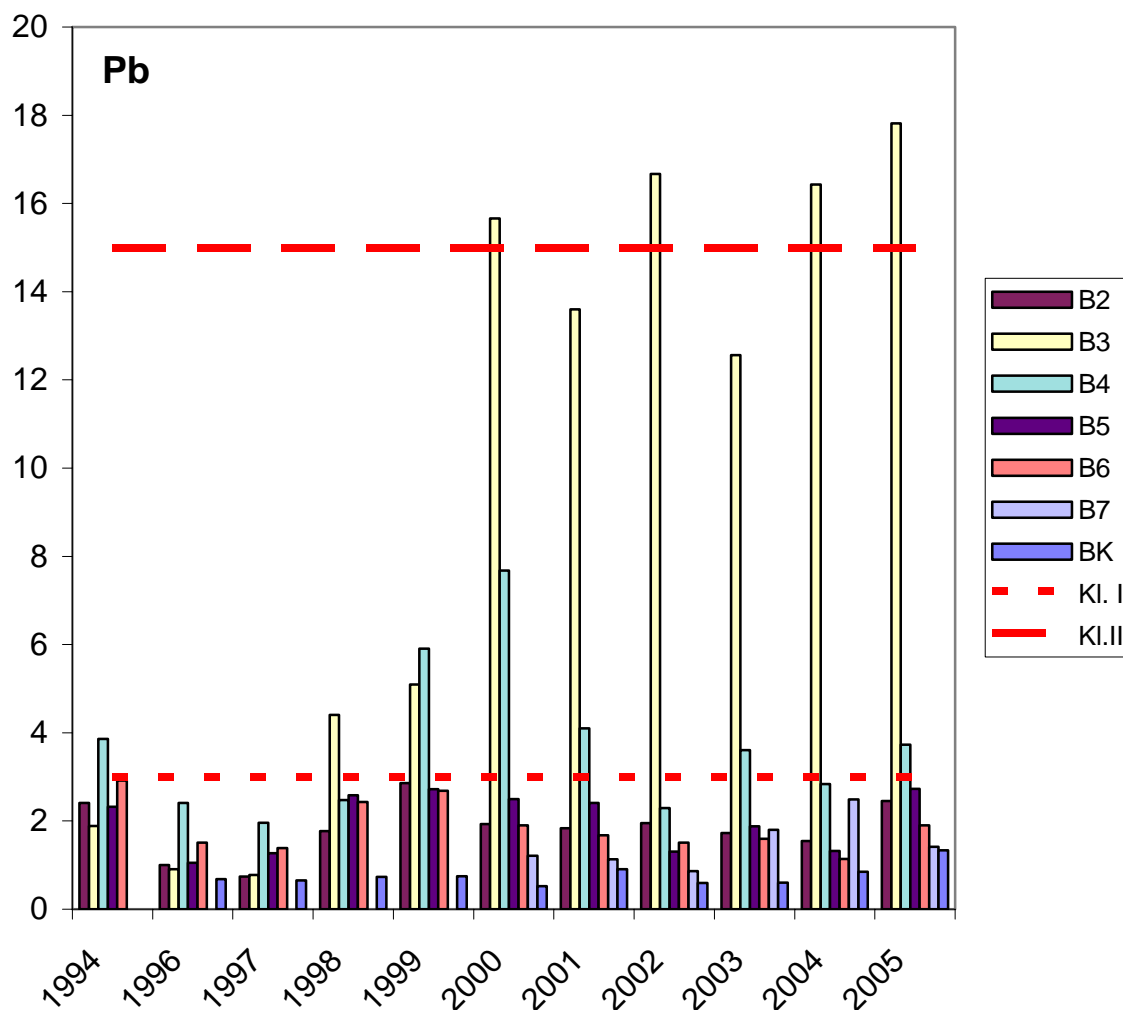
**Figur 3.** Nivåer av barium i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya samt på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis.

## Bly

I 2005 var det ingen tegn til bedring, snarere en forverring siden de fleste prøver hadde høyere konsentrasjoner av bly enn i de foregående år. (Figur 4). Skjellene ved B3 kan klassifiseres som markert forurenset av bly (Klasse III). Dette blir vurdert som et lokalt problem for denne stasjonen, og til en viss grad B4, siden øvrige stasjoner viser langt lavere verdier. Blynivåene har gjennom hele perioden vært lavest i skjell fra kontrollstasjonen BK.

Det er påvist lite bly i utløpsvannet fra Langøya siden 1999, bortsett fra 133 gram i august 2003 og 280 gram i 2005 (Tabell 1). Det må i den sammenheng påpekes at deteksjonsgrensene for blyanalysene er relativt høye (cf. Tabell 1). Med dagens deteksjonsgrense kan det teoretisk slippes ut ca. 19 kg bly pr. år via utløpsvannet uten at dette blir registrert.

Spill i forbindelse med lossing av avfall i bulk ved den nærliggende bulk-kaia kan forekomme (Sverreson pers. medd.) og dette er den sannsynlige årsak til de høye verdier av bly som er blitt registrert siden 2000. Det ble i 2004 gjennomført tiltak for å redusere lossespill. Effekter av tiltakene kan ikke registreres i disse undersøkelsene. Forholdene rundt stasjon B3 er blitt nærmere undersøkt siden 2003 og resultatene er presentert i kapittel 3.4.

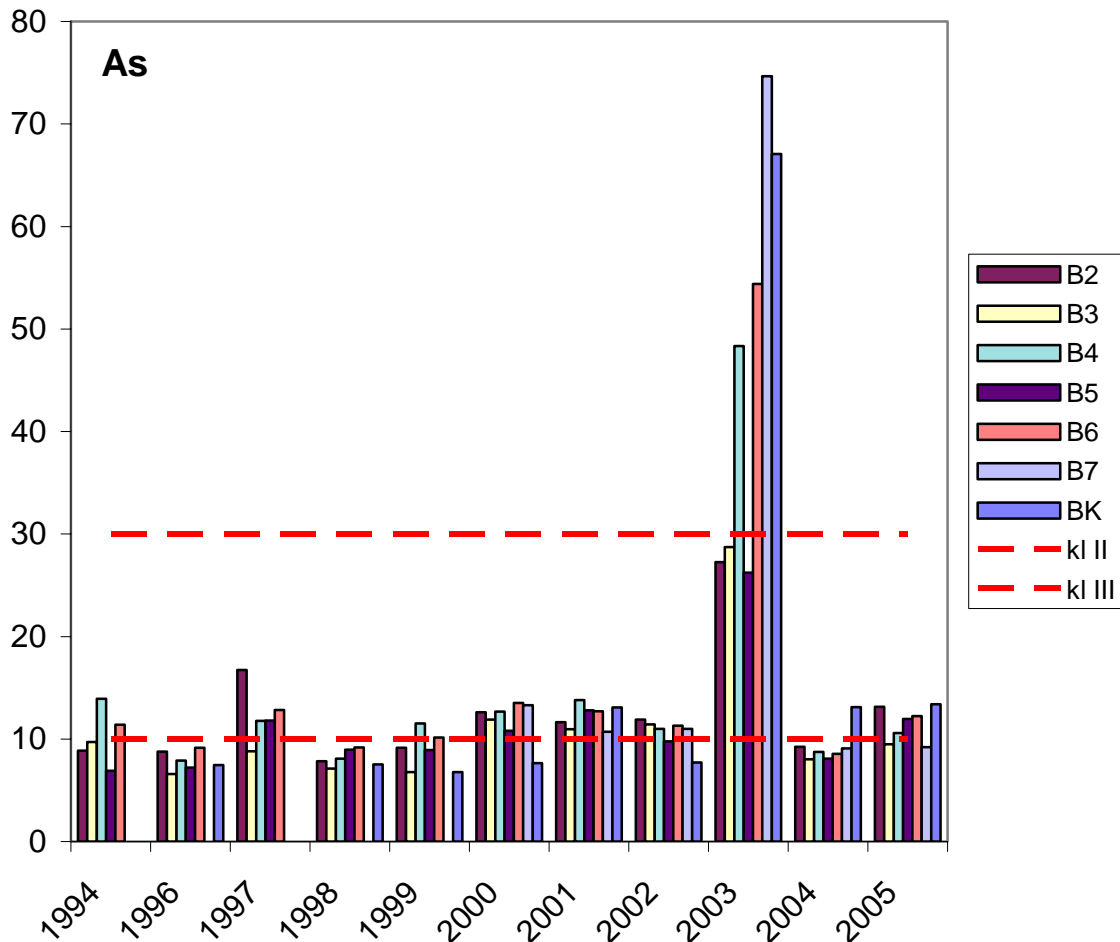


**Figur 4.** Nivåer av bly i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektbasis. De stiplede strekene markerer skille mellom hhv. tilstandsklasse I - II, og II - III (Molvær et al. 1997).



### Arsen

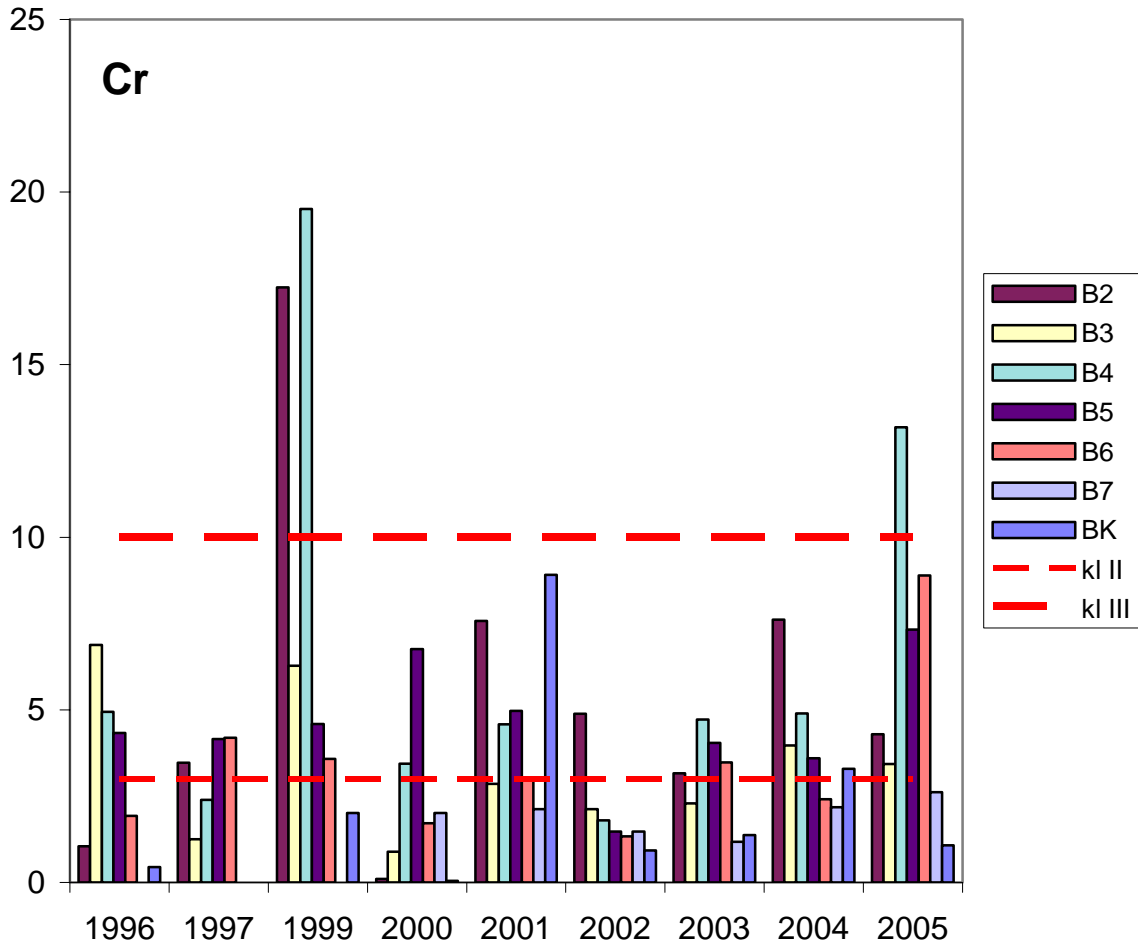
Nivåene av arsen var moderat forhøyet (Klasse II) på B2, B4, B5, B6 og kontrollstasjonen (BK) i 2005, marginalt høyere enn i 2004, men langt lavere enn i 2003 (Figur 5). Av ukjent grunn har kontrollstasjonen på Mølen (BK) hatt høyere nivåer enn Langøyastasjonene i de tre siste år. Konsentrasjonen av arsen viser ingen entydig utvikling over tid og nivåene i 2003 er signifikant høyere enn det som ellers er blitt målt. Utslippsdata fra Langøya har påvist lite arsen i utløpsvannet siden september 1998, til sammen kun 0,6 kg. De høye arsennivåene på kontrollstasjonen (BK) tyder på at andre kilder enn Langøya bidrar med arsen til det marine miljøet. Resultatene indikerer at Langøya kan anses som en av flere kilder til forurensningen av arsen i det undersøkte området.



**Figur 5.** Nivåer av arsen i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektbasis. De stiplede strekene markerer skille mellom tilstandsklasse I og II, samt II og III (Molvær et al. 1997).

