



RAPPORT LNR 5043-2005

Overvåking NOAH Langøya 2004

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

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

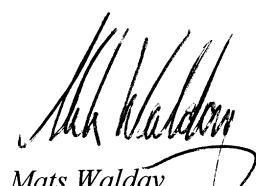
Tittel Overvåking NOAH Langøya 2004. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter	Løpenr. (for bestilling) 5043-2005	Dato 2005.07.19
	Prosjektnr. Undernr. 24101/25069	Sider Pris 38
Forfatter(e) Walday, Mats Green, Norman Pedersen, Are	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA


Oppdragsgiver(e) NOAH Holding AS	Oppdragsreferanse IO-nr. I,04-0089
-------------------------------------	---------------------------------------

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. Konsentrasjonene av metaller i blåskjell i 2004 indikerte for det meste god tilstand med ubetydelig til lite forurensede skjell (SFT klasse I). Utenfor bulkkaia er tilstanden dårligere, primært grunnet forhøyede nivåer av bly, og til dels krom og kadmium. Sedimentprøvene fra samme område viste forhøyede nivåer av kadmium, bly og sink. Videre var det moderat forurensning (klasse II) av PAH og dioksiner i skjell fra stasjon B3 ved bulkkaia, samt moderat forurensning av TBT på både Langøya (B2, B3) og Mølen (BK). Trendanalyser viser økning i konsentrasjonene av kadmium, bly og kvikksølv i blåskjell på stasjon B3 siden 1996. De biologiske registreringene i strandsonen indikerte ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene på Langøya.

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


Mats Walday
Prosjektleder


Kari Nygaard
Forskningsleder
ISBN 82-577-4745-9


Øyvind Sørensen
Forskningsdirektør

prosjekt 24101

Overvåking NOAH Langøya 2004

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 april, juli og november 2004.

Supplerende blåskjellinnsamling, sedimentinnsamling og strandsoneregistreringer ble utført av Are Pedersen og Mats Walday (NIVA) i november 2004.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Åse Bakketun og 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, 20. juli 2005

Mats Walday

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH AS	8
2. Metodikk	9
2.1 Blåskjellpopulasjoner	9
2.2 Sedimentprøver	10
2.3 Strandsoneregistrering	10
2.4 Databearbeiding	10
3. Resultater	12
3.1 Metaller i blåskjell	12
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	14
3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell	14
3.4 Supplerende undersøkelser utenfor bulk-kai (stasjon B3)	19
3.5 Trendanalyse av metaller i blåskjell	22
3.6 Strandsoneregistreringer	24
4. Referanser	29
Vedlegg A.	31
Vedlegg B.	33
Vedlegg C.	36

Sammendrag

NOAH Holding AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. I november 2004 undersøkte NIVA, på oppdrag av NOAH, metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya og ved kontrollstasjon BK på Mølen. Fra kontrollstasjonen 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 2004 presentert og sammenlignet med de tidligere undersøkelsene.

I perioden oktober 2003 til og med september 2004 ble det sluppet ut 477 431 m³ vann fra NOAHs anlegg. Innholdet av metaller og andre miljøgifter i utslippsvannet tilfredstilte konsesjonskravet gjennom hele perioden.

Bly og krom var de metaller som hyppigst ble observert med overkonsentrasjoner i blåskjellprøvene. Med overkonsentrasjoner menes konsentrasjoner større enn 'antatt høyt bakgrunnsnivå', dvs. øvre grense for det som er vanlig å finne langt unna punktkilder. Bly har siden 1998 forekommet med overkonsentrasjoner i blåskjell utenfor Langøya. Forurensningen var moderat, unntatt for bly på stasjon B3 hvor 2 av prøvene var markert forurenset. Arsen, kadmium og nikkel var også forhøyet i enkelte prøver. Arsen i samtlige tre prøver fra kontrollstasjonen. Barium inngår ikke i klassifiserings-systemet, men det er verdt å merke seg at bariumnivåene på B3 og B3b var omtrent 3 ganger høyere ved prøvetakingen i juli enn i april og november.

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell fra B2 og B3, sydvest på Langøya, og BK på Mølen var generelt lavt. TBT-innholdet var forhøyet slik som tidligere, og skjellene kan klassifiseres som moderat forurenset (klasse II). TBT-forurensning har i forbindelse med en annen undersøkelse også vært registrert i sedimenter og blåskjell nærmere Holmestrand (Næs et al. 2002). Skipstrafikk og forurensede sedimenter i småbåthavner antas å være de viktigste kilder til TBT-forekomstene. Blåskjellene på B3 var i tillegg moderat forurenset av tjærestoffer (Sum PAH) og dioxiner. Dioxininholdet var også noe forhøyet i skjellene på B2 (klasse II). Innholdet av nonortho-PCB i blåskjell fra B2 og B3 var noe høyere enn på kontroll-stasjonen.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnen indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya.

Siden NOAHs anlegg har utslipp av metallholdig avløpsvann 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 resultatene stort sett 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 2004 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 2004, mussels from the quay area were moderately polluted from Cr and Pb, two samples closest to the quay were markedly polluted from Pb. 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. The reference-station at Mølen was moderately polluted from As. A few of the samples from B2 and B3 were moderately polluted from Ni and Cd. 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 three investigated stations (B2, B3 and the reference BK). This is probably related to ships traffic and perhaps polluted sediments in yacht harbours. In addition, mussels from the two Langøya stations closest to the quay-area were moderately polluted from dioxins, and one of them (B3) also from PAH.

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 2004. Littoral communities and micropollutants in mussels and sediments

Year: 2004

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

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4745-9

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 Breiungen, 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 sivevann fra omgivelsene.

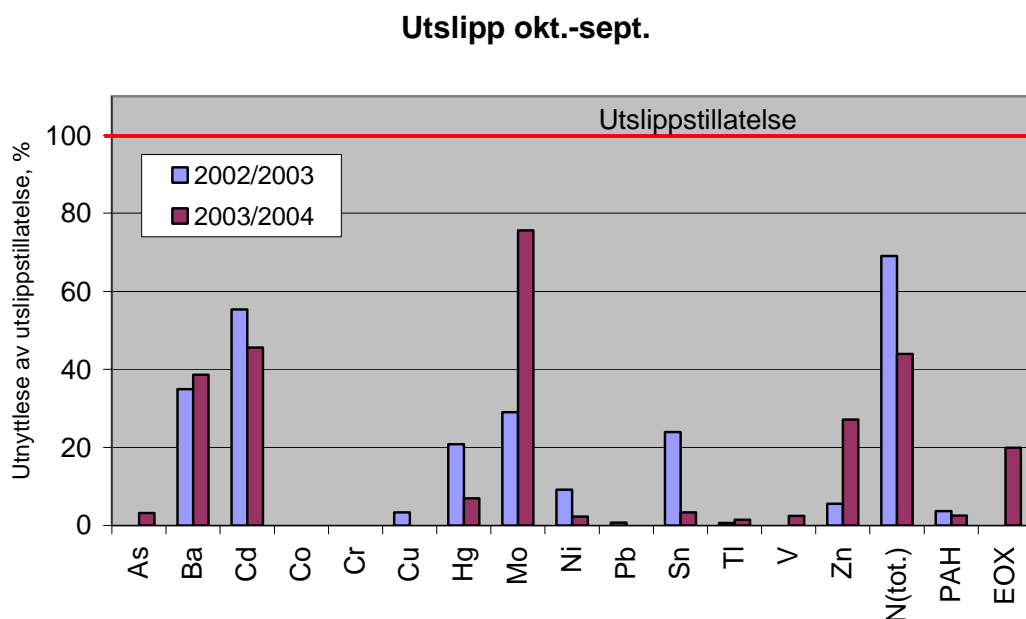
Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og slippes ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Lasting og lossing av avfall foregår like ved utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas døgnprøver hver uke for analyse av bl.a. metallinnhold og organiske miljøgifter. Det slippes normalt ut 80-130 m³ 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 tilførselen 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). 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 2003 til og med september 2004 ble det sluppet ut 477 431 m³ vann fra NOAHs anlegg til fjorden utenfor. Det er 156 096 m³ mindre enn i perioden oktober 2002 - september 2003. 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*.



