



RAPPORT LNR 5477-2007

## Overvåking NOAH Langøya 2006

Strandsoneregistreringer samt  
miljøgifter i blåskjell og  
sedimenter

**Hovedkontor**

Gaustadalleen 21  
0349 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) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**Midt-Norge**

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

Tittel Overvåking NOAH Langøya 2006. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter	Løpenr. (for bestilling) 5477-2007	Dato 29.08.2007
	Prosjektnr. Undernr. 26154/27259	Sider Pris 56
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/Marit Læg Reid	Oppdragsreferanse 1069-1
---	-----------------------------

**Sammendrag**

Siden overvåkingen utenfor NOAHs behandlingsanlegg for farlig avfall på Langøya i Oslofjorden startet i 1994 har analyser av miljøgifter i blåskjell og sedimenter i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området. Bly, arsen, vanadium og krom var de metaller som ble observert med forhøyede nivåer i flest av skjellprøvene tatt i 2006. Forurensningsnivået var for det meste moderat, unntatt for krom på to stasjoner nord for utslippet (B4 og B5) hvor en av parallellprøvene på hver av stasjonene var markert forurenset. På stasjonen sydøst for utslippet ved bulk-kaia (B3) var samtlige prøver moderat forurenset av bly. Dette metallet har siden 1998 forekommet med overkonsentrasjoner i blåskjell utenfor 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. Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell var generelt lavt i 2006, men det ble funnet høye konsentrasjoner på B3 og det var særlig tjærestoffer som forekom med høye verdier (sterkt forurenset). Skjell fra kontrollstasjonen på Mølen (BK) var moderat forurenset av tjærestoffer. Tilstanden på de dype sedimentstasjonene var god, det vil si med moderat forurensning fra bly og nikkel i mange av prøvene. Bortsett fra meget høye verdier av TBT i sedimentene var konsentrasjonene av organiske miljøgifter lavere eller omtrent lik med resultatene fra 2001. Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya i 2006

<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

Jarle Nygard  
Fag- og markedsdirektør

## **Overvåking NOAH Langøya 2006**

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 bedriftens anlegg for farlig avfall på Langøya.

Kontaktperson hos NOAH har vært Trygve Sverreson.

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i april, august og november 2006.

Sedimenter fra dypere vann ble samlet inn av Merete Schøyen (NIVA) i august 2006. Prøvetakingen ble gjennomført fra forskningsfartøyet ”Trygve Braarud” tilhørende Universitetet i Oslo.

Hovedinnsamling av blåskjell, sedimentinnsamling på grunt vann og strandsoneregistreringer ble utført av Are Pedersen og Mats Walday (NIVA) i oktober 2006.

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 og Ling Shi ved 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, 29. august 2007

*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	13
2.4 Databearbeiding	13
<b>3. Resultater</b>	<b>14</b>
3.1 Metaller i blåskjell	15
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	17
3.3 Metaller i sedimenter	18
3.4 Gradienter og utvikling i blåskjell	21
3.5 Supplerende undersøkelser utenfor bulk-kai (stasjon B3)	28
3.6 Strandsoneregistreringer	31
<b>4. Referanser</b>	<b>35</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>37</b>
<b>Vedlegg C.</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg D.</b>	<b>52</b>

---

## Sammendrag

NOAH Holding AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. NIVA utførte i 1994 en orienterende undersøkelse i området og har siden 1996 på oppdrag for NOAH utført årlige undersøkelser av den marine resipienten utenfor anlegget på Langøya. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2006 presentert og sammenlignet med de tidligere undersøkelsene.

Undersøkelsene har omfattet analyse av 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 grunt vann på vestsiden av Langøya, samt fra 7 stasjoner på dypere vann, inkludert en referansestasjon lenger øst i Breiangen.

Det ble videre foretatt registreringer av alger og dyr på tre strandsonestasjoner.

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 og var i 2006 større i sedimentene enn i blåskjellene. Dette er indikasjoner på at tiltakene mot spill ved lossing av avfall har vært vellykket. På stasjonene BK på Mølen og B7 ved Mulodden viste nesten samtlige prøver ubetydelig – lite forurenset tilstand.

Bly, arsen, vanadium og krom var de metaller som ble funnet forhøyet i flest av blåskjellprøvene. For det meste var det moderat grad av forurensning, unntatt for krom på stasjon B4 og B5 hvor en av parallellprøvene på hver av stasjonene var markert forurenset. På B3 var samtlige prøver moderat forurenset av bly. Bly har siden 1998 forekommet med overkonsentrasjoner i blåskjell utenfor kaianlegget ved Langøya.

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell var generelt lavt i 2006, men det ble funnet høye konsentrasjoner på stasjon B3, særlig tjærestoffer som forekom med høye verdier (sterkt forurenset). Også på BK var det noe forhøyede konsentrasjoner av tjærestoffer (moderat forurenset).

Tilstanden på de dype sedimentstasjonene var god, men med moderat forurensning fra bly og nikkel i mange av prøvene. Bortsett fra meget høye verdier av TBT i sedimentene (ved Langøya meget sterkt forurenset), var konsentrasjonene av organiske miljøgifter lavere eller omtrent lik de verdier som ble funnet ved de forrige sedimentundersøkelsene på dypt vann i 2001.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya i 2006.

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 relativt lav forurensningsgrad dvs at området kunne klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset (Klasse I) ifølge

SFTs klassifiseringssystem. Overkonsentrasjoner av noen metaller indikerer likevel at en fremdeles 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*) and sediments were investigated by NIVA in 2006 as part of a monitoring programme in the marine recipient in the vicinity of a plant for receiving industrial waste on the island of Langøya in the Oslofjord. The plant is owned by NOAH Holding AS. A brief inspection of the area was performed 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 2006, mussels from the quay area were moderately polluted from Pb and Cr. 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. Lowest levels of metals were found at station B7 on the main land and the reference station (BK). The metals As, V, Ni and Cr were 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 generally slightly polluted from organic contaminants. Levels of TBT were, however, elevated at Langøya (B2) and the reference station. This is probably related to ships traffic and perhaps polluted sediments in yacht harbours. In addition, mussels from B3 (quay-area) were strongly polluted from PAH.

Sediments from the deeper areas around Langøya and the reference station (st. 7) were generally slightly polluted from metals, only levels of Pb and Ni indicated moderate pollution. Station 1 was, however, extremely polluted from TBT. The reference station was also polluted from TBT (severely). This is a deterioration since the last sediment investigation in 2001.

The investigation of the littoral communities from two stations on Langøya did not show 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 2006. Littoral communities and micropollutants in mussels and sediments

Year: 2006

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

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5212-5



# 1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya for å klarlegge om utslipp og aktiviteter på anlegget 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.

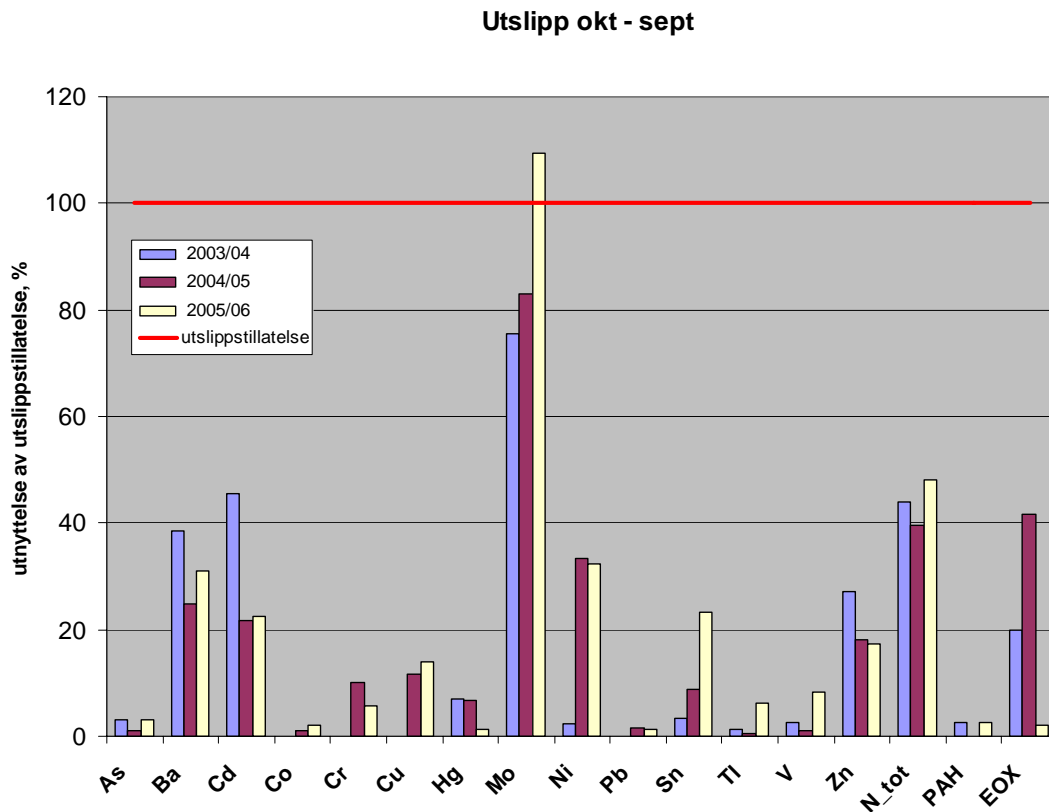
Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og slippes ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas døgnprøver hver uke for analyse av bl.a. metallinnhold 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 til miljøgiftovervåkning av marine sjøområder, både nasjonalt og internasjonalt. Fordelen med å undersøke fastsittende eller lite mobile organismer, er at de ikke kan unnsnippe 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, men over et lenger tidsperspektiv. Innholdet av miljøgifter i sedimentene er avhengig av tilførselene til resipienten samt avsetningsforholdene. Forekomst av miljøgifter i sediment er normalt knyttet til finfraksjonen. Et område som har grove sedimenter indikerer erosjonsbunn, eller transportbunn. For at miljøgiftene skal lagres i sedimentene er det derfor en forutsetning at området har sedimentasjonsbunn. I motsatt fall vil miljøgiftene transporteres ut av området. .

Via de løpende utslippsmålingene er det klart at det foregår en tilførsel av metaller fra Langøya til resipienten (**Tabell 1**). Tidligere observasjoner av metallinnholdet i blåskjell og sedimenter har imidlertid for det meste vist lave konsentrasjoner, 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, 2006). 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

NOAH-Langøya måler konsentrasjonene av blant annet metaller i sitt utslippsvann. Utslippsmengder pr. måned for de metaller som analyseres i blåskjell er vist i Tabell 1. Samlet mengde utslippsvann fra Langøya i perioden oktober 2005-september 2006 var 265 665 m<sup>3</sup>, dette er i samme størrelsesorden som i perioden oktober 2004-september 2005. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var for samtlige stoffer, unntatt molybden, innenfor konsesjonsgrensene (**Figur 1**).



**Figur 1.** Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2003/2004, 2004/2005 og 2005/2006. 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), koppar (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. 2005 til sep. 2006. 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.

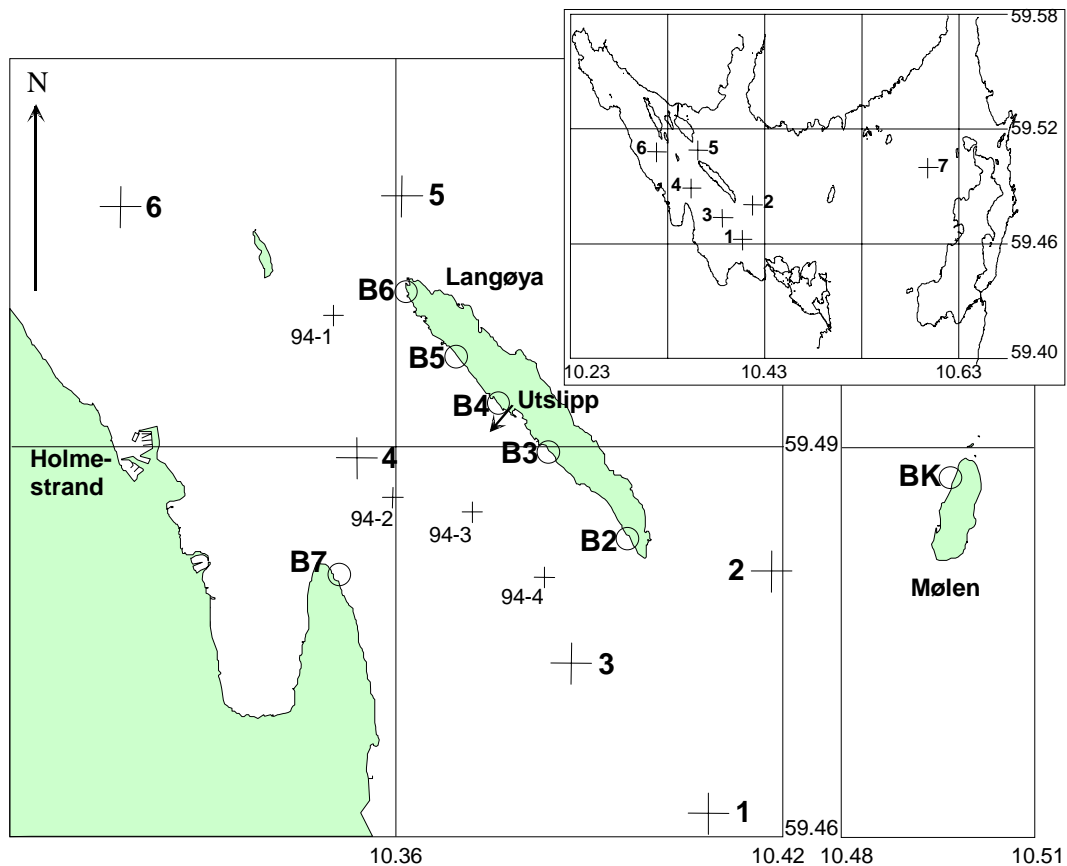
	QL mg/l	2005			2006					mai	juni	juli	aug	sep
		okt	nov	des	jan	feb	mars	apr						
As	0,02	31	30	155	93	28	62	u.d.	31	30	u.d.	u.d.	u.d.	
Ba	0,005	19809	9690	75640	34100	15400	34100	51000	24800	1200	u.d.	u.d.	6900	
Cd	0,002	961	60	620	124	28	u.d.	30	31	u.d.	u.d.	u.d.	30	
Co	0,02	u.d.	u.d.	62	31	u.d.	31	90	31	30	u.d.	u.d.	30	
Cr	0,02	u.d.	u.d.	496	124	28	62	60	31	u.d.	u.d.	u.d.	30	
Cu	0,02	434	60	1116	217	84	31	30	31	30	u.d.	u.d.	u.d.	
Mo	0,04	4030	3000	7130	4650	3080	6200	6600	2759	2520	u.d.	u.d.	540	
Ni	0,02	u.d.	u.d.	3100	930	308	527	1770	930	360	u.d.	u.d.	510	
Pb	0,04	u.d.	30	31	62	u.d.	u.d.	60	31	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	
V	0,02	u.d.	u.d.	620	62	28	93	30	u.d.	420	u.d.	u.d.	u.d.	
Zn	0,02	248	540	2046	713	168	155	6300	1488	60	u.d.	u.d.	900	
Hg	0,00001	3,1	u.d.	3,1	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	

## 2. Metodikk

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*), strandsoneregistreringer og sedimentprøvetaking ble gjennomført oktober 2006 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.

### 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 en lengde på 4-5 cm. Ved de supplerende innsamlinger på B3 og B3b ble det samlet inn 2 prøver. Blåskjell fra kontrollstasjonen blir samlet inn samtidig, men under et annet program (JAMP, cf. Green et al. 2001). Innsamling ble gjort i oktober 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 bestemt, 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 øverst til høyre). 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. 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 har avdekket ved stasjon B3 (cf. Kap. 3.5). Stasjon B2 ble prøvetatt som kontroll.

Sedimenter ble også samlet inn vha. kjerneprøvetaker fra dypere vann i akkumulasjonsområder. Det ble tatt 3 kjerner fra hver av stasjonene i august 2006. Informasjon om stasjoner og sedimentenes utseende er gitt i **Tabell 3**. Prøvene ble snittet med spesialtilpasset utstyr slik at overfatesedimentet (0-1 cm) kunne overføres til "pre-cleaned" 250 ml glassbeholdere (glødet ved 550°C) og frosset ned ved -25°C umiddelbart etter snitting. Alle prøver ble i frosset tilstand transportert til NIVA's laboratorium for analyse. Alle analyser ble utført på frysetørket sediment. De kjemiske analysene er utført på NIVAs laboratorium i Oslo, unntatt dioksiner og plane-PCB som er analysert på NILU. Analyse av organiske miljøgifter og TBT ble utført på parallellprøve 1 fra stasjon 1, og parallellprøve 1 fra kontrollstasjon 7. Stasjon 1 ble valgt fordi det er dypeste punkt i nærheten av Langøya.

**Tabell 3.** Stasjons- og sedimentbeskrivelser fra innsamlingen utenfor Langøya og ved Mølen 21. august 2006.

Stasjon	Pos. Nord	Pos. Øst	Vanndyp	Beskrivelse
1	59°27.112	10°23.696	125 m	Kjerne nr 1: 63,5 cm, brunt 2 cm topplag, bioturbert til 25 cm, grå myk leire under, myke sedimenter Kjerne nr 2: 48,5 cm, som forrige Kjerne nr 3: 60,5 cm, som forrige
2	59°28.822	10°25.020	114m	Kjerne nr 1: 52 cm, brunt topplag, rør på overflaten, bioturbert, grå leire under Kjerne nr 2: 51,5 cm, som forrige Kjerne nr 3: 49 cm, som forrige
3	59°28.410	10°23.190	97m	Kjerne nr 1: 54 cm, brunt 2 cm topplag, rør på overflaten, bioturbert øverste 20 cm, grå myk leire under Kjerne nr 2: 66 cm, som forrige Kjerne nr 3: 61 cm, som forrige
4	59°29.342	10°21.278	93m	Kjerne nr 1: 59 cm, olivenbrunt øvre par cm, bioturbert til 30 cm, rør på overflaten, brunlig og grålig ned til 30 cm, myk grå leire under Kjerne nr 2: 53 cm, som forrige Kjerne nr 3: 51 cm, som forrige
5	59°30.547.	10°21.660	103m	Kjerne nr 1: 53,5 cm, olivenbrunt 2 cm topplag, bioturbert, rør på overflaten, brunlig og grått ned til 30 cm, mer brunlig og grålig nedover Kjerne nr 2: 32,5 cm, porøst ned til 24 cm, synlig bioturbert, som forrige Kjerne nr 3: 47,5 cm, øverste 25 cm porøst, som forrige
6*	59°30.476	10°18.992	78,7m	Kjerne nr 1: 57,5 cm, brunt 2 cm topplag, tydelig bioturbert, rør på overflaten, brunlig og grått ned til 25 cm, myk grå leire nederst Kjerne nr 2: 44 cm, som forrige Kjerne nr 3: 60,5 cm, som forrige
7	59°30.688	10°35.421	134m	Kjerne nr 1: brunt 2 cm topplag, hoppekreps over overflaten, mange rør på overflaten, brunlig og grått øverste 20 cm, grå leire under myke sedimenter, bløtt topplag Kjerne nr 2: 53,5 cm, som forrige Kjerne nr 3: 53,5 cm, hvite skjellfragmenter i de øverste cm, som forrige

\*Flyttet ift 2001 pga kabel

## 2.3 Strandsoneregistrering

Strandsoneregistrering av bunnlevende hardbunnsorganismer ble utført på 3 av blåskjellstasjonene den 16. november (se Figur 2 og Tabell 2). Registreringen ble foretatt ved snorkling. Tilstedeværende arter av fastsittende alger og dyr ble registrert og mengdene anslått 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 4). For kobolt er "antatt høyt bakgrunnsnivå" (Klasse I) vist, mens det for barium i blåskjell ikke har vært mulig å fastsette bakgrunnsnivåer. Konsentrasjoner over øvre grense for Klasse I (overkonsentrasjoner) antyder at en påvirkning fra en eller flere punktkilder kan ha funnet sted.

