


# Overvåking NOAH

## Langøya 2009

Miljøgifter i blåskjell,  
sedimentundersøkelser samt  
biologiske registreringer på  
grunt vann

A decorative blue wavy line that spans across the width of the page, starting from the left edge and ending at the right edge, positioned below the main text.

**Hovedkontor**

Gaustadalleen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: [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**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**Midt-Norge**

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

Tittel Overvåking NOAH Langøya 2009. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	5978-2010	26.05.2010
Forfatter(e) Walday, Mats Green, Norman Gitmark, Janne Høgåsen, Tore Norling, Karl	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	10202	73
	Fagområde	Distribusjon
	Miljøgifter sjøvann	Fri
	Geografisk område	Trykket
	Vestfold	NIVA

Oppdragsgiver(e) NOAH AS, v. Marit Lægred	Oppdragsreferanse Bestilling 4369-1
--	--

**Sammendrag**

Siden overvåkingen utenfor NOAHs anlegg på Langøya startet i 1994 har resultatene i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området og undersøkelsene i 2009 viste også en i hovedsak god tilstand. Undersøkelsene omfattet forekomst av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell, tilstanden til biologiske samfunn i fjæra, samt tilstanden på hardbunn og bløtbunn på dypere vann. Tilstanden var i 2009 for det meste god, men med noe forhøyede nivåer av noen metaller i blåskjell og sediment rundt kaiområdet på Langøya. Dette indikerer en lokal påvirkning fra NOAHs aktiviteter, trolig i hovedsak forårsaket av spill ved lossing av forurenset materiale. Sjøsonen ned til 30-40 m dyp var preget av sandbunn og nedslammet fjellbunn med lite synlige organismer. Forholdene i de dypere liggende sedimentene rundt Langøya var generelt gode. Det er sannsynlig at flere forureningskilder i området enn NOAH-Langøya kan påvirke de stasjoner som undersøkes.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Langøya	1. Langøya island
2. Marin	2. Marine
3. Overvåking	3. Monitoring
4. Miljøgifter	4. Micropollutants



Mats Walday  
Prosjektleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

## **Overvåking NOAH Langøya 2009**

Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann

# 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 Marit Læg Reid.

Hovedinnsamling av blåskjell og biologiske registreringer ble utført av Janne Gitmark og Camilla With Fagerli (NIVA) i oktober 2009.

Hans Christer Nilsson (NIVA) har gjennomført sedimentprofilfotografering (SPI) ved bruk av UiOs forskningsfartøy ”Trygve Braarud”, og Karl Norling har vurdert resultatene fra bildeanalysen og deltatt i rapportskrivning om strukturer og klassifisering av dypere sedimenthabitater.

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i april og august 2009.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Janne Gitmark og Marijana Brkljacic.

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

Trendanalysene er utført av Norman Green og Tore Høgåsen 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, 26. mai 2010

*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 Strandsoneregistrering	11
2.3 Registreringer i sjøsonen	12
2.4 Sedimentundersøkelser	13
2.4.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	13
2.5 Databearbeiding	14
<b>3. Resultater</b>	<b>16</b>
3.1 Metaller i blåskjell	16
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	18
3.3 Metaller i sediment ved bulkkai	19
3.4 Gradienter og utvikling i blåskjell	22
3.5 Sedimentundersøkelser	29
3.6 Strandsoneregistreringer	31
3.7 Sjøsoneregistreringer	37
<b>4. Referanser</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>43</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>53</b>
<b>Vedlegg C.</b>	<b>66</b>
<b>Vedlegg D.</b>	<b>70</b>
<b>Vedlegg E.</b>	<b>72</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 2009 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya og ved kontrollstasjonen på Mølen. Fra kontrollstasjonen og 5 stasjoner på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter og tinnorganiske forbindelser (inkl TBT). Det ble videre foretatt visuelle registreringer av alger og dyr på tre strandsonestasjoner, og på 5 stasjoner i sjøsonen ved hjelp av UV-videokamera. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved sedimentprofilfotografering (SPI), på 22 stasjoner.