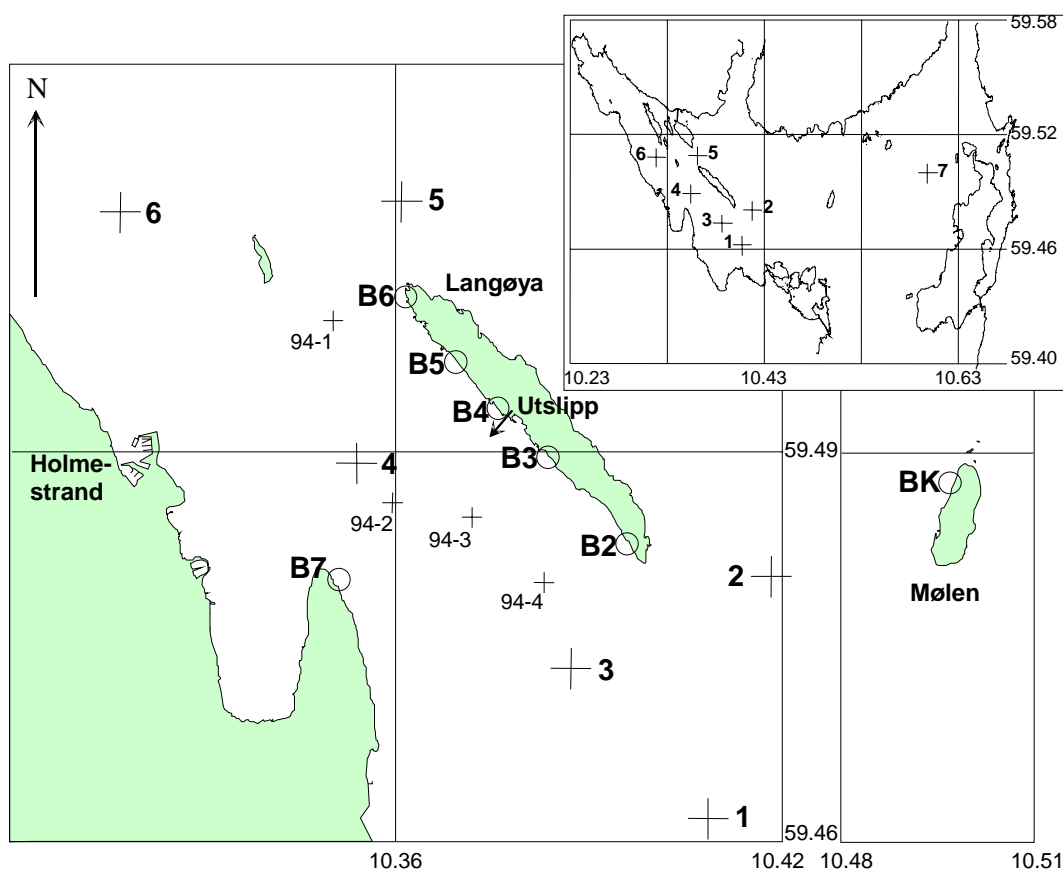
Figur 1. Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2002/2003 og 2003/2004. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent utnyttelse av konsesjonsbestemte maksimalutslipp og er beregnet på bakgrunn av analyserte mengder i utslippsvannet; arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kopper (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, basert på kravene i ny utslippstillatelse av 4. juni 2003.

Tabell 1. Utslipp av metaller i gram/måned fra NOAH Langøya AS til sjø for perioden okt. 2003 til sept. 2004. 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.

Metall	QL mg/l	2003			2004								
		Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.
As	0,02	u.d.	20,0	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	228,0	u.d.	u.d.	84,0	129,0
Ba	0,005	8985	41801	42102	31777	11207	28366	32432	23619	26467	38729	30040	22837
Cd	0,002	422,0	132,0	199,0	183,0	7,0	74,0	274,0	455,0	917,0	634,0	305,0	230,0
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.	3,0	3,0	1,7	0,6	4,0	3,6	3,0	3,1	5,6	3,9	1,3
Ni	0,02	603,0	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.	370,0	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.
Zn	0,02	9548,0	460,0	u.d.	122,0	262,0	1590,0	4372,0	640,0	920,0	1881,0	u.d.	u.d.

2. Metodikk

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*), strandsoneregistreringer og sedimentprøvetaking ble gjennomført november 2004 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 kadmium 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.



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.

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 3. november på samtlige stasjoner. På stasjon B3 og B3b er det i tillegg samlet inn skjell 29. april og 26. juli. 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 analyser, unntatt nonorto-PCB og dioxiner er utført etter akkrediterte metoder på NIVAs laboratorium. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert av NILU.

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 3. november 2004 ble det tatt 3 prøver av bunnsedimentene utenfor stasjon B2 og B3 i en gradient fra respektive stasjon og et stykke utover (cf. **Tabell 6** 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 3. 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 2004 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 ¹	"	<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 ¹	"	<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 ₇	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.

¹ Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

3. Resultater

*Flest blåskjellprøver med overkonsentrasjoner av metaller ble observert på stasjonene nord og sør for kaiområdet på Langøya (B2, B3 og B4). **Tabell 4** gir en oversikt over resultatene av metallanalyser i blåskjell.*

Blåskjell var moderat forurensset (SFT klasse II) av krom på stasjonene B2, B3, B4, B5 og i én parallell fra kontrollstasjonen, BK. Skjellene fra B3 og B3b var moderat forurensset av bly, to paralleller fra B3 var markert forurensset (klasse III). En prøve fra B3 var moderat forurensset av kadmium. På kontrollstasjonen (BK) var samtlige 3 prøver moderat forurensset av arsen, mens en var forurensset av krom.

Det var for det meste lave nivåer av organiske miljøgifter. Skjellene fra B3 var imidlertid moderat forurensset av TBT, PAH og dioksiner, mens B2 var moderat forurensset av TBT og dioksiner. Refeansestasjonen var også moderat forurensset av TBT.

Prøvetakingene utenfor bulk-kaia bekrefter at en har et problem med kontaminering av bly og kadmium utenfor kaia ved stasjon B3. Problemet er imidlertid begrenset til et mindre område og metallnivåene var lavere i 2004 enn i 2003.

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

Som tidligere år er det ingenting hos strandsonesamfunnen på Langøya eller kontrollstasjonen som indikerer redusert biologisk kvalitet.

3.1 Metaller i blåskjell

Av 240 tilstandsklassifiserte prøver var 209 ubetydelig - lite forurensset (klasse I), 29 var moderat forurensset (klasse II) og 2 var markert forurensset (klasse III) (**Tabell 4**).

På stasjonene B6 nord på Langøya og B7 ved Mulodden viste samtlige prøver ubetydelig – lite forurensset tilstand.

Det ble målt forhøyede verdier av tre metaller på stasjon B2 og B3, som begge ligger sør for bulkkai og utløp fra Langøya. På B4 og kontrollstasjonen BK var to metaller forhøyet, mens B5 og B3b hadde forhøyede nivåer av ett metall.

Bly og krom var de metaller som ble funnet forhøyet i flest av blåskjellprøvene. Forurensningen var moderat, unntatt for bly på stasjon B3 hvor 2 av prøvene var markert forurensset. Arsen, kadmium og nikkel var også forhøyet i enkelte prøver, arsen i samtlige paralleller fra kontrollstasjonen BK.

Høyeste verdier av kobolt ble funnet på B5, slik som det har vært gjort gjennom hele undersøkelsesperioden. Verdiene lå imidlertid innenfor klasse I, ubetydelig – lite forurensset. Det har 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 på B3 og B3b var omtrent 3 ganger høyere ved prøvetakingen i juli enn i april og november.

Tabell 4. Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 7 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden, og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2004. 3 paralleller á 20 skjell fra hver stasjon. 2 paralleller fra B3b og B3 i april og juli. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektsbasis. Barium inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997).

prøve	Tatt	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
B2-1	nov.	11,4	10,00*	2,49	1,20	0,44	7,89	6,99	0,158	4,46	1,58	1,53	116,7
B2-2	nov.	11,9	8,99*	3,46	1,06	0,48	9,33	7,69	0,143	5,28	1,60	1,77	113,4
B2-3	nov.	12,3	8,70*	1,54	0,98	0,39	5,61	6,63	0,138	3,54	1,46	1,18	120,3
B3-1	nov.	14,1	8,23*	3,90	2,24	0,32	4,54	6,64	0,170	2,46	21,42	1,21	137,6
B3-2	nov.	15,5	7,61*	2,09	1,84	0,28	2,00	7,35	0,129	1,33	14,71	0,80	116,8
B3-3	nov.	16,4	8,23*	3,62	1,52	0,50	5,37	6,22	0,116	2,74	13,17	1,80	120,1
B4-1	nov.	13,8	8,12	3,15	0,72	0,47	5,51	7,46	0,080	4,69	2,39	1,59	97,1
B4-2	nov.	14,0	8,21	4,16	0,85	0,47	4,93	6,79	0,093	3,64	3,43	1,61	108,6
B4-3	nov.	14,1	9,86	2,88	0,82	0,57	4,26	6,72	0,085	3,65	2,70	1,48	95,0
B5-1	nov.	13,6	8,24	1,99	1,01	0,77	3,82	6,48	0,096	3,02	1,10	1,10	99,3
B5-2	nov.	15,3	8,04	1,42	0,84	0,65	2,35	6,54	0,085	2,08	1,31	0,99	109,8
B5-3	nov.	14,1	8,01	3,44	0,91	0,74	4,61	6,52	0,099	2,50	1,56	1,36	98,6
B6-1	nov.	15,7	8,28	2,11	0,80	0,35	2,17	5,94	0,102	1,59	1,08	1,07	101,3
B6-2	nov.	14,7	9,25	2,76	0,93	0,40	2,72	5,94	0,109	1,95	1,16	1,22	117,7
B6-3	nov.	15,3	8,17	2,19	0,79	0,37	2,35	6,42	0,105	1,71	1,18	1,07	92,8
B7-1	nov.	13,2	9,09	1,75	1,11	0,35	1,82	9,32	0,144	1,20	2,05	0,94	120,5
B7-2	nov.	11,4	9,82	1,38	1,33	0,42	2,19	9,39	0,167	1,67	2,98	1,00	154,4
B7-3	nov.	13,1	8,32	2,18	1,11	0,36	2,52	8,32	0,130	1,45	2,44	1,05	145,0
BK-1	nov.	16,0	15,31	2,86	1,29	0,36	1,88	7,81	0,100	2,09	1,06	0,83	137,5
BK-2	nov.	16,0	12,63	0,48	1,23	0,30	1,50	7,38	0,094	1,70	0,81	0,66	130,6
BK-3	nov.	18,0	11,39	0,45	0,98	0,26	6,50	6,28	0,078	3,92	0,67	0,51	110,6
B3-1	april	15,5		2,39	1,72						10,19		141,9
B3-2	april	15,4		2,33	1,71						10,58		146,8
B3-1	juli	14,9		7,72	1,99						15,37		163,1
B3-2	juli	15,4		7,92	1,80						10,78		142,2
B3b-1	april	16,1		1,63	1,08						3,42		109,3
B3b-2	april	15,5		3,18	0,97						3,03		103,9
B3b-1	juli	15,1		10,07	1,06						3,77		113,2
B3b-2	juli	15,3		8,76	1,02						3,53		100,7
B3b-1	nov.	13,8		2,29	1,04						3,04		102,9
B3b-2	nov.	12,4		3,43	1,10						3,15		123,4