**Tabell 4.** 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

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

**Tabell 5.** SFTs klassifikasjon av tilstand ut fra målinger i sediment. Kl. V (meget sterkt forurenset) 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.	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5
Kadmium	"	<0,25	0,25-1	1-5	5-10
Bly	"	<30	30-120	120-600	600-1500
Arsen	"	<20	20-80	80-400	400-1000
Nikkel	"	<30	30-130	130-600	600-1500
Kobber	"	<35	35-150	150-700	700-1500
Sink	"	<150	150-700	700-3000	3000-10000
Sølv	"	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10
Krom	"	<70	70-300	300-1500	1500-5000
Kobolt	"	<35			
Vanadium	"	<150			

### 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.

## 3. Resultater

*Flest blåskjellprøver med overkonsentrasjoner av metaller ble observert på stasjonene på Langøya. Skjellene ved Langøya var markert forurenset (SFT klasse III) av krom i en prøve på B4 og i en på B6. Skjellene var moderat forurenset (SFT klasse II) av arsen, krom, nikkel, bly og vanadium på flere av stasjonene ved Langøya. Stasjon B3 ved bulkkaia peker seg ut med overkonsentrasjoner av bly i samtlige prøver. Kontroll-stasjonen BK på Mølen og stasjon B7 ved Mulodden var minst forurenset, men begge hadde overkonsentrasjoner av vanadium.*

*Det var for det meste lave nivåer av organiske miljøgifter. Skjellene fra B3 var imidlertid sterkt forurenset av tjærestoffer (SFT klasse IV) og moderat av dioksiner, mens B2 var moderat forurenset av TBT. Kontroll-stasjonen var moderat forurenset av tjærestoffer og TBT.*

*Tilstanden på de dype sedimentstasjonene var god, men med moderat forurensning fra bly og nikkel i mange av prøvene. Bortsett fra meget høye verdier av TBT i sedimentene (ved Langøya meget sterkt forurenset), var konsentrasjonene av øvrige organiske miljøgifter lavere eller omtrent lik med 2001.*

*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 og gjelder primært sedimentene. Nivåene i blåskjell gir indikasjoner på at gjennomførte tiltak ved kaiområdet i forhold til spill har hatt positiv effekt.*

*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.*

### **3.1 Metaller i blåskjell**

Av 230 tilstandsklassifiserte prøver var 177 ubetydelig - lite forurenset (klasse I), 51 var moderat forurenset (klasse II) og 2 var markert forurenset (klasse III) (Tabell 6). Dette er en forbedring i forhold til 2005.

Stasjon B3 ved bulkkaia peker seg ut som stasjonen med flest overkonsentrasjoner av metaller i blåskjellene. Kontroll-stasjonen BK på Mølen og stasjon B7 ved Mulodden var minst forurenset, der viste nesten samtlige prøver ubetydelig – lite forurenset tilstand. Lossing av avfall ved bulkkaia er en mulig ekstra kilde for metallpåvirkning, hovedsakelig bly, 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 krom på stasjon B4 og B5 hvor en av prøvene var markert forurenset. På B3 var samtlige prøver moderat forurenset av bly.

Høyeste verdier av kobolt ble funnet på B5, slik det har vært gjort gjennom hele undersøkelsesperioden. Verdiene lå imidlertid i klasse I, ubetydelig – lite forurenset og var lavere enn i 2005 (Vedlegg C. Årsaken til at B5 har høyere verdier enn de andre stasjonene er ikke kjent, men kan skyldes lokale forhold.

Barium inngår ikke i klassifiseringssystemet, men det er verdt å merke seg at bariumnivåene var høye i 2005, men at de i 2006 var lavere og relativt lik med 2004 (Vedlegg C. )

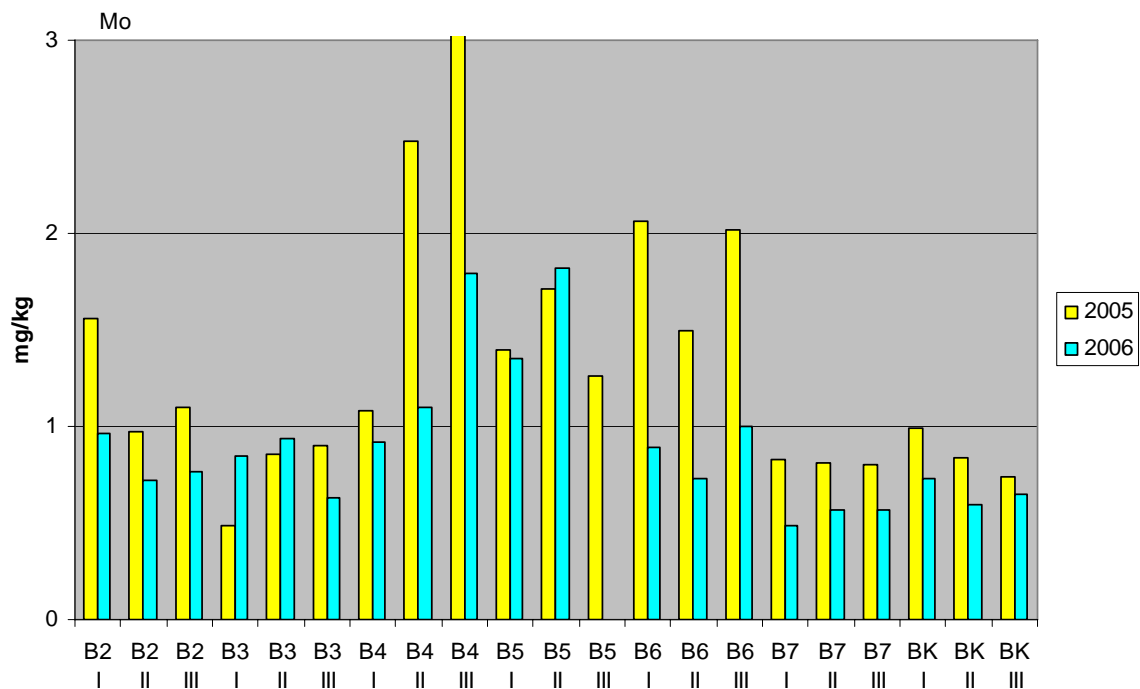
Analysene av molybden i blåskjell startet i 2005 så det er foreløpig ikke mulig å si noe sikkert om utviklingen. Nivåene var i 2006 generelt lavere enn i 2005, men fortsatt høyere på B4 og B5 enn på de øvrige stasjonene (**Figur 3.**)



**Tabell 6.** Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 7 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden, og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i november 2006 på B3 og B3b. 20 skjell fra hver prøve er analysert. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Barium inngår ikke i SFTs tilstands-klassifisering. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997).

Prøve	Tid	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
		mg/kg	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
B2 - 1	Nov	135	9,26	2,37	1,01	0,41	4,25	7,13	0,11	0,96	3,07	1,65	2,45	94
B2 - 2	Nov	139	8,71	2,04	1,00	0,35	2,45	7,41	0,10	0,72	1,67	1,63	2,39	91
B2 - 3	Nov	130	10,08	2,84	1,00	0,39	2,84	14,54	0,10	0,77	2,38	1,69	2,72	102
B3 - 1	Apr	151		9,01	1,66					0,85		10,26		153
B3 - 2	Apr	150		8,53	1,83					0,94		9,13		137
B3 - 1	Aug	147		2,62	1,97					0,63		8,78		141
B3 - 2	Aug	163		2,29	1,65					0,58		7,73		117
B3 - 1	Nov	142	7,68	3,30	1,65	0,44	3,51	6,72	0,10	0,65	2,08	6,98	1,77	117
B3 - 2	Nov	136	8,60	4,26	1,80	0,47	3,36	7,50	0,13	0,64	1,84	7,87	2,09	138
B3 - 3	Nov	170	6,29	3,79	1,29	0,38	4,11	7,00	0,08	0,68	2,42	5,25	1,51	91
B3b - 1	Apr	126		4,95	1,41					0,91		5,19		121
B3b - 2	Apr	121		4,34	1,50					1,02		5,08		117
B3b - 1	Aug	114		1,95	1,81					0,84		6,37		153
B3b - 2	Aug	124		1,96	2,02					0,97		7,41		152
B3b - 1	Nov	134		4,31	1,36					1,28		7,25		115
B3b - 2	Nov	133		5,83	1,24					0,96		6,52		120
B4 - 1	Nov	144	10,00	3,76	1,10	0,59	4,09	8,33	0,08	0,92	3,35	3,73	2,80	110
B4 - 2	Nov	144	8,75	4,27	1,03	0,51	5,17	7,50	0,08	1,10	3,97	3,30	2,94	99
B4 - 3	Nov	151	8,94	5,48	0,99	0,60	10,26	7,62	0,07	1,79	7,15	3,19	3,28	106
B5 - 1	Nov	123	11,22	4,49	1,36	0,71	0,80	8,11	0,15	1,35	5,02	3,02	2,50	137
B5 - 2	Nov	131	9,08	4,36	1,15	0,65	10,99	6,86	0,12	1,82	7,45	2,25	2,18	102
B6 - 1	Nov	128	12,81	3,38	1,51	0,53	2,73	8,13	0,13	0,89	2,20	2,00	2,65	100
B6 - 2	Nov	152	10,46	2,71	1,09	0,43	1,96	8,49	0,10	0,73	1,81	1,64	2,34	104
B6 - 3	Nov	151	10,07	3,17	1,05	0,47	4,05	7,81	0,09	1,00	2,98	1,84	2,34	103
B7 - 1	Nov	191	7,33	1,82	0,59	0,23	1,29	6,91	0,04	0,49	0,97	0,80	2,03	68
B7 - 2	Nov	174	7,99	2,02	0,79	0,30	1,56	6,90	0,05	0,57	1,19	1,04	2,78	96
B7 - 3	Nov	169	8,34	1,98	0,77	0,29	1,72	6,57	0,05	0,57	1,25	0,93	2,46	86
BK - 1	Nov	220	9,05	1,05	0,76	0,25	0,68	7,32	0,04	0,73	0,59	0,80	2,83	88
BK - 2	Nov	200	8,55	0,70	0,86	0,27	0,75	6,55	0,05	0,60	0,65	0,77	2,14	81
BK - 3	Nov	210	8,57	0,71	0,97	0,27	0,71	5,52	0,05	0,52	0,62	0,80	1,83	72

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



**Figur 3.** Konsentrasjoner av molybden i blåskjell ved stasjonene langs Langøya samt på B7 og kontrollstasjonen (BK) i 2005 og 2006.

### 3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell fra B2, B3 og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2006, men det ble funnet høye konsentrasjoner på B3 og det var særlig tjærestoffer som forekom i med høye verdier (Tabell 7).

TBT-innholdet var forhøyet slik som tidligere, og skjellene ved B2 og BK var moderat forurenset (klasse II). Skipstrafikk (bunnstoff) antas å være hovedårsak til forurensingen. Blåskjellene på B3 var som nevnt sterkt forurenset av tjærestoffer, også på BK var det noe forhøyede konsentrasjoner av tjærestoffer (Sum PAH). PAH stammer som oftest fra oljesøl og eksos. Dioxininnholdet var noe forhøyet i skjellene på B3 (klasse II), på B2 og BK var det en nedgang i dioxininnhold siden 2005. PCB-innholdet var i 2006 lavt (ubetydelig forurenset) på alle stasjoner og lavest på kontrollstasjonen. Innholdet av nonortho-PCB har gjennom perioden generelt vært noe høyere i blåskjell fra Langøya sammenlignet med kontrollstasjonen.

**Tabell 7.** 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. TBT på B3-06 ble ved feiltakelse ikke analysert.

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
B2-06	206	1,84	24,13	<0,5	1,36	0,17	1,43	0,09
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
B3 -06	-	125,1	572	16	3,28 <sup>1)</sup>	0,24	3,45 <sup>1)</sup>	0,15
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
BK -06	110	0,53	56,25 <sup>1)</sup>	<0,5	<1 <sup>1)</sup>	0,10	<1 <sup>1)</sup>	0,07

1) det knytter seg unormalt stor usikkerhet til verdien

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

### 3.3 Metaller i sedimenter

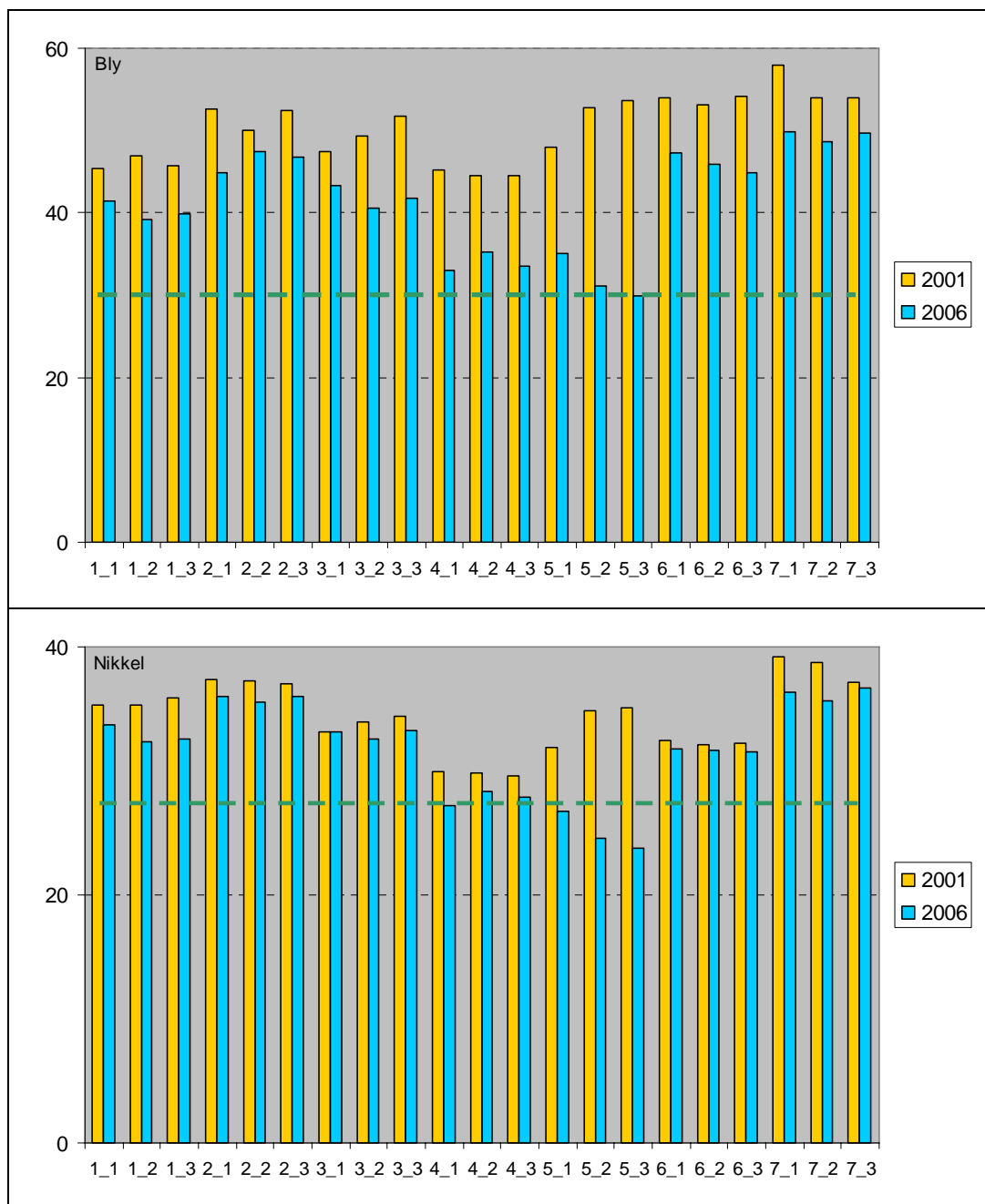
Konsentrasjonen av metaller var generelt lave på alle stasjoner og konsentrasjoner over tilstandsklasse II (modert forurenset) ble ikke observert. Bly forekom i klasse II "moderat forurenset" i samtlige sedimentprøver. Sedimentene var også moderat forurenset av nikkel på stasjon 1, 2, 3, 6 og 7 (**Tabell 8**). Stasjon 2 og 7 (kontrollstasjonen) hadde flest prøver med konsentrasjoner i tilstandsklasse II. For de fleste stasjonene/prøvene var tilstanden generelt god ("ubetydelig – lite forurenset").

Utviklingen for nikkel og bly siden prøvetakingen i 2001 er vist i **Figur 4**. Samtlige sedimentprøver hadde lavere innhold av disse to metallene i 2006 enn i 2001.

**Tabell 8.** Innhold av tørrstoff (TTS%) og total organisk karbon (TOC %) samt konsentrasjoner av metallene arsen (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kopper (Cu), kvikksølv (Hg), litium (Li), nikkel (Ni), bly (Pb), vanadium (V) og sink (Zn) i mg/kg tørrvekt i sedimenter utenfor Langøya høsten 2006 (stasjon 1-6) og en kontrollstasjon ved Mølen (stasjon 7). Konsentrasjonene for hver av 3 paralleller er vist. Verdier med grønn bakgrunn indikerer klasse II "moderat forurenset" (Tabell 5). Konsentrasjonene av kadmium (Cd) var under deteksjonsgrensen (<0,2).