I 2009 var tilstanden med hensyn til metallinnhold i de undersøkte blåskjellene for det meste god (Kl.I ubetydelig-lite forurenset) og det var kun i én prøve at tilstanden var dårligere enn moderat forurenset (klasse II).

Blyinnholdet i skjell fra stasjonene ved bulkkaia vest på Langøya var noe forhøyet (moderat forurenset). Til dels gjaldt dette også for kadmium. Krom var også forhøyet i enkelte prøver, men uten noe klart mønster mht. stasjoner. For barium var nivåene høyest på stasjonene ved bulkkaia, men dette gjaldt kun for april- og augustprøvene. Arsen var forhøyet i mange av prøvene, inkludert kontrollstasjonen på Mølen. Dette tyder på en generell forurensing fra arsen i midtre deler av Oslofjorden og at NOAH ikke er kilden til denne. Vanadium hadde høyere verdier på kontrollstasjonen enn på stasjonene rundt Langøya.

Stasjonen nærmest bulkkaia (B3) har pekt seg ut med de største overkonsentrasjonene av metaller. 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 gjennomført de senere år bekrefter at det er en viss kontaminering av enkelte metaller i sediment og blåskjell utenfor bulkkaia. Problemet er begrenset til et mindre område og tiltakene mot spill ved lossing av avfall har vist seg å være vellykkede: I 2009 var ingen prøver fra B3 klassifisert dårligere enn Moderat forurenset (Kl.II). Det var imidlertid forhøyede nivåer av bly i sedimentene tilsvarende klasse IV – "Dårlig tilstand/ Akutt toksiske effekter ved korttidseksposering" i hht. klassifisering etter Klif (SFT) veileder TA-2229/2007

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell var lavt, - klasse I ubetydelig-lite forurenset, unntatt for 'kreftfremkallende PAH' (kPAH) som var moderat forurenset på østsiden av Langøya (B11). År 2009 var dermed det året med best tilstandsklassifisering mht. organiske miljøgifter siden målingene startet opp i 2003.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya i 2009. Undersøkelsen av vegetasjonen i sjøsonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på grunt vann på alle stasjonene, og ålegressenger på fire av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. De undersøkte områdene ned til 30-40 m dyp var preget av sandbunn og nedslammet fjellbunn med lite synlige organismer. Gravehull i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet. I de dype bløtbunnsområdene (30-200m) var tilstanden i sedimentene god (tilstandsklasse "god" og "meget god").

Siden NOAHs anlegg har utslipp av miljøgifter 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 skjell. 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 forureningskilder i Langøyaområdet enn NOAH-Langøya og at forureningsbildet er komplisert, særlig med hensyn til kildeidentifisering.

Helt siden undersøkelsene av metaller i blåskjell startet har de fleste resultater indikert en relativt lav forureningsgrad, dvs. at området generelt kunne klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset (Klasse I) ifølge Klif's klassifiseringssystem. Dette var også tilfelle i 2009. Overkonsentrasjoner av noen metaller indikerer likevel at en fremdeles har lokale kontamineringsproblemer rundt havneområdene på Langøya. Trendanalyser har avdekket tre signifikante oppadgående trender siden 1996 for kadmium, kvikksølv og bly i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya. En nedadgående trend for kadmium ble registrert på kontrollstasjonen. Konsentrasjonene av kvikksølv har i hovedsak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg at det er en oppadgående trend på B3.

## Summary

Title: Monitoring NOAH Langøya 2009. Littoral and sublittoral communities, micropollutants in mussels and condition of sediments

Year: 2010

Authors: Walday, Mats; Green, Norman; Gitmark, Janne; Høgåsen, Tore; Norling, Karl.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5713-7

Littoral and sublittoral communities, concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), and the environmental condition in sediments were investigated by NIVA in 2009 as part of a monitoring programme in the marine recipient in the vicinity of a plant 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 run yearly since 1996. Results from the investigations performed in 2009 are presented in this report.