*) Stor usikkerhet rundt As-verdiene pga. meget høy CI verdi

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

3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell fra B2, B3 og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2004 (*Tabell 5*). TBT-innholdet var forhøyet slik som tidligere, og skjellene kan klassifiseres som moderat forurenset (klasse II). Skipstrafikk (bunnstoff) antas å være hovedårsak til dette. Blåskjellene på B3 var i tillegg moderat forurenset av tjærestoffer (Sum PAH) og dioxiner. PAH stammer som oftest fra oljesøl og eksos. Dioxininholdet var også noe forhøyet i skjellene på B2 (klasse II). Lavest PCB-innhold hadde skjellene på B2, men også de øvrige stasjoner kunne klassifiseres som ubetydelig forurenset av PCB i 2004. Innholdet av nonortho-PCB i blåskjell fra B2 og B3 var likt, og noe høyere enn på kontroll-stasjon 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, ng/kg v.v.), sum-PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) og nonortho-PCB (ng/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 _{PCDF/D}	Sum PCB	nonortho-PCB
B3 -03	660	9,25	40,9	0,78	2,59 ¹⁾	0,19	2,77 ¹⁾	0,11
B3 -04	348	4,54	60,4	<0,5	1,66	0,24	1,77	0,17
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 ¹⁾	0,16	1,33 ¹⁾	0,13
B2 -04	179	1,2	8,3	<0,5	0,79	0,21	0,79	0,17

¹⁾ 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

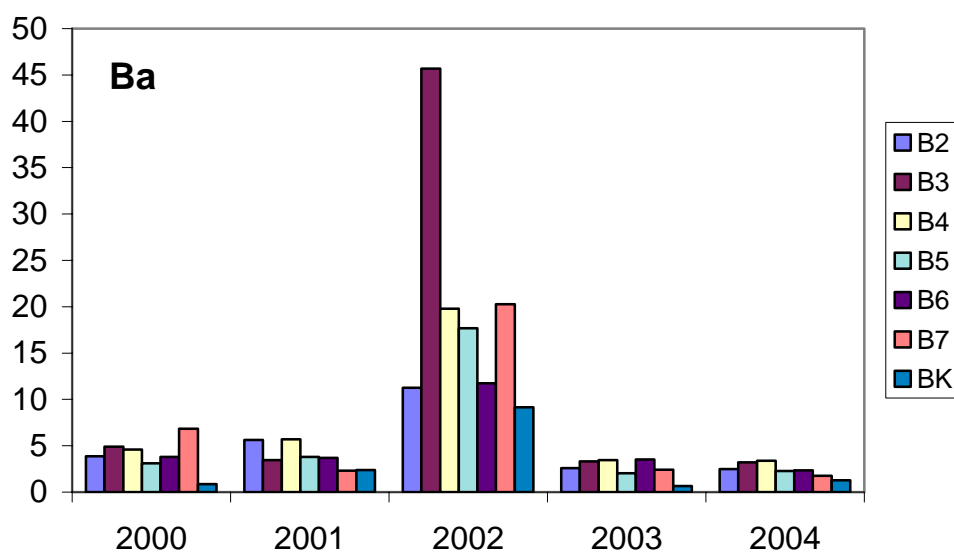
I det følgende er utviklingen til de metaller som forekom i overkonsentrasjoner i blåskjell nærmere kommentert. De øvrige metallene ble registrert med nivåer som ifølge SFTs klassifisering tilsvarer ubetydelig - lite forurenset tilstand og deres utvikling er vist i Vedlegg A.

Undersøkelsene indikerer at det finnes flere forurensningskilder 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 forurensede sedimenter, s.k. "gamle synder", belaster ytterligere.

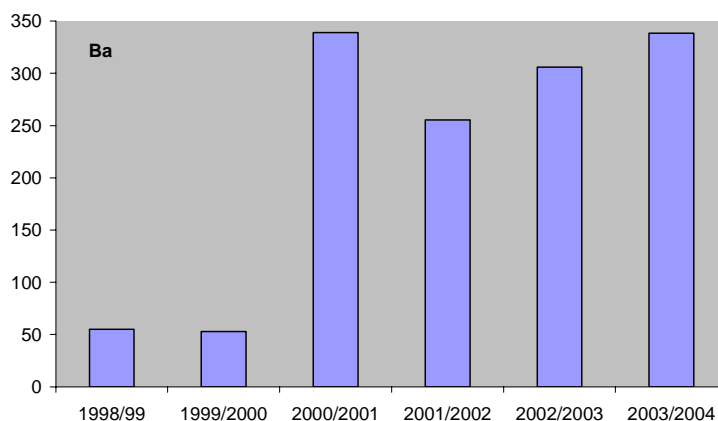
Barium

I 2002 var det høye nivåer av barium i blåskjell. I 2003 og 2004 var de lavere enn i 2000 og 2001 (*Figur 3*). Siden 1999/2000 har det vært en økning i utslippene av barium fra Langøya (*Figur 4*). Det var ikke mulig å registrere denne økningen, utfra nivåene i blåskjell, ved undersøkelsene i oktober 2001 (Walday et al. 2002). I 2002 hadde nivåene på samtlige stasjoner, inklusive kontrollstasjonen, økt kraftig og det ble antatt at dette hadde sin årsak i de økte utslippene fra Langøya (Walday et al. 2003). I 2003 og 2004 var det igjen, i likhet med 2001, ikke mulig å spore bariumutslippene utfra nivåene i blåskjell. Merk at det ved den ekstra prøvetakingen i juli 2004 ble registrert mer enn dobbelt så høye bariumverdier i skjell fra stasjon B3 og B3b (jfr. *Figur 9*).

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.



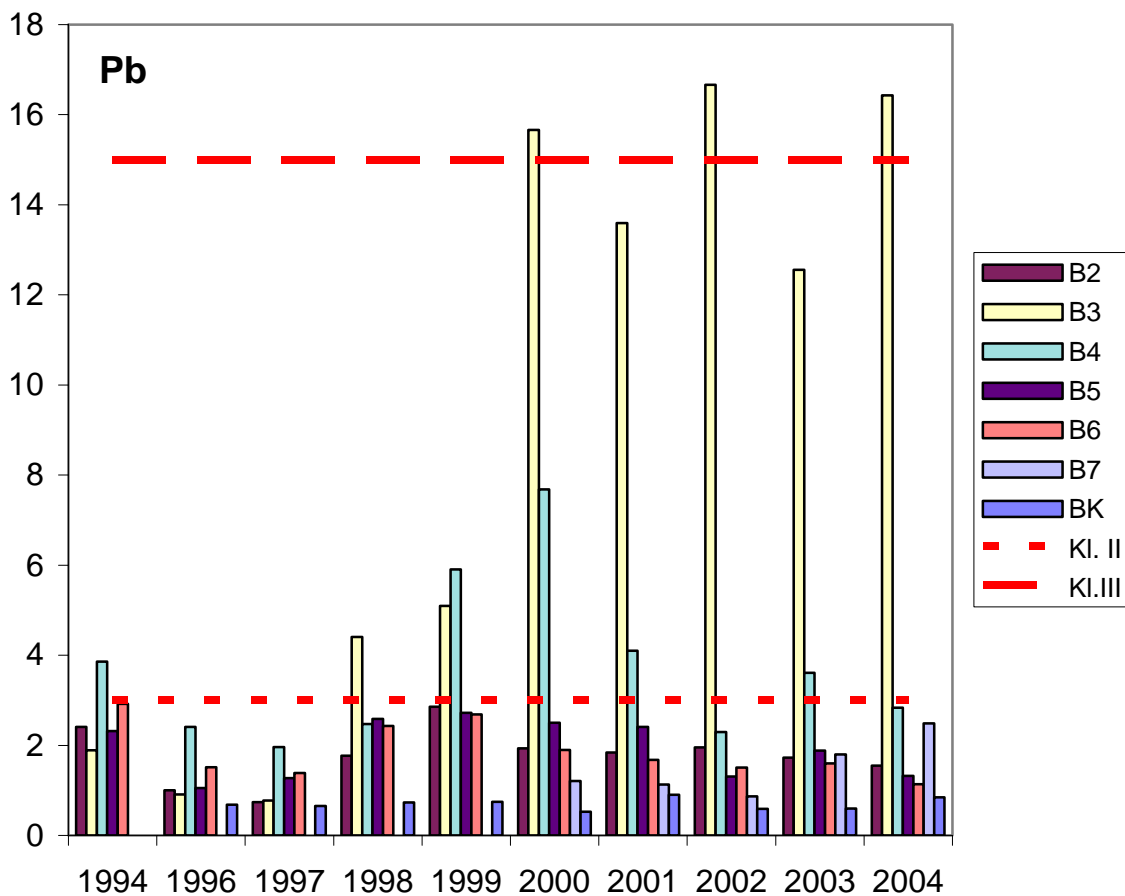
Figur 3. Nivåer av barium i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya samt på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis.



Figur 4. Utslipp av barium (kg Ba/år (okt.-sept.)) til sjøen fra NOAH AS anlegg på Langøya. Data fra NOAH AS.