Prøve	TTS	TOC	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Ni	Pb	V	Zn
St. 1 kjerne 1	29,6	15,8	20	u.d.	15,9	40,4	28,2	0,13	36,2	33,7	41,5	91,5	148
St. 1 kjerne 2	28,1	17	19	u.d.	15,6	38,9	26,4	0,12	34,6	32,3	39,2	88,5	142
St. 1 kjerne 3	29,3	16,6	19	u.d.	15,6	39	26,8	0,13	34,9	32,6	39,9	89	145
St. 2 kjerne 1	32,8	17	18	u.d.	15,7	44,4	29,2	0,15	37,9	36	44,9	92,8	152
St. 2 kjerne 2	31	16,1	14	u.d.	15,4	44,9	28,9	0,16	38,3	35,6	47,4	91,7	152
St. 2 kjerne 3	34,8	15,3	13	u.d.	15,9	44,9	29,1	0,14	39	36	46,8	94,6	149
St. 3 kjerne 1	33	15,2	18	u.d.	15,5	40,2	27,4	0,12	35,8	33,2	43,4	80,6	145
St. 3 kjerne 2	30,2	14,4	19	u.d.	15,6	39,2	25,7	0,12	34,9	32,6	40,6	80,4	140
St. 3 kjerne 3	33,8	13,2	17	u.d.	15,5	40,8	25,5	0,1	36	33,3	41,7	79,7	141
St. 4 kjerne 1	36,2	12,4	15	u.d.	12,2	33	22,8	0,11	29	27,2	33	65,4	115
St. 4 kjerne 2	35,8	12,8	17	u.d.	12,6	34,3	22,6	0,11	30	28,4	35,2	68,7	121
St. 4 kjerne 3	36,9	12,6	16	u.d.	12,4	33,9	22,1	0,11	29,2	27,9	33,5	66,3	117
St. 5 kjerne 1	40,8	13,9	15	u.d.	12	32,8	22,1	0,11	28,2	26,8	35	67,7	115
St. 5 kjerne 2	39,5	11,4	16	u.d.	11,1	30,1	20,4	0,092	25,8	24,6	31,1	63,1	104
St. 5 kjerne 3	42,8	10,4	14	u.d.	11	29,3	19,5	0,11	24,5	23,8	30	58,8	103
St. 6 kjerne 1	33,4	15,4	18	u.d.	13,9	39,4	28,3	0,14	35,8	31,8	47,2	80,2	162
St. 6 kjerne 2	31,4	16,2	19	u.d.	13,9	38,7	27,2	0,13	35,5	31,7	45,9	79,1	158
St. 6 kjerne 3	32,2	16,4	19	u.d.	13,9	38,2	26,5	0,13	34,9	31,5	44,9	78,6	154
St. 7 kjerne 1	30,6	18,5	17	u.d.	15,5	46,9	31	0,18	37,2	36,3	49,8	97,9	153
St. 7 kjerne 2	30,8	18,6	15	u.d.	15,5	46,5	30,1	0,17	37	35,7	48,6	98,4	148
St. 7 kjerne 3	31,4	19	14	u.d.	15,4	46,8	30,7	0,17	37,2	36,7	49,7	98,5	150

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



**Figur 4.** Konsentrasjoner av bly (øvre panel) og nikkel (nedre panel) i samtlige sedimentprøver fra 2001 og 2006 (mg/kg t.v.). Tjukk stiplet linje markerer overgangen mellom ”ubetydelig – lite forurenset” og ”moderat forurenset”.

Det ble analysert for organiske miljøgifter i sedimentene i én prøve fra stasjon 1 utenfor Langøya og én prøve fra stasjon 7 utenfor Mølen. Resultatene er vist i **Tabell 9**. Bortsett fra meget høye verdier av TBT i sedimentene (ved Langøya meget sterkt forurenset), var konsentrasjonene av de øvrige stoffene omtrent like eller lavere enn observert i 2001. TBT forekom i 2001 i forhøyede konsentrasjoner (markert forurenset). Økningen i TBT konsentrasjonen fra 2001 til 2006 er formidabel (en økning med en faktor på ca 28). Økningen samsvarer ikke med de tiltak som myndighetene har igangsatt for å redusere tilførslene av TBT til det marine miljø. Forklaringen må trolig ligge i nye tilførsler fra lokale kilder.

**Tabell 9.** Innhold av organiske miljøgifter i sedimenter utenfor Langøya (stasjon 1) og på en kontrollstasjon, ved Mølen (stasjon 7) høsten 2006. PCB7, nonorto-PCB (Sum PCB-TE (toksisitetsekvivalenter etter gammel WHO-modell)), benzo-a-pyren (BaP), polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH), tributyltinn på ionebasis (TBT), Dioksiner (Sum PCDF – TE (toksisitetsekvivalenter etter WHO-modell)). Grønn bakgrunn indikerer klasse II "moderat forurenset", gul bakgrunn indikerer klasse III "markert forurenset", oransje bakgrunn indikerer "sterkt forurenset" og rød bakgrunn indikerer "meget sterkt forurenset". Alle konsentrasjoner i µg / kg (t.v.) med unntak av dioksiner og nonorto-PCB hvor konsentrasjonen er i ng /kg (t.v.). Deteksjonsgrensen for hver av de 7 kongenerene som inngår i PCB7 er 0,5 µg / kg (t.v.).

2001	PCB7	Sum PCB-TE*	BaP	Sum PAH	Sum KPAH*	TBT	Dioksiner
1 Langøya	3.2	0.63	49	951	402	13.2	3.43
7 Mølen	4.89	0.65	128	1818	800	5.6	4.09
2006							
1 Langøya	u.d.	0,69	16	351	79	370	5,57
7 Mølen	u.d.	0,63	35	734	161	21	3,46

\*inngår ikke i klassifiseringssystemet

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

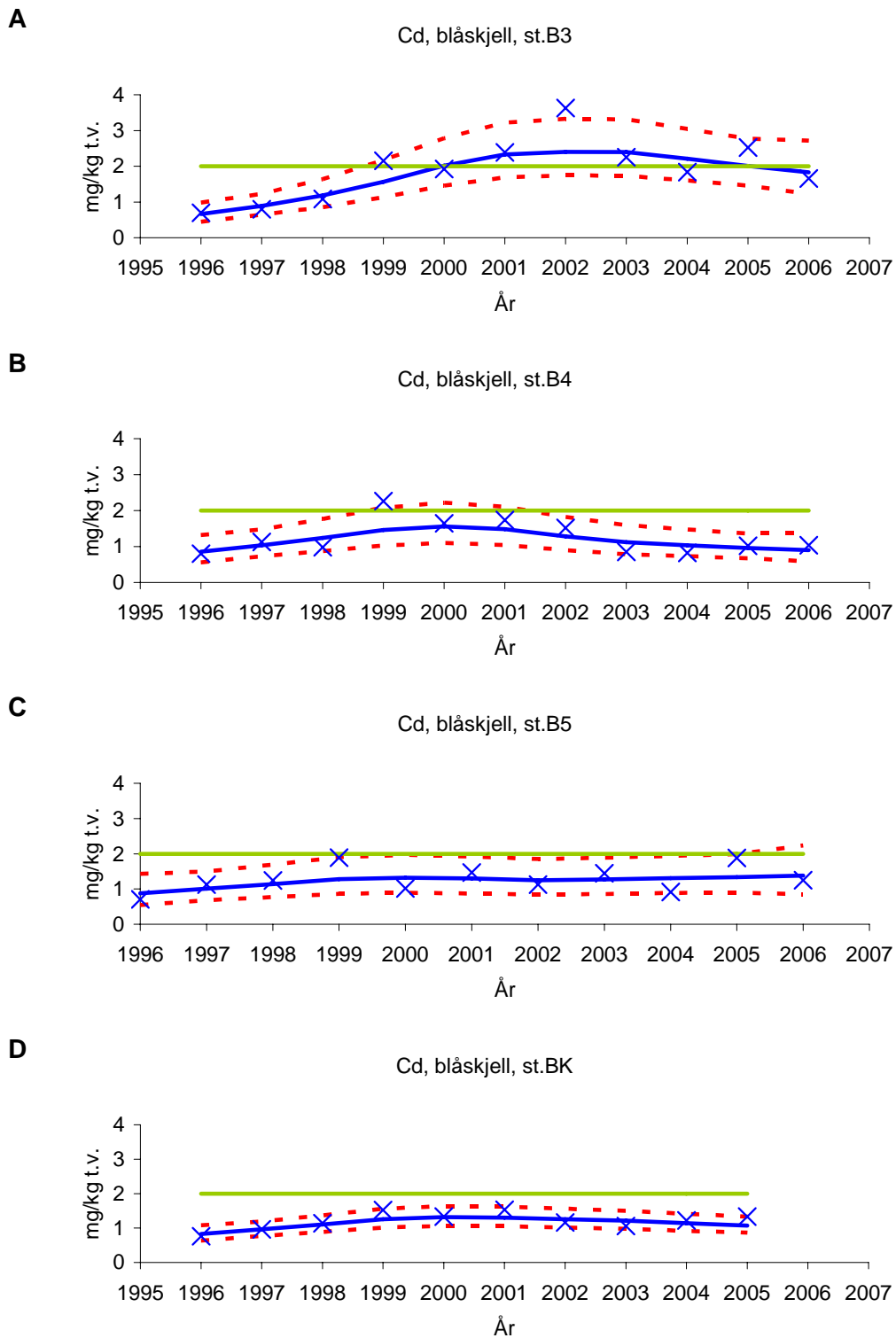
### 3.4 Gradienter og utvikling i blåskjell

I det følgende er utviklingen til de metaller som forekom i overkonsentrasjoner i blåskjell i 2006 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 B.

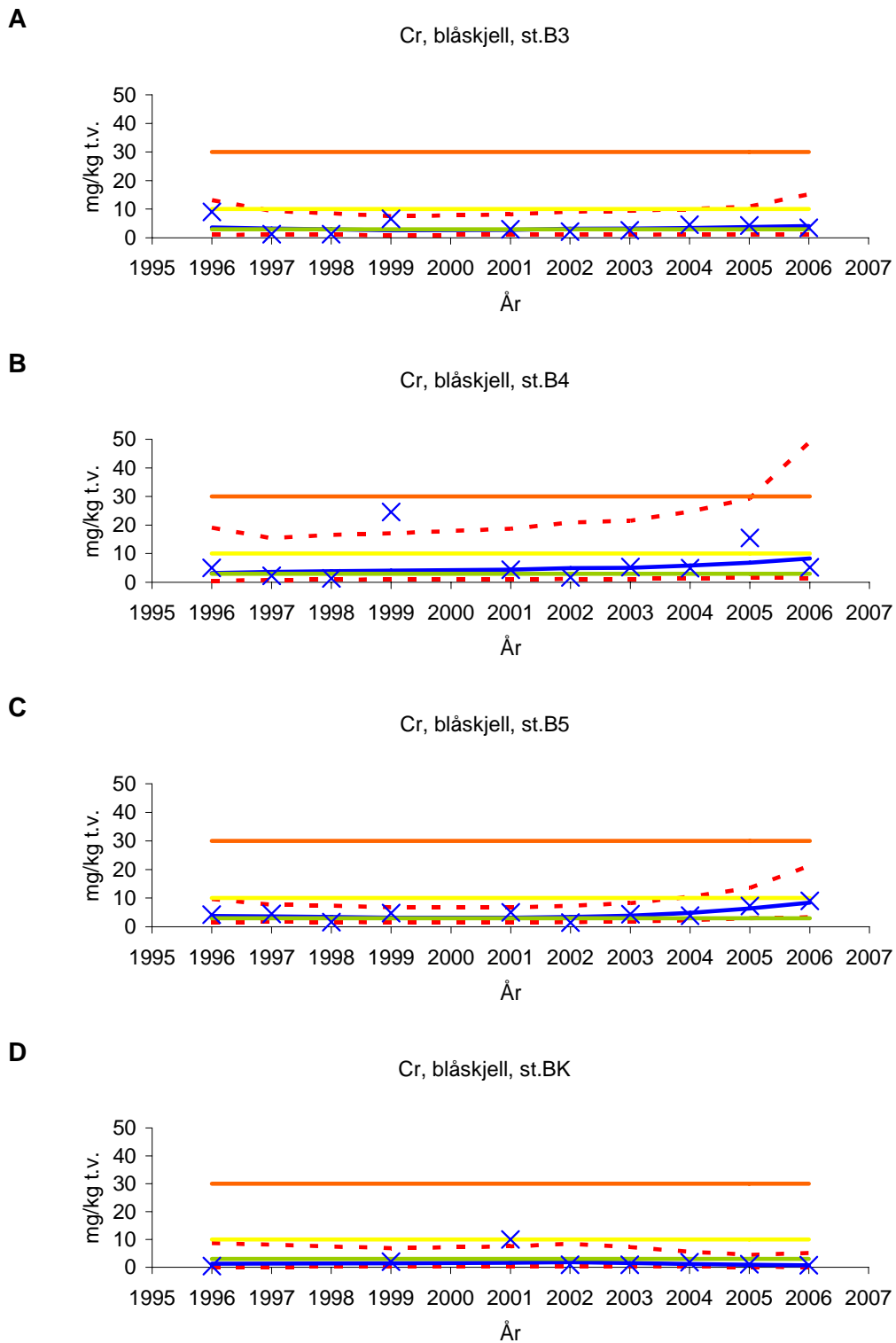
Undersøkelsene indikerer at det finnes flere forurensningskilder enn NOAH-Langøya i det undersøkte området. Forurensningsbildet er imidlertid komplisert, særlig med hensyn til kildeidentifisering. Langøyaområdet ligger i Drammenselvas influensområde, samtidig som nærheten til industrien i Holmestrand,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

Trendanalysene har avdekket tre signifikante linjært oppadgående trender siden 1996. Dette gjelder konsentrasjonen av kadmium (**Figur 5A**), kvikksølv (**Figur 7A**), og bly (**Figur 9A**) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya (Vedlegg B. . Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene.)

Det har i undersøkelsesperioden 1996-2005 vært registrert mediane konsentrasjoner i Kl.III (markert forurenset) av krom og bly, men i 2006 var overkonsentrasjonene begrenset til Kl.II og gjaldt kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium (**Figur 5-Figur 10**). Konsentrasjonene av kvikksølv har i hovedsak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg den oppadgående trenden. Ingen nedadgående trender ble registrert. Figurene for de øvrige metallene er vist i Vedlegg C.