In 2009, 10 % of the results from analysis of contaminants in mussel could be classified as moderately polluted. The rest were little- or non-polluted. Metal pollution was mainly caused by As and Cr. Also the reference-station was polluted from As.

Industrial waste is transported by ship to the Langøya industrial plant. Loss of waste during the unloading is the most likely explanation for the pollution in the quay-area. Trend-analysis indicates a significant time-dependent increase in the levels of cadmium (Cd), lead (Pb) and mercury (Hg), in mussels at station B3, close to the quay-area, since 1996. Levels are, however, decreasing in recent years.

Mussels were generally only slightly polluted from organic contaminants. Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), were, however, elevated at Langøya. This is probably related to ships traffic and perhaps polluted sediments in yacht harbours.

The investigation of the littoral and sublittoral communities, including conditions in sediments around Langøya did not shown any sign of negative influence from NOAH's activities at Langøya.

Apart from some local contamination in the quay-area, due to waste during unloading of ships, the investigation indicate a generally healthy environment in the recipient throughout the monitoring period.



# 1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya for å kartlegge 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. 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 relativt lave konsentrasjoner av organiske- og uorganiske miljøgifter. Aktiviteten 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. Anleggets store bruddflater tar imidlertid imot store mengder regnvann og sigevann fra omgivelsene.

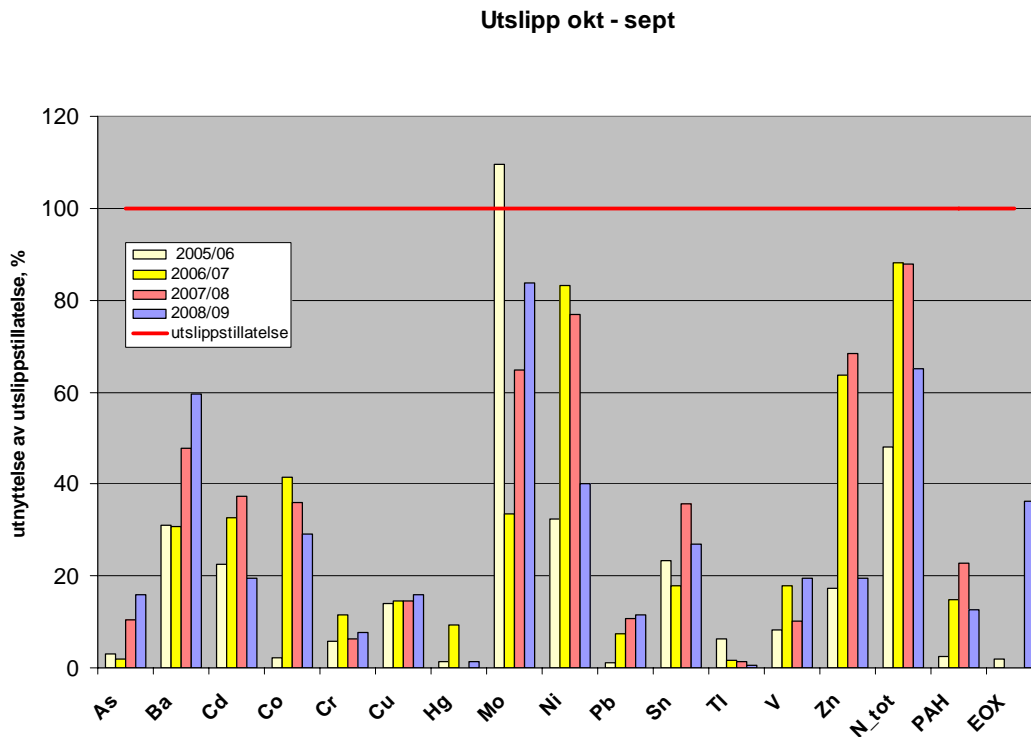
Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og har frem til oktober 2007 blitt sluppet ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Utslippsrøret er nå forlenget og vannet går ut på 38 m dyp. Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas en samleprøve gjennom et døgn én gang i uken 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 og målinger av utslippsforholdene i området (Magnusson et al. 1997, Staalstrøm et al. 2008) 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. Ved vurdering av resultatene må en imidlertid 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 tilførselen 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, 2007, 2008, 2010). Overvåkingen 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. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var for samtlige stoffer innenfor konsesjonsgrensene i 2009 (Figur 1).