### Krom

Samtlige stasjoner ved Langøya (B2-B6) hadde forhøyede nivåer av krom i 2005. Markert forurenset, klasse III, på stasjon B4 slik det også ble målt i 1999 (Figur 6). De høye verdiene som ble registrert på kontrollstasjonen (BK) i 2001 er vanskelige å forklare. I 2002-2005 var nivåene på BK for det meste lavere enn på stasjonene rundt Langøya (B2-B6), slik som de har vært i perioden forøvrig. Generelt var det en nedgang i krominnhold i blåskjellene fra Langøya i perioden 1999 - 2002, men resultatene siden 2003 har brutt denne trenden. Det ble sluppet ut relativt små mengder krom via utløpsvannet fra Langøya i perioden november 2004 til juni 2005, men noe mer enn i de foregående perioder (Tabell 6). Resultatene antyder at Langøya er en kromkilde til blåskjellene som vokser ved Langøya.

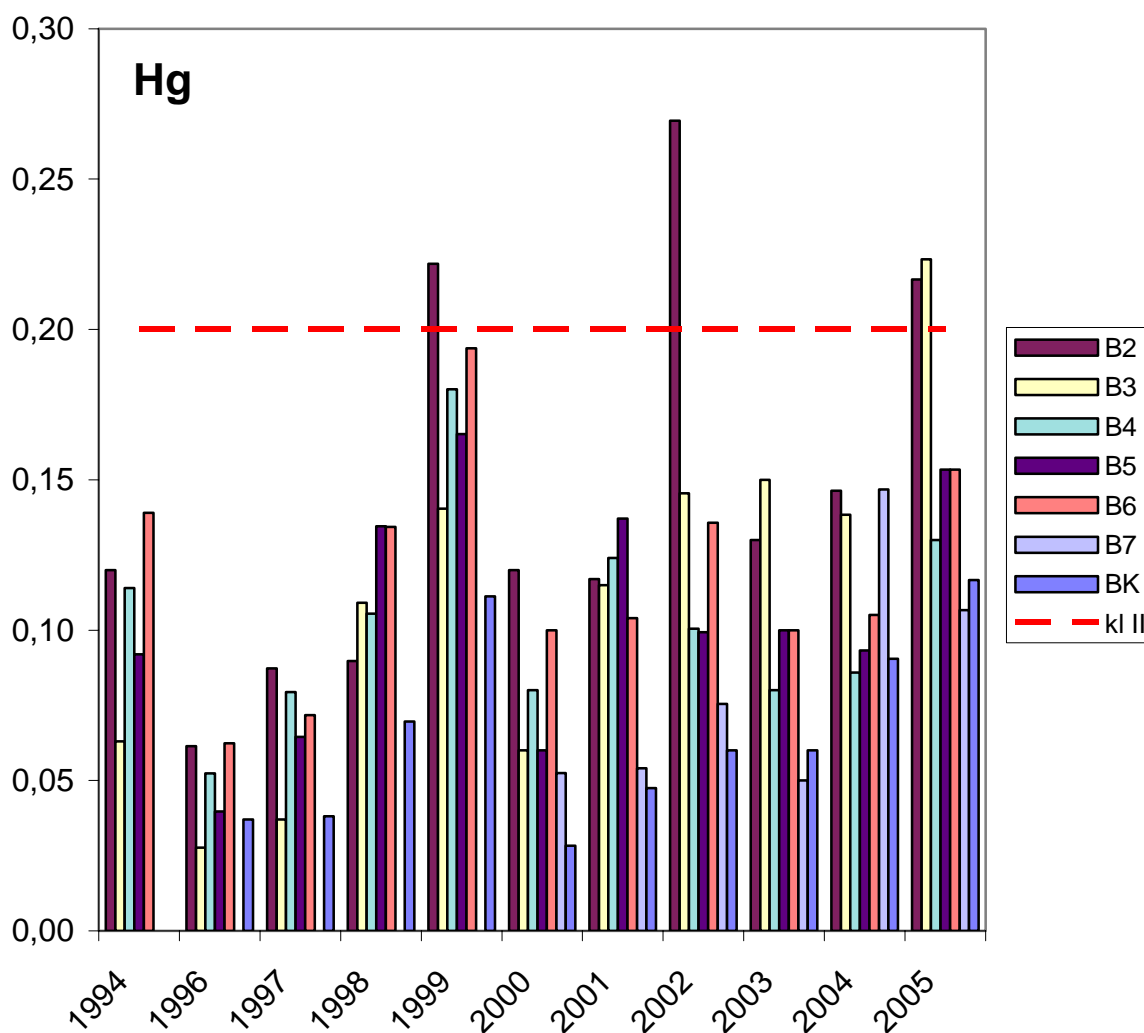


**Figur 6.** Nivåer av krom i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. De stiplede strekene markerer skille mellom hhv. tilstandsklasse I - II, og II - III (Molvær et al. 1997).

### Kvikksølv

Stasjon B2 og B3 ved Langøya var moderat forurensset av kvikksølv i 2005. Siden målingene startet i 1994 har tilstanden for det meste vært god (klasse I), med enkelte overkonsentrasjoner (klasse II) på stasjon B2. I 2005 viste både B2 og B3 overkonsentrasjoner tilsvarende klasse II, moderat forurensset. Det er påvist kvikksølv i utløpsvannet fra Langøya hvert år siden 1998 (Tabell 6) og nivåene på kontrollstasjonene har gjennomgående vært lavere enn ved Langøya. De forhøyede nivåene på B2 og B3 har derfor sannsynlig sammenheng med aktivitetene på Langøya.

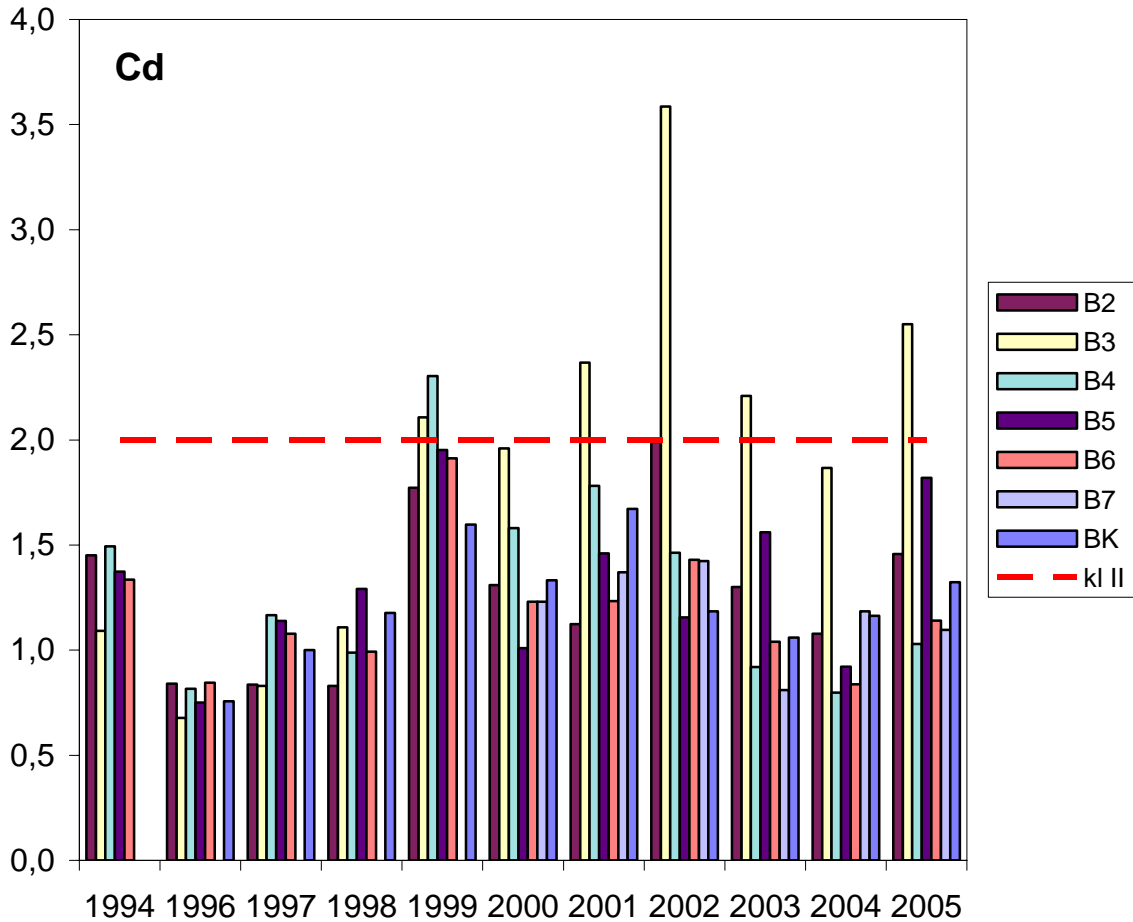
Kvikksølv er blant de prioriterte kjemikalier der utslippene skal reduseres vesentlig, senest innen 2010 (SFT; [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no))



**Figur 7.** Nivåer av kvikksølv i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektbasis. Den stiplede streken markerer skille mellom tilstandsklasse I - II (Molvær et al. 1997).

### Kadmium

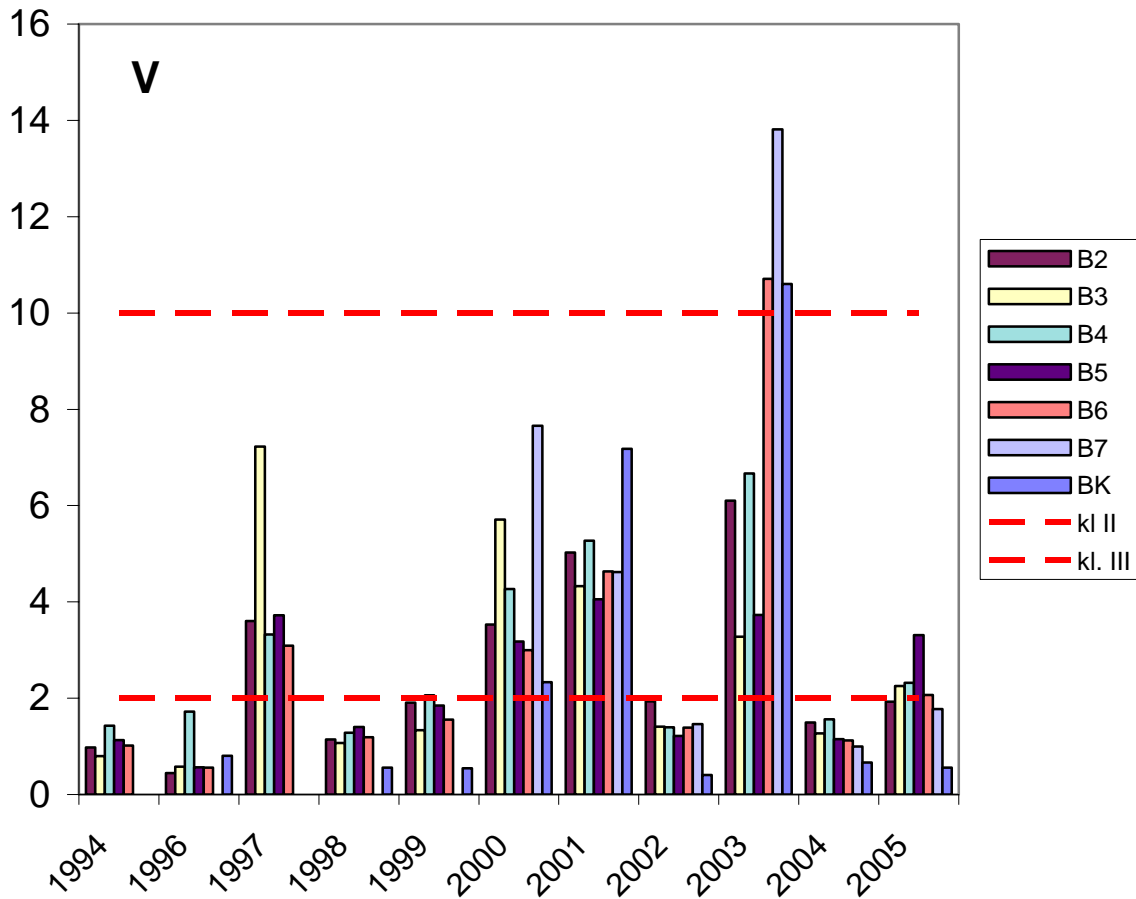
Blåskjell fra stasjon B3 var moderat forurenset (klasse II) av kadmium i 2005 (Figur 8). Resten av stasjonene var ubetydelig - lite forurenset (klasse I). Nivåene på samtlige stasjoner, unntatt B5, var lavere enn i 2002, men noe høyere enn i 2003 og 2004. Utslippene via NOAHs utløpsvann har nedadgående siden 2001. Nivåene av kadmium i blåskjell utenfor Langøya er imidlertid fortsatt noe høyere enn de var i perioden 1996-98. Resultatene tyder på at Langøya bidrar til de forhøyede nivåene av kadmium i blåskjell. De forhøyede nivåene på stasjon B3 indikerer at det er en lokal kadmiumkilde i nærheten av denne. Generelt har tilstanden vært god i hele perioden, og de fleste av stasjonene har hatt konsentrasjoner i nærheten av de som er blitt registrert på kontrollstasjonen på Mølen.



**Figur 8.** Nivåer av kadmium i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. Den stiplede streken markerer skille mellom tilstandsklasse I - II (Molvær et al. 1997).