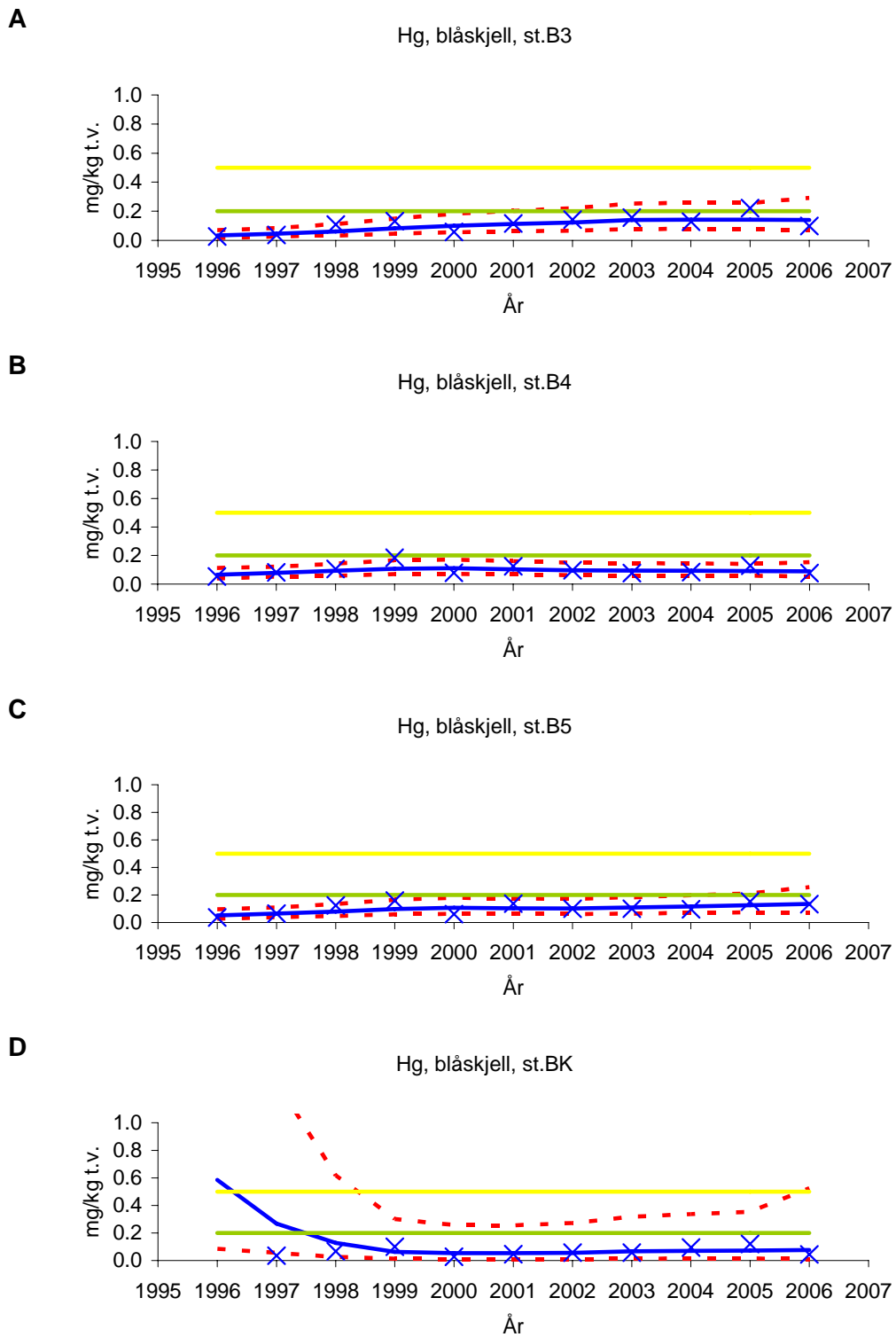


**Figur 5.** Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

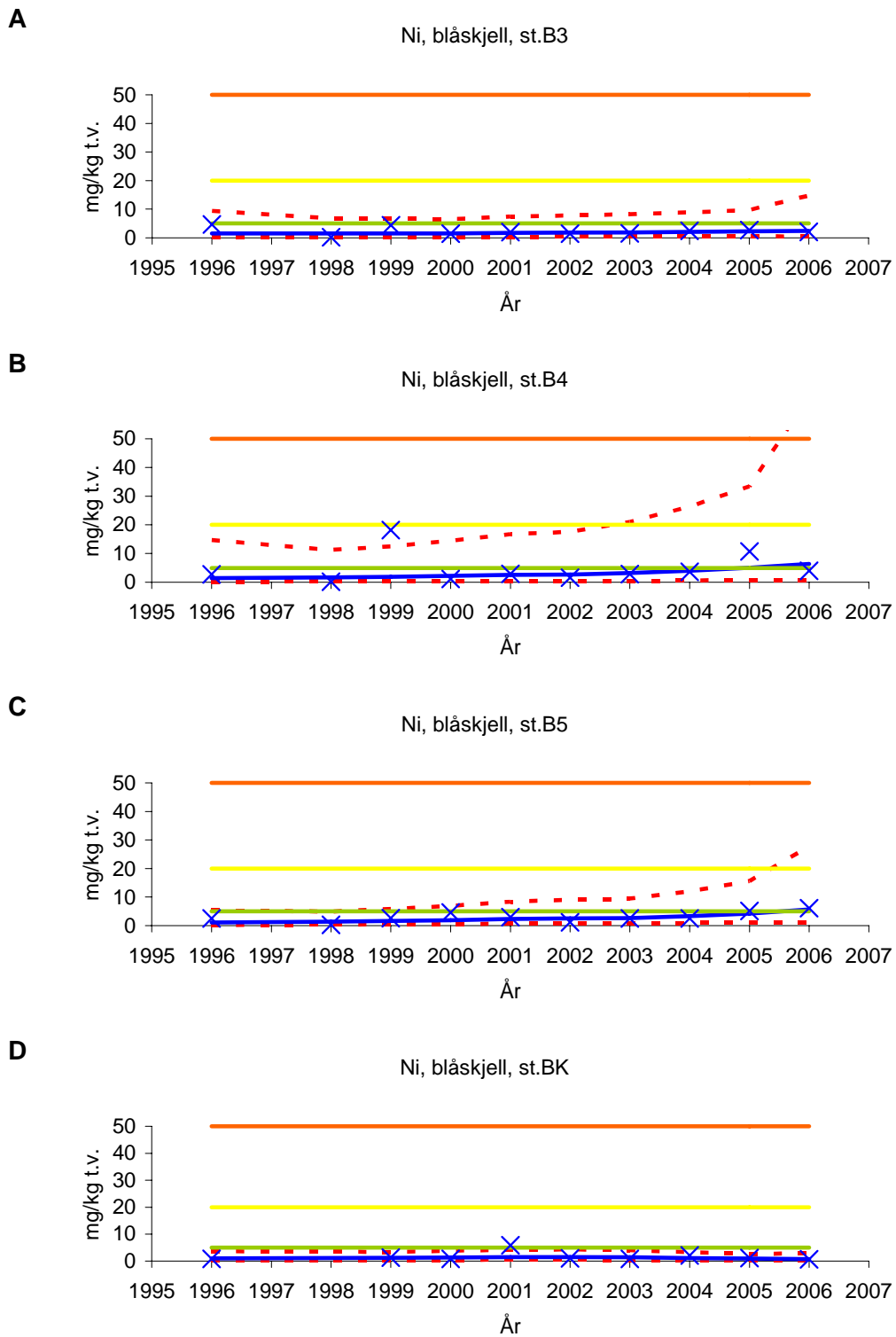


**Figur 6.** Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

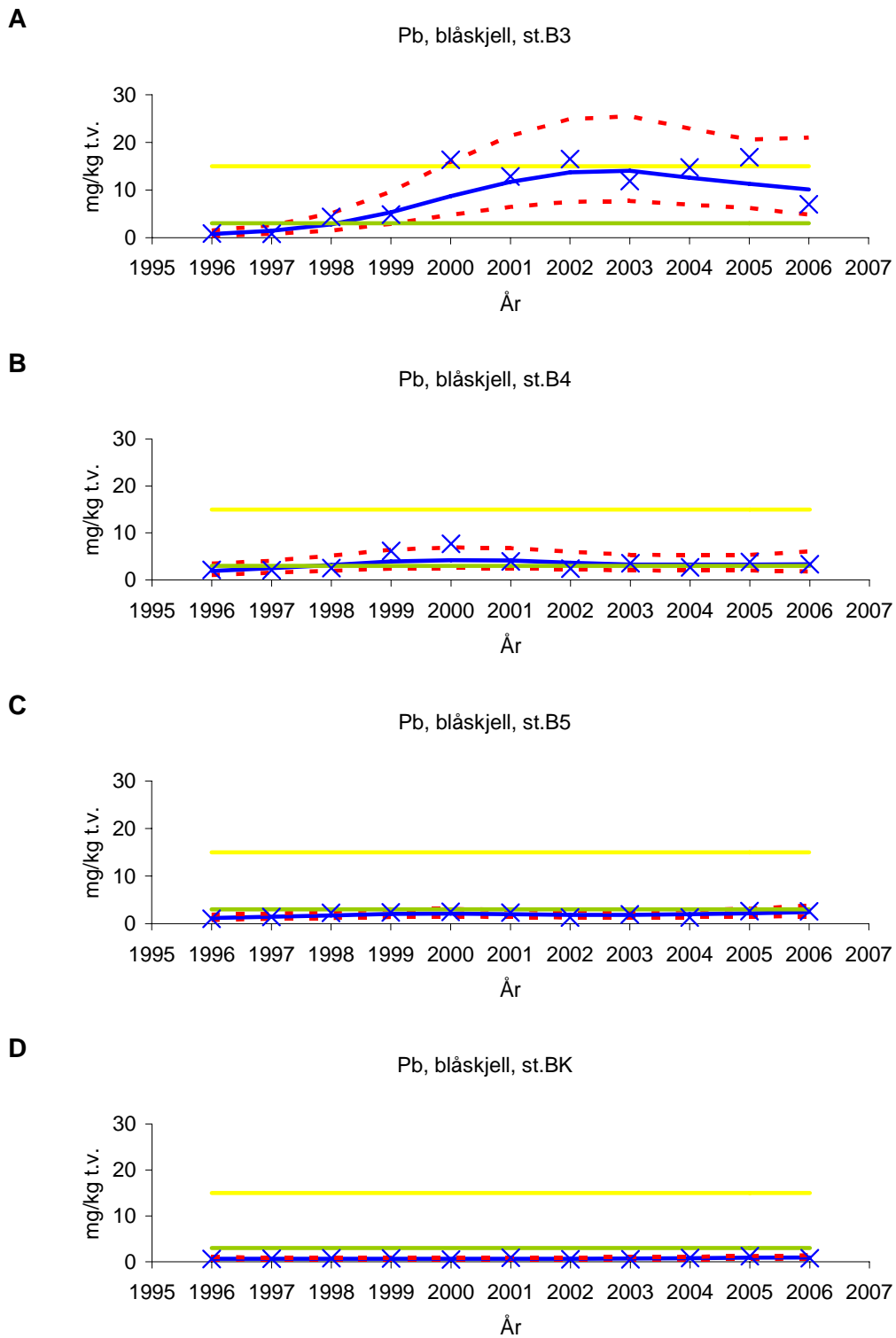




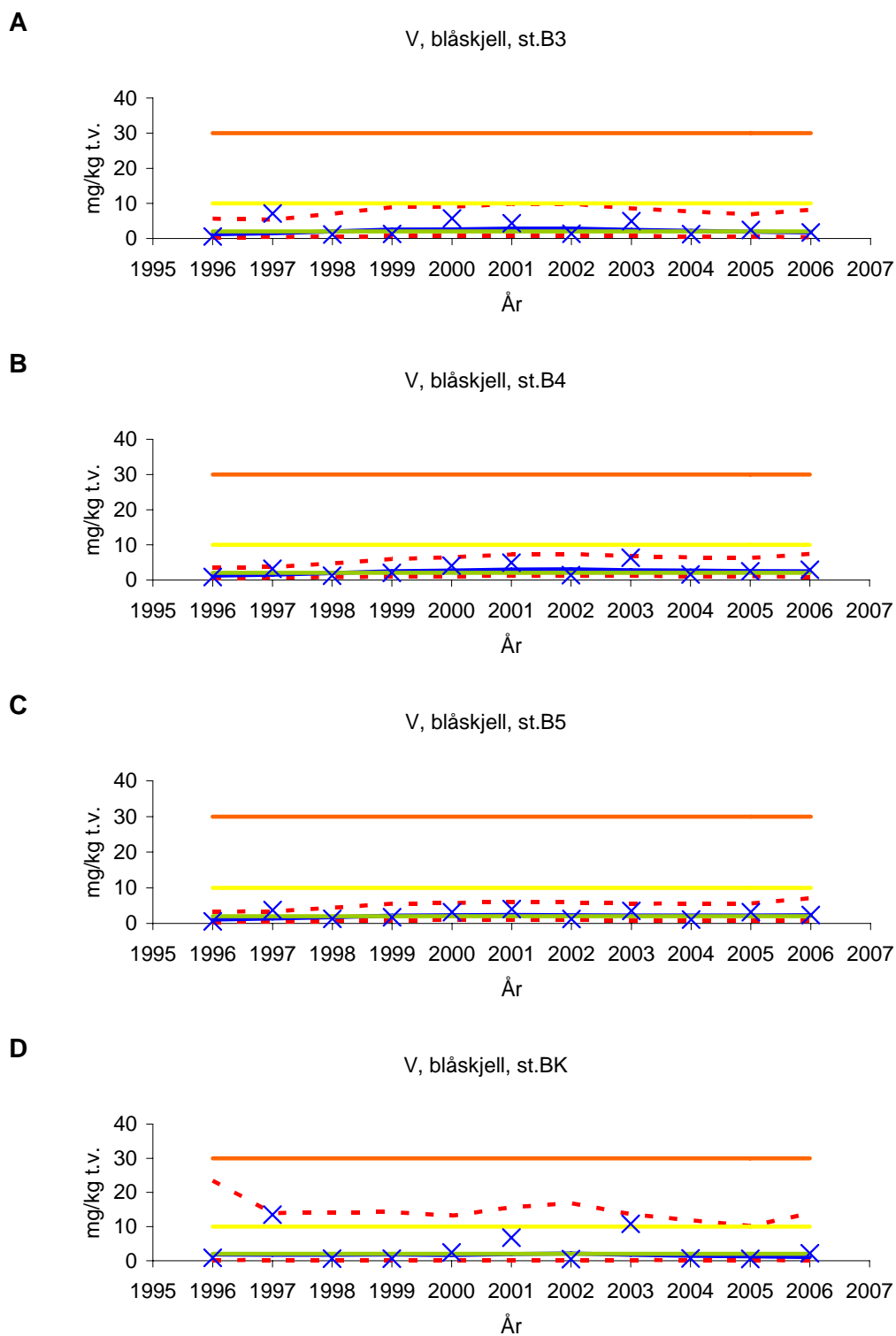
**Figur 7.** Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



**Figur 8.** Median nikkel (Ni) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



**Figur 9.** Median bly (Pb) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



**Figur 10.** Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

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

Analysene av sedimentprøvene fra området utenfor bulk-kaia ved stasjon B3, og fra B2 lenger sør, har siden de startet i 2003 bekreftet at det er eller har vært en tilførsel av metaller til området utenfor og nær bulk-kaia (**Tabell 10**). Nivåene av kadmium og bly, begge metaller med alvorlige giftvirkninger, samt sink var forhøyet i 2006, og generelt var nivåene langt høyere ved B3 enn ved B2 (Tabell 10). På stasjon B3 var det avtagende verdier av kadmium, bly 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. På B2 var det stort sett ubetydelig – lite forurenset fra metallene i sedimentene og dette er en bedring sammenlignet med 2005. Det er generelt 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.

**Tabell 10.** 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. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Barium og molybden inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering.

Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
<b>2003</b>											
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	-
<b>2004</b>											
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	-
<b>2005</b>											
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
<b>2006</b>											
B2-1	18. okt.	~10	28,942	23,814	61,0	15		0,3	20	50,6	
B2-2	18. okt.	~15	28,934	23,775	69,6	24		<0,2	15	33,9	
B2-3	18. okt.	~31	28,922	23,733	68,2	59		<0,2	15	44,2	
B3-1	18. okt.	~10	29,451	22,912	68,1	25		12,4	577	1810	
B3-2	18. okt.	~14	29,434	22,890	66,8	48		0,79	58,6	176	
B3-3	18. okt.	~22	29,421	22,821	74,2	52		<0,2	14	44,5	

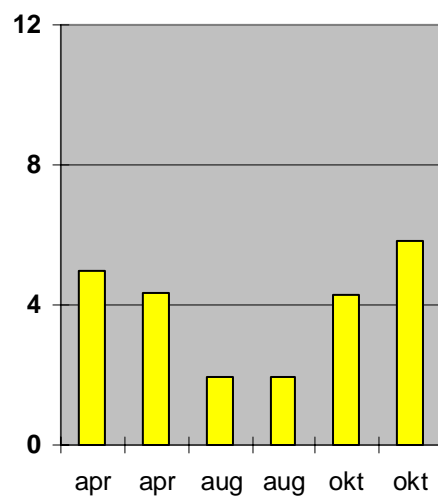
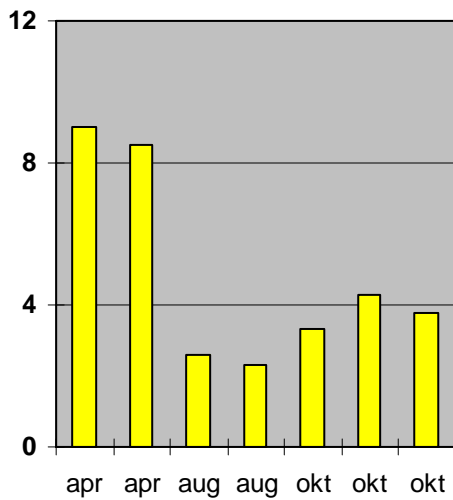
<sup>1)</sup> Prøven hadde en del sammenkloggede klumper av kalk. Resultatet på 60% skal sannsynligvis være høyere.

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

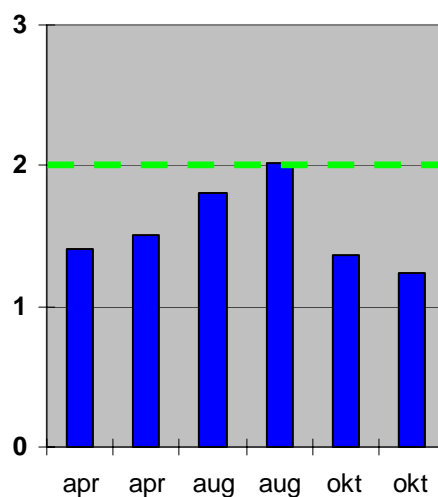
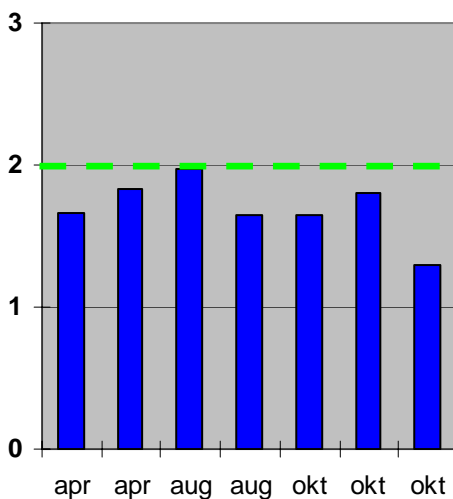
Det var relativt små forskjeller, mindre enn i 2005, i metallkonsentrasjoner mellom blåskjellstasjon B3 og B3b som ligger et lite stykke sør for bulk-kaia (Figur 11 og Figur 12). For barium er det tydelige forskjeller mellom de tre prøvetakingsperiodene, med klart høyest konsentrasjoner på B3 i april.

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. Forhåpningen er at de gjennomførte tiltak mot spill ved lossing av varer vil lede til en forbedring i tilstanden, både i sedimentene og hos blåskjellene. Raskest respons vil en få hos blåskjell, og årets resultater gir indikasjoner på at tiltakene har en positiv effekt.

### Ba

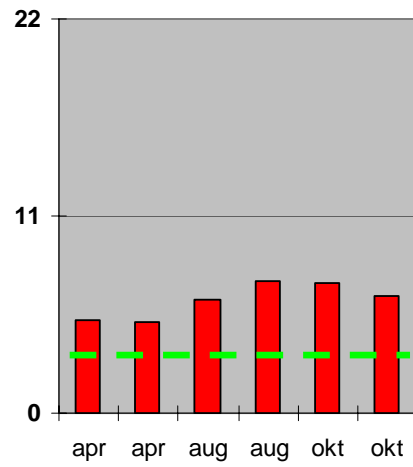
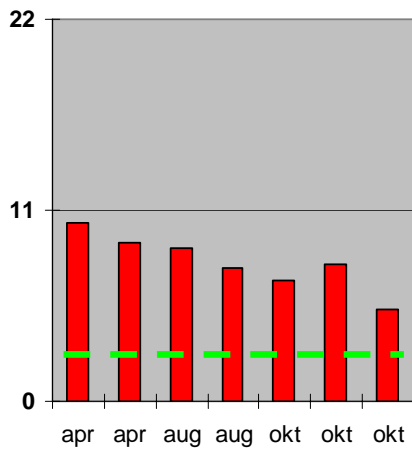


### Cd

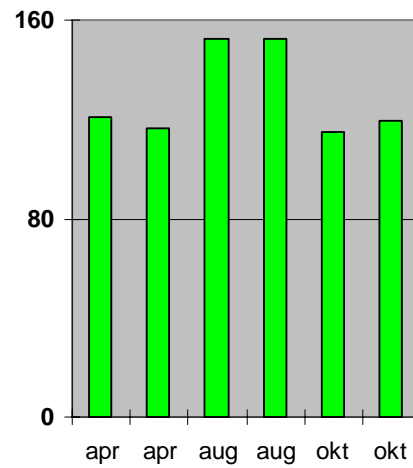
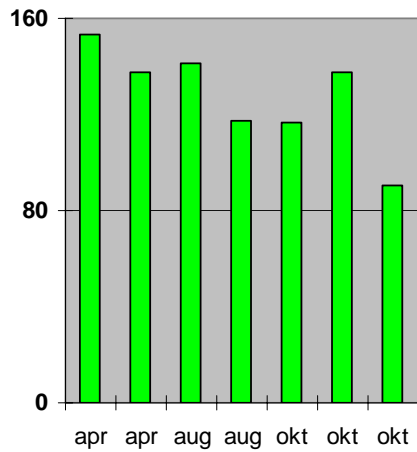


**Figur 11.** Innhold av barium og kadmium i blåskjell fra stasjon B3 (v. panel) og B3b (h. panel) i april, august og oktober 2006 (mg/kg tørrvekt). Verdier over stiplest grønn strek tilsvarer moderat forurenset (Molvær et al. 1997).

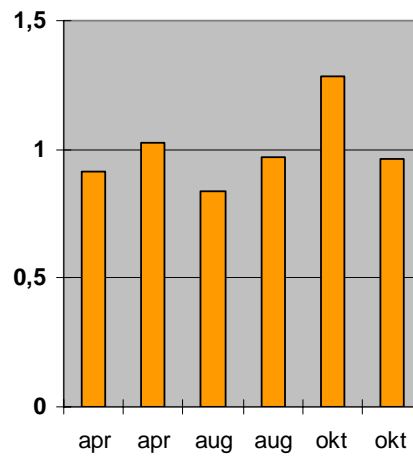
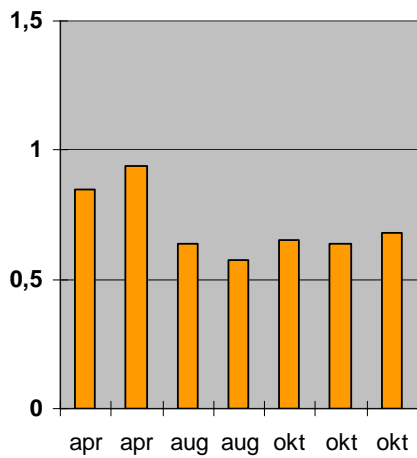
**Pb**



**Zn**



**Mo**



**Figur 12.** Innhold av bly, sink og molybden i blåskjell fra stasjon B3 (v. panel) og B3b (h. panel) i april, august og oktober 2006 (mg/kg tørrvekt). Verdier over stiplede grønn og gul strek tilsvarer hhv. moderat og markert forurenset (Molvær et al. 1997).