**Figur 1.** Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2005/06, 2006/07, 2007/08 og 2008/2009. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent 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 data fra NOAH-Langøya.

**Tabell 1.** Utslipp av metaller i kg/måned fra NOAH Langøya AS til sjø for perioden okt. 2008 til sep. 2009. Tallene er oppgitt av bedriften. Merk at deteksjonsgrensen (QL) er oppgitt i mg/l.

	QL mg/l	2008			2009								
		okt	nov	des	jan	feb	mars	apr	mai	juni	juli	aug	sep
As	0,02	0,279	0,24	0,248	0,372	0,224	0,248	0,24	0,186	0,15	0,031	0,031	0,06
Ba		35,9	43,1	59,2	68,6	62,0	43,1	60,4	60,8	41,0	12,8	17,4	18,1
Cd	0,002	0,093	0,06	0,031	0,062	0,112	0,124	0,06	0,62	0,39	0,031	0,0124	0,03
Co	0,02	0,992	0,84	0,62	0,31	0,28	0,341	0,39	0,217	0,12	0,031	0,031	0,06
Cr	0,02	0,093	0,27	0,093	0,062	0,056	0,093	0,09	0,062	0,18	0,031	0,062	0,03
Cu	0,02	0,217	0,21	0,217	0,186	0,168	0,31	0,21	0,434	0,3	0,031	0,031	0,03
Mo		19,0	18,9	18,9	17,8	19,5	14,8	23,8	22,9	17,3	5,3	3,0	2,2
Ni	0,02	1,767	1,59	1,674	1,116	1,008	0,589	0,54	0,651	0,54	0,186	0,341	0,24
Pb	0,04	0,124	0,15	0,124	0,124	0,252	0,155	0,57	0,372	0,12	0,031	0,031	0,03
V	0,02	0,093	0,12	0,372	0,403	0,364	0,403	0,39	0,372	0,21	0,062	0,0155	0,03
Zn	0,02	3,503	1,86	1,426	0,651	0,924	1,147	1,02	1,55	0,63	0,217	0,372	0,9
Hg	0,00001	0,001	0,001	0,0003	0,0002	0,0002	0,002	0,0007	0,001	0,0009	0,0001	0,00003	0,00003