Bly

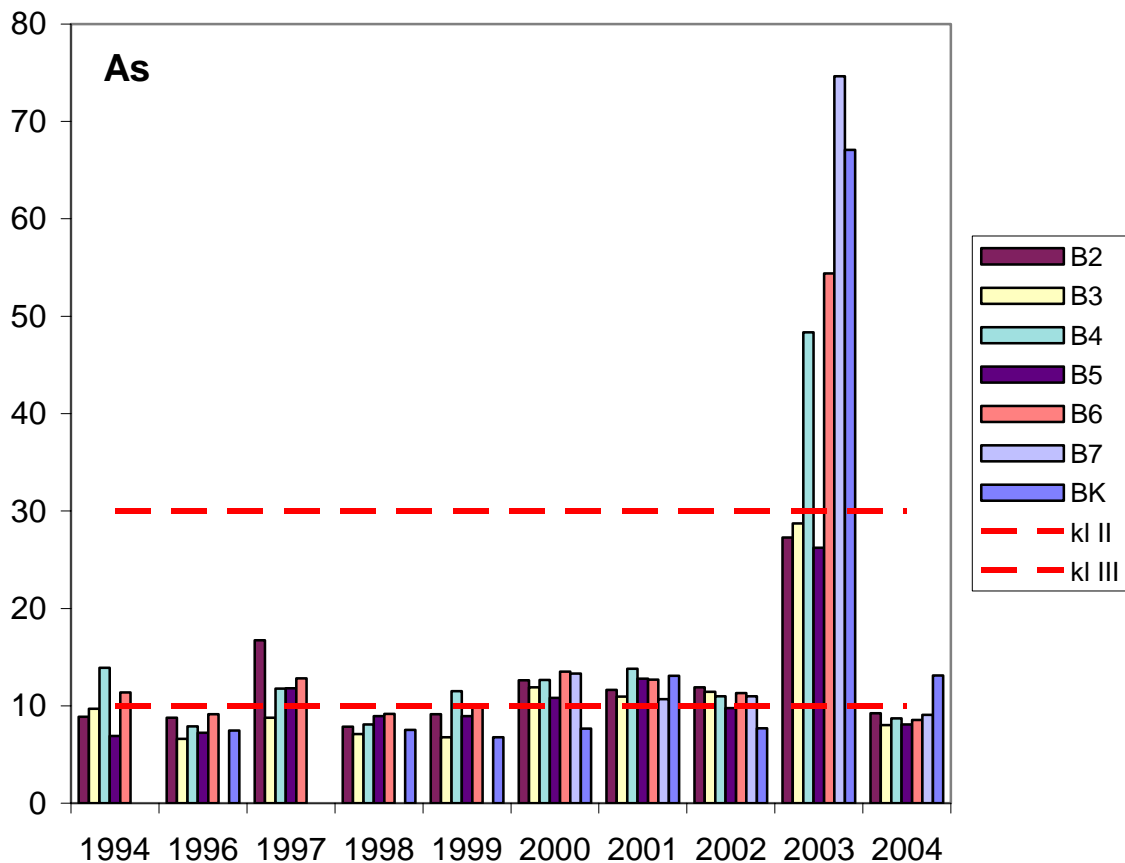
Blynivåene på stasjon B3 var i 2004 omtrent like høye som de fire foregående år (**Figur 5**). Skjellene kan her klassifiseres som markert forurenset av bly (Klasse III). Dette blir vurdert som et lokalt problem for denne stasjonen siden øvrige stasjoner viser langt lavere verdier. Det er ikke påvist bly i avløpsvannet fra Langøya siden 1999, bortsett fra 132,7 gram i august 2003 (**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 avløpsvannet 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 derfor den sannsynlige årsak til de høye verdier av bly som er blitt registrert siden 2000. Det er i 2004 gjennomført tiltak for å redusere lossespill. Forholdene rundt stasjon B3 ble nærmere undersøkt i 2003 og 2004 og resultatene er presentert i kapittel 3.4. Blynivåene har gjennom hele perioden vært lavest i skjell fra kontrollstasjonen BK.



Figur 5. 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

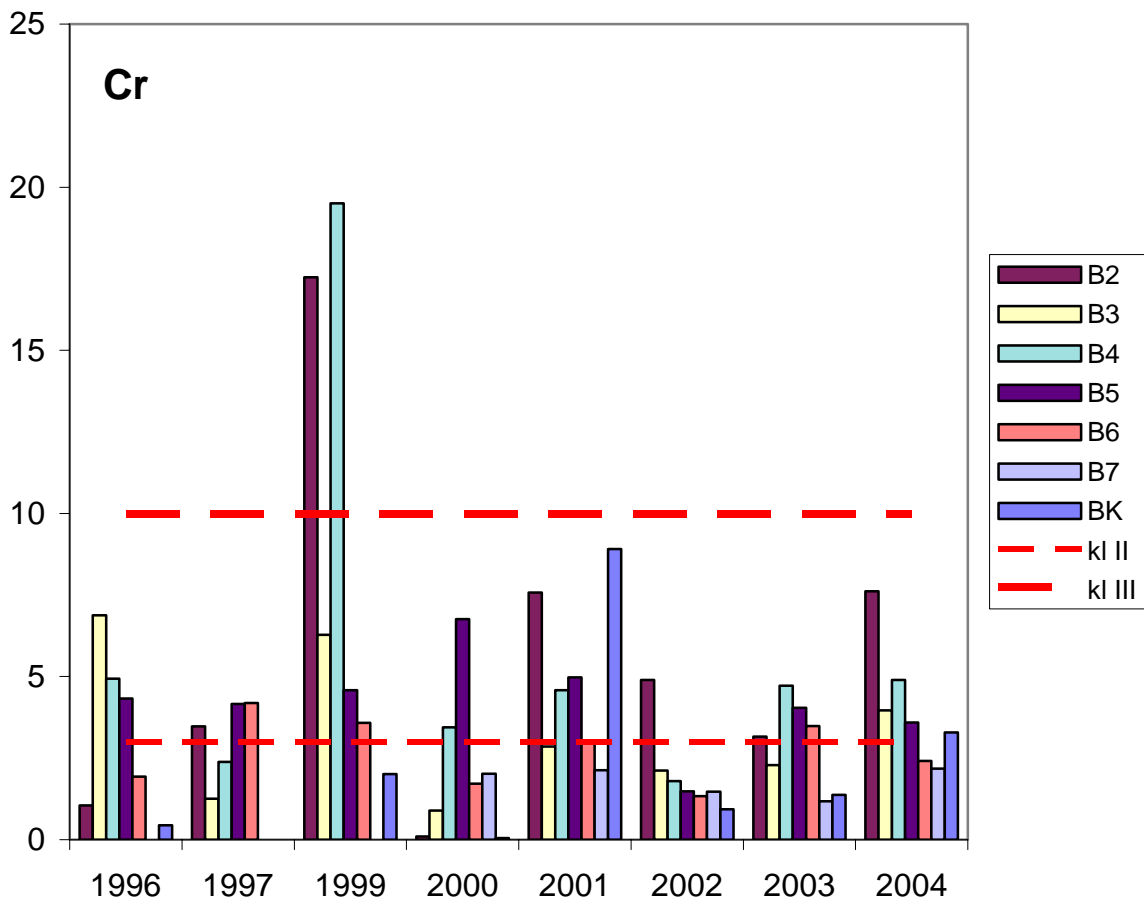
Nivåene av arsen var kun moderat forhøyet (Klasse II) på kontrollstasjonen (BK) i 2004, mens nivåene var langt høyere på samtlige stasjoner i 2003 (*Figur 6*). Av ukjent grunn har kontrollstasjonen på Mølen (BK) hatt høyere nivåer enn Langøyastasjonene i 2003 og 2004. Mulodden (B7) hadde også høyere arsennivå enn Langøyastasjonene i 2003. 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 avløpsvannet siden september 1998, til sammen kun 0,46 kg. De høye arsennivåene på kontrollstasjonen (BK) og på Mulodden (B7) 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 6. 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 tørrvektsbasis. De stiplede strekene markerer skille mellom tilstandsklasse I og II, samt II og III (Molvær et al. 1997).

Krom

Stasjon B2, B4, B5 og BK hadde forhøyede nivåer av krom i 2004 (klasse II, *Figur 7*). Det var kun en av de tre parallellene som var forhøyet på BK, de andre to hadde lave verdier (*Tabell 4*). De høye verdiene som ble registrert på kontrollstasjonen (BK) i 2001 er vanskelige å forklare. I 2002, 2003 og 2004 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 fra 2003 og 2004 har brutt denne trenden. Ingen stasjoner har de siste fire år vært markert forurenset slik som i 1999. Det har ikke vært registrert krom i avløpsvannet fra Langøya i perioden oktober 1999 til september 2004. Resultatene antyder imidlertid at Langøya er en kromkilde til blåskjellene som vokser ved Langøya.