### Vanadium

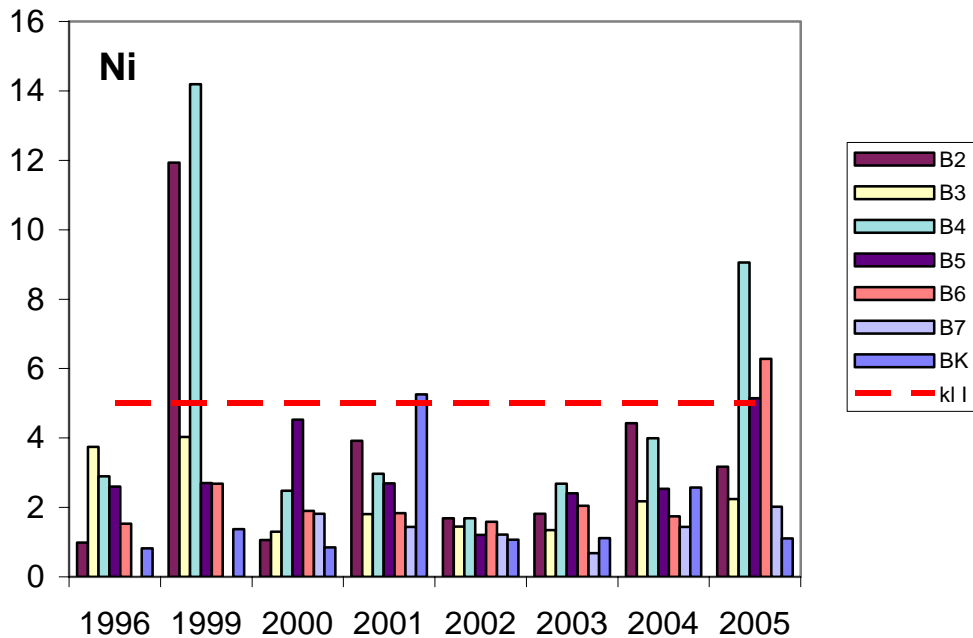
Stasjon B3, B4 og B5 hadde overkonsentrasjoner av vanadium i blåskjell i 2005. Tilstanden kan klassifiseres som moderat forurenset (klasse II). Det har vært en negativ utvikling i tilstand mht. vanadium siden starten av undersøkelsene, men det har vært store svingninger i nivåene og ingen trend kan derfor spores. I 2001 og 2002 ble det sluppet ut hhv. 1,02 og 1,13 kg vanadium via NOAHs utløpsvann. Forøvrig har utslippene vært små siden 1999. Disse forhold kan tyde på at NOAH-Langøya ikke er kilde til de registrerte vanadiumnivåene i blåskjell.



**Figur 9.** Nivåer av vanadium i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. De stiplede strekene markerer skille mellom hhv. tilstandsklasse I - II, og II - III (Molvær et al. 1997).

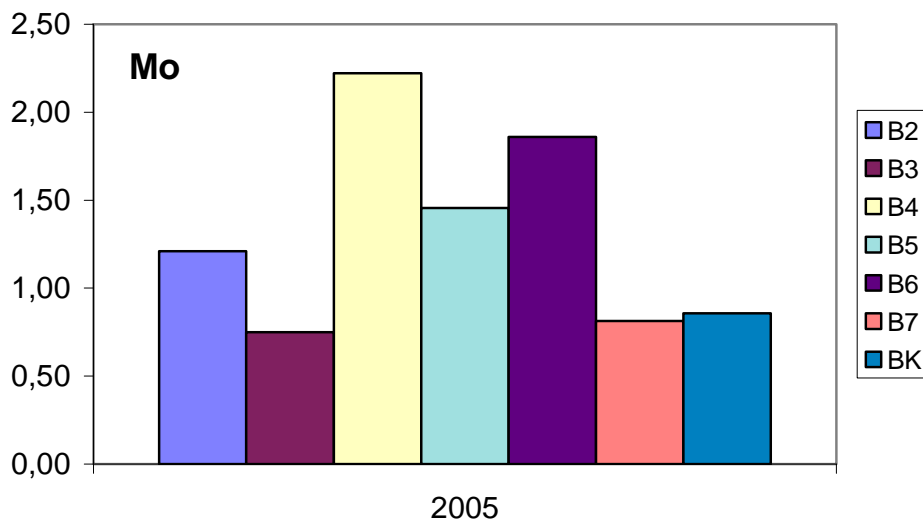
### Nikkel

Stasjon B4, B5 og B6 var moderat forurenset (klasse II) av nikkel i 2005 (Figur 10). I 1999 ble det registrert tilsvarende forurensning i skjell fra Langøya, for øvrig har tilstanden vært god (klasse I). Utslippene fra Langøya har vært lave i 2003 og 2004, men i 2005 var de høyere (Tabell 6) og forurensningen av nikkel i skjellene i 2005 kan være et resultat av dette.



**Figur 10.** Nivåer av nikkel i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. Den stiplede streken markerer skille mellom tilstandsklasse I - II (Molvær et al. 1997).

### Molybden



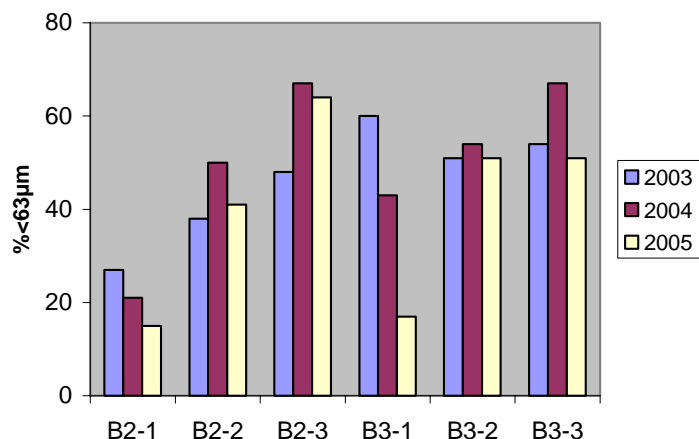
**Figur 11.** Nivåer av molybden i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis.

### 3.4 Supplerende undersøkelser utenfor bulk-kai (stasjon B3)

Analysene av sedimentprøvene fra området utenfor bulk-kaia ved stasjon B3, og fra B2 lenger sør, bekreftet at det er en tilførsel av metaller til området utenfor bulk-kaia. Nivåene av kadmium og bly, begge metaller med alvorlige giftvirkninger, samt sink var forhøyet, og generelt var nivåene høyere ved B3 enn ved B2 (Tabell 7). Nivåene av barium var de høyeste som er registrert i de tre årene. På stasjon B3 var det avtagende verdier av kadmium, bly, barium og sink med økt avstand til bulk-kaia (fra B3-1 til B3-3), noe som styrker antagelsen om at kilden til metallene ligger ved bulkkaia.

Det ligger et usikkerhetsmoment i sammenligningen mellom sedimentresultater mellom årene. Bakgrunnen er at prøvene ikke er tatt fra nøyaktig samme posisjon hvert år, og det forhold at bunnens beskaffenhet (kornfordeling) er heterogen. Hvis en sammenligner andel finpartikler i prøver fra 2003, 2004 og 2005 ser en imidlertid at den relative forskjellen er forholdsvis beskjeden (Figur 12b), unntatt for prøve B3-1, og at det derfor er forsvarlig å sammenligne de tre årene.

I Figur 12 kan en også se at det generelt er en økende andel finpartikler med avstand fra land. Årsaken er sannsynligvis at sedimenter på de grunne bunnområdene nær land er utsatt for oppvirvling blant annet fra skipspropellere, slik at finere partikler resuspenderes og forsvinner fra området.



**Figur 12.** Andel finpartikler ( $\% < 63 \mu\text{m}$ ) i sedimentprøver fra Langøya tatt i 2003, 2004 og 2005.

Den nye blåskjellstasjonen B3b, som ligger et lite stykke sør for B3, viste lavere nivåer av kadmium og bly enn det B3 gjorde (Tabell 4, Figur 13 og Figur 14). For barium og sink var dette mer usikkert.

Det høye nivået av barium i blåskjell på B3 i 2002 (cf. Figur 3) og de forhøyede nivåene i november 2005, samt i sedimenter samme år (hhv. Figur 13 og Tabell 7), indikerer at det kan forekomme episodiske lokale tilførsler av barium til sjøen, sannsynligvis fra aktiviteter ved bulk-kaia.

De ovenfor nevnte resultater viser at den mest sannsynlige kilden til de forhøyede metallnivåene befinner seg ved bulk-kaia. Det anses som mest sannsynlig at det er spill ved lossing av forurenset materiale som er årsaken. Mudringen som ble gjennomført i juni 2005 kan ha bidratt til forhøyede nivåer av metaller i blåskjellene. Forhåpningen er imidlertid at mudringen sammen med de gjennomførte tiltak mot spill ved lossing av varer vil lede til en forbedring i tilstanden, både i sedimentene og hos blåskjellene.

**Tabell 7.** Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold i sedimenter (0-2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i A) 2003, B) 2004 og C) 2005. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Barium og molybden inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering.

A)

2003											
Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
B2-1	30. okt.	10	28, 945	23, 807	58,2	27	42,1	0,24	13	52,0	-
B2-2	30. okt.	12	28, 948	23, 790	54,8	38	49,7	0,19	15	54,4	-
B2-3	30. okt.	15	28, 942	23, 778	53,5	48	98,9	0,16	20	72,6	-
B3-1	30. okt.	6	29, 450	22, 923	43,6	60 <sup>1)</sup>	339	78,5	2410	5920	-
B3-2	30. okt.	10	29, 450	22, 913	71,6	51	431	1,7	105	315	-
B3-3	30. okt.	15	29, 443	22, 890	66,1	54	1050	0,54	42,8	155	-

<sup>1)</sup> Prøven hadde en del sammenkloggede klumper av kalk. Resultatet på 60% skal sannsynligvis være høyere.

B)

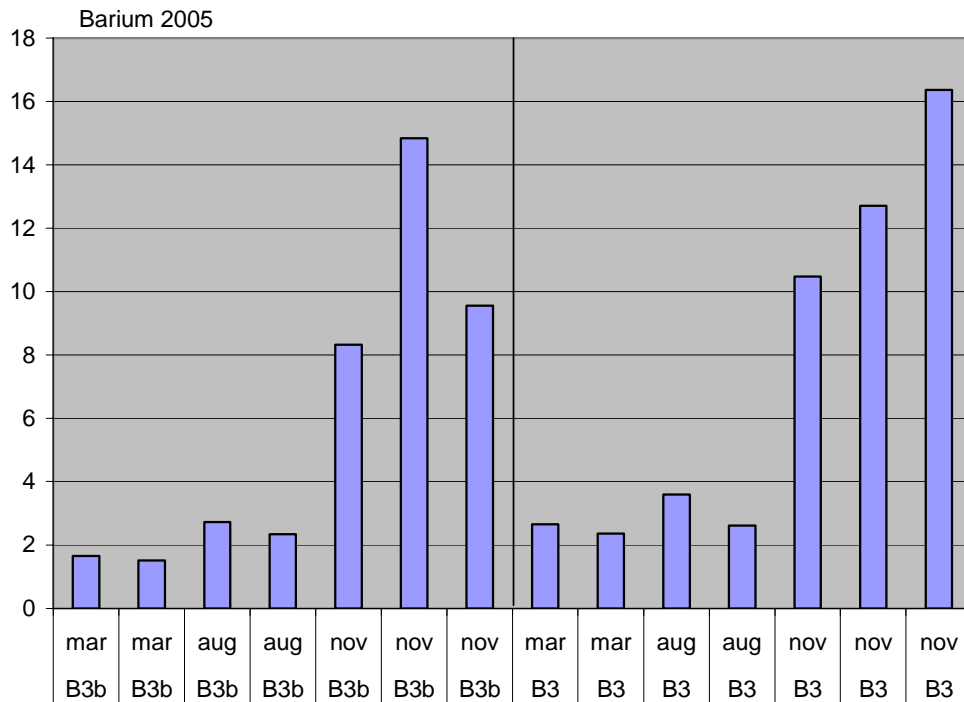
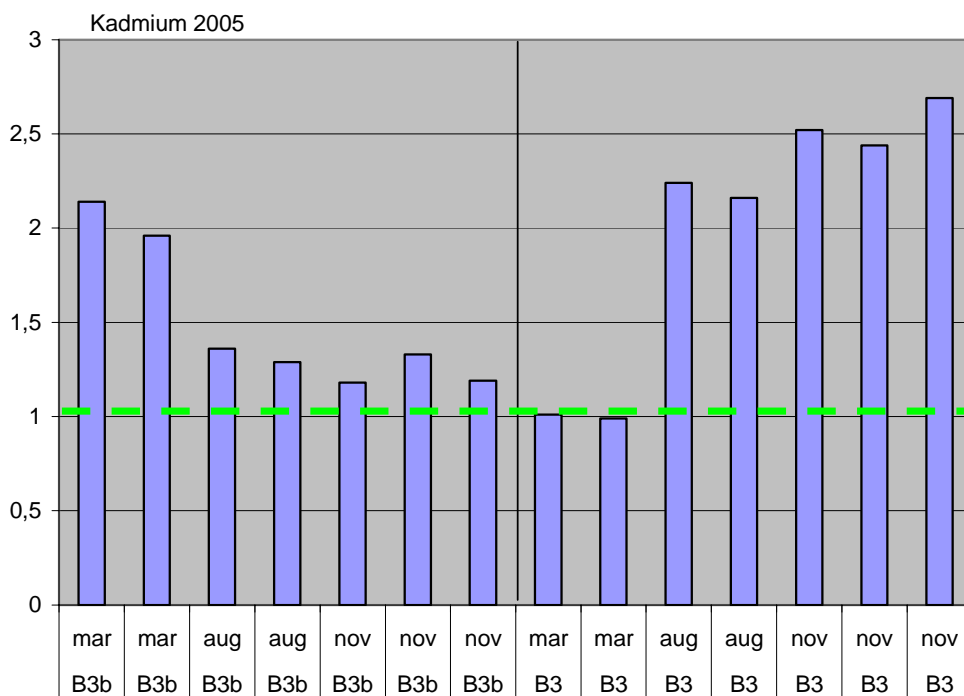
2004											
Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
B2-1	3. nov.	~10	28,942	23,814	51,9	21	36,7	0,2	9,9	41,2	-
B2-2	3. nov.	~15	28,934	23,775	27,5	50	94,5	1,0	35,7	147	-
B2-3	3. nov.	31	28,922	23,733	61,7	67	61,5	<0,2	15	50,8	-
B3-1	3. nov.	~10	29,451	22,912	72,9	43	1950	1,3	92,1	311	-
B3-2	3. nov.	14	29,434	22,890	58,3	54	1320	0,78	52,5	203	-
B3-3	3. nov.	22	29,421	22,821	63,3	67	205	<0,2	19	57,9	-