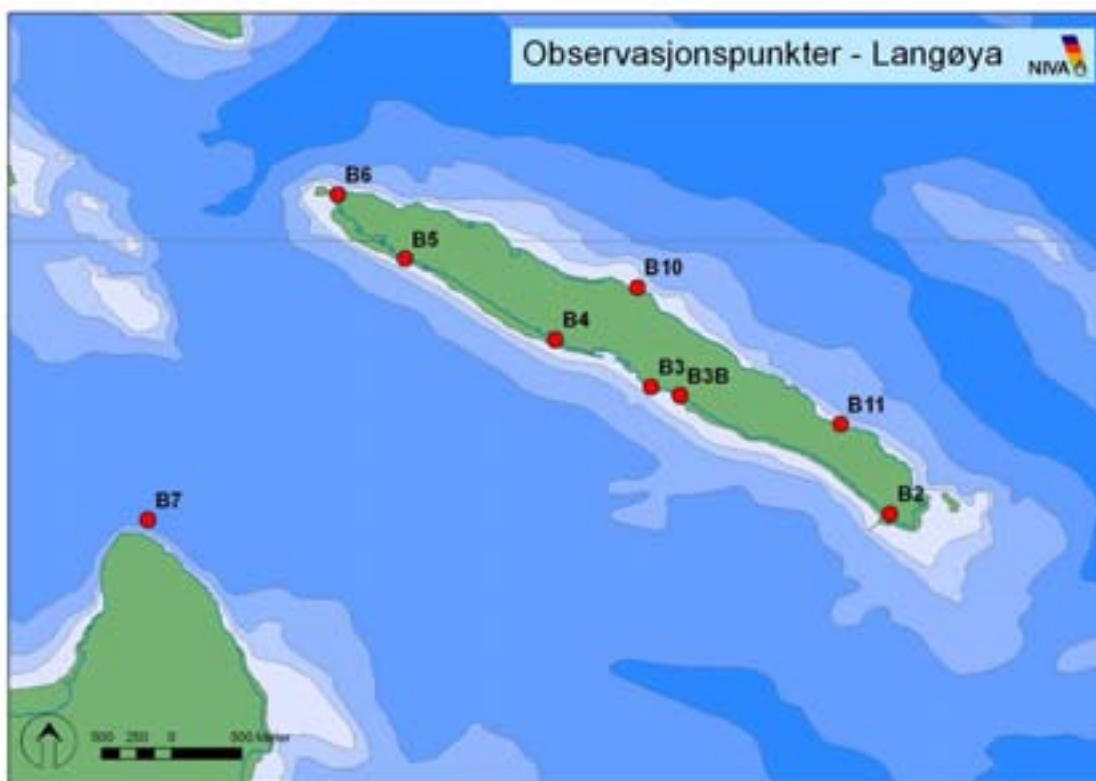
## 2. Metodikk

### 2.1 Blåskjellpopulasjoner

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) og strandsoneregistreringer ble gjennomført i begynnelsen av oktober 2009 i området rundt Langøya (Figur 2) og på Mølen (kontrollstasjon BK) ca 5 km øst for Langøya. Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (Tabell 2).

Blåskjell ble samlet inn fra stasjon BK (kontroll) samt B2 – B11 (Figur 2, Tabell 2). På hver Langøya-stasjon ble det innsamlet 60 skjell av en lengde på 4-5 cm. Blåskjell fra kontrollstasjonen blir samlet inn samtidig, men under et annet program (CEMP (tidl. JAMP), cf. Green et al. 2001). 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. Det ble analysert på 3 prøver à 20 skjell fra hver stasjon. Alle kjemiske analyser, unntatt tinnorganisk, nonorto-PCB og dioxiner er utført etter akkrediterte metoder på NIVAs laboratorium. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert av NILU. Tinnorganiske stoffer er analysert av 'ALS laboratory group'.

Metaller analyseres fra samtlige prøver, mens TBT og organiske miljøgifter analyseres i én prøve fra et utvalg av stasjonene (B2, B3, B4, B6, B11, BK)



**Figur 2.** Langøya med plassering av blåskjellstasjoner. Kontrollstasjonen (BK) ligger på Mølen, ca 5km øst for Langøya og utenfor kartutsnittet.. Strandsoneregistreringer utføres på stasjon BK, B2 og B6.

**Tabell 2.** Stasjoner for innsamling av blåskjell og gjennomføring strandsoneregistreringer (se også Figur 2). Posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS. BK er kontrollstasjonen på Mølen. B7 ble etablert år 2000 og er plassert like ved fyrlykten på Mulodden. B10 og B11, på østsiden av Langøya, ble etablert i 2007.

Stasjon	Navn	lengdegrad	breddegrad	blåskjell	strandsonereg.
BK	Mølen, ref.	E10.49791	N59.48809	+	+
B2	Langøya	E10.39785	N59.48240	+	+
B3	Langøya	E10.38245	N59.49058	+	-
B3b	Langøya	E10.38430	N59.49002	+	-
B4	Langøya	E10.37627	N59.49364	+	-
B5	Langøya	E10.36656	N59.49884	+	-
B6	Langøya	E10.36224	N59.50298	+	+
B7	Mulodden	E10.35000	N59.48166	+	-
B10	Langøya	E10.38157	N59.49702	+	-
B11	Langøya	E10.39466	N59.48820	+	-

## 2.2 Strandsoneregistrering

Dyr og alger i strandsonen er blitt undersøkt ved to stasjoner på Langøya (B2 og B6), og ved en kontrollstasjon på Mølen (BK) siden 1996. I 2009 ble undersøkelsen utført 1. oktober (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:

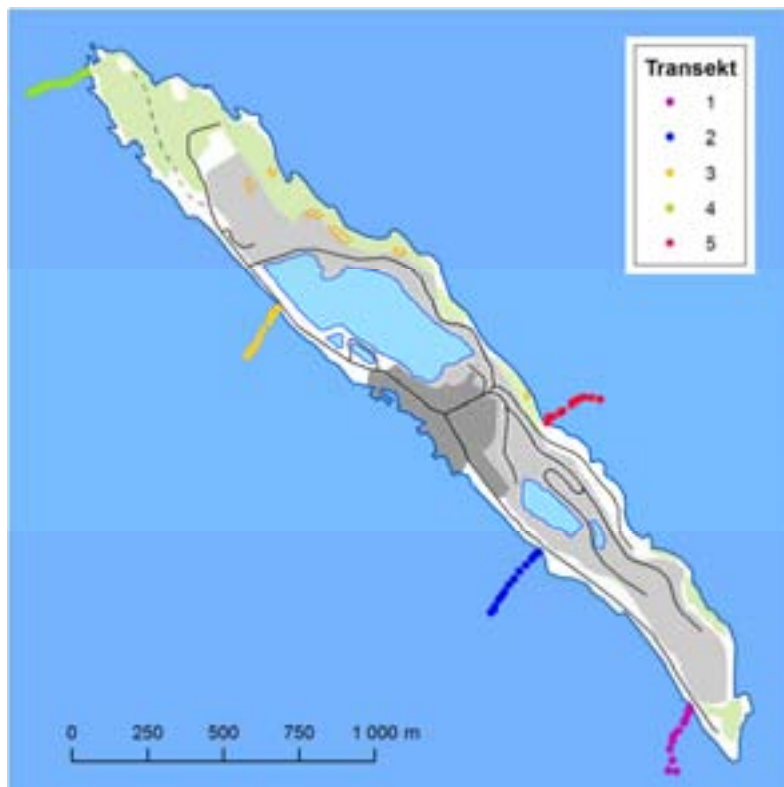
- 1 enkelt funn
- 2 spredte funn
- 3 vanlig forekommende
- 4 dominerende forekomst

Analysene av de biologiske samfunnene er gjennomført ved bruk av programpakken PRIMER; antall arter, forekomst og diversitet er beregnet. Videre er også likhetene mellom stasjonene/områder analysert ved hjelp av multivariate analyser (Bray-Curtis likhetsindeks). I de tilfeller hvor det ble identifisert en gruppering av stasjoner, ble det undersøkt videre hvilke dyr og/eller alger som er årsak til forskjellene mellom gruppene.

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

### 2.3 Registreringer i sjøsonen

1. oktober 2009 ble det gjennomført en videoregistrering av bunnvegetasjonen/bunnforhold med nedsenkbart kamera. Videoregistreringen foregikk fra båt. Det ble filmet i linjer (transekter) fra strandkanten (0 m) til rundt 30 – 40 m dyp på 5 stasjoner rundt Langøya (**Figur 3**).