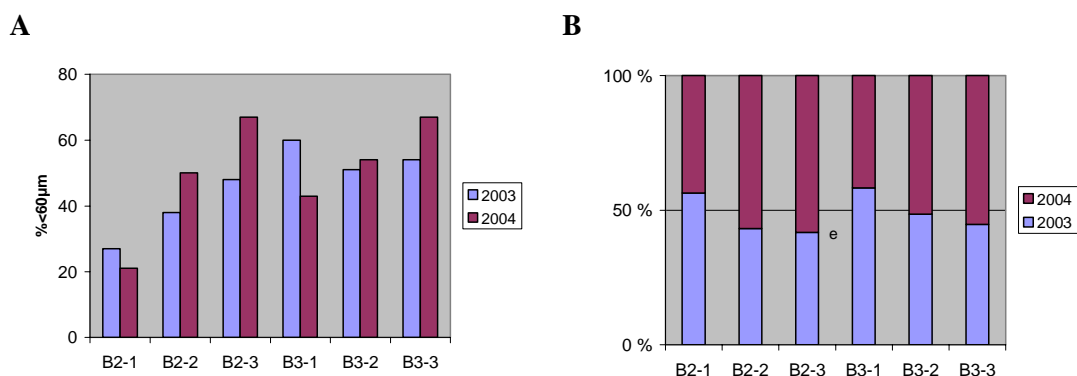
Figur 7. Nivåer av krom i blåskjell fra 6 stasjoner i området rundt Langøya og på kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. De stiplede strekene markerer skille mellom hhv. tilstandsklasse I - II, og II - III (Molvær et al. 1997).

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, men med langt lavere konsentrasjoner i 2004 enn i 2003 (*Tabell 6*). Nivåene av barium var derimot langt høyere enn i 2003. 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 fra 2003 og 2004. 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 og 2004 ser en imidlertid at den relative forskjellen er forholdsvis beskjedne (*Figur 8b*) og at det derfor er forsvarlig å sammenligne 2003 med 2004.

I *Figur 8* 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 8. Andel finpartikler ($\% < 60\mu\text{m}$) i sedimentprøver fra Langøya tatt i 2003 og 2004.

Den nye blåskjellstasjonen B3b, som ligger et lite stykke sør for B3, viste klart lavere nivåer av kadmium og bly enn det B3 gjorde (*Tabell 4, Figur 9*). 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 juli 2004 samt i sedimenter samme år (hhv. *Figur 9* og *Tabell 6*), 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.

Tabell 6. Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold i sedimenter (0-2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i A) 2003 og B) 2004. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Barium inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering.

A)

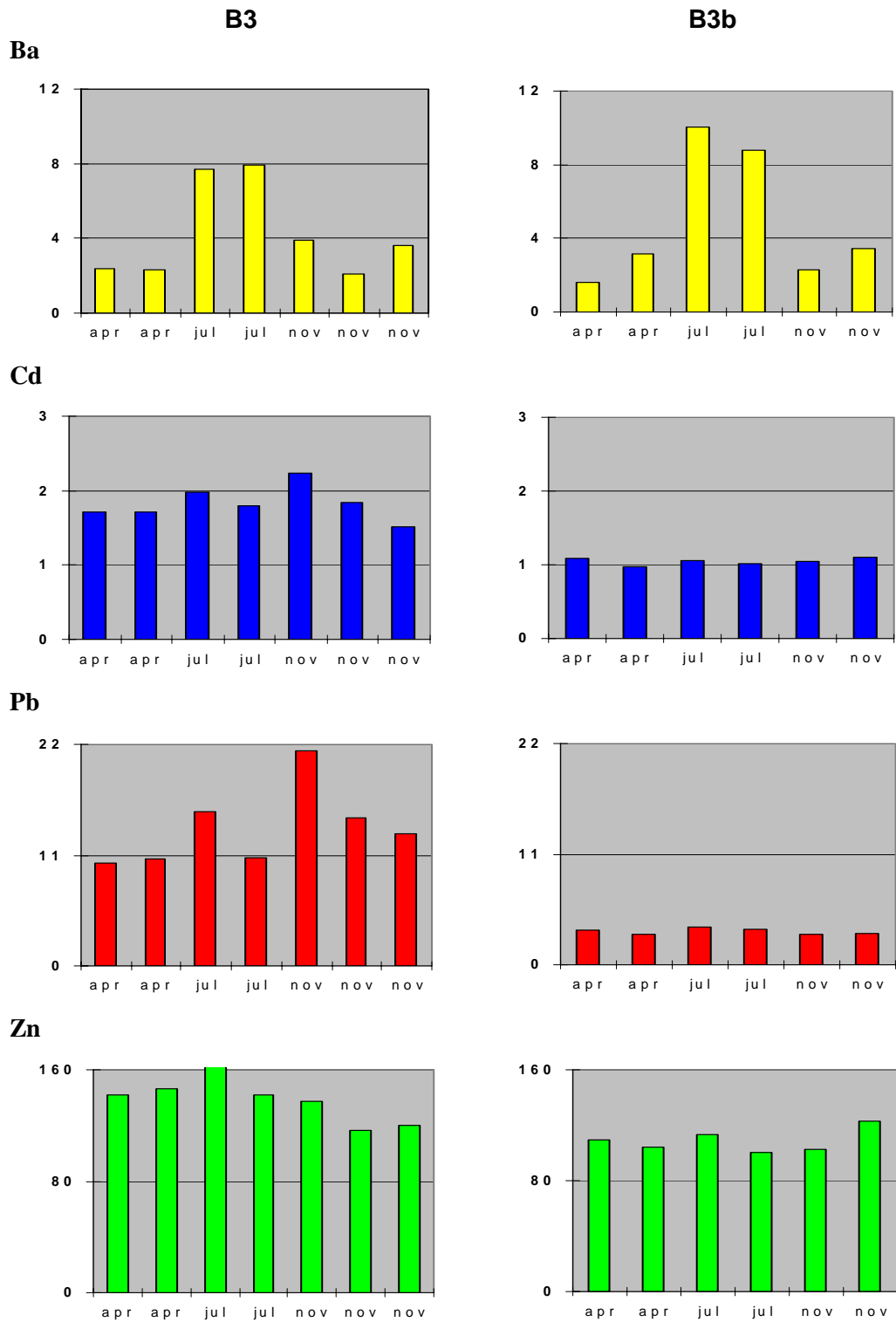
2003										
Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn
B2-1	30. okt.	10	28, 945	23, 807	58,2	27	42,1	0,24	13	52,0
B2-2	30. okt.	12	28, 948	23, 790	54,8	38	49,7	0,19	15	54,4
B2-3	30. okt.	15	28, 942	23, 778	53,5	48	98,9	0,16	20	72,6
B3-1	30. okt.	6	29, 450	22, 923	43,6	60 ¹⁾	339	78,5	2410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

¹⁾ 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
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

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

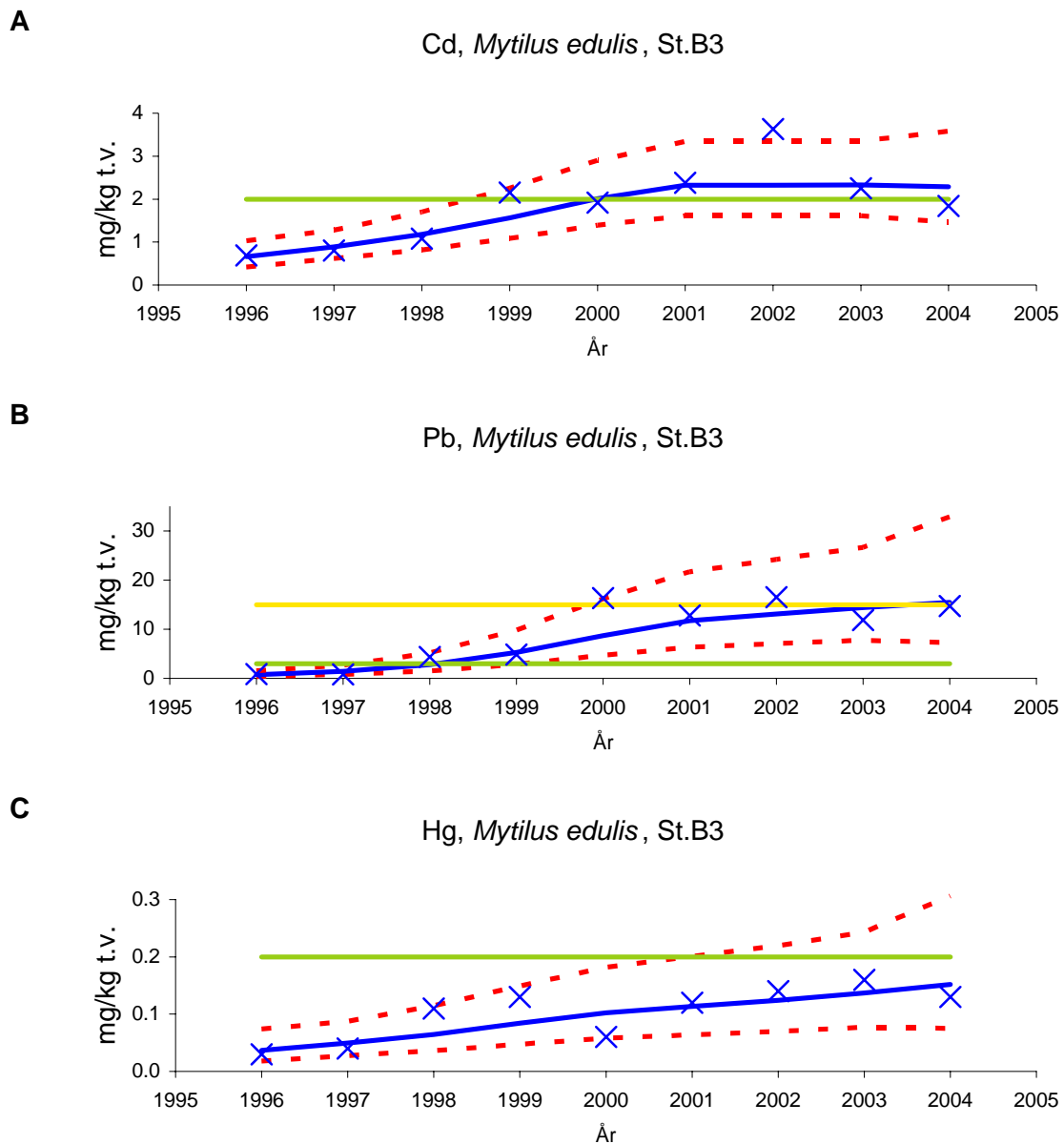


Figur 9. Innhold av barium, kadmium, bly og sink i blåskjell fra stasjon B3 og B3b i april, juli og november 2004 (mg/kg tørrvekt, n=2 (n=3 for B3 i november)).