C)

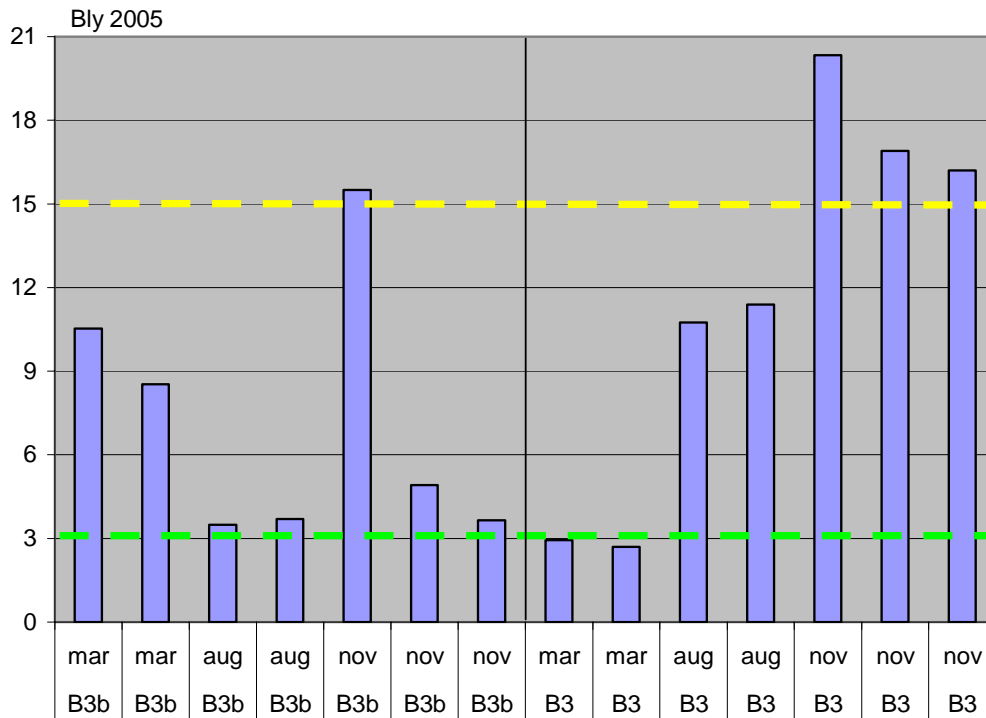
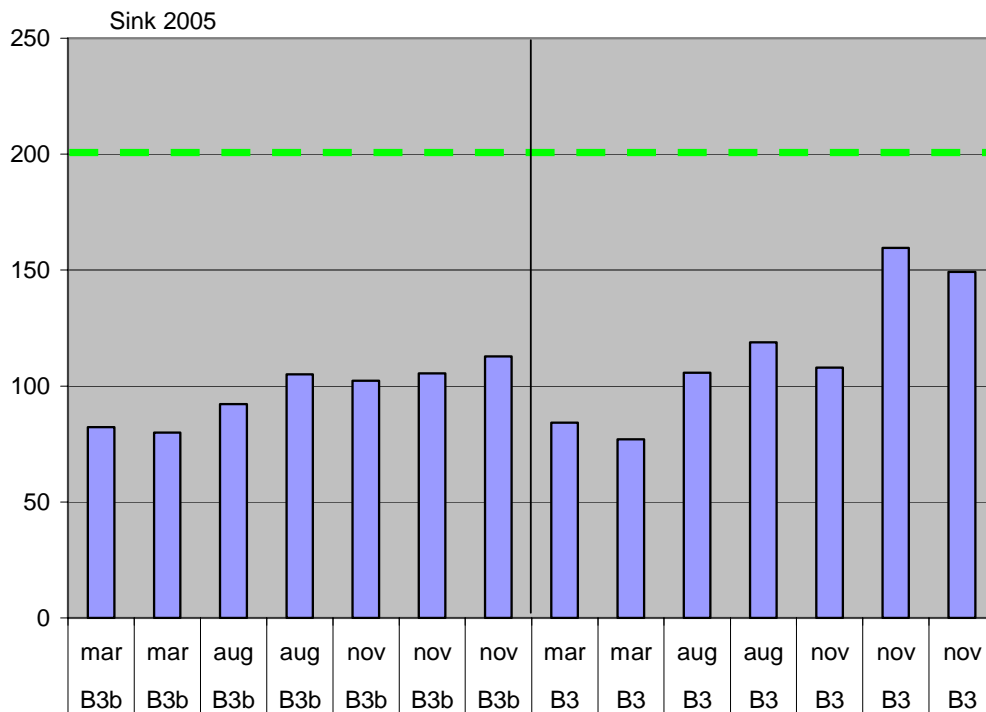
2005											
Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
B2-1	16. nov.	~10	28,942	23,814	63,8	15	27,4	0,2	7,7	35,6	1,2
B2-2	16. nov.	~15	28,934	23,775	67,9	41	44,0	<0,2	12	36,8	0,7
B2-3	16. nov.	31	28,922	23,733	36,3	64	112	0,5	30	109	2,7
B3-1	16. nov.	~10	29,451	22,912	74,2	17	2960	12,4	538	1290	2,1
B3-2	16. nov.	14	29,434	22,890	60,7	51	1730	1,0	69,5	227	1
B3-3	16. nov.	22	29,421	22,821	70,7	51	204	<0,2	17	57,1	1

SFTs tilstandsklasser	
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurenset
Klasse 2	Moderat forurenset
Klasse 3	Markert forurenset
Klasse 4	Sterkt forurenset
Klasse 5	Meget sterkt forurenset



**Ba****Cd**

**Figur 13.** Innhold av barium og kadmium i blåskjell fra stasjon B3 og B3b i mars, august og november 2005 (mg/kg tørrvekt, n=2 (n=3 i november)). Verdier over stiplet grønn strek tilsvarer moderat forurenset (Molvær et al. 1997)

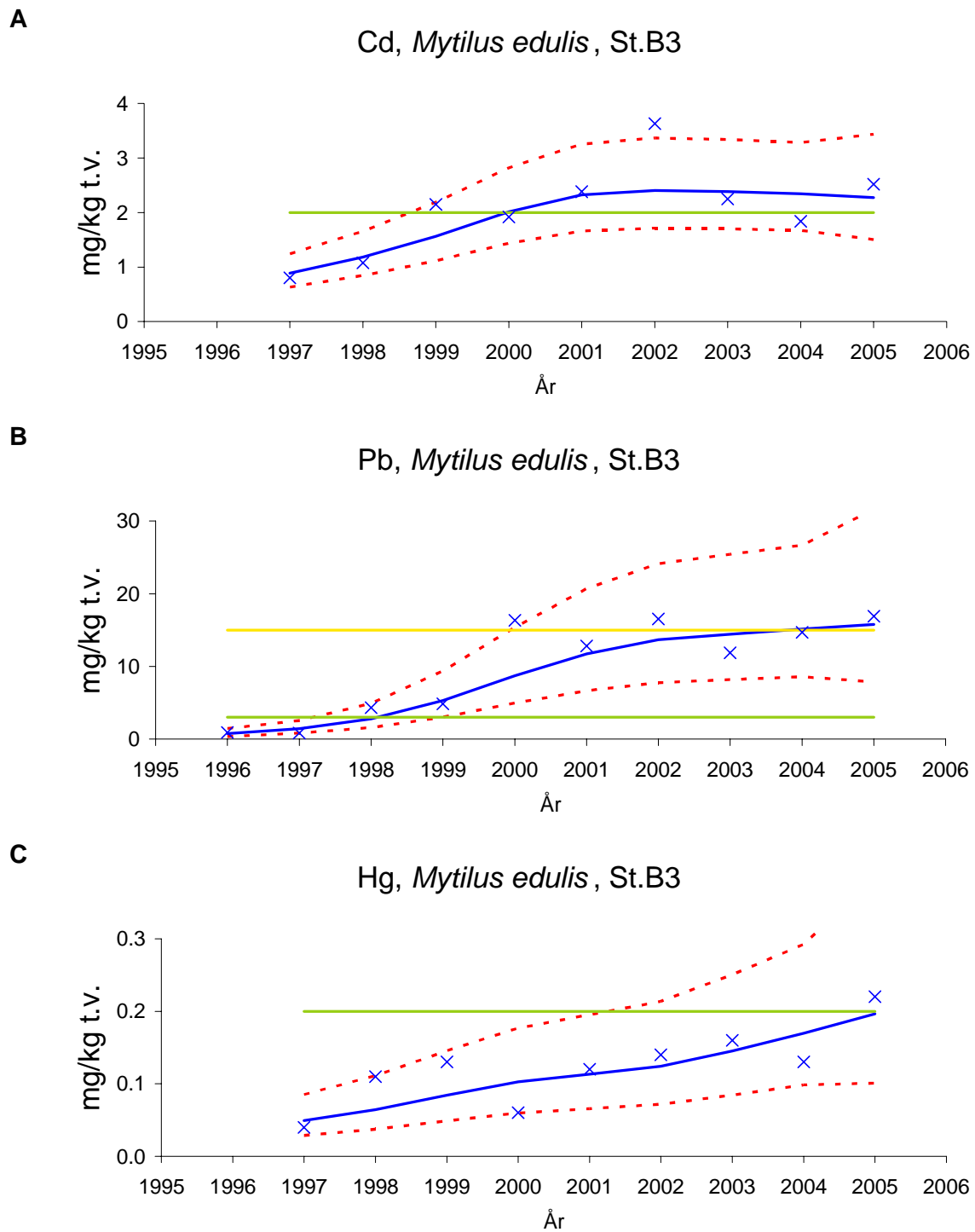
**Pb****Zn**

**Figur 14.** Innhold av bly og sink i blåskjell fra stasjon B3 og B3b i mars, august og november 2005 (mg/kg tørrvekt, n=2 (n=3 i november)). Verdier over stiplede grønn og gul strek tilsvarer hhv. moderat og markert forurenset (Molvær et al. 1997)

### 3.5 Trendanalyse av metaller i blåskjell

Trendanalysene avdekket 3 signifikante lineært oppadgående trender i konsentrasjonen av metaller i blåskjell siden 1996, samtlige på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya.

På B3 har metallene kadmium (utsagnskraft = 10 år), bly (14 år), og kvikksølv (14 år) vist økende trend gjennom undersøkelsesperioden (Figur 15). Mediane konsentrasjoner av kadmium og bly forekommer med overkonsentrasjoner på denne stasjonen, oppe i Kl. III, markert forurenset, for bly. Konsentrasjonene av kvikksølv har med få unntak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg den oppadgående trenden. Ingen nedadgående trender ble registrert. Krom forekom med overkonsentrasjoner (klasse III) i 2005 men ingen trend ble registrert.



**Figur 15.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (A), bly (B) og kvikksølv (C) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra stasjon B3. Alle prøver er tatt i november hvert år. Nivåer over grønn strek tilsvarende klasse II 'moderat forurenset', over gul strek klasse III 'markert forurenset'.

### 3.6 Strandsoneregistreringer

I fjæra er dyr og alger utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Fjell og større stabile stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang, småvokste alger og fastsittende fjæredyr. Utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Naturlige faktorer som påvirker artssammensetningen lokalt er bølge/strøm-eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattypen og himmelretning.

Sammenhengen mellom observerte endringer i samfunnssammensetning og årsaken til disse er ofte uklare. En vet at svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødslings-effekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begunstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter.

I de senere år er forurensingssituasjonene i Indre Oslofjord blitt forbedret. Dette har resultert i større endringer av algesamfunn i strandsonen (Magnusson et al. 2003). En markert endring har skjedd i tangsamfunn ved at gjelvtang (*Fucus evanescens*) har gått betydelig tilbake på bekostning av sagtang (*F. serratus*), blæretang (*F. vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*). I tillegg har innslaget av introduserte- og varmekjære arter som japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*), strømtang (*Dasya baillouviana*) og japansk drivtang (*Sargassum muticum*) økt.

En endring av algesammensetningen vil også påvirke den assosierte fauna siden mange av dyreartene i fjæra er avhengige av et godt utviklet tangbelte. En oversikt over registrerte arter på stasjonene i 2005 er gitt i Tabell 8.