### 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 arts sammensetningen lokalt er bølge/strøm-eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattypen og himmelretning.

Sammenhengen mellom observerte endringer i samfunns sammensetning og årsaken til disse er ofte uklare, særlig er det dårlig kunnskap om effekten fra miljøgifter på biologiske samfunn. 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.

I de senere år er forurensingssituasjonen i Indre Oslofjord blitt forbedret. Dette har resultert i et høyere artsantall i strandsonen (Magnusson et al. 2003). Artsantallet har økt, spesielt for rødalgene. Dette inkluderer imidlertid også introduserte- og varmekjære arter som japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*), strømtang (*Dasya baillouviana*) og japansk drivtang (*Sargassum muticum*).

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 2006 er gitt i Tabell 11.

Flest taxa av dyr og alger ble registrert på kontrollstasjonen på Mølen (BK). Noen av ulikhetene mellom stasjonene 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.

Likhetsanalyser av samtlige prøver viser at variasjonene i algesammensetning er større mellom årene (**Figur 14**) enn mellom stasjonene (**Figur 13**). For dyrene er prøvene fra kontrollstasjonen ganske like og kan skilles ut som en egen gruppe (**Figur 15**), men også blant dyrene har det vært en endring over tid som er relativt sammenfallende for de tre stasjonene (**Figur 16**).

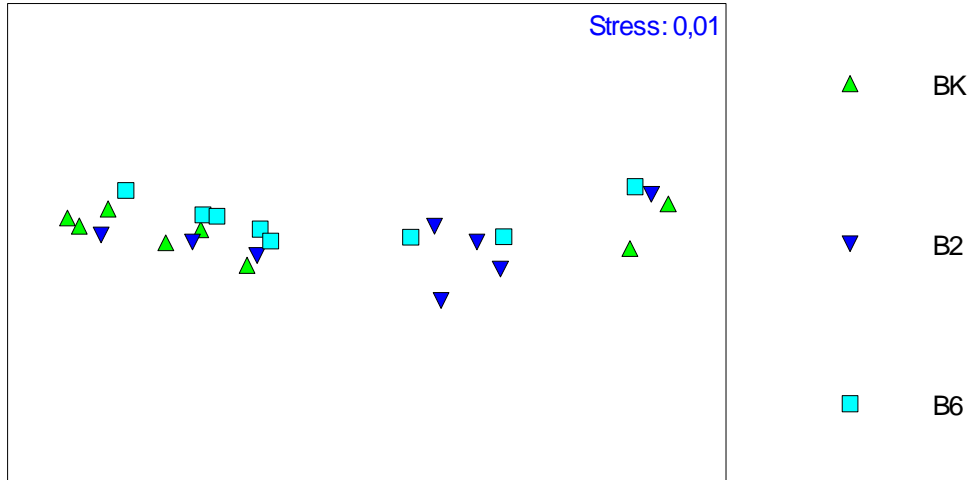
Det er ingen forhold som tyder på redusert kvalitet hos fjæresamfunnen på Langøya. Forskjellene mellom kontrollstasjonen og de to Langøyastasjonene skyldes sannsynligvis ulike naturlige forutsetninger, som bølgeeksponering og ferskvannspåvirkning.



**Tabell 11.** Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 2006. Basert på semikvantitativ registrering (se metodekapittel). Verdiene for forekomst (se 2.3) er  $x^2$  transformert: 1 = enkelt funn, 4 = spredt forekomst, 9 = vanlig forekomst, 16 = dominerende forekomst.

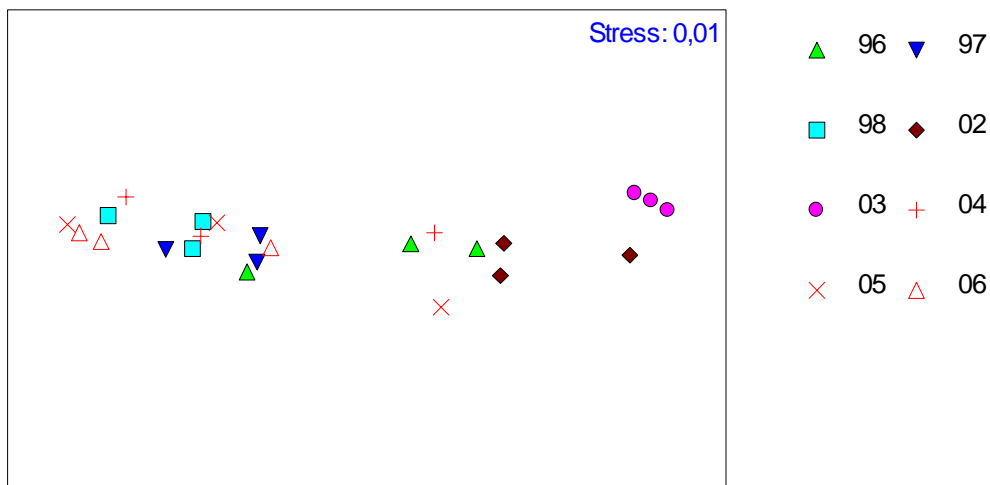
Dyr	bk06	b206	b606	Alger	bk06	b206	b606
<i>Acmaea</i> sp.	1			<i>Ahnfeltia plicata</i>	9	9	9
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>		4	4	<i>Audouiniella</i> spp.	9	9	
<i>Asterias rubens</i>	1		1	cf. <i>Callithamnion corymbosum</i>	4	4	
<i>Asterias rubens</i> juv.	4		4	<i>Ceramium</i> spp.	9	4	4
<i>Asteroidea indet.</i> juv.	4			<i>Dasya baillouviana</i>	9	4	1
<i>Balanus balanoides</i>	1		4	<i>Chaetomorpha mediteranea</i>			9
<i>Balanus crenatus</i>				<i>Chondrus crispus</i>	9	9	4
<i>Balanus improvisus</i>		4	4	<i>Cladophora rupestris</i>	2	2	
<i>Botryllus schlosseri</i>	1			<i>Cladophora</i> sp.	4		
<i>Campanularia johnstoni</i>			4	CORAX	4		
<i>Carcinus maenas</i>	4	4	1	<i>Cystoclonium purpureum</i>	9	4	
<i>Dynamena pumila</i>	9			<i>Dumontia contorta</i>	9	4	
<i>Electra pilosa</i>	9	4	4	<i>Ectocarpales</i>		4	
<i>Laomedea geniculata</i>		1	1	<i>Elachista fucicola</i>	9	4	
cf <i>Laomedea flexuosa</i>	1			<i>Enteromorpha</i> sp.	4	9	1
<i>Leptasterias mülleri</i>				<i>Erythrothricia carnea</i>	9	4	
<i>Littorina littorea</i>	9	9	9	<i>Fucus cf. evanescens</i>			4
<i>Littorina obtusata</i>	4	1		<i>Fucus</i> juv.	2	2	2
<i>Littorina saxatilis</i>	4	4	4	<i>Fucus serratus</i>	9	9	16
<i>Membranipora membranacea</i>	4			<i>Fucus spiralis</i>			
<i>Metridium senile pallidus</i>	9			<i>Fucus vesiculosus</i>	9	9	16
<i>Mytilus edulis</i>	9	9	4	<i>Furcellaria/Polyides</i>	1	9	4
				Grønt i Balanus/Fjell	4		4
				<i>Hildenbrandia rubra</i>	16	9	4
				<i>Laminaria saccharina</i> juv.	1		
				<i>Pilayella littoralis</i>		4	
				<i>Polysiphonia fibrillosa</i>		4	
				<i>Polysiphonia nigrescens</i>	9	4	
				<i>Polysiphonia urceolata</i>	1	4	
				<i>Polysiphonia elongata</i>		4	4
				<i>Porphyra</i> sp.		9	4
				<i>Ralfsia cf. verrucosa</i>	9	9	9
				<i>Rhodomela confervoides</i>	4	1	
				<i>Scagelia pysaliaei</i>	4		
				<i>Sphacelaria cirrosa</i>	9		
				<i>Spirulina subsalsa/ Lyngbya</i>		9	16
				Streblonemoide alger	1		
				<i>Ulothrix/Urospora</i>		9	4
				<i>Ulva lactuca</i>	4	4	
				<i>Zostera marina</i>			9
Sum taxa	16	9	12		29	29	19
Sum forekomst	74	40	44		182	169	124

Alger



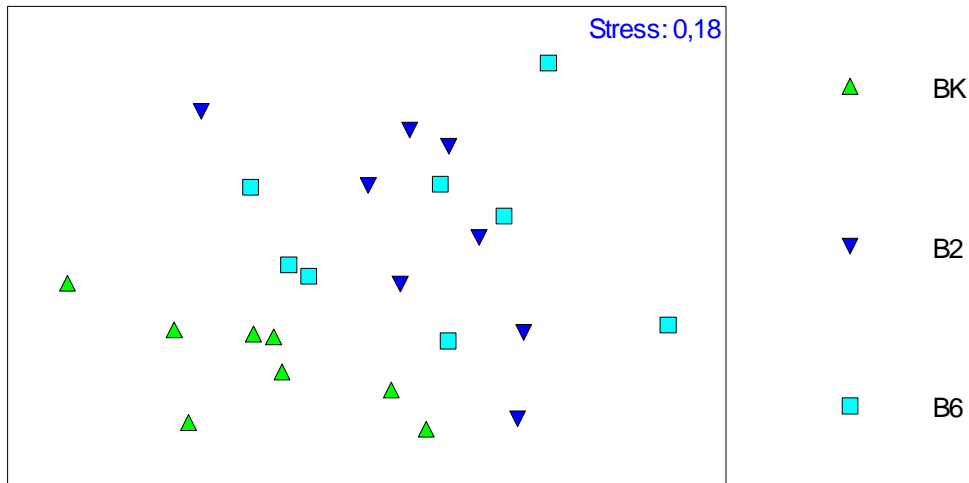
**Figur 13.** MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, 2005 og 2006. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre. I plottet er de tre stasjonene markert med ulike symboler.

Alger



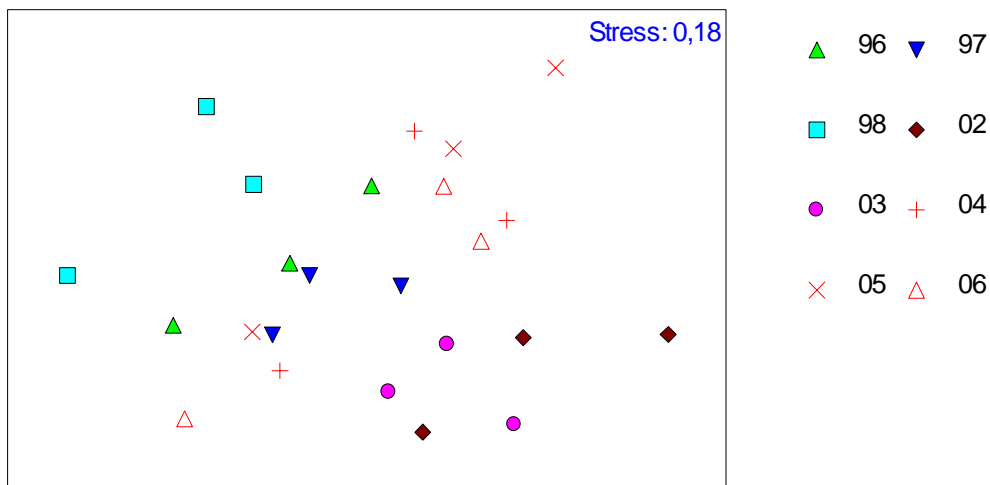
**Figur 14.** MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, 2005 og 2006. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre. I plottet er de 8 årene markert med ulike symboler.

*dyr semikv*



**Figur 15.** MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004,2005 og 2006. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre. I plottet er de tre stasjonene markert med ulike symboler.

*dyr semikv*



**Figur 16.** MDS-plott som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004,2005 og 2006. Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre. I plottet er de 8 årene markert med ulike symboler.

## 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.

**Walday M., Green N.W. & A. Pedersen, 2006.** Overvåking NOAH Langøya 2005. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5272-2006. 47s.

Personlige meddelelser

Sverreson T., NOAH AS, Langøya

## Vedlegg B.

### Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996-2006

#### I rekkefølge:

Arsen (As)  
 Barium (Ba)  
 Kadmium (Cd)  
 Kobolt (Co)  
 Krom (Cr)  
 Kobber (Cu)  
 Kvikksølv (Hg)  
 Nikkel (Ni)  
 Bly (Pb)  
 Vanadium (V)  
 Sink (Zn)

MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)

Tse (vev) = SB – bløtdeler

OC	Overkonsentrasjon uttrykket som forholds tall for konsentrasjon for siste år mot nedre grense for SFT klasse II
TRD	tidstrend
D-	Signifikant linear trend, nedover
U-	Signifikant linear trend, oppover
--	Ingen signifikant trend
-?	Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend kan ikke testes på grunn av for lite data (<6 år)
-Y	Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend
DY / UY	Signifikant linear trend (nedover eller oppover) og en signifikant ikke-linear trend. Dette kan betraktes som det samme som "-Y"
SM3	Prosjektet "OC" om tre år ("?" dersom SFT-klasse ikke finnes eller om antal år i tidstrend-serie er mindre enn syv)
PWR	Utsagnskraft; estimert som antall år for å detektere en hypotetisk 10% trend pr. år med en statistisk styrke på 90%.

Årlig median konsentrasjon of AS (ppm)

St	Species		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
														OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI	EDU t.v.	8,48	15,9	8,05	8,66	12,9	11,5	11,7	26,8		12,6	9,26	m	--	m	14
B3	MYTI	EDU t.v.	6,72	8,72	7,05	6,75	11,8	10,9	11,5	29,5		9,52	7,68	m	--	m	14
B4	MYTI	EDU t.v.	8,08	12,8	8,39	11,4	13	13,8	10,8	48,4	8,21	10,8	8,94	m	--	m	16
B5	MYTI	EDU t.v.	7,12	10	8,53	8,73	10,8	13,1	9,71	25,7	8,04	11,9	10,1	m	--	m	13
B6	MYTI	EDU t.v.	9	11,9	9,63	10,1	13,4	12,5	11,3	54,4	8,28	12,2	10,5	m	--	m	17
B7	MYTI	EDU t.v.					13,3	10,4	10,9	73,8	9,09	9,16	7,99	m	--	m	22
BK	MYTI	EDU t.v.	6,95	26,9	7,59	7,14	7,83	12,2	7,7	66,5	12,6	13,4	8,57	m	--	m	20

Årlig median konsentrasjon of Ba (ppm)

St	Species		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
														OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI	EDU t.v.	3,87				3,87	5,68	11,1	2,58	2,49	4,52	2,37	m	--	m	17
B3	MYTI	EDU t.v.	4,95				4,95	3,35	44,7	3,65	3,62	12,7	3,79	m	--	m	25
B4	MYTI	EDU t.v.	4,55				4,55	5,65	20,1	3,59	3,15	6,88	4,27	m	--	m	19
B5	MYTI	EDU t.v.	3,11				3,11	3,82	18,4	1,87	1,99	7,44	4,42	m	--	m	23
B6	MYTI	EDU t.v.	3,47				3,47	3,62	11,2	3,5	2,19	5,1	3,17	m	--	m	17
B7	MYTI	EDU t.v.					6,67	2,41	20,1	2,45	1,75	4,74	1,98	m	--	m	24
BK	MYTI	EDU t.v.	0,87				0,87	2,08	9,09	0,652	0,48	0,887	0,714	m	--	m	24

Årlig median konsentrasjon of Cd (ppm)

St	Species		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
														OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI	EDU t.v.	0,787	0,814	0,811	1,73	1,24	1,11	1,95	1,35	1,06	1,33	1	no	--	no	11
B3	MYTI	EDU t.v.	0,695	0,799	1,08	2,15	1,92	2,38	3,63	2,25	1,84	2,52	1,65	no	UY	no	10
B4	MYTI	EDU t.v.	0,803	1,13	0,98	2,26	1,65	1,74	1,51	0,853	0,823	1,02	1,03	no	--	no	11
B5	MYTI	EDU t.v.	0,706	1,12	1,24	1,89	1,01	1,47	1,13	1,45	0,915	1,88	1,25	no	--	no	12
B6	MYTI	EDU t.v.	0,853	1,13	1,11	1,93	1,19	1,21	1,4	1,04	0,796	1,15	1,09	no	--	no	10
B7	MYTI	EDU t.v.					1,21	1,37	1,4	0,798	1,11	1,1	0,769	no	--	no	10
BK	MYTI	EDU t.v.	0,766	0,965	1,14	1,53	1,33	1,53	1,16	1,06	1,23	1,33	0,86	no	--	no	8

Årlig median konsentrasjon of Co (ppm)

St	Species		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
														OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI	EDU t.v.	1,37	0,214	0,331	0,602	0,437	0,676	0,471	0,413	0,44	0,601	0,394	m	--	m	17
B3	MYTI	EDU t.v.	0,898	0,359	0,321	0,429	0,369	0,418	0,338	0,441	0,317	0,652	0,441	m	--	m	12
B4	MYTI	EDU t.v.	1,37	0,53	0,386	0,957	0,46	0,737	0,394	0,44	0,471	0,832	0,594	m	--	m	14
B5	MYTI	EDU t.v.	1,62	0,923	1,34	1,73	0,507	0,933	0,901	0,734	0,738	1,22	0,683	m	--	m	14
B6	MYTI	EDU t.v.	1,12	0,49	0,543	0,642	0,567	0,597	0,473	0,503	0,373	0,664	0,468	m	--	m	11
B7	MYTI	EDU t.v.					0,606	0,455	0,313	0,356	0,362	0,508	0,291	m	--	m	11
BK	MYTI	EDU t.v.	0,478	0,31	0,253	0,336	0,391	0,662	0,211	0,377	0,3	0,387	0,265	m	--	m	13

Årlig median konsentrasjon of Cr (ppm)

St	Species		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
														OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI	EDU t.v.	1,04	3,03	1,34	8,66		7,2		3,22	7,89	3,32	2,84	no	--	no	18
B3	MYTI	EDU t.v.	9,07	1,23	1,27	6,62		2,99	2,16	2,61	4,54	4,28	3,51	1.2	--	1.7	21
B4	MYTI	EDU t.v.	4,98	2,24	1,34	24,5		4,42		5,29	4,93	15,5	5,17	1.7	--	2.5	24
B5	MYTI	EDU t.v.	4,18	4,46	1,57	4,72		5,04	1,46	4,35	3,82	7,26	9,01	3.0	--	4.5	17
B6	MYTI	EDU t.v.	1,84	4,41	1,48	3,67		3,15		3,24	2,35	9,67	4,05	1.4	--	2.4	17
B7	MYTI	EDU t.v.						2,16		1,21	2,19	2,44		no	-?	?	13
BK	MYTI	EDU t.v.	0,478			2,01		10	0,92	0,874	1,83	1,07	0,714	no	--	no	25