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 = 11 år), bly (15 år), og kvikksølv (14 år) vist en trend med økende nivåer gjennom undersøkelsesperioden (**Figur 10**). Konsentrasjoner av kadmium (for en replikat) og bly forekommer med overkonsentrasjoner på denne stasjonen. Konsentrasjonene av kvikksølv har med få unntak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg den oppadgående trenden. Ingen nedadgående trender har blitt registrert, men medianen av kadmium og bly har ikke økt siden 2002. Krom forekom med overkonsentrasjoner (SFT klasse II) i 2004, men ingen trend ble registrert.



Figur 10. 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 tilsvarer 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.

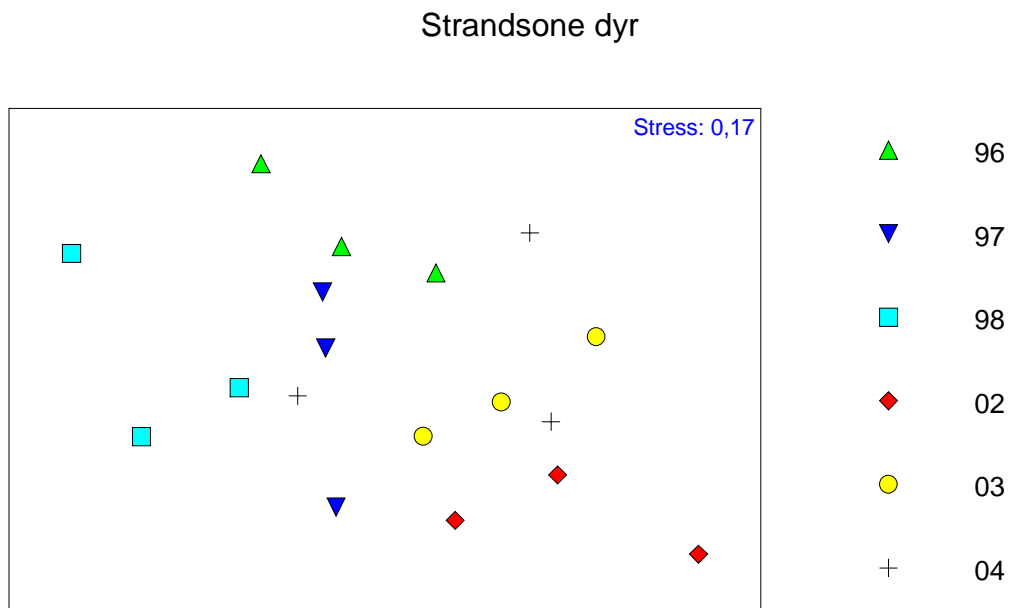
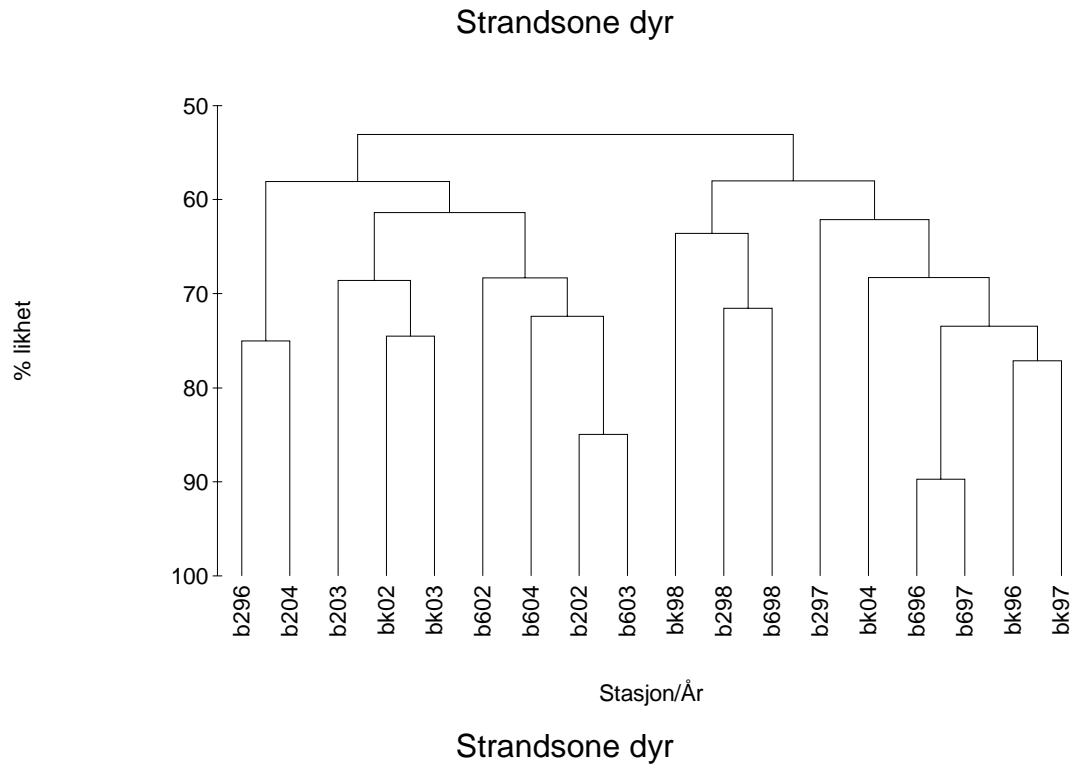
Sammenhengen mellom observerte endringer i samfunnssammensetning og årsaken til disse er ofte uklare. En vet at svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødslingseffekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begünstiget 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. 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 2003 er gitt i **Tabell 7**.

Flest taxa av dyr og alger ble registrert på kontrollstasjonen på Mølen (BK). Stasjon B2, sør på Langøya, var den fattigste av de tre stasjonene. 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 begünstiger 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.

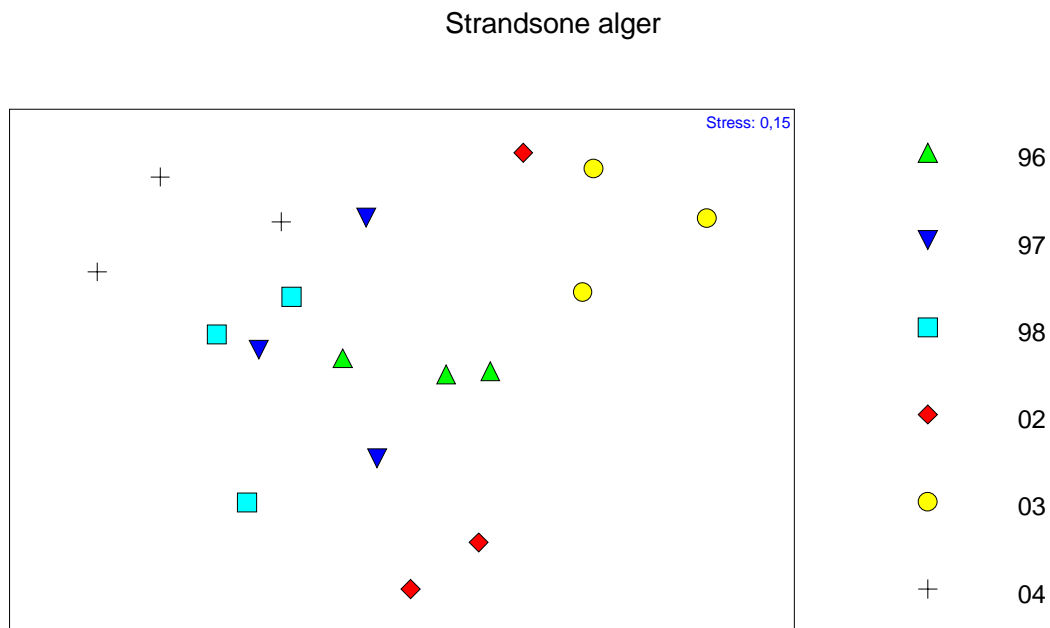
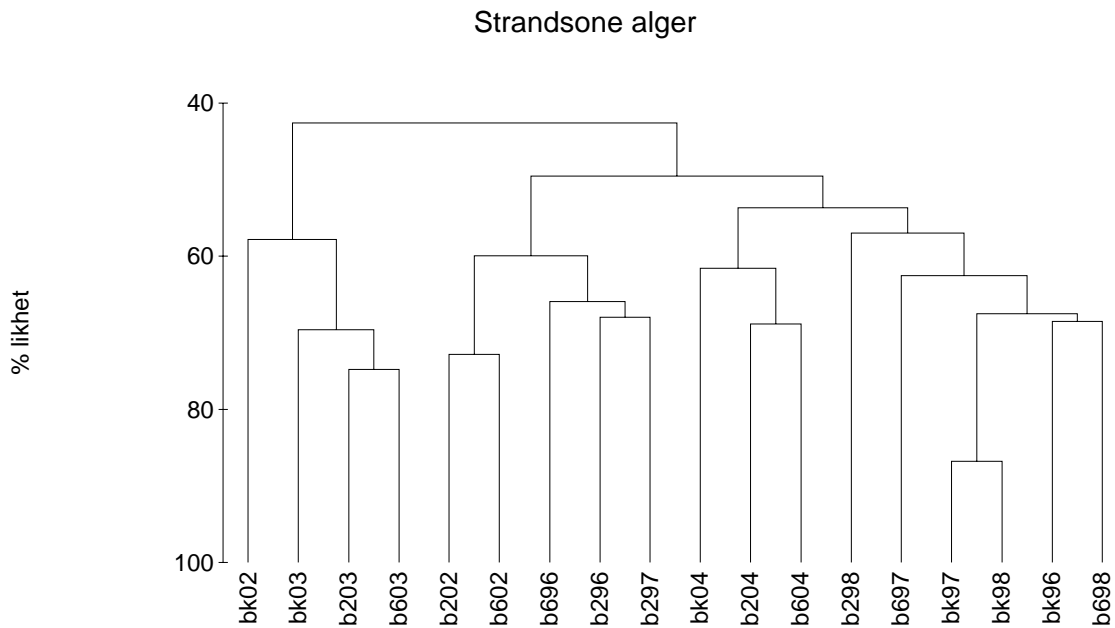
Tabell 7. Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 2004. Basert på semikvantitativ registrering (se metodekapittel). Verdiene er χ^2 transformert: 1 = enkelt funn, 4 = spredt forekomst, 9 = vanlig forekomst, 16 = dominerende forekomst.