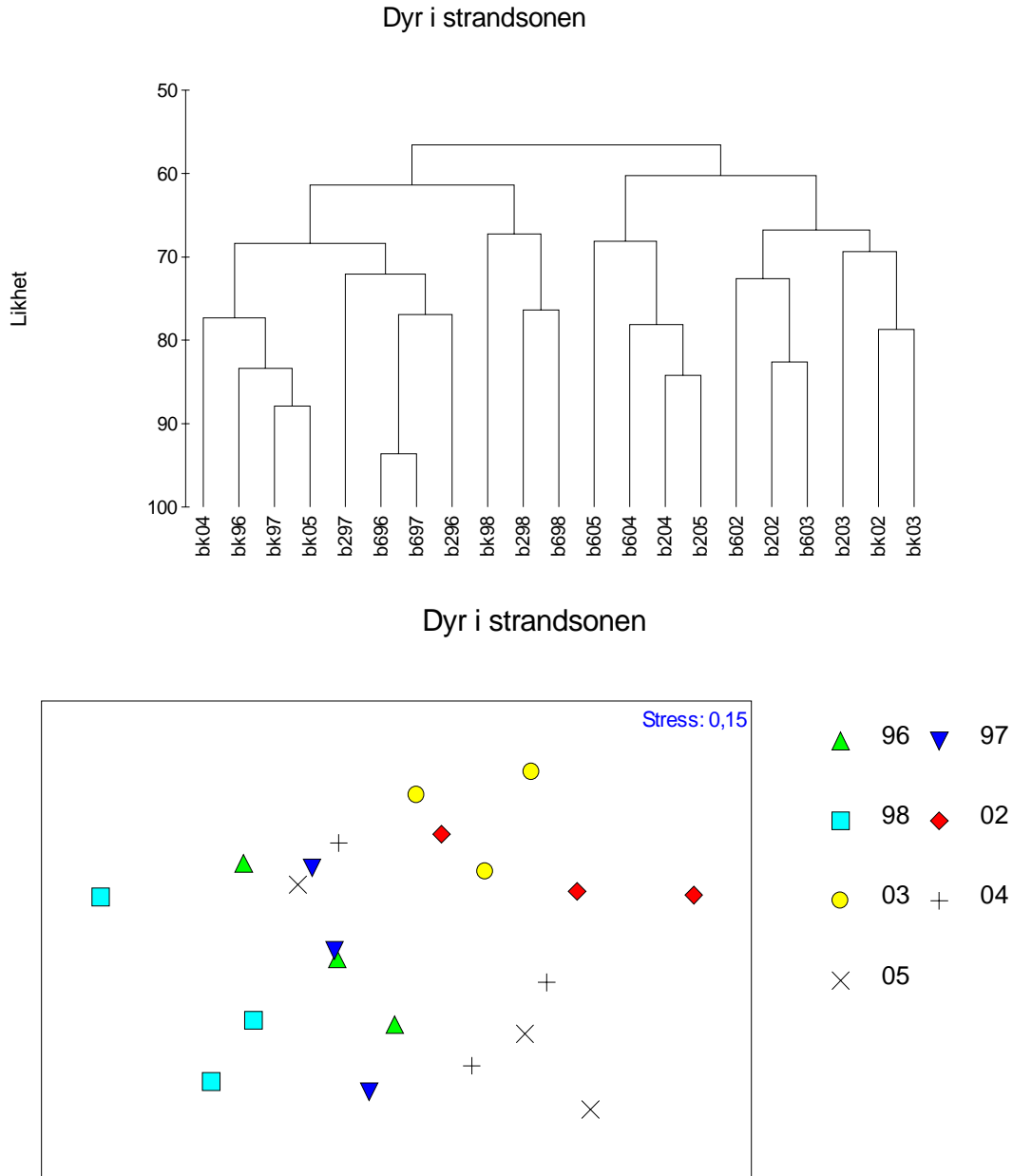
Flest taxa av dyr og alger ble registrert på kontrollstasjonen på Mølen (BK). Noen av ulikhetene vil bli kommentert her. Rurarten *Balanus improvisus* var tilstede på begge stasjonene på Langøya, men ikke på Mølen. Arten tåler godt brakkvann (det er den eneste rurarten som forekommer i Østersjøen) og det kan tenkes at påvirkning fra Drammenselva ved Langøya begunstiger dens forekomst. Hydroiden *Dynamena pumila* var derimot vanlig på Mølen men fraværende på Langøya. Arten er ofte assosiert til sagtang (*Fucus serratus*) og denne var sterkt tilstede på alle tre stasjoner. Den er også tolerant overfor brakkvann. Årsaken til fraværet er ukjent, men arten har heller ikke blitt funnet på Langøya tidligere. Mosdyret *Electra crustulenta* var vanlig på B6, men ble ikke funnet på de to andre stasjonene. Dette er en brakkvannstolerant art som også trives på lokaliteter med liten bølgepåvirkning og det antas at fraværet på B2 og BK skyldes dette.

**Tabell 8.** Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 2005. Basert på semikvantitativ registrering (se metodekapittel). Verdiene er  $\chi^2$  transformert: 1 = enkelt funn, 4 = spredt forekomst, 9 = vanlig forekomst, 16 = dominerende forekomst.

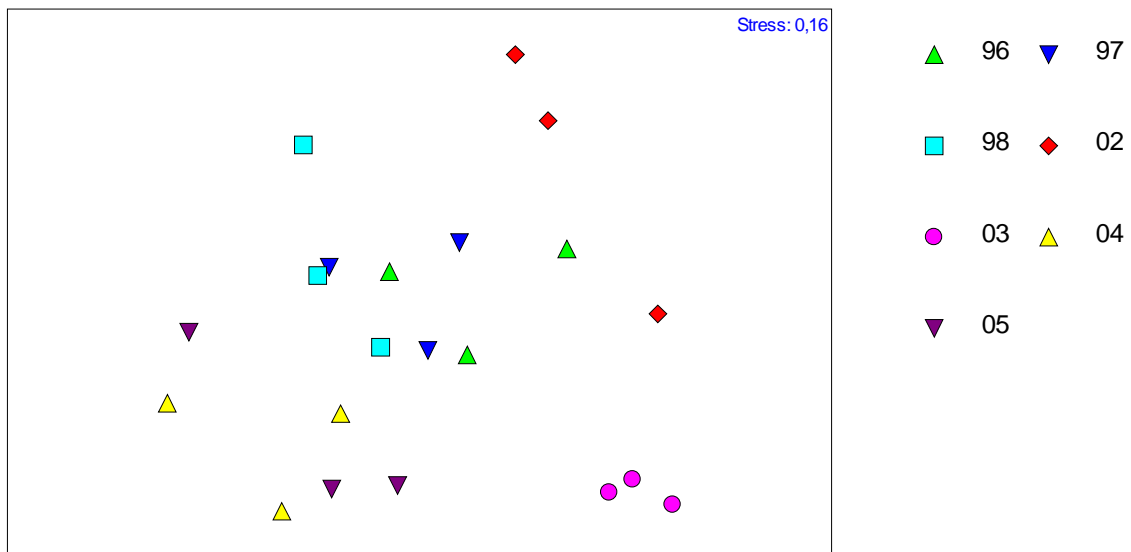
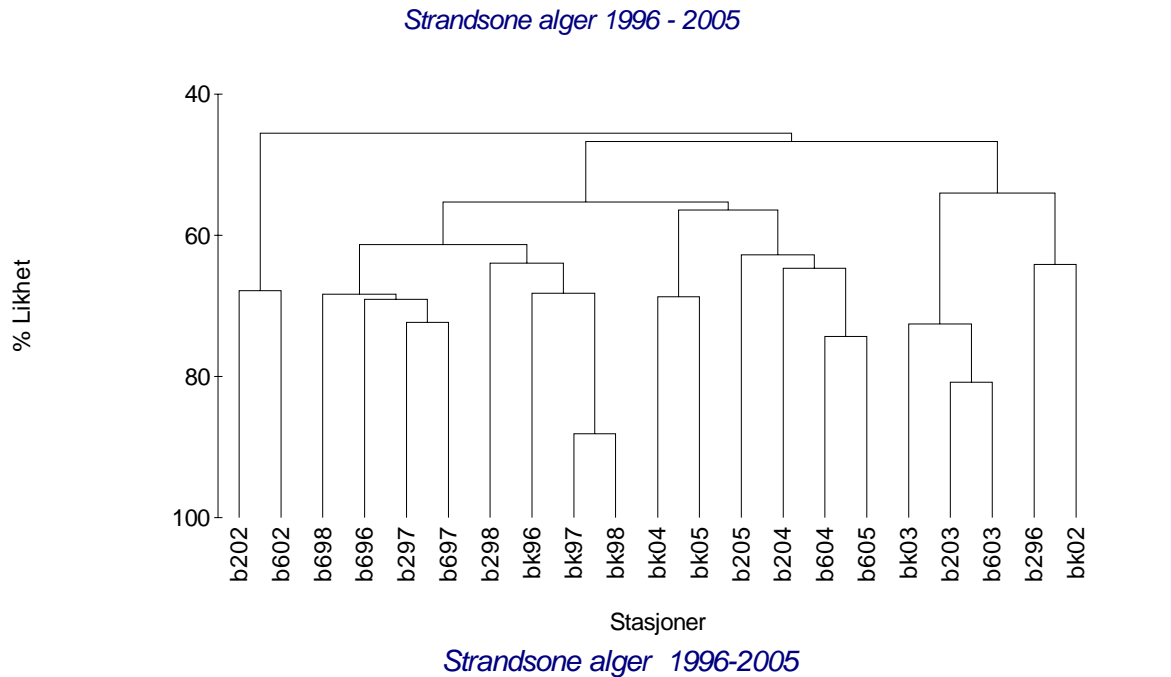
Dyr	BK05	B205	B605	Alger	BK05	B205	B605
<i>Acmaea</i> sp.	1			<i>Ahnfeltia plicata</i>	9	4	4
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4	1	4	<i>Audouiniella</i> sp.	1		
<i>Asterias rubens</i>	4	1	1	cf. <i>Callithamnion corymbosum</i>	9	1	
<i>Asterias rubens</i> juv.	4			<i>Ceramium</i> spp.	9	4	4
<i>Balanus balanoides</i>	4	4	4	<i>Dasya baillouviana</i>	12		
<i>Balanus improvisus</i>		4	9	<i>Chaetomorpha mediteranea</i>			4
<i>Carcinus maenas</i>	1	1	1	<i>Chondrus crispus</i>	9	4	9
<i>Dynamena pumila</i>	9			<i>Cladophora rupestris</i>		1	4
<i>Electra pilosa</i>	9	4	4	<i>Cystoclonium purpureum</i>	4		
<i>Electra crustulenta</i>			9	Diatomekjeder på fjell	6	4	9
<i>Laomedea geniculata</i>	4			<i>Dumontia contorta</i>	9	4	4
<i>Littorina littorea</i>	9	9	9	<i>Ectocarpales</i>	1	1	
<i>Littorina obtusata</i>	1			<i>Elachista fucicola</i>	4	4	
<i>Littorina saxatilis</i>	9	4		<i>Enteromorpha</i> sp.	1	1	
<i>Membranipora membranacea</i>	4			<i>Fucus</i> cf. <i>evanescens</i>	4		4
<i>Metridium senile pallidus</i>	4			<i>Fucus serratus</i>	9	9	14
<i>Mytilus edulis</i>	9	16	4	<i>Fucus vesiculosus</i>	12	9	9
<i>Mytilus edulis</i> juv.			9	<i>Furcellaria/Polyides</i>	1	1	4
<i>Acmaea</i> sp.	1			Grønt i Balanus/Fjell		4	9
				<i>Hildenbrandia rubra</i>	12	9	9
				<i>Phymatolithon lenormandii</i>			
				<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	4	1	4
				<i>Polysiphonia nigrescens</i>	9	4	
				<i>Polysiphonia urceolata</i>	1		
				<i>Porphyra</i> sp.		1	
				<i>Prasiola stipitata</i>		4	4
				<i>Ralfsia</i> cf. <i>verrucosa</i>	9	4	4
				<i>Rhizoclonium implexum</i>	1		
				<i>Rhodomela confervoides</i>	9		
				<i>Saccharina latissima</i>		1	
				<i>Saccharina latissima</i> juv.	4		
				<i>Spermothamnion repens</i>	6		
				<i>Sphacelaria cirrosa</i>	4		
				<i>Spirulina subsalsa/ Lyngbya</i>		1	12
				<i>Ulothrix/Urospora</i>	4		9
				<i>Ulva lactuca</i>	4		
				<i>Ulothrix/Urospora</i>	4		
				<i>Zostera marina</i>			9
antall taxa:	16	9	10		29	22	19

En sammenligning med de av tidligere års undersøkelser hvor det også ble brukt semikvantitativ metodikk viser at de fleste av dyresamfunnene er ganske like (> 50%), men at prøvene fra 1996-1998 og 2002-2004 stort sett kan samles i hver sin hovedgruppe (Figur 16). Prøvene fra 1998 danner en egen undergruppe og kontrollstasjonen avviker også noe fra mønsteret fordi de fleste prøvene derfra

havner i "1996-1998 gruppen". Algesamfunnene danner 3 hovedgrupper; den ene består av 2003 og til dels 2002, inkludert B2 1996, den andre av prøver fra 1996 til 1998, og den siste av registreringer fra 2004 og 2005 (Figur 18). Dette kan ha sammenheng med at forskjellige observatører har vært ansvarlig for innsamling de forskjellige årene. Én marin botaniker utførte registreringene på 1990-tallet, mens tre biologer har vært involvert i innsamlingen etter 2002.



**Figur 16.** Dendrogram og MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004 og 2005. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.



**Figur 17.** Dendrogram og MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004 og 2005. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

De fire mest karakteristiske dyr- og algartene i 1996-98 og 2002-04 er vist i hhv. Tabell 9 og Tabell 10.