Årlig median konsentrasjon of Cu (ppm)

St	Species	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
													OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU t.v.	6,07		11,4	8,27	7,95	8,32	7,09	6,05	6,99	9,72	7,41	no	--	no	10
B3	MYTI EDU t.v.	6,68		9,64	8,82	7,43	7	7,75	6,82	6,64	8,73	7	no	--	no	8
B4	MYTI EDU t.v.	7,05		10,7	11,3	8,88	8,49	7,45	6,86	6,79	9,76	7,62	no	--	no	9
B5	MYTI EDU t.v.	6,45		12,4	9,45	10,8	8,24	7,68	6,86	6,52	10,3	7,46	no	--	no	10
B6	MYTI EDU t.v.	5,82		9,63	8,26	7,64	6,56	7,3	6,59	5,94	9,53	8,12	no	--	no	9
B7	MYTI EDU t.v.					7,27	7,44	7,72	6,43	9,32	8,35	6,9	no	--	no	8
BK	MYTI EDU t.v.			7,23	7,14	5,49	6,19	6,51	7,38	7,38	7,94	6,55	no	--	no	7

Årlig median konsentrasjon of Hg (ppm)

St	Species	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
													OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU t.v.	0,057	0,0929	0,0872	0,228	0,123	0,118	0,265	0,133	0,143	0,204	0,101	no	--	no	14
B3	MYTI EDU t.v.	0,027	0,037	0,108	0,132	0,0577	0,116	0,143	0,156	0,129	0,222	0,0986	no	U-	no	15
B4	MYTI EDU t.v.	0,053	0,0821	0,105	0,184	0,0795	0,126	0,097	0,0769	0,0851	0,13	0,0764	no	--	no	12
B5	MYTI EDU t.v.	0,037	0,0647	0,124	0,159	0,0608	0,137	0,0993	0,101	0,0956	0,152	0,134	no	--	no	14
B6	MYTI EDU t.v.	0,059	0,0735	0,156	0,193	0,104	0,105	0,139	0,0956	0,105	0,149	0,0987	no	--	no	12
B7	MYTI EDU t.v.					0,0545	0,055	0,0759	0,0536	0,144	0,105	0,046	no	--	no	15
BK	MYTI EDU t.v.	3,83	0,0354	0,0667	0,101	0,028	0,0472	0,0575	0,0574	0,0938	0,12	0,045	no	--	no	>25

Årlig median konsentrasjon of Ni (ppm)

St	Species	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
													OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU t.v.	0,994		0,201	6,3	1,24	4,12	1,67	1,93	4,46	2,53	2,38	no	--	no	24
B3	MYTI EDU t.v.	4,66		0,191	4,41	1,44	1,94	1,45	1,52	2,46	2,69	2,08	no	--	no	25
B4	MYTI EDU t.v.	2,72		0,201	18,2	1,18	2,96	1,64	2,85	3,65	10,7	3,97	no	--	2.0	>25
B5	MYTI EDU t.v.	2,5		0,236	2,56	4,53	2,94	1,21	2,51	2,5	5,14	6,12	1.2	--	1.8	23
B6	MYTI EDU t.v.	1,46		0,222	2,75	2,08	1,88	1,55	2,1	1,71	6,7	2,2	no	--	no	22
B7	MYTI EDU t.v.					1,82	1,21	1,25	0,797	1,45	2	1,19	no	--	no	12
BK	MYTI EDU t.v.	0,877			1,3	0,87	5,87	1,03	0,831	2,04	1,15	0,619	no	--	no	20

Årlig median konsentrasjon of Pb (ppm)

St	Species	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
													OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU t.v.	0,999	0,62	1,74	3,01	1,94	1,84	1,92	1,65	1,58	2,22	1,65	no	--	no	13
B3	MYTI EDU t.v.	0,879	0,821	4,33	4,86	16,3	12,8	16,5	11,9	14,7	16,9	6,98	2.3	UY	2.1	15
B4	MYTI EDU t.v.	2,11	2,05	2,52	6,14	7,69	3,93	2,4	3,53	2,7	3,8	3,3	1.1	--	1.1	13
B5	MYTI EDU t.v.	1,02	1,38	2,28	2,38	2,5	2,29	1,3	1,95	1,31	2,66	2,61	no	--	1.0	11
B6	MYTI EDU t.v.	1,42	1,47	2,89	2,75	2,08	1,59	1,64	1,54	1,16	1,89	1,84	no	--	no	11
B7	MYTI EDU t.v.					1,21	1,21	0,879	1,85	2,44	1,37	0,935	no	--	no	14
BK	MYTI EDU t.v.	0,628	0,664	0,759	0,714	0,522	0,866	0,571	0,574	0,813	1,21	0,805	no	--	no	10

Årlig median konsentrasjon of V (ppm)

St	Species	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
													OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU t.v.	0,423	3,57	1,07	1,73	3,51	5,07	2,03	5,88	1,53	1,78	2,45	1.2	--	no	20
B3	MYTI EDU t.v.	0,55	7,1	1,15	1,32	5,77	4,35	1,4	4,92	1,21	2,48	1,77	m	--	no	23
B4	MYTI EDU t.v.	0,857	3,2	1,26	2,02	4,09	4,93	1,34	6,33	1,59	2,43	2,94	1.5	--	no	19
B5	MYTI EDU t.v.	0,577	3,73	1,26	1,73	3,18	4,05	1,21	3,52	1,1	3,18	2,33	1.2	--	no	19
B6	MYTI EDU t.v.	0,569	3,5	1,33	1,56	3,13	4,76	1,44	10,6	1,07	2,12	2,34	1.2	--	no	22
B7	MYTI EDU t.v.					7,83	4,59	1,46	13,9	1	1,72	2,46	1.2	--	no	25
BK	MYTI EDU t.v.	0,861	13,5	0,57	0,604	2,39	6,71	0,457	10,8	0,656	0,555	2,14	1.1	--	no	>25

Årlig median konsentrasjon of Zn (ppm)

St	Species	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	ANALYSIS			
													OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU t.v.	95,1	101	122	205	86,1	101	152	117	117	134	94,1	no	--	no	12
B3	MYTI EDU t.v.	74,3	85,1	115	129	74,3	105	156	155	120	149	117	no	--	no	10
B4	MYTI EDU t.v.	117	121	119	200	102	89,1	116	93,5	97,1	118	106	no	--	no	10
B5	MYTI EDU t.v.	87,4	111	157	159	101	110	102	127	99,3	122	119	no	--	no	9
B6	MYTI EDU t.v.	105	95,8	163	167	104	72,8	143	122	101	120	103	no	--	no	12
B7	MYTI EDU t.v.				97	68,5	94,3	90,5	145	114	86,4		no	--	no	11
BK	MYTI EDU t.v.	94,3	103	112	111	66,1	72,3	84,6	106	131	118	80,5	no	--	no	10



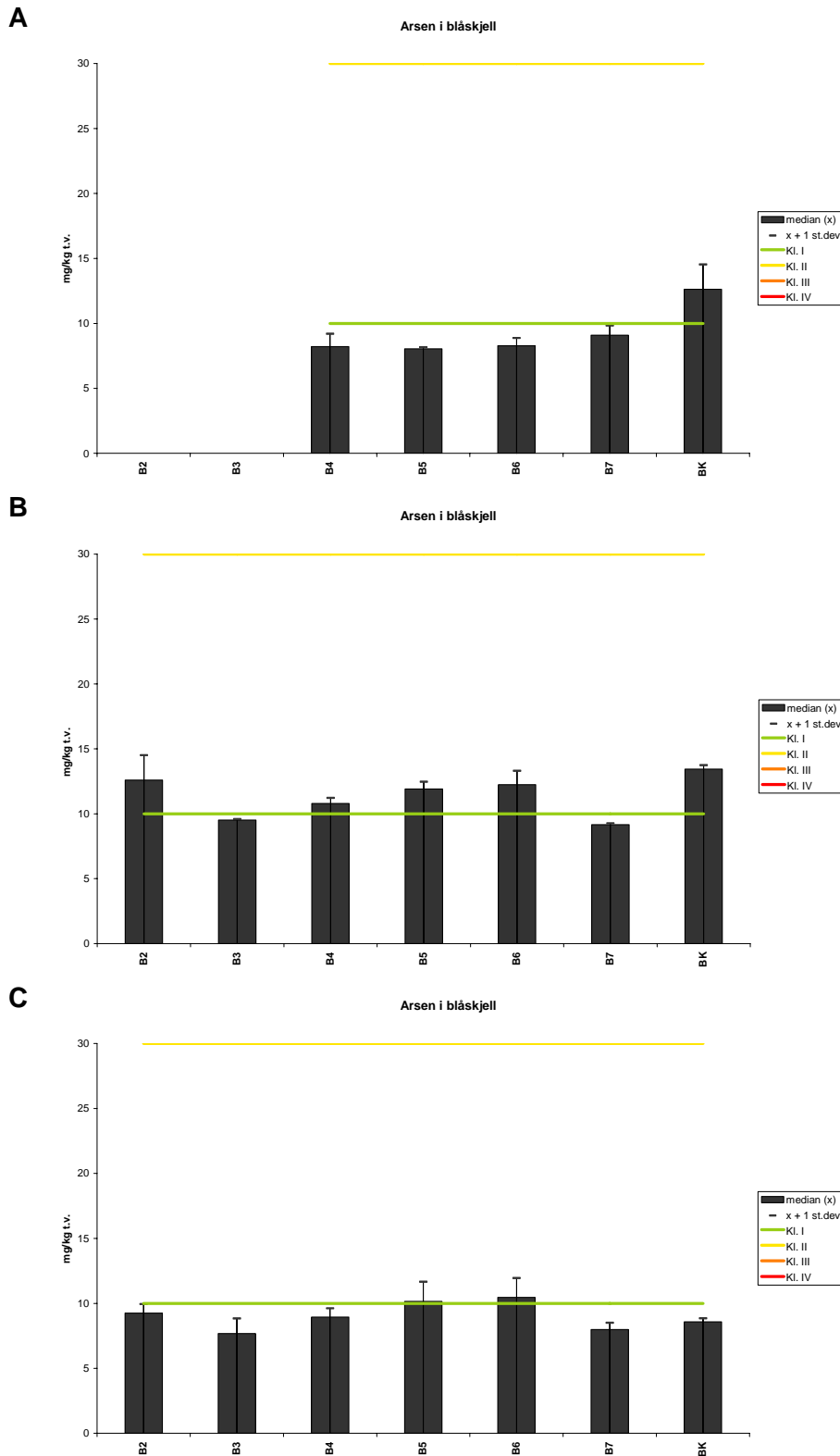
## Vedlegg C.

### Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 1996-2006

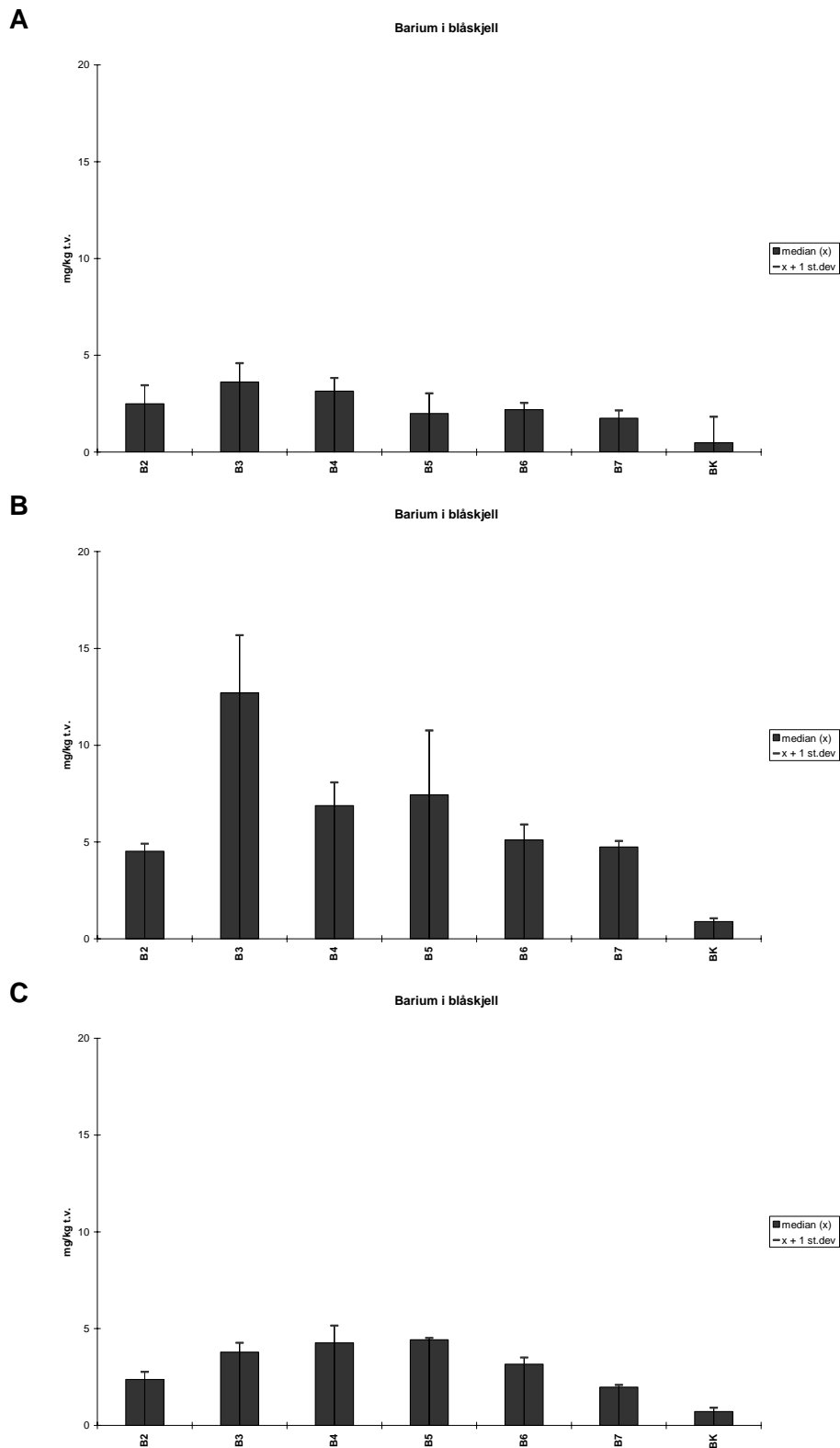
#### I rekkefølge:

Arsen (As)  
Barium (Ba)  
Kadmium (Cd)  
Kobolt (Co)  
Krom (Cr)  
Kobber (Cu)  
Kvikksølv (Hg)  
Nikkel (Ni)  
Bly (Pb)  
Vanadium (V)  
Sink (Zn)

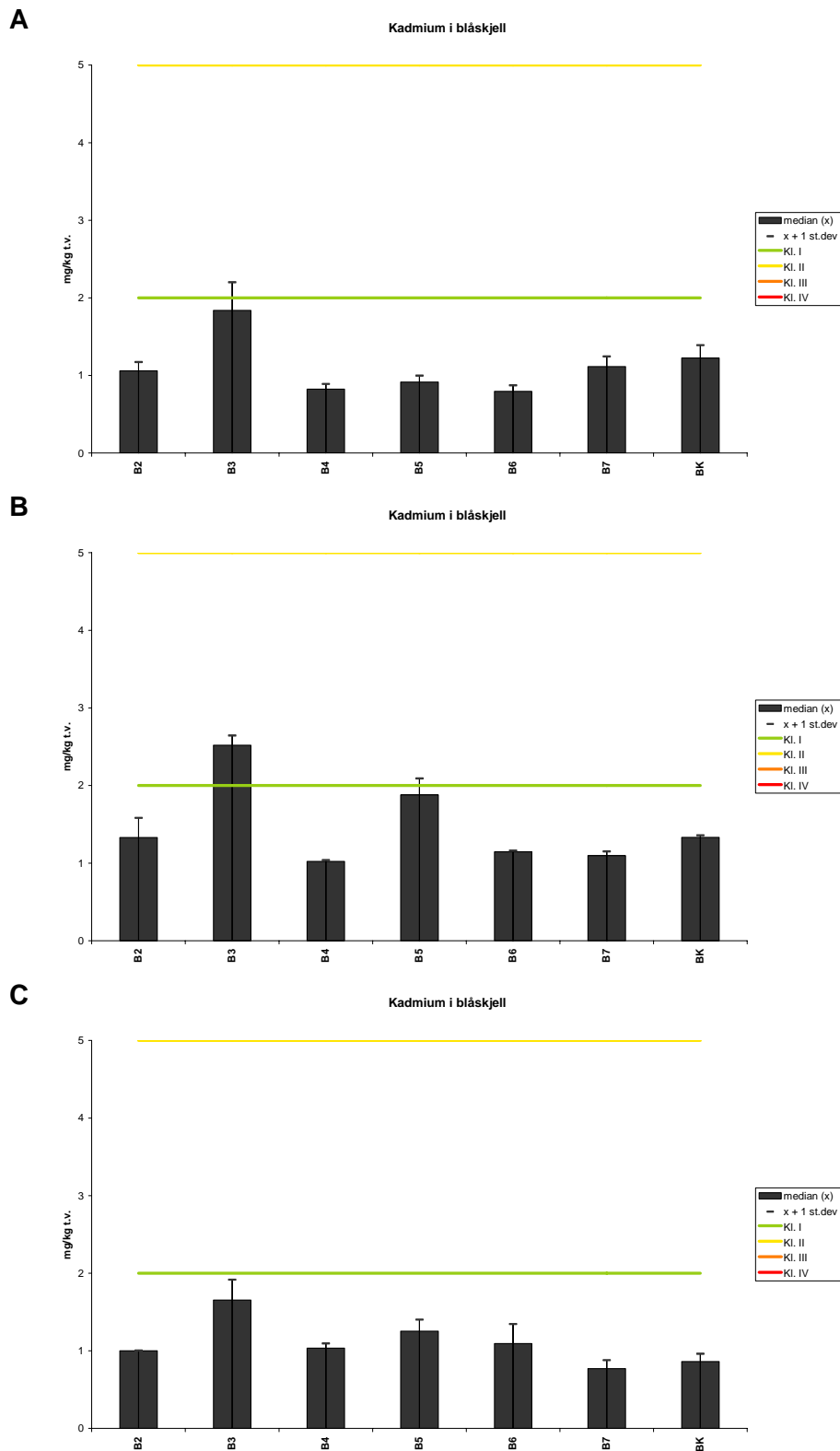
MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)