Dyr	BK04	B204	B604	Alger	BK04	B204	B604
Alcyonidium gelatinosum	4	1	4	Ahnfeltia plicata	9	9	9
Asterias rubens	4			Audouiniella sp.	4		
Asterias rubens juv.	1	1		Broggiartella byssoides	9		
Balanus balanoides	9	4	4	cf. Callithamnion corymbosum	9	4	
Balanus improvisus		4	4	Ceramium spp.	9	4	9
Botryllus schlosseri	1			Dasya baillouviana	4		
Campanularia johnstoni	4		1	Chaetomorpha linum			9
Carcinus maenas	4		1	Chondrus crispus	9	4	9
Dynamena pumila	9			Cladophora rupestris		4	9
Electra pilosa	9	4	4	Cladophora sp.		1	
Electra crustulenta	4		9	Cruoria pellita			9
Laomedea geniculata	9	4	1	Dumontia contorta	9	4	4
Littorina littorea	9	16	9	Ectocarpus sp.	4	1	1
Littorina obtusata	1			Elachista fucicola	4	4	4
Littorina saxatilis	9	4	4	Enteromorpha sp.	4		
Metridium senile pallidus	4			Fucus serratus	16	16	16
Mytilus edulis	9	16	9	Fucus vesiculosus	9	16	16
				Furcellaria/Polyides			9
				Grønt i Balanus			9
				Hildenbrandia rubra	4	9	9
				Phymatolithon lenormandii		1	
				Polysiphonia fibrillosa	4	4	4
				Polysiphonia urceolata	9		4
				Porphyra sp.	4		
				Ralfsia	9		9
				Sphacelaria cirrosa	1		
				Ulothrix/Urospora	9	9	16
				Ulva lactuca	4		
				Verrucaria maura	9		9
				Zostera marina			16
antall taxa:	16	9	11		22	15	20

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%, ref. **Tabell 10**), men at prøvene fra 1996-1998 og 2002-2004 kan samles i hver sin hovedgruppe (**Figur 11**). Prøvene fra 1998 danner en egen undergruppe. Algesamfunnene danner to hovedgrupper; den ene består av 2003, inkludert kontrollstasjonen BK 2002, og den andre av resterende prøver. Variasjonen mellom stasjonene innenfor et år kan være stor, for eksempel i 1997 og 2002. Årets undersøkelse (2004) danner en ganske tydelig egen undergruppe som er mer lik 1997 og 1998 enn de øvrige årene.



Figur 11. Dendrogram og MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på stasjonene B2, B6 på Langøya samt BK på Mølen for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003 og 2004. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.



Figur 12. Dendrogram og MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra på stasjonene B2, B6 på Langøya samt BK på Mølen for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003 og 2004. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

De fire mest karakteristiske dyr- og algertene i 1996-98 og 2002-04 er vist i hhv. **Tabell 8** og **Tabell 9**. Blant dyrene var det rur (*Balanus crenatus*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og liten strandsnegl (*Littorina saxatilis*) som hadde mest betydning for at 2002-04 skilte seg ut fra 1996-98 (**Tabell 10**). 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. Mindre mengder av brunalgen (*Fucus evanescens*) og skorpedannende rødalger (*Corallinacea*) bidrar sterkest til ulikheten mellom 1996-98 og 2002-04 (Tabell 11). Gjelvtangen 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. Skorpedannende rødalger kan ha blitt oversett i 2004. Dette vil bli fulgt opp i 2005.

Tabell 8. De 4 mest karakteristiske dyrene ved registreringene i 1996-98 og ved registreringene i 2002-04.

	1990-årene	Sn. forekomst	2002-04	Sn. forekomst
1	<i>Littorina littorea</i>	9,00	<i>Littorina littorea</i>	12,11
2	<i>Mytilus edulis</i>	8,11	<i>Mytilus edulis</i>	10,56
3	<i>Balanus balanoides</i>	6,78	<i>Balanus balanoides</i>	5,22
4	<i>Electra pilosa</i>	6,78	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4,22

Tabell 9. De 4 mest karakteristiske algene ved registreringene i 1996-98 og ved registreringene i 2002-04.

	1990-årene	Sn. forekomst	2002-04	Sn. forekomst
1	<i>Fucus serratus</i>	16,00	<i>Fucus serratus</i>	13,67
2	<i>Fucus vesiculosus</i>	12,11	<i>Fucus vesiculosus</i>	12,11
3	<i>Corallinacea</i> indet.	8,67	<i>Hildenbrandia rubra</i>	5,67
4	<i>Chondrus crispus</i>	7,33	<i>Chondrus crispus</i>	4,22

Tabell 10. Viser hvilken arter/taxa av dyr som bidrar til ulikheten mellom registreringene i 1996-98 og 2002-04. Gjennomsnittlig ulikhet mellom periodene = 46,24%.

Taxa	1990s Sn. forekomst	2000s Sn. forekomst	Contrib%
<i>Balanus crenatus</i>	0,00	7,00	11,48
<i>Mytilus edulis</i>	8,11	10,56	6,05
<i>Littorina saxatilis</i>	2,89	3,78	5,87
<i>Electra crustulenta</i>	0,00	3,33	5,87
<i>Electra pilosa</i>	6,78	4,11	5,30
<i>Asterias rubens</i> juv.	3,33	0,22	5,20
<i>Balanus balanoides</i>	6,78	5,22	5,09
<i>Littorina littorea</i>	9,00	12,11	4,95

Tabell 11. Viser hvilken arter/taxa av alger som bidrar til ulikheten mellom registreringene i 1996-98 og 2002-04. Gjennomsnittlig ulikhet mellom periodene = 51,55%.

Taxa	1990s Sn. forekomst	2000s Sn. forekomst	Contrib%
<i>Fucus</i> cf. <i>evanescens</i>	6,67	1,11	5,87
<i>Corallinacea</i> indet.	8,67	4,78	5,84
Diatome på fjell	3,78	3,56	5,38
<i>Ceramium</i> spp.	7,11	3,56	5,38
<i>Hildenbrandia rubra</i>	4,78	5,67	4,72
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	4,89	0,00	4,41
<i>Furcellaria/Polyides</i>	4,89	1,11	4,39
<i>Ahnfeltia plicata</i>	5,44	4,11	3,86

Det må påpekes at registreringene av algene i 2002 og 2003 ble gjort av en zoolog, mens det ellers har vært en botaniker som har gjort registreringene. Dette vil sannsynligvis bety at små og sjeldne arter ikke er like godt registrert i 2002 og 2003. Noe av forskjellene i forekomst av alger mellom stasjoner og år kan derfor forklares utfra taxonomisk kompetanse hos observatøren. 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.

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., Hackett B. & Ø. Sætra, 1997. Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangeren. 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.

Næs K. et al., 2002. Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport: 849/02. TA-nummer: 1885/2002.

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.