Blant dyrene var det rur (*Balanus crenatus*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og liten strandsnegl (*Littorina saxatilis*) som hadde mest betydning for at 2002-05 skilte seg ut fra 1996-98 (Tabell 11). Med hensyn til rur kan det være en tidligere feilbestemmelse med en nær beslektet art (*B. improvisus*) som er årsaken, men uansett vil forskjellene ikke indikere noen forringelse av den biologiske kvaliteten. For å analysere endringene i algevegetasjonen fra 1990-tallet og frem til de seneste år, har vi valgt å analysere algesamfunnene for periodene 1996 til 1998 og 2004 til 2005. Dette fordi de observatørene



som utførte registreringene i disse periodene har foretatt interne interkalibreringstester og kan dermed bedre sammenlignes. En reduserer da feilkilden som skyldes observatør til et akseptabelt nivå.

De alger som i størst grad bidrar til forskjellen mellom perioden 1996-98 og 2004-05, er reduserte mengder av skorpeformete kalkalger på bekostning av skorpeformete brunalger (*Ralfsia cf. verrucosa*). I tillegg ble det observert flere juvenile tangarter på 1990-tallet enn de to seneste år (Tabell 12). Gjeltangen (*Fucus evanescens*) er en nordnorsk art som ved uhell ble introdusert til Oslofjorden rundt år 1900 og siden har spredt seg til Skagerrak og Kattegat. Den anses som en indikator på høy næringstilgang i disse områdene, men ettersom den er i tilbakegang siden 1990-tallet kan dette tyde på at forholdene også i ytre Oslofjord har endret seg til det bedre (Figur 18). Det er også interessant å merke seg at den varmekjære arten strømgarn (*Dasya baillouviana*) også har etablert større forekomster på kontrollstasjonen på Mølen (Figur 19). Årsaken til denne økte forekomsten er usikker, men kan kanskje settes i sammenheng med en generell øking av havtemperaturer, men det er for tidlig å si om den økte forekomsten er et forbigående fenomen.

For øvrig antas endringene å være innenfor det en normalt kan forvente i et strandsoneområde. Påvirkning fra Drammenselva samt lavere grad av bølgeeksponering er forhold som sannsynligvis bidrar til lavere biologiske mangfold på Langøya-stasjonene, sammenlignet med kontrollen på Mølen.

**Tabell 9.** De 4 mest karakteristiske dyrene ved registreringene i 1996-98 og ved registreringene i 2002-05.

	1990-årene	Sn. forekomst	2002-05	Sn. forekomst
1	<i>Littorina littorea</i>	9,00	<i>Littorina littorea</i>	11,33
2	<i>Mytilus edulis</i>	8,11	<i>Mytilus edulis</i>	10,33
3	<i>Balanus balanoides</i>	6,78	<i>Balanus balanoides</i>	4,92
4	<i>Electra pilosa</i>	6,78	<i>Electra pilosa</i>	4,50

**Tabell 10.** De 4 mest karakteristiske algene ved registreringene i 1996-98 og ved registreringene i 2004-05.

	1990-årene	Sn. forekomst	2004-05	Sn. forekomst
1	<i>Fucus serratus</i>	16,0	<i>Fucus serratus</i>	13,3
2	<i>Fucus vesiculosus</i>	12,0	<i>Fucus vesiculosus</i>	13,0
3	Skorpeformete kalkalger	8,6	<i>Hildenbrandia rubra</i>	8,7
4	<i>Chondrus crispus</i>	7,6	<i>Ahnfeltia plicata</i>	7,3

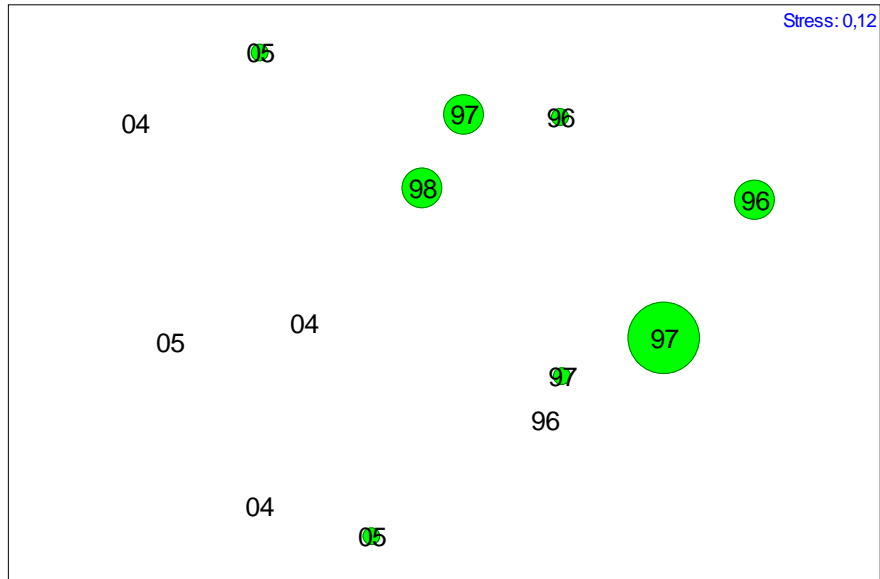
**Tabell 11.** Viser hvilken arter/taxa av dyr som bidrar til ulikheten mellom registreringene i 1996-98 og 2002-05. Gjennomsnittlig ulikhet mellom periodene = 45,6 %.

Taxa	Bidrag%	1990s Sn. forekomst	2000s Sn. forekomst
<i>Balanus crenatus</i>	8,74	0,00	5,25
<i>Mytilus edulis</i>	6,89	8,11	10,33
<i>Littorina saxatilis</i>	6,27	2,89	3,92
<i>Electra crustulenta</i>	5,85	0,00	3,25
<i>Electra pilosa</i>	5,20	6,78	4,50
<i>Dynamena pumila</i>	5,12	1,89	2,58
<i>Asterias rubens juv.</i>	5,12	3,33	0,50
<i>Balanus balanoides</i>	5,10	6,78	4,92

**Tabell 12.** Viser hvilken arter/taxa av alger som bidrar til ulikheten mellom registreringene i 1996-98 og 2004-05.

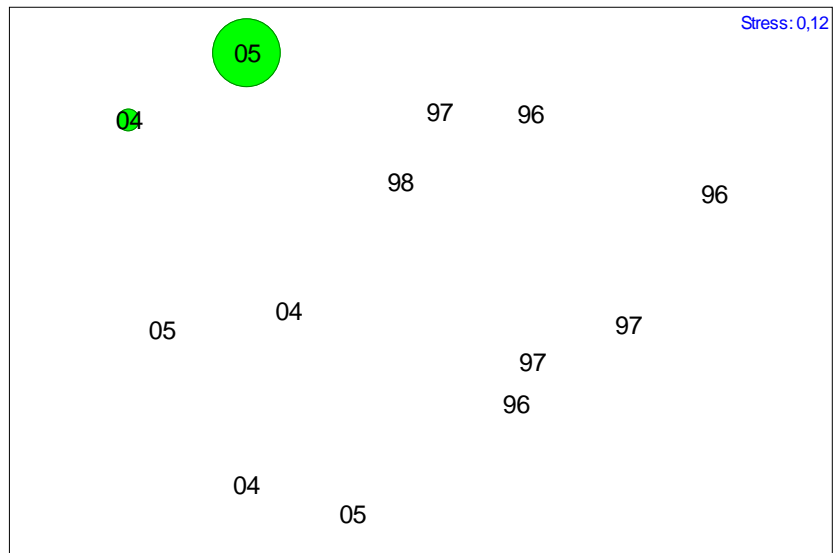
Taxa	Bidrag%	1990s Sn. forekomst	2000s Sn. forekomst
Skorpeformete kalkalger	5,5	8,6	0,8
<i>Ralfsia cf. verrucosa</i>	5,2	0	6,7
<i>Fucus juv.</i>	4,9	4,7	0
<i>Fucus cf. evanescens</i>	4,6	7,3	1,3
<i>Ulothrix/Urospora</i>	4,0	3,0	7,8
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	3,8	5,6	2,2
<i>Zostera marina</i>	3,6	3,1	4,2
<i>Ceramium rubrum</i>	3,5	6,6	6,5

Forekomst av Gjelvtang (*Fucus evanescens*)



**Figur 18.** Forekomst av gjelvtang (*Fucus evanescens*) i periodene 1996-1998 og 2004-2005. Størrelsen på sirklene indikerer relativ mengde.

Forekomst av Strømgarn (*Dasya baillouviana*)



**Figur 19.** Forekomst av strømgarn (*Dasya baillouviana*) i periodene 1996-1998 og 2004-2005. Størrelsen på sirklene indikerer relativ mengde.

## 4. Referanser

**ASMO, 1994.** Draft assessment of temporal trends monitoring data for 1983-91: Trace metals and organic contaminants in biota. Environmental Assessment and Monitoring Committee (ASMO). Document ASMO(2) 94/6/1.

**Clarke K.R. & R.N. Gorley, 2001.** PRIMER v5: User manual/tutorial. PRIMER-E Ltd: Plymouth.

**Green N.W., Bjerkeng B., Helland A., Hylland K., Knutzen J. & M. Walday, 2001.** Joint Assessment and Monitoring Program (JAMP). Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981-1999. Statens forurensningstilsyn 819/01, TA nr. 1797/2001. NIVA-rapport 4358-2001. 191 s. ISBN 82-577-3995-2.

**Knutzen J. & J. Skei, 1990.** Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport 2540. 139 s.

**Konieczny R.M. & E.M. Brevik, 1997.** Kartlegging av et tønneponi i sjøen utenfor Aspond, Indre Oslofjord 1996. Utbredelse, tilstand og miljøgifter. NIVA-rapport 3586-96. 56 s.

**Magnusson, J., Andersen, T. (UiO), Amundsen, R. (UiO), Bokn, T., Berge, J.A., Gjørseter, J. (HFF), Johnsen, T., Kroglund T., Lømsland, E. & A. Solli (HFF). 2003.** Overvåking av forurensnings situasjonen i indre Oslofjord 2002. Fagrådsrapport nr. 91. NIVA-rapport 4693. 83s.

**Magnusson J., Hackett B. & Ø. Sætra, 1997.** Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangen. NIVA-rapport 3657-97, 23s.

**Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J. & J. Sørensen, 1997.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2. 36 s.

**MON, 1998.** Summary record. Ad Hoc Working Group on Monitoring, Copenhagen: 23-27 February 1998. MON 98/6/1-E.

**Nicholson M., Fryer R.J. & D.M. Maxwell, 1997.** A study of the power of various methods for detecting trends. ICES CM 1997/Env.11.

**Nicholson M., Fryer R.J., & J.R. Larsen, 1998.** Temporal trend monitoring: A robust method for analysing trend monitoring data, ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No.20 September 1998.

**Walday M. & A. Helland, 1994.** Orienterende undersøkelse av metallinnhold i sediment og blåskjell utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden. NIVA-rapport 3057, 22s.

**Walday M., 1997.** Overvåking NOAH Langøya, -strandsoneregistreringer samt metaller i sediment og blåskjell. NIVA-rapport 3664-97, 26s.

**Walday M., 1998.** Overvåking NOAH-Langøya 1997 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 3825-98, 22s.

**Walday M., 1999.** Overvåking NOAH-Langøya 1998 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 4040-99, 33s.

**Walday M., Oug E. & T. Kroglund, 2000.** Overvåking NOAH-Langøya 1999 - Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4238-2000, 34s.

**Walday M. & T. Kroglund, 2001.** Overvåking NOAH-Langøya 2000 - Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4404-2001, 44s.

**Walday M., Helland A. & T. Kroglund, 2002.** Overvåking NOAH-Langøya 2001. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4575-2002. 47s.

**Walday M., Kroglund T. & T. Chr. Mortensen, 2003.** Overvåking NOAH Langøya 2002. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4701-2003. 33s.

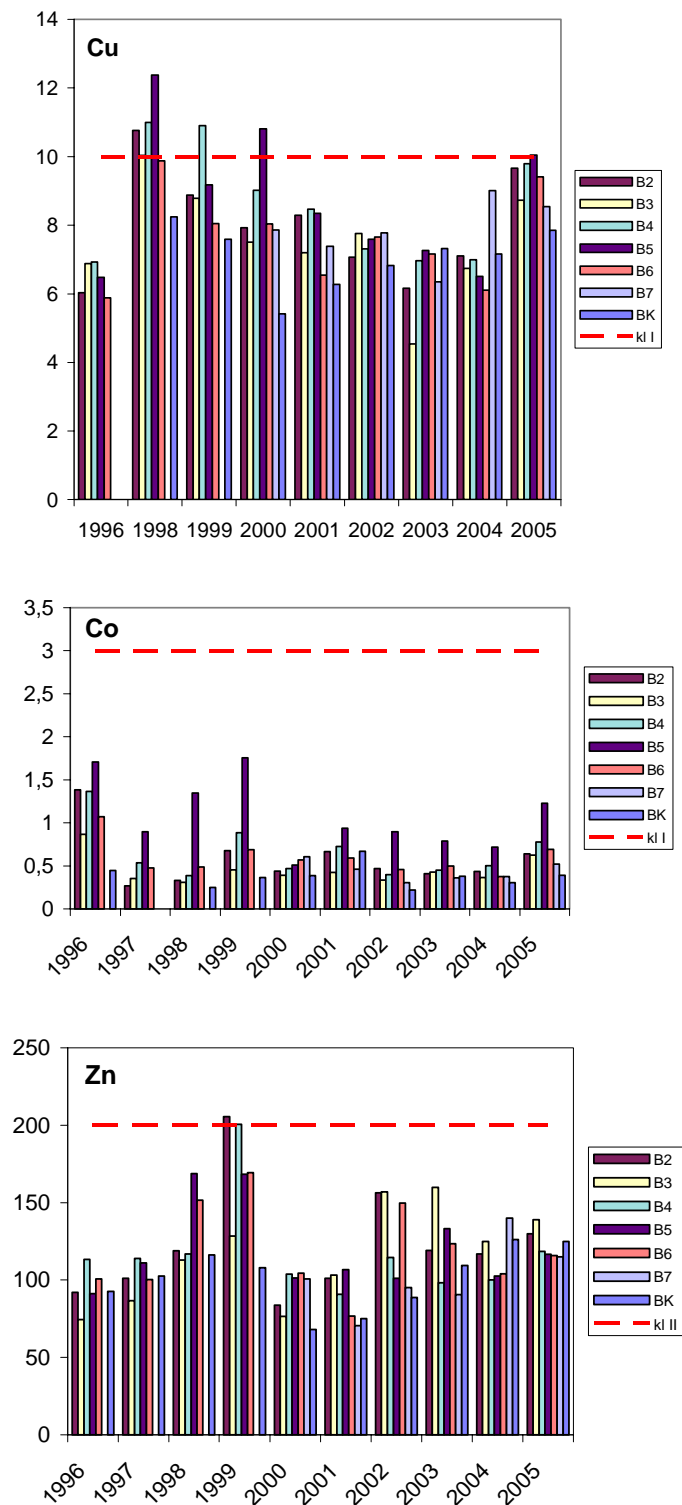
**Walday M., Norderhaug K.M., & N.W. Green, 2004.** Overvåking NOAH Langøya 2003. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38s.