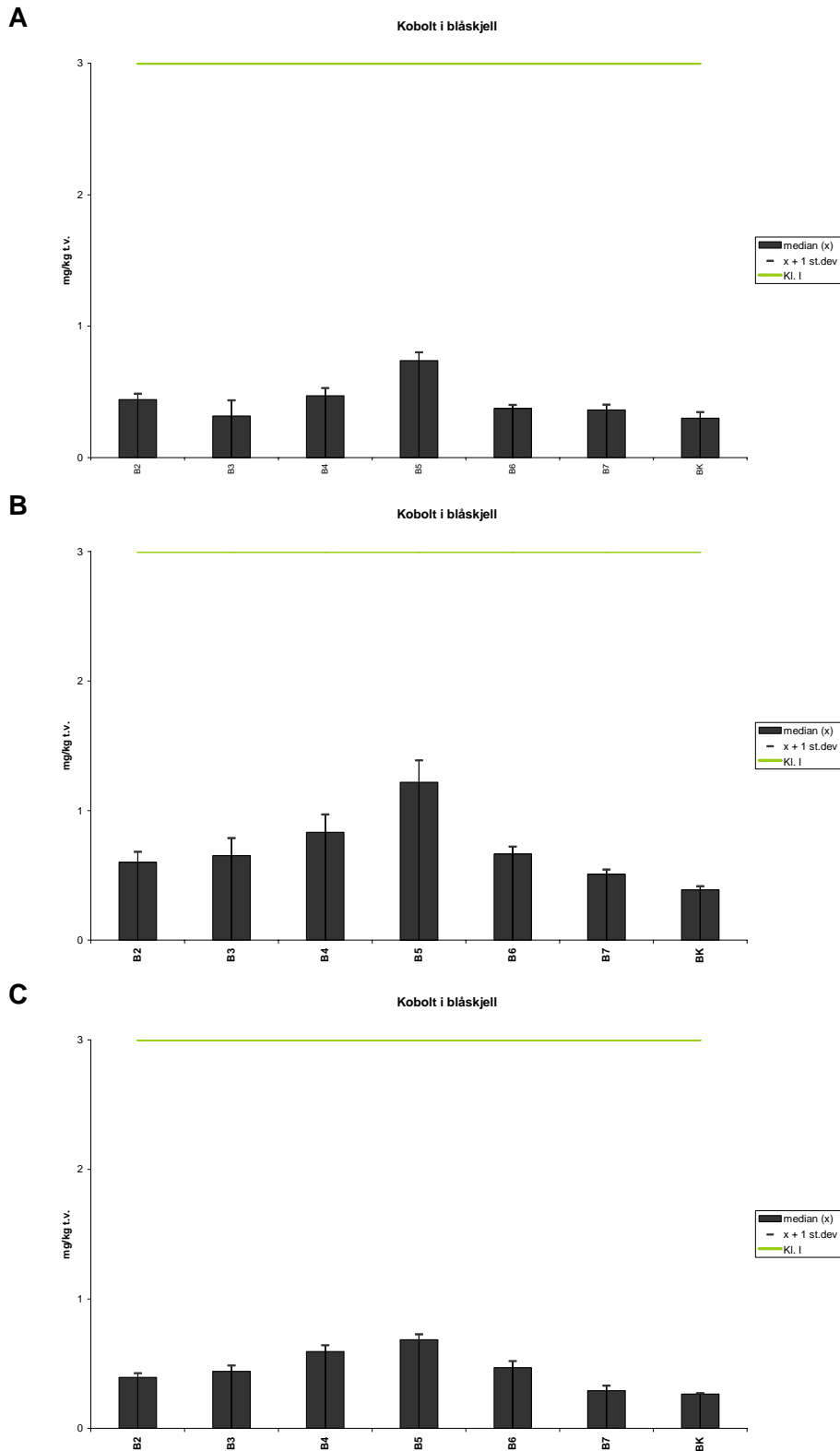
**Figur 17.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (**A**), 2005 (**B**) and 2006 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



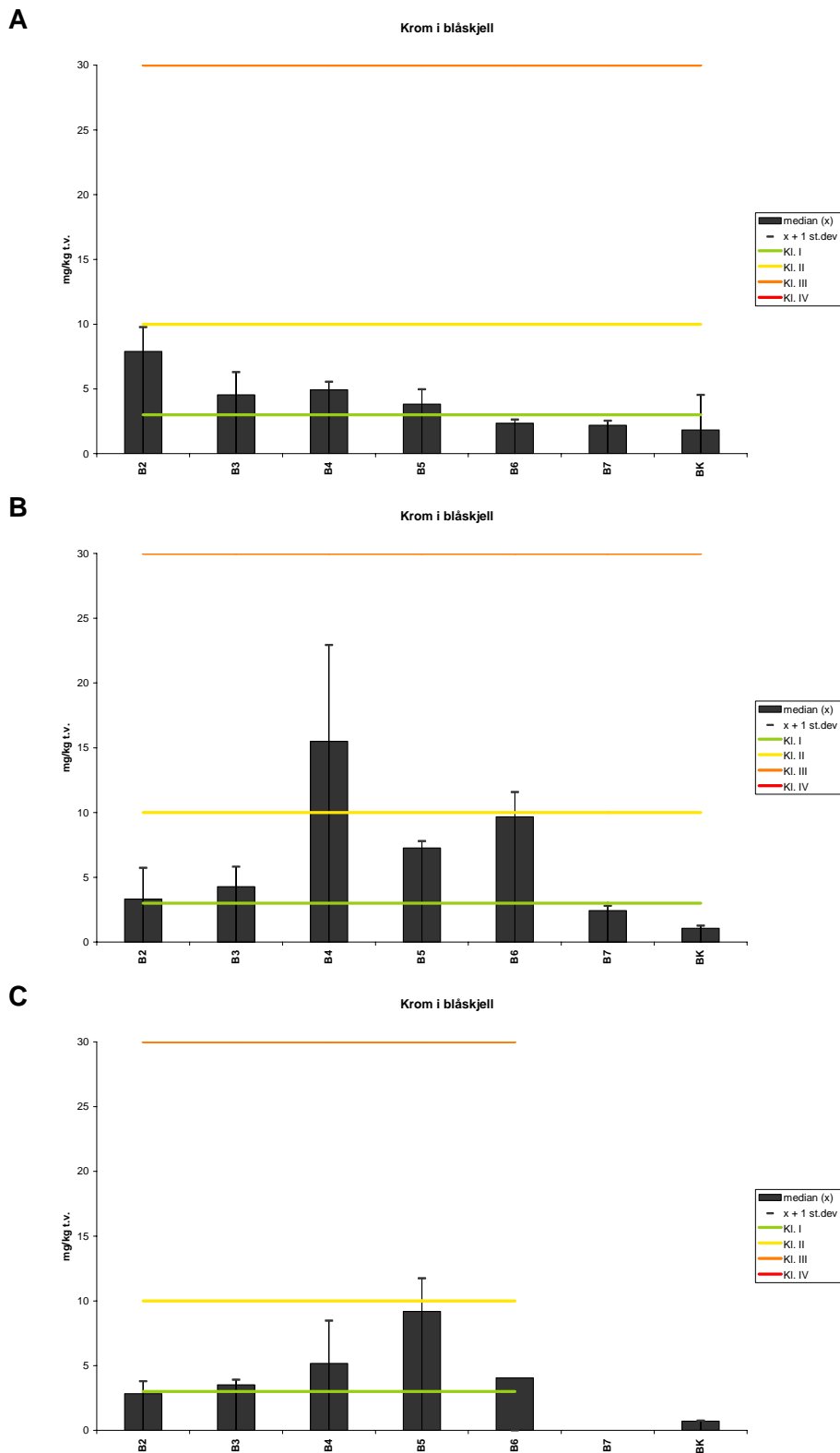
**Figur 18.** Median og standard avvik konsentrasjon for barium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (**A**), 2005 (**B**) and 2006 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



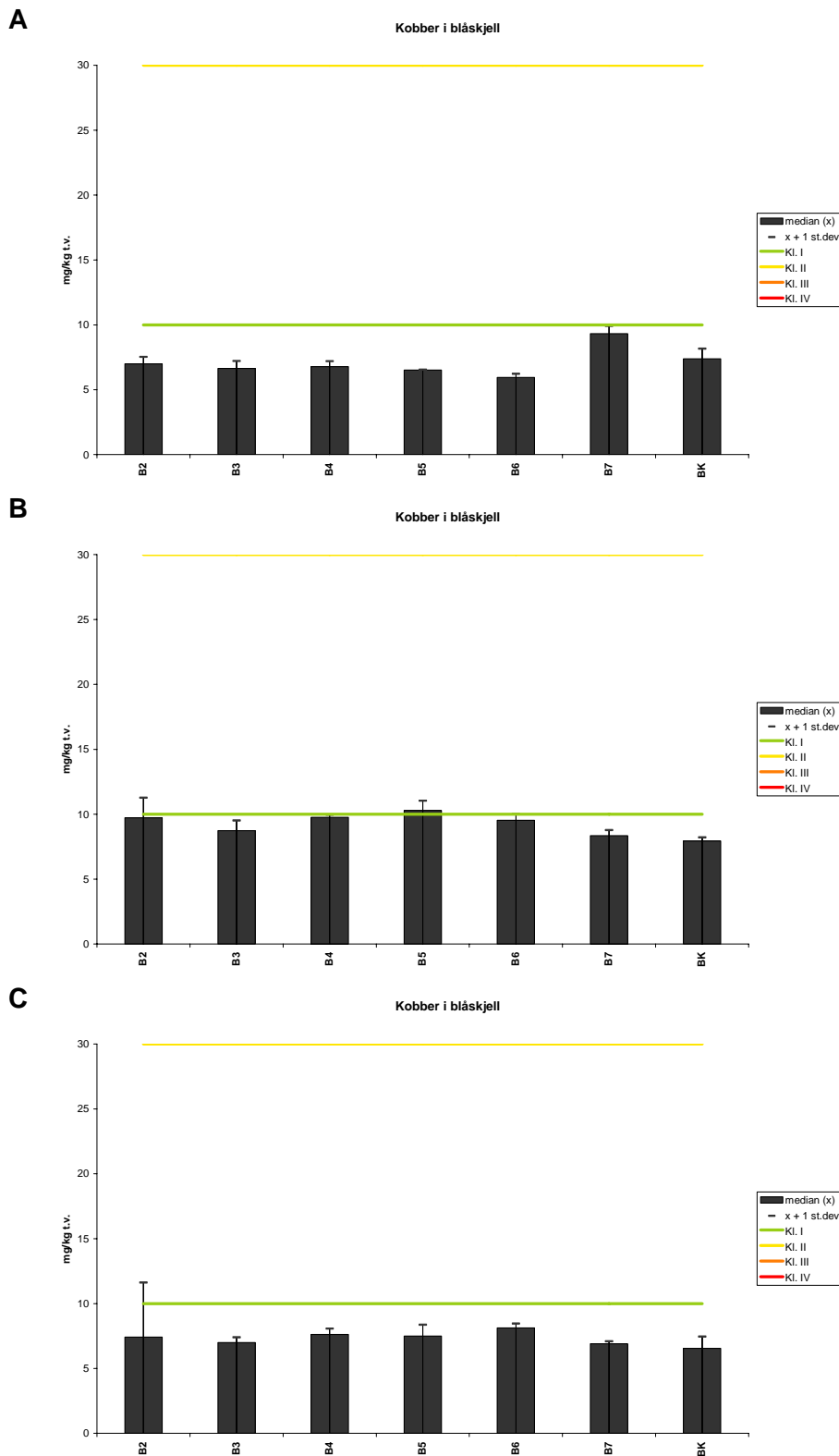
**Figur 19.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kadmiurn i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (A), 2005 (B) and 2006 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



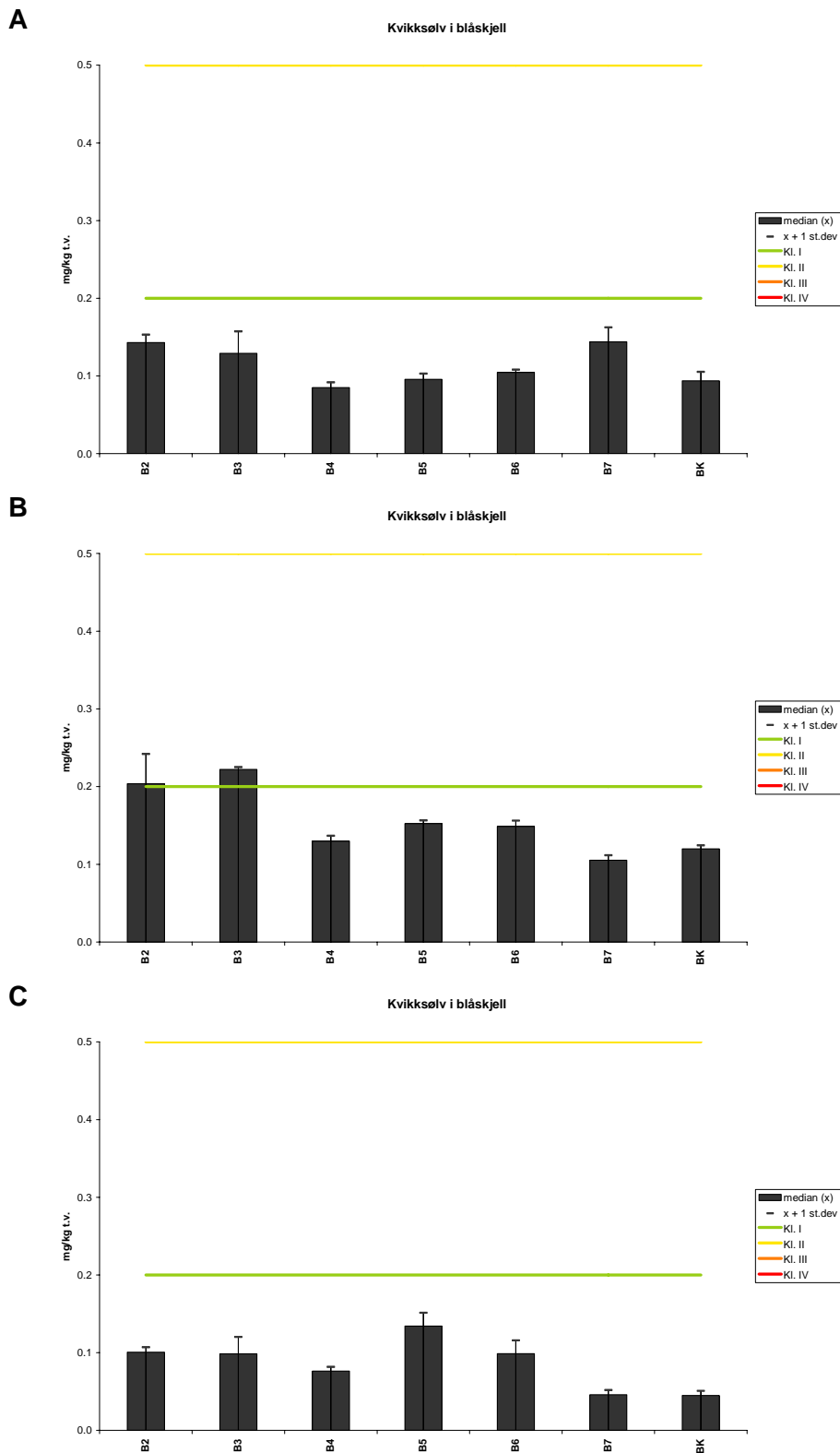
**Figur 20.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kobolt i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (**A**), 2005 (**B**) and 2006 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 21.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (A), 2005 (B) and 2006 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

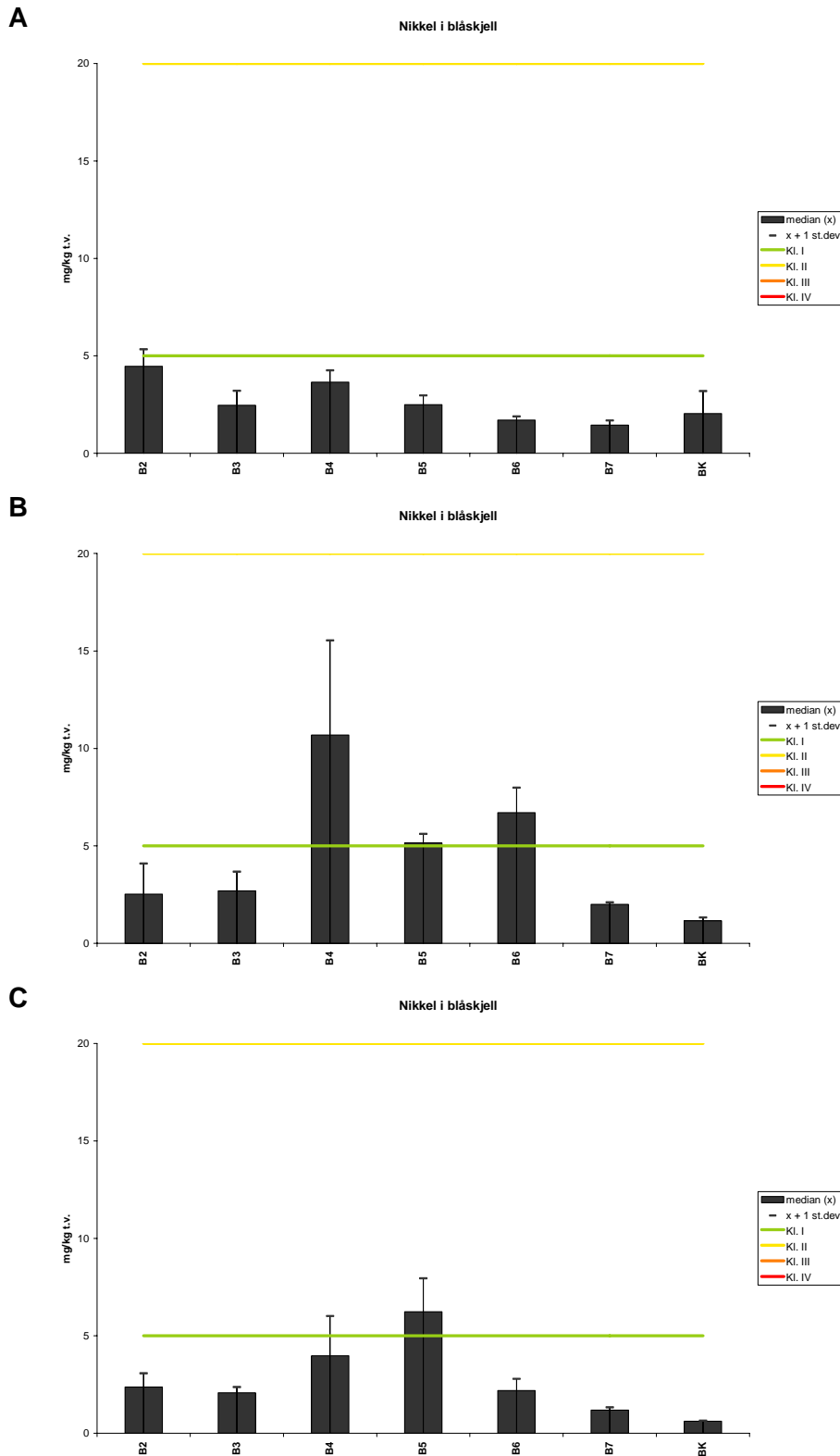


**Figur 22.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (**A**), 2005 (**B**) and 2006 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.