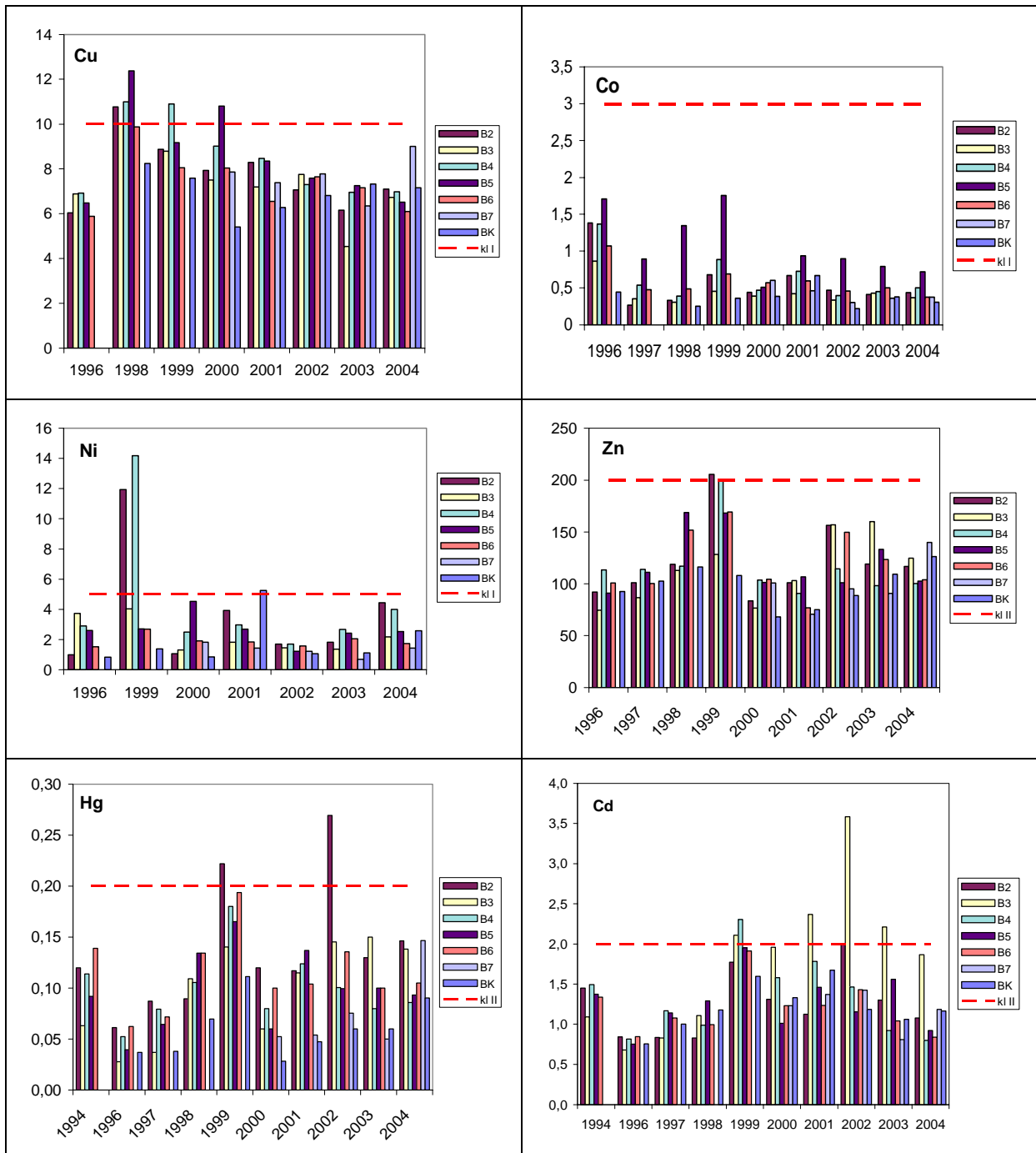
Walday M., Kroglund T. & T. Chr. Mortensen, 2003. Overvåking NOAH Langøya 2002. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4701-2003. 33s.

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.

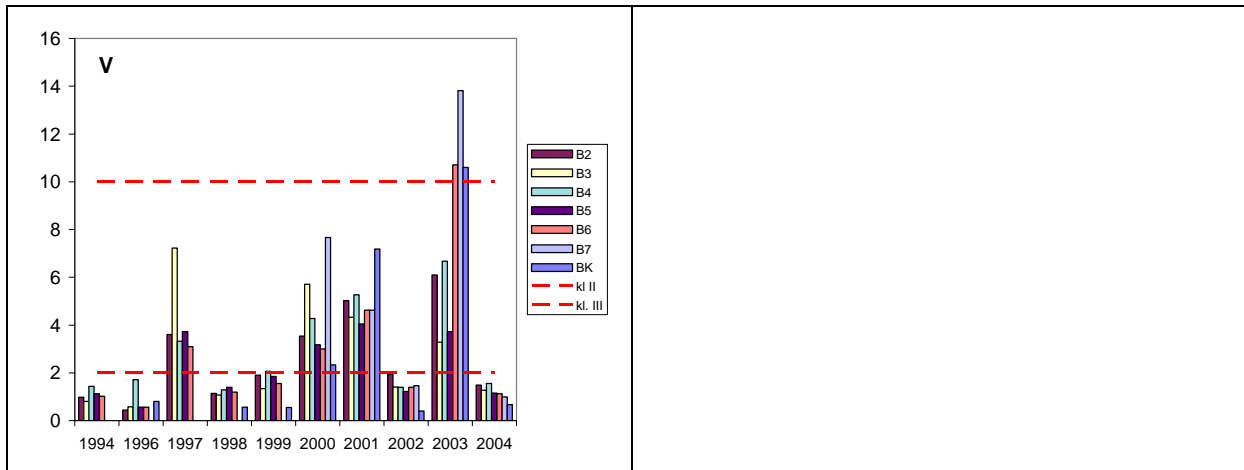
Personlige meddelelser

Sverreson T., NOAH AS, Langøya

Vedlegg A.



Figur 13. Konsentrasjoner av kopper (Cu), kobolt (Co), nikkel (Ni), sink (Zn), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) i blåskjell fra 7 stasjoner i området rundt Langøya og kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. Den stiplede streken markerer skillet mellom tilstandsklasse I og II (Molvær et al. 1997).



Figur 14. Konsentrasjoner av vanadium (V) i blåskjell fra 7 stasjoner i området rundt Langøya og kontrollstasjonen BK. Gjennomsnitt av tre parallelle prøver uttrykt i mg/kg på tørrvektsbasis. Den stiplede streken markerer skillet mellom tilstandsklasse I og II (Molvær et al. 1997).

Vedlegg B.

Tabell 12. 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
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
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
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
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
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
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
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
Zn96	92,0538	6,83649	74,4857	4,95534	113,446	11,6454

Metall/ år	B2 Langøya		B3 Langøya		B4 Langøya	
	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik	Gj.snitt	St.avvik
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
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
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
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

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
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
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
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
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
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

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
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
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
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
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
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
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
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

Vedlegg C.

Tabell 13. Taxa av alger og dyr registrert ved strandsonundersøkelsene på kontrollstasjonen (BK) på Mølen og stasjon B2 og B6 på Langøya i 1996, 1997, 1998, 2002, 2003 og 2004. Mengde er registrert som 1= enkelt funn, 4= spredte funn, 9= vanlig forekommende og 16=dominerende forekomst.

Taxa alger	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	b298	b698	bk98	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604
Ahnfeltia plicata	9	1	4	9	4	4	-	9	9	4	-	4	1	-	1	9	9	9
Audouiniella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Brogniartella byssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
Bryopsis plumosa	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Callithamnion corymbosum	-	-	-	9	1	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	9	4	-
Ceramium spp.	9	-	1	16	4	-	9	9	16	-	-	4	1	4	1	9	4	9
Dasya baillouviana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Phyllophora spp.	-	-	-	4	-	-	-	-	9	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha linum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Chaetomorpha mediteranea	-	-	-	-	-	-	9	9	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	4	9	9	4	-	-	4	4	4	9	4	9
Chorda filum	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chordaria flagelliformis	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora rupestris	4	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	4	9
Cladophora sp.	1	4	4	1	9	-	4	-	-	-	1	4	-	-	-	-	1	-
Corallinaceae (røde skorper)	9	16	4	9	4	9	9	9	9	9	-	-	9	9	16	-	-	-
Cruoria pellita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Cyanophyceae indet, på tang	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
diatome-kjede på fjell	4	-	4	-	9	4	9	-	4	-	16	16	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	1	-	1	4	1	4	4	9	9	-	-	-	1	1	-	9	4	4
Ectocarpus sp.	4	1	4	4	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4	1	1
Elachista fucicola	4	1	-	4	-	-	9	4	4	4	4	4	-	-	-	4	4	4
Enteromorpha sp.	4	-	1	9	4	1	4	4	9	-	9	1	4	4	1	4	-	-
Fucus cf. evanescens	4	9	-	9	16	4	9	-	9	-	9	1	-	-	-	-	-	-
Fucus juv.	9	4	4	4	4	4	9	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-

Taxa alger	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	b298	b698	bk98	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604
<i>Fucus serratus</i>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	9	16	16	9	16	9	16	16	16
<i>Fucus spiralis</i>	-	-	-	-	9	16	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	9	16	16	9	16	9	9	16	9	9	16	16	9	9	9	9	16	16
<i>Furcellaria/Polyides</i>	4	4	1	4	4	9	-	9	9	-	-	1	-	-	-	-	-	9
Grønt i Balanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Grønt på fjell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4	4	-	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	4	4	9	4	9	-	4	9	16	4	-	9	-	-	4	9	9
<i>Laminaria saccharina</i> juv.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Petalonia fascia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
cf. <i>Polyides rotundus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-
<i>Pilayella littoralis</i>	-	-	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	4	-	4	1	-	9	9	4	4	-	-	-	-	-	-	4	4	4
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	9	4	-	9	4	4	1	4	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia urceolata</i>	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4	9	-	4
<i>Porphyra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Ralfsia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9
<i>Rhizoclonium implexum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodomela confervoides</i>	-	-	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Spirulina subsalsa</i>	-	-	-	-	4	-	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spongomorpha aerugi/pallida</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix/Urospora</i>	-	-	-	4	4	4	-	-	9	-	-	-	-	-	-	9	9	16
<i>Ulva lactuca</i>	-	-	-	4	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Verrucaria maura</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9
<i>Zostera marina</i>	-	-	9	-	4	9	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16

Taxa dyr	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604
<i>Acmaea</i> sp.	4	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
<i>Asterias rubens</i>	4	1	4	4	4	4	-	1	1	1	-	-	4	1	4	4	-	-
<i>Asterias rubens</i> juv.	4	4	4	4	1	4	4	1	4	-	-	-	-	-	-	1	1	-

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