**Walday M., Green N.W. & A. Pedersen, 2005.** Overvåking NOAH Langøya 2004. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38s.

Personlige meddelelser

Sverreson T., NOAH AS, Langøya

## Vedlegg A.



**Figur 20.** Konsentrasjoner av kopper (Cu), kobolt (Co) og sink (Zn) i blåskjell fra 7 stasjoner i området rundt Langøya og kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. Stiplet strek markerer skillet mellom tilstandsklasse I og II (Molvær et al. 1997).

## Vedlegg B.

Tabell 13. Konsentrasjoner av metaller (mg/kg) i blåskjell på tørrvektsbasis, n=3. Fargene refererer til SFTs tilstandsklasser, se Tabell 4.

Metall/ År	B2 Langøya		B3 Langøya		B4 Langøya	
	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
Ba00	3,8570	0,123987	4,8908	0,430595	4,6004	0,488134
Ba01	5,6399	0,110806	3,4512	0,391577	5,6903	0,67308
Ba02	11,2585	1,33175	45,6926	2,47744	19,7821	0,746546
Ba03	2,5942	0,42586	3,3300	0,649147	3,4389	0,49895
Ba04	2,4994	0,958761	3,2023	0,973472	3,39863	0,676955
Ba05	4,710	0,386	13,179	2,981	6,934	1,199
As96	8,7800	0,690724	6,6	0,27074	7,89	0,337787
As97	16,7270	1,62777	8,79548	2,27786	11,7708	3,05576
As98	7,8481	0,404109	7,10703	0,510691	8,0903	0,615176
As99	9,1386	1,18126	6,77019	0,164478	11,5087	0,272584
As00	12,6224	0,611879	11,9029	0,561253	12,6726	0,642017
As01	11,6560	0,420561	10,9527	0,0198801	13,8147	0,096766
As02	11,9121	0,359623	11,4316	0,394329	11,003	0,36027
As03	27,2689	1,51743	28,7194	1,54531	48,3359	2,58774
As04	9,23026	0,682458	8,02385	0,355901	8,72946	0,978714
As05	13,142	1,916	9,480	0,069	10,572	0,430
Cd96	0,8402	0,134851	0,677589	0,0483008	0,816624	0,062800
Cd97	0,8358	0,123838	0,829996	0,0573486	1,16589	0,140181
Cd98	0,8296	0,0372769	1,10828	0,0994063	0,988708	0,015606
Cd99	1,77278	0,145908	2,10743	0,249635	2,30386	0,223223
Cd00	1,30833	0,128972	1,95799	0,0621147	1,575	0,133913
Cd01	1,12431	0,0265967	2,36726	0,0720864	1,78226	0,106634
Cd02	1,99046	0,0791908	3,58536	0,240594	1,46328	0,117535
Cd03	1,30448	0,0833	2,21219	0,2129	0,921485	0,1246
Cd04	1,07873	0,114379	1,86605	0,362196	0,798145	0,0675629
Cd05	1,454	0,253	2,550	0,123	1,028	0,016
Cu96	6,03762	0,105068	6,88244	0,685068	6,92548	0,292239
Cu98	10,764	1,18533	10,0273	0,693527	10,9975	0,675968
Cu99	8,87619	1,40635	8,78644	0,435746	10,9026	0,783262
Cu00	7,92918	0,467096	7,5024	0,165475	9,01919	0,581604
Cu01	8,2855	0,190385	7,19943	0,388428	8,47092	0,130361
Cu02	7,06503	0,0842933	7,7561	0,185929	7,30289	0,46268
Cu03	6,16385	0,2105	4,54353	3,9350	6,96117	0,2592
Cu04	7,10482	0,536559	6,73755	0,574134	6,9886	0,41297
Cu05	9,662	1,550	8,727	0,791	9,793	0,193
Hg96	0,06133	0,0092915	0,0276667	0,00305505	0,0523333	0,0020816
Hg97	0,08724	0,0098604	0,0370619	0,00117716	0,0794238	0,0101745
Hg98	0,08969	0,0042413	0,109078	0,0251485	0,105559	0,0052515
Hg99	0,22192	0,0238802	0,140303	0,0169092	0,180112	0,0133271
Hg00	0,11592	0,0144246	0,0570951	0,00266013	0,0786713	0,0015140
Hg01	0,11738	0,0027575	0,115088	0,0030149	0,124482	0,0079177
Hg02	0,26944	0,0755151	0,145522	0,00945949	0,10048	0,0135093
Hg03	0,13312	0,0026	0,150284	0,0133	0,07728	0,001
Hg04	0,14632	0,0102887	0,138366	0,0283561	0,0858912	0,00660855
Hg05	0,220	0,038	0,223	0,003	0,129	0,007
Pb96	1,0021	0,117008	0,910238	0,104116	2,4097	0,610343
Pb97	0,74120	0,319416	0,77774	0,230252	1,96142	0,327589
Pb98	1,77097	0,163898	4,40327	0,947377	2,47125	0,171004
Pb99	2,85883	0,387168	5,09535	1,54934	5,90713	0,607672
Pb00	1,92853	0,0619936	15,6562	1,18686	7,67774	0,284371
Pb01	1,83677	0,0041685	13,5973	1,68425	4,10199	0,381265
Pb02	1,95425	0,11377	16,666	1,38481	2,29543	0,272346
Pb03	1,72916	0,3573	12,5563	1,7642	3,6059	0,2222
Pb04	1,54633	0,0723526	16,4329	4,38559	2,8383	0,533268
Pb05	2,453	0,628	17,816	2,208	3,728	0,155
V96	0,44590	0,208404	0,575981	0,045058	1,72148	1,55387
V97	3,60338	0,519316	7,22481	0,420271	3,32432	0,41559
V98	1,14396	0,182712	1,06799	0,142397	1,27978	0,0842419
V99	1,90838	0,374723	1,33495	0,055991	2,06382	0,0957469

Metall/ År	B2 Langøya		B3 Langøya		B4 Langøya	
	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
V00	3,53129	0,124008	5,70951	0,266013	4,27448	0,543858
V01	5,02634	0,124169	4,32688	0,139217	5,26776	0,623047
V02	1,93497	0,164612	1,41063	0,021677	1,39353	0,10607
V03	6,095	0,4408	3,282	2,852	6,670	0,620
V04	1,49276	0,298541	1,27018	0,505536	1,55879	0,0670326
V05	1,931	0,288	2,253	0,568	2,317	0,236
Zn96	92,0538	6,83649	74,4857	4,95534	113,446	11,6454
Zn97	101,147	6,38827	86,6725	5,08409	114,022	12,8472
Zn98	118,84	10,3513	112,938	9,54297	116,933	5,13248
Zn99	205,621	4,52387	128,457	10,6259	200,636	18,353
Zn00	83,6498	8,17278	76,6266	4,42412	103,763	8,02209
Zn01	101,141	4,28307	103,13	3,25212	90,753	7,25723
Zn02	156,269	19,5143	156,941	19,2862	114,549	2,63565
Zn03	119,15	16,19	159,95	15,7345	98,35	9,96
Zn04	116,812	3,44223	124,828	11,1769	100,236	7,29213
Zn05	129,899	29,794	138,906	27,259	118,553	3,475
Co96	1,3818	0,136681	0,865487	0,096997	1,3647	0,278705
Co97	0,26648	0,0819966	0,352983	0,032938	0,537564	0,0198293
Co98	0,33183	0,0034189	0,307602	0,032074	0,388924	0,0085201
Co99	0,67992	0,18117	0,453607	0,053297	0,886092	0,161114
Co00	0,43909	0,0116507	0,385354	0,044522	0,470056	0,0211379
Co01	0,66589	0,0214427	0,422884	0,020137	0,72468	0,0601087
Co02	0,46890	0,0071938	0,335578	0,006783	0,397448	0,0080930
Co03	0,4089	0,009	0,4251	0,415	0,4531	0,034
Co04	0,43682	0,0457232	0,366522	0,117441	0,501817	0,0580532
Co05	0,641	0,080	0,629	0,135	0,778	0,138
Cr96	1,05109	0,212811	6,87692	4,96151	4,93946	0,183142
Cr97	3,4696	0,831681	1,25479	0,209639	2,38809	0,436841
Cr99	17,2396	16,5256	6,28024	1,28411	19,509	10,0878
Cr00	0,1	0,0	0,891749	1,37135	3,44242	4,05581
Cr01	7,57438	2,48865	2,85868	0,234291	4,58064	0,47122
Cr02	4,89122	4,53601	2,11945	0,039696	1,7953	0,147952
Cr03	3,1592	0,96	2,2945	0,833	4,716	1,028
Cr04	7,61074	1,87519	3,96829	1,75401	4,89705	0,626559
Cr05	4,290	2,405	3,426	1,536	13,186	7,443
Ni96	0,98365	0,114643	3,73974	2,77864	2,89655	0,468537
Ni99	11,9368	11,3483	4,03251	1,11459	14,1918	7,74697
Ni00	1,06494	0,349563	1,30423	0,277095	2,47781	2,28281
Ni01	3,91777	0,4152	1,80942	0,406927	2,96806	0,435637
Ni02	1,69161	0,104302	1,44871	0,011333	1,68668	0,25533
Ni03	1,8176	0,2827	1,35	0,472	2,6832	0,309
Ni04	4,42898	0,866856	2,17594	0,746391	3,99458	0,600889
Ni05	3,170	1,565	2,241	0,983	9,057	4,849

Vedlegg B (forts.)

Metall/år	B5 Langøya		B6 Langøya		B7 Mulodden		BK Mølen	
	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
Ba00	3,10937	0,100006	3,80735	0,580462	6,85408	0,32461	0,85150	0,04526
Ba01	3,78681	0,078742	3,6871	0,410939	2,30694	0,30931	2,3854	1,15397
Ba02	17,6764	2,34064	11,7384	1,06081	20,2625	1,23905	9,14037	2,55894
Ba03	2,033	0,339	3,507	0,229	2,418	0,219	0,645	0,0797
Ba04	2,28573	1,03892	2,3531	0,350154	1,76759	0,39948	1,26361	1,38477
Ba05	8,516	3,321	4,970	0,800	4,775	0,313	0,803	0,169
As96	7,22333	0,32746	9,14333	0,461988			7,4521	1,49902
As97	11,8161	5,49151	12,8423	6,02333				
As98	8,96167	1,35811	9,17719	2,10937			7,53165	0,50299
As99	8,9311	0,40901	10,1489	0,935016			6,78985	0,82772
As00	10,8103	0,10000	13,5054	0,352862	13,3078	0,64477	7,66356	0,40738
As01	12,7972	0,69583	12,7	0,839792	10,6986	0,69669	13,0811	1,64243
As02	9,77318	0,20385	11,3007	0,342686	10,9943	0,26873	7,70594	0,56549
As03	26,216	1,089	54,412	2,925	74,654	6,962	67,065	2,374
As04	8,09623	0,12108	8,5673	0,595272	9,07869	0,75205	13,1088	2,00605
As05	11,948	0,555	12,233	1,072	9,201	0,108	13,390	0,303
Cd96	0,75045	0,10954	0,84572	0,024263			0,75678	0,12502
Cd97	1,13945	0,062931	1,07813	0,117292			0,99964	0,06403
Cd98	1,29164	0,219497	0,99335	0,26689			1,17727	0,15500
Cd99	1,95267	0,244249	1,9123	0,22482			1,59775	0,13353
Cd00	1,01117	0,010203	1,23134	0,076594	1,22977	0,03056	1,33158	0,02703
Cd01	1,46041	0,180923	1,2336	0,058656	1,37173	0,08617	1,67127	0,24813
Cd02	1,15579	0,076614	1,43014	0,086232	1,42319	0,06765	1,18497	0,09087