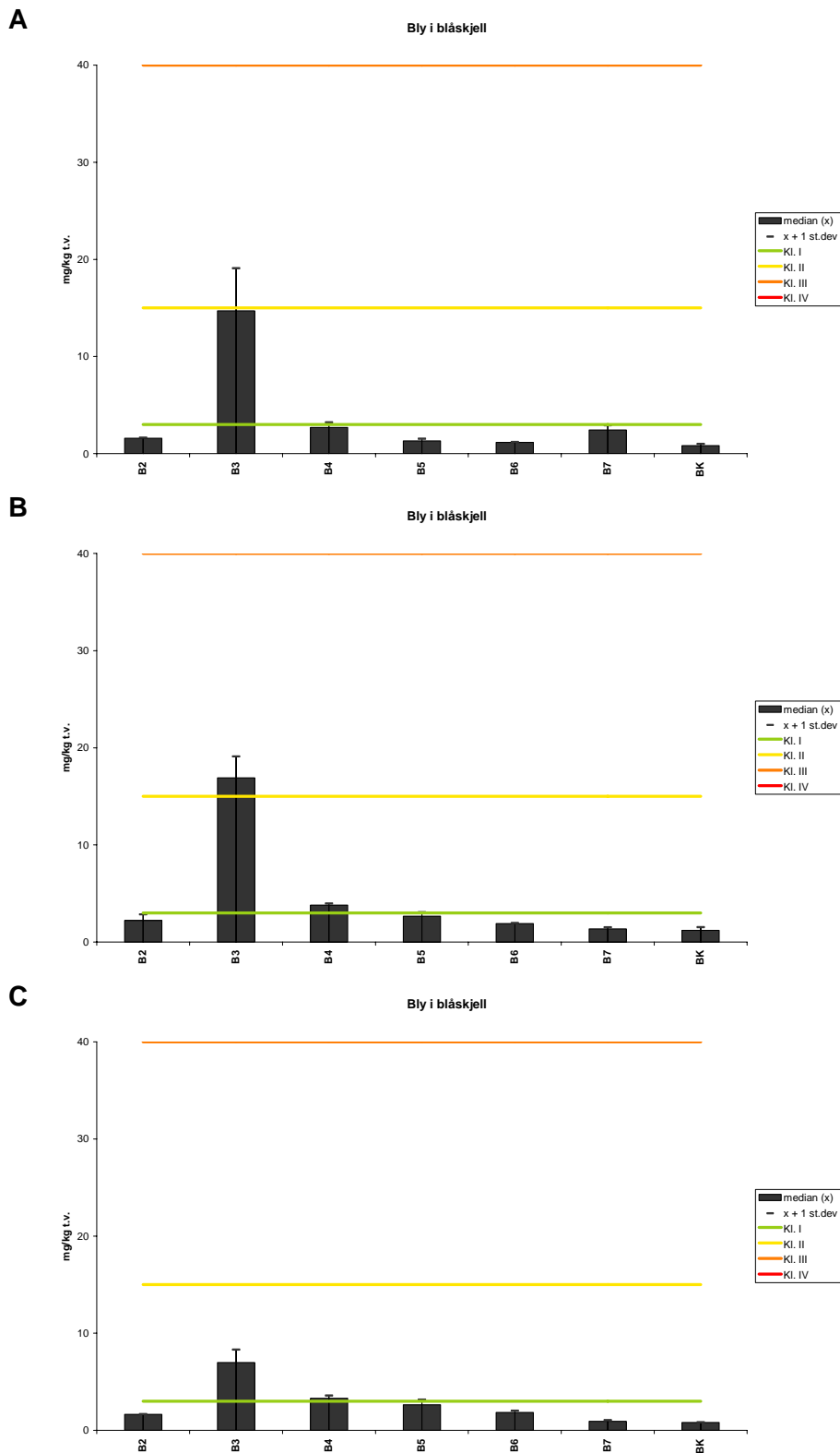


**Figur 23.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (A), 2005 (B) and 2006 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

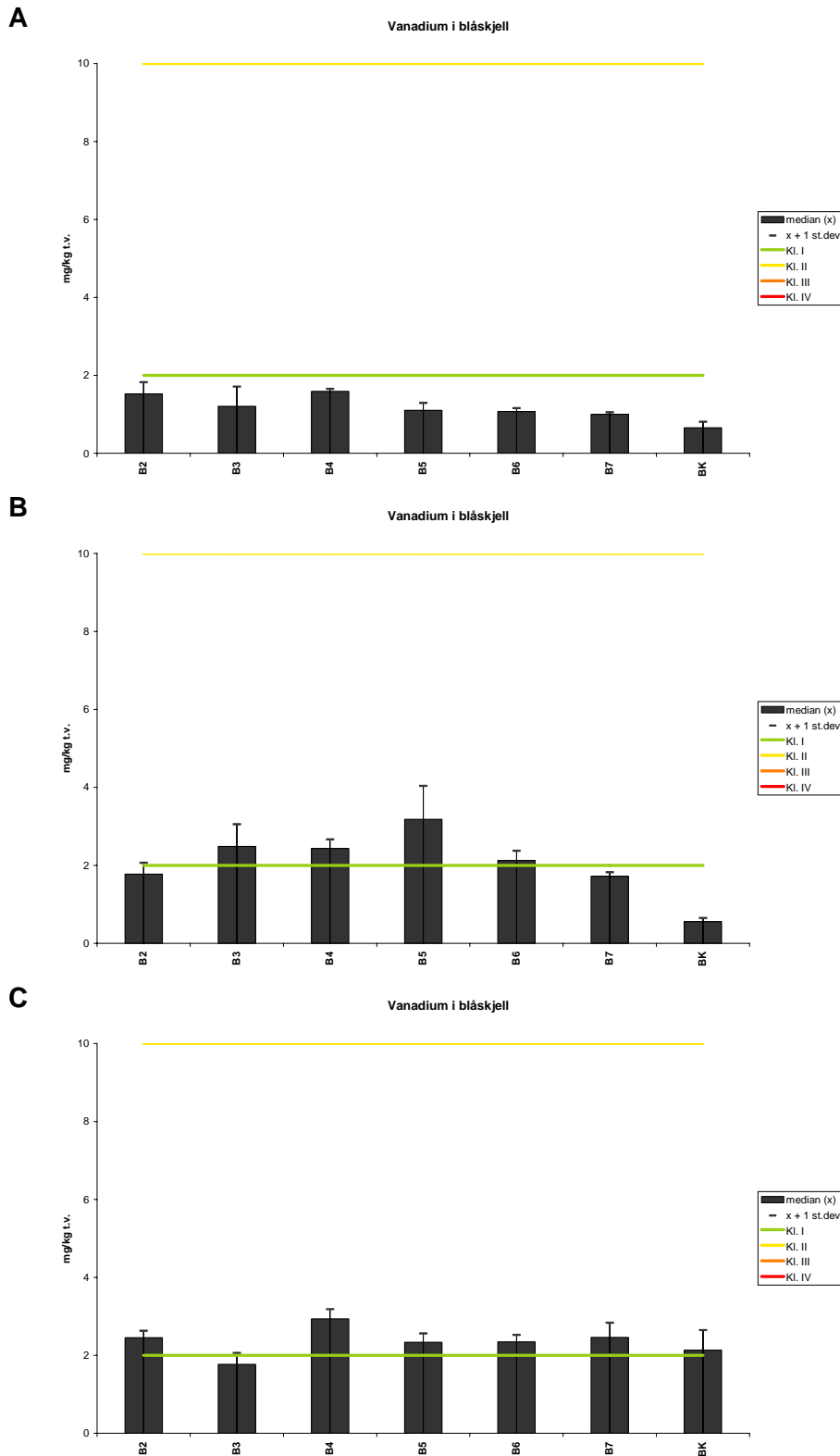




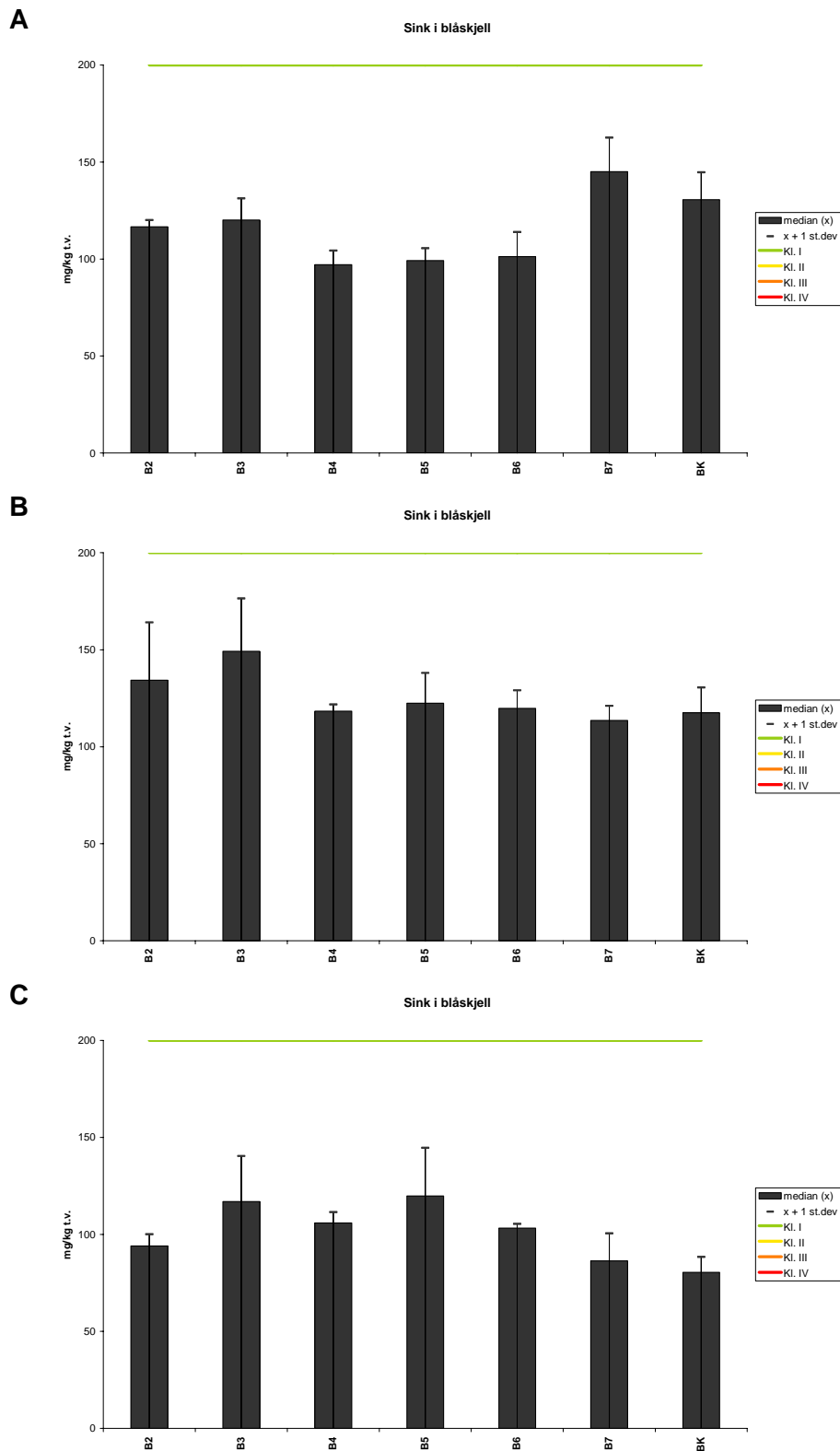
**Figur 24.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (A), 2005 (B) and 2006 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 25.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (**A**), 2005 (**B**) and 2006 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 26.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for vanadium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (**A**), 2005 (**B**) and 2006 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 27.** Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II konsentrasjon for sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2004 (A), 2005 (B) and 2006 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

## Vedlegg D.

Tabell 12. Taxa av alger og dyr registrert ved strandsonundersøkelser på kontrollstasjon (BK) på Mølen og stasjon B2 og B6 på Langøya i 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, 2005 og 2006. 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	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605	bk06	b206	b606
Ahnfeltia plicata	9	1	4	9	4	4	9			4	4		1		1	9	9	9	9	4	4	9	9	9
Audouiniella spp. cf. Brogniartella byssoides								1								9			1					9
Bryopsis plumosa cf. Callithamnion corymbosum				9	1		4	4								9	4		9	1		4		4
Ceramium spp.	9	1	4	16	4		16	9			4	4	1	4	1	9	4	9	9	4	4	9	4	4
Dasya baillouviana																4			16					1
Phyllophora spp.				4			9				4													
Chaetomorpha mediteranea							4	9			4							9			4			9
Chaetomorpha melagonium														1	4									
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	9	4		4	4		4	4	4	9	4	9	9	4	9	9	9	4
Chorda filum	4																							
Chordaria flagelliformis	1																							
Cladophora rupestris	4		4			4							1		1	4	4	9		1	4	2		2
Cladophora sp.	1	4	4	1	9			4		1	4						1				4	4		4
CORAX	9	16	4	9	4	9	9	9		9			9	9	16		1		4			4		4
Cruoria pellita																								
Cyanophyceae indet, på tang								4																4
Cystoclonium purpureum																								
diatome-kjede på fjell	4		4		9	4	4	9		16	16		1						4					4
Dumontia contorta	1		1	4	1	4	9	4					1	1		9	4	4	6	4	9	9		4
Ectocarpales	4	1	4	4			1	1								4	1	1	1	1				4
Elachista fucicola	4	1		4			4	9		4	4					4	4	4	4	4		9		4

Taxa alger	bk96	b296	b696	bk97	b297	bk98	b298	b698	bk02	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	bk04	bk05	b205	b605	bk06	b206	b606
Enteromorpha sp.	4		1	9	4	1	9	4		9	1	4	1	4		1	1			4	9	1
Erythrothricia carnea																				9	4	
Fucus	4	9		9	16	4	9	9		9	1						4		4			4
cf. evanescens																						
Fucus juv.	9	4	4	4	4	4	9	4	4	4							4			2	2	2
Fucus serratus	16	16	16	16	16	16	16	16	9	16	9	16	9	16	16	16	9	9	14	9	9	16
Fucus spiralis									4													
Fucus vesiculosus	9	16	16	9	16	9	9	16	9	16	9	9	9	9	16	9	16	9	16	9	9	16
Furcellaria/Polyides	4	4	1	4	4	9		9		1		1	4		9		1	1	4	1	9	4
Grønti																						
Balanus/Fjell											9	4	4		9			4	9	4		4
Hildenbrandia rubra		4	4	9	4	9		4	16	4	9			4	9	9	16	9	9	12	9	4
Laminaria																		1				
Laminaria saccharina																						
Laminaria saccharina juv.	1																4			1		
Pilayella littoralis				4																		4
Polysiphonia	4	4	4	1	9	4	9	4						4	4	4	4	1	4		4	4
fibrillosa																						
Polysiphonia nigrescens	9	4		9	4	9	1	4									9	4		9	4	4
Polysiphonia urceolata	4		1							4				9	4		1			1	4	4
Polysiphonia elongata																						
Porphyra sp.							4							4				1			4	4
Prasiola stipitata																		4	4			
Ralfsia cf. verrucosa																						
Rhizoclonium implexum				1													9	9	4	9	9	9
Rhodomela confervoides					1		1	1														
Scagelia pysaliaei																						
Spermothamnion repens																					4	1
Sphacelaria cirrosa																						
Spirulina subsalsa/Lyngbya														1			6					
Spongomorpha aerugi/pallida	4				4		9	4								1	4		1	9	9	16

	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605	bk06	b206	b606
Taxa alger																								
Streblonemoide alger				4	4	4	9									9	9	16	4	4	9	1		
<u>Ulothrix/Urospora</u>				4			4	1								4		4				4		
Ulva lactuca																		16			9			
Zostera marina			9		4	9			16															9
Sum taxa	23	13	18	23	21	18	24	24	19	9	10	13	10	11	12	21	15	19	29	22	19	29	29	19
Sum forekomst	127	84	91	152	126	128	174	143	144	63	83	79	56	57	58	143	90	171	183	81	140	178	169	124

	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605	bk06	b206	b606	
Taxa dyr																									
Acmaea sp.	4	1																	1						
Actinaria indet.				9																					
Alcyonidium hirsutum	1						9	4	4				1												
Alcyonidium gelatinosum	4	4	4	4	4	4				4	4	9	4	4	4	4	1	4	4	1	4		4	4	
Asterias rubens	4	1	4	4	4	4		1	1	1			4	1	4	4			4	1	1	1	1	1	
Asterias rubens juv.	4	4	4	4	1	4	4	1	4						1	1			4			4	4	4	
Asterioidea indet. juv.		1																							
Balanus balanoides	4	4	4	4	9	9	9	9	9		9	4	9	4	4	9	4	4	4	4	4	1	4	4	
Balanus crenatus										16	9	16	4	4	9		4	4							
Balanus improvisus																4	4	4			4	9		4	4
Botryllus schlosseri																1							1		
Campanularia integra																									
Campanularia johnstoni				1									4	4	4	4	1	1						4	4
Carcinus maenas	1	1	4	4	4	4		4	4	4	4	1	4	4	4	4	1	1	1	1	1	4	4	1	
Ciona intestinalis					4																				
cf. Halichondria panicea					1		1																		
Dynamena pumila	4			4			9	9		9			4	4	4	9			9			9		4	4
Electra pilosa	9	4	9	9	4	9	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	9	4	4	9	4	4	
Electra crustulenta																4		9			9				
Hydroida indet.					4		1																		
Hinia reitculata														1											
Invertebrate egg mass: band						1																			
Laomedea geniculata	4	4	4	4	1	4	4	9	4	4	1		4	2	9	4	1	4					1	1	
cf. Laomedea flexuosa														9									1		

Taxa dyr	bk96	b296	b696	bk97	b297	b697	bk98	b298	b698	bk02	b202	b602	bk03	b203	b603	bk04	b204	b604	bk05	b205	b605	bk06	b206	b606
Leptasterias mülleri										1														
Littorina littorea	9	9	9	9	9	9	9	9	9	16	9	9	16	16	9	9	16	9	9	9	9	9	9	9
Littorina obtusata				1			1			1			1						1				4	1
Littorina saxatilis	4			4			9		9	4	4	1	4		4	9	4	4	9	4		4	4	4
Membranipora membranacea	9		1	4		1							4		4				4			4		
Metricidium 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	9	16	4	9	9	4
Nereis sp.	1						1		4															
Porania pulvillus																								
Psammechinus miliaris																								
Spirorbis borealis					4																			
Mytilus edulis juv.		1					9	9	4															
Laomedea sp.								9	9															9
Eggmasse														4										
Sum taxa	16	12	11	16	13	12	16	12	12	13	9	8	14	14	13	16	9	11	15	9	10	16	9	12
Sum forekomst	75	50	48	78	58	59	89	72	65	89	48	58	72	74	65	90	54	50	76	44	54	74	40	44