Metall/år	B5 Langøya		B6 Langøya		B7 Mulodden		BK Mølen	
	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
Cd03	1,561	0,267	1,042	0,012	0,806	0,0312	1,058	0,127
Cd04	0,92180	0,0823251	0,837399	0,0760583	1,18463	0,128848	1,16343	0,163785
Cd05	1,821	0,213	1,140	0,014	1,095	0,056	1,324	0,027
Cu96	6,48015	0,2809	5,88159	0,144578				
Cu98	12,3725	0,546746	9,87849	2,60444			8,24342	2,13523
Cu99	9,17321	0,543603	8,05108	0,424393			7,5914	1,04493
Cu00	10,8103	0,100001	8,04312	0,85728	7,86053	1,01811	5,41615	0,15355
Cu01	8,34882	0,192899	6,54753	0,100488	7,38817	0,21783	6,27561	0,40224
Cu02	7,58828	0,191077	7,64913	0,967411	7,78183	0,27894	6,82181	0,97805
Cu03	7,258	0,723	7,160	1,258	6,355	0,231	7,316	1,221
Cu04	6,51054	0,0296643	6,1021	0,279509	9,00825	0,596479	7,15509	0,790641
Cu05	10,043	0,761	9,414	0,488	8,543	0,433	7,846	0,278
Hg96	0,03966	0,004619	0,06233	0,005774			0,03707	0,00317
Hg97	0,06448	0,002822	0,07168	0,00798			0,0381	0,00522
Hg98	0,13447	0,023409	0,13433	0,038447			0,06957	0,01429
Hg99	0,16523	0,012361	0,19375	0,009462			0,11126	0,02124
Hg00	0,06027	0,010011	0,10427	0,00018	0,05243	0,00367	0,02835	0,00246
Hg01	0,13701	0,006054	0,10390	0,010724	0,05394	0,00208	0,04738	0,00418
Hg02	0,09934	0,000658	0,13562	0,010478	0,07545	0,00280	0,06003	0,00472
Hg03	0,0991	0,0075	0,0961	0,0015	0,0547	0,0022	0,06	0,0052
Hg04	0,09328	0,00743499	0,10511	0,00349715	0,146792	0,0186126	0,090509	0,011460
Hg05	0,154	0,004	0,152	0,007	0,105	0,006	0,118	0,004
Pb96	1,04927	0,191863	1,5123	0,211884			0,67969	0,09511
Pb97	1,2708	0,295562	1,38697	0,23758			0,65474	0,08539
Pb98	2,58578	0,554564	2,4275	0,961059			0,73543	0,06044
Pb99	2,72065	0,604688	2,68369	0,141464			0,74537	0,11476
Pb00	2,5	0,05	1,90368	0,452545	1,20969	0,00422	0,52565	0,04773
Pb01	2,40805	0,403266	1,67559	0,318167	1,13105	0,15756	0,90470	0,11381
Pb02	1,30633	0,034083	1,5068	0,302464	0,86677	0,07144	0,59180	0,05003
Pb03	1,882	0,135	1,600	0,133	1,7983	0,230	0,599	0,049
Pb04	1,32347	0,229106	1,13858	0,0493285	2,49022	0,470301	0,847222	0,200188
Pb05	2,725	0,414	1,905	0,063	1,417	0,149	1,335	0,315
V96	0,56449	0,026841	0,5572	0,157436			0,80330	0,15506
V97	3,72487	0,124642	3,09127	0,767684				
V98	1,39998	0,40347	1,19046	0,25202			0,55654	0,05127
V99	1,84523	0,254585	1,55448	0,207409			0,54549	0,13639
V00	3,22523	0,065889	3,002	0,275374	7,66095	0,33704	2,33256	0,26806
V01	4,05211	0,022334	4,6304	0,224823	4,61983	0,26554	7,18161	1,46687
V02	1,21926	0,098093	1,3896	0,151695	1,46217	0,01295	0,40689	0,10396
V03	3,735	0,438	10,714	0,417	13,813	1,159	10,604	0,678
V04	1,1527	0,189095	1,12215	0,0886339	0,995065	0,0533752	0,663565	0,157905
V05	3,311	0,855	2,068	0,252	1,776	0,104	0,561	0,096
Zn96	91,1485	8,97225	100,749	10,3218			92,6554	17,8493
Zn97	111,151	10,4096	100,359	7,96732			102,605	10,6031
Zn98	168,793	28,8759	151,684	51,7366			116,231	15,4358
Zn99	168,306	24,9085	169,425	6,14941			108,046	7,09817
Zn00	101,35	1,0	104,443	7,36293	100,779	12,2278	68,0361	6,43592
Zn01	106,663	7,8418	76,6754	9,27194	70,5323	4,10565	75,0629	5,34175
Zn02	101,16	2,77614	149,802	19,107	95,1636	7,21295	88,7542	12,0907
Zn03	133,26	14,62	123,36	8,807	90,68	4,12	109,39	8,590
Zn04	102,55	6,29131	103,924	12,6482	139,96	17,5265	126,227	14,0003
Zn04	116,686	15,573	115,766	9,259	115,044	7,516	124,944	13,039
Co96	1,70754	0,16188	1,07004	0,123595			0,44583	0,06002
Co97	0,89486	0,09267	0,47690	0,031375				
Co98	1,34663	0,342969	0,48798	0,140686			0,25105	0,05003
Co99	1,75569	0,061439	0,68792	0,128787			0,36293	0,0571
Co00	0,50891	0,010174	0,56637	0,024315	0,60484	0,00211	0,38746	0,02179
Co01	0,93934	0,027202	0,59408	0,023095	0,46234	0,02952	0,66823	0,11765
Co02	0,89652	0,098468	0,4569	0,074688	0,30570	0,01569	0,21894	0,02806
Co03	0,793	0,119	0,500	0,019	0,355	0,026	0,382	0,017
Co04	0,71977	0,0631078	0,376094	0,0273367	0,376698	0,0407627	0,305787	0,047833
Co05	1,229	0,168	0,694	0,057	0,518	0,037	0,388	0,028
Cr96	4,32707	0,497862	1,93309	0,452558			0,44583	0,06002
Cr97	4,15657	0,676474	4,19402	0,450691				
Cr99	4,58661	0,271802	3,57826	0,188619			2,01114	0,00198
Cr00	6,75892	0,100018	1,7228	1,47594	2,01655	0,35311	0,05	0
Cr01	4,97368	0,787898	2,9837	0,349208	2,12628	0,16181	8,90945	5,5693
Cr02	1,47714	0,109561	1,33339	1,03504	1,47077	0,44315	0,92873	0,02065
Cr03	4,0418	0,833	3,478	0,506	1,183	0,100	1,367	0,987
Cr04	3,59547	1,14565	2,41321	0,282604	2,17675	0,350733	3,29167	2,78482
Cr05	7,322	0,535	8,892	1,902	2,615	0,361	1,069	0,196
Ni96	2,60434	0,318795	1,52779	0,184254			0,82058	0,17181
Ni99	2,69822	0,401495	2,68369	0,141464			1,3709	0,73851
Ni00	4,52901	0,020074	1,90368	0,452545	1,81453	0,00632	0,85151	0,04527
Ni01	2,69051	0,534339	1,83096	0,156871	1,43775	0,40658	5,25607	3,40344
Ni02	1,21267	0,09814	1,5831	0,390945	1,2133	0,12701	1,06672	0,22615
Ni03	2,406	0,387	2,045	0,1231	0,6812	0,2025	1,1183	0,5046
Ni04	2,53231	0,472835	1,74582	0,183091	1,44053	0,231218	2,57199	1,18579
Ni05	5,149	0,470	6,277	1,282	2,023	0,104	1,111	0,175





## Vedlegg C.

Tabell 14. Taxa av alger og dyr registrert ved strandsoneundersøkelsene på kontrollstasjonen (BK) på Mølen og stasjon B2 og B6 på Langøya i 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004 og 2005. Mengde er registrert som 1= enkelt funn, 4= spredte funn, 9= vanlig forekommende og 16=dominerende forekomst.

TAXA ALGER OG SJØGRESS	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	b298	b698	bk98	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605
Ahnfeltia plicata	9	1	4	9	4	4	-	9	9	4	-	4	1	-	1	9	9	9	9	4	4
Audouiniella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-
Bryopsis plumosa	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Callithamnion corymbosum	-	-	-	9	1	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	9	4	-	9	1	-
Ceramium spp.	9	-	1	16	4	-	9	9	16	-	-	4	1	4	1	9	4	9	9	4	4
Dasya baillouviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	16	-	-
Phyllophora spp.	-	-	-	4	-	-	-	-	9	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha linum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Chaetomorpha mediteranea	-	-	-	-	-	-	9	9	4	-	4	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	4	9	9	4	-	-	4	4	4	9	4	9	9	4	9
Chorda filum	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chordaria flagelliformis	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	4	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	4	9	-	1	4
Cladophora sp.	1	4	4	1	9	-	4	-	-	-	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-
CORAX	9	16	4	9	4	9	9	9	9	9	-	-	9	9	16	-	-	-	-	-	-
Cruoria pellita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
Cyanophyceae indet, på tang	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
diatome-kjede på fjell	4	-	4	-	9	4	9	-	4	-	16	16	-	-	-	-	-	-	6	4	9
Dumontia contorta	1	-	1	4	1	4	4	9	9	-	-	-	1	1	-	9	4	4	9	4	4
Ectocarpus sp.	4	1	4	4	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4	1	1	1	-	-
Elachista fucicola	4	1	-	4	-	-	9	4	4	4	4	4	-	-	-	4	4	4	4	4	-
Enteromorpha sp.	4	-	1	9	4	1	4	4	9	-	9	1	4	4	1	4	-	-	1	1	-
Fucus cf. evanescens	4	9	-	9	16	4	9	-	9	-	9	1	-	-	-	-	-	-	4	-	4
Fucus juv.	9	4	4	4	4	4	9	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	16	16	16	16	16	16	16	16	16	9	16	16	9	16	9	16	16	16	9	9	14
Fucus spiralis	-	-	-	-	9	16	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NIVA 5272-2006

TAXA ALGER OG SJØGRESS	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	b298	b698	bk98	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605
<i>Fucus vesiculosus</i>	9	16	16	9	16	9	9	16	9	9	16	16	9	9	9	9	16	16	12	9	16
<i>Furcellaria/Polyides</i>	4	4	1	4	4	9	-	9	9	-	-	1	-	-	-	-	-	9	1	1	4
<i>Giffordia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Grønt i Balanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	4	-
Grønt på fjell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4	4	-	-	-	-	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	4	4	9	4	9	-	4	9	16	4	-	9	-	-	4	9	9	12	9	9
<i>Laminaria saccharina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Laminaria saccharina</i> juv.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
cf. <i>Polyides rotundus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-
<i>Pilayella littoralis</i>	-	-	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	-	-	-	-	-	9	9	4	4	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	1	4
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	9	4	-	9	4	4	1	4	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4	-
<i>Polysiphonia urceolata</i>	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4	9	-	4	1	-	-
<i>Porphyra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-
<i>Prasiola stipitata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4
<i>Pseudoendoclonium submarinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9
<i>Ralfsia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	9	9	4
<i>Rhizoclonium implexum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Rhodomela confervoides</i>	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
<i>Spermothamnion repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-
<i>Spirulina subsalsa</i> / Lyngbya	-	-	-	-	4	-	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12
<i>Spongomorpha aerugi/pallida</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix/Urospora</i>	-	-	-	4	4	4	-	-	9	-	-	-	-	-	-	9	9	16	4	-	9
<i>Ulva lactuca</i>	-	-	-	4	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-
<i>Zostera marina</i>	-	-	9	-	4	9	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	9

TAXA DYR	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605
<i>Acmaea</i> sp.	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Actinaria</i> indet.	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alcyonidium hirsutum</i>	1	-	-	-	-	-	9	4	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4	4	4	4	4	4	-	-	-	4	4	9	4	4	4	4	1	4	4	1	4
<i>Asterias rubens</i>	4	1	4	4	4	4	-	1	1	1	-	-	4	1	4	4	-	-	4	1	1

NIVA 5272-2006

TAXA DYR	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605
<i>Asterias rubens</i> juv.	4	4	4	4	1	4	4	1	4	-	-	-	-	-	-	1	1	-	4	-	-
Asteroidea indet. juv.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Balanus balanoides</i>	4	4	4	4	9	9	9	9	9	9	4	-	9	4	4	9	4	4	4	4	4
<i>Balanus crenatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9	16	4	9	9	-	-	-	-	-	-
<i>Balanus improvisus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	4	9
<i>Botryllus schlosseri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Campanularia johnstoni</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	-	1	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	1	1	4	4	4	4	-	4	4	4	4	1	4	4	4	4	-	1	1	1	1
<i>Ciona intestinalis</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. <i>Halichondria panicea</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dynamena pumila</i>	4	-	-	4	-	-	9	-	-	9	-	-	4	-	-	9	-	-	9	-	-
<i>Electra pilosa</i>	9	4	9	9	4	9	9	4	4	4	-	4	4	4	4	9	4	4	9	4	4
<i>Electra crustulenta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9	-	-	4	4	-	9	-	-	9
Hydroida indet.	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hinia reticulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Invertebrate egg mass: band	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laomedea geniculata</i>	4	4	4	4	1	4	4	9	4	4	1	-	-	4	2	9	4	1	4	-	-
cf. <i>Laomedea flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptasterias mülleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina littorea</i>	9	9	9	9	9	9	9	9	9	16	9	9	16	16	9	9	16	9	9	9	9
<i>Littorina obtusata</i>	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
<i>Littorina saxatilis</i>	4	-	-	4	-	-	9	-	9	4	4	1	4	-	4	9	4	4	9	4	-
<i>Membranipora membranacea</i>	9	-	1	4	-	1	1	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	4	-	-
<i>Metridium senile pallidus</i>	9	-	1	4	-	1	9	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-
<i>Mytilus edulis</i>	4	16	4	9	9	9	4	9	9	16	9	9	9	9	9	9	16	9	9	16	4
<i>Nereis</i> sp.	1	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirorbis borealis</i>	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus edulis</i> juv.	-	-	-	-	-	-	9	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
<i>Laomedea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eggmasse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-