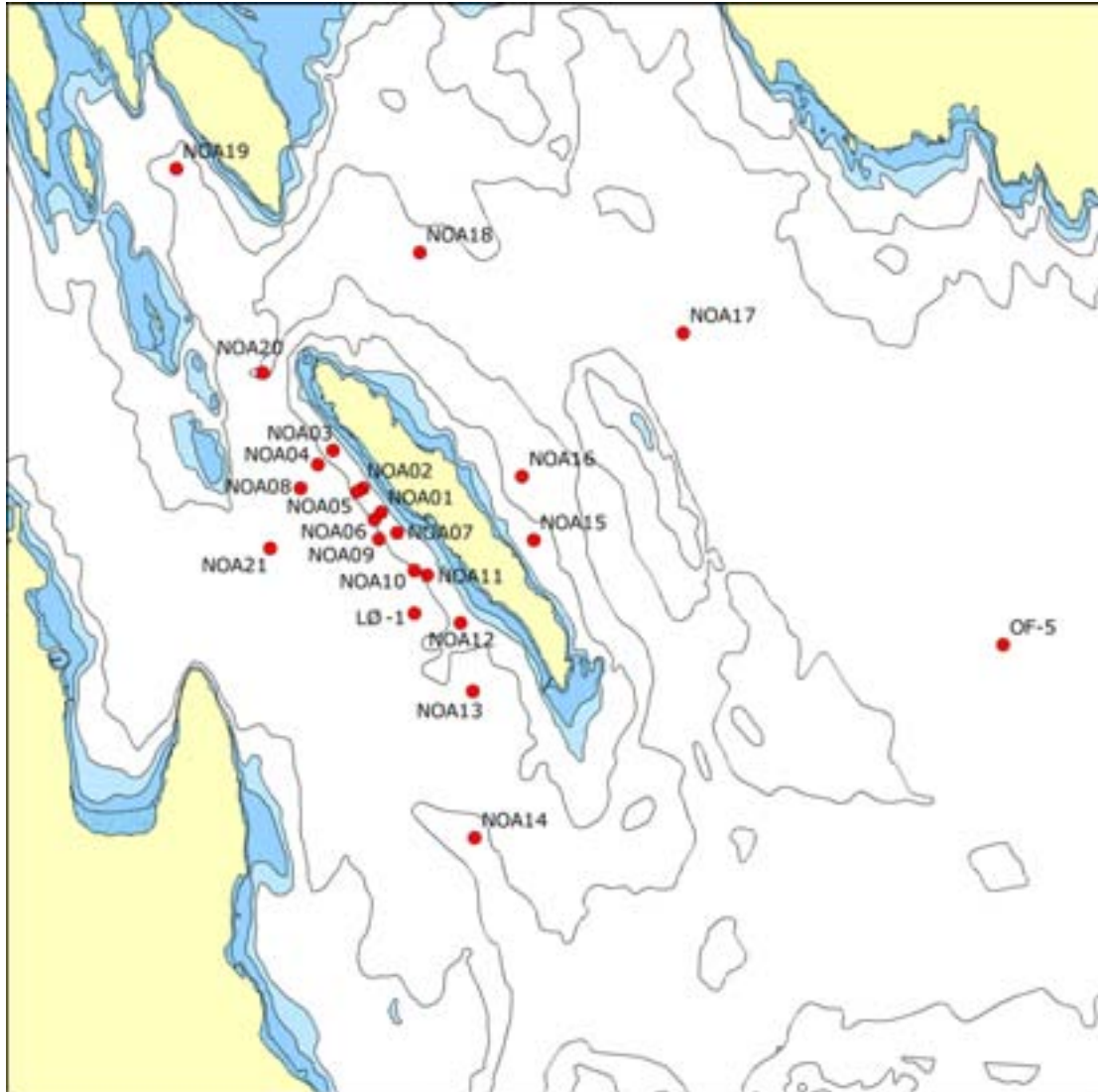
**Figur 3.** Videoregistreringer av bunnforhold langs transekt i 5 områder ved Langøya i 2009.

Fastsittende alger og fastsittende, eller lite mobile dyr ble registrert kontinuerlig gjennom hele transektet. Artsregistreringen er i likhet med strandsoneregistreringene semikvantitativ. GPS-posisjoner ble merket med regelmessige intervaller hvor også dyp, substrattypen og helningsgrad (bratt, skånende, flatt) ble notert. Det ble tatt videoopptak kontinuerlig gjennom alle 5 transektene.

En tabell med GPS-posisjoner, dyp og evt. merknader er gitt i Vedlegg D.

## 2.4 Sedimentundersøkelser

Feltarbeidet ble gjennomført i juni 2009 fra F/F Trygve Braarud tilhørende Universitetet i Oslo. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 4. Feltarbeidet ble koordinert med feltarbeidet for overvåkingen av ytre Oslofjord (Walday et al. 2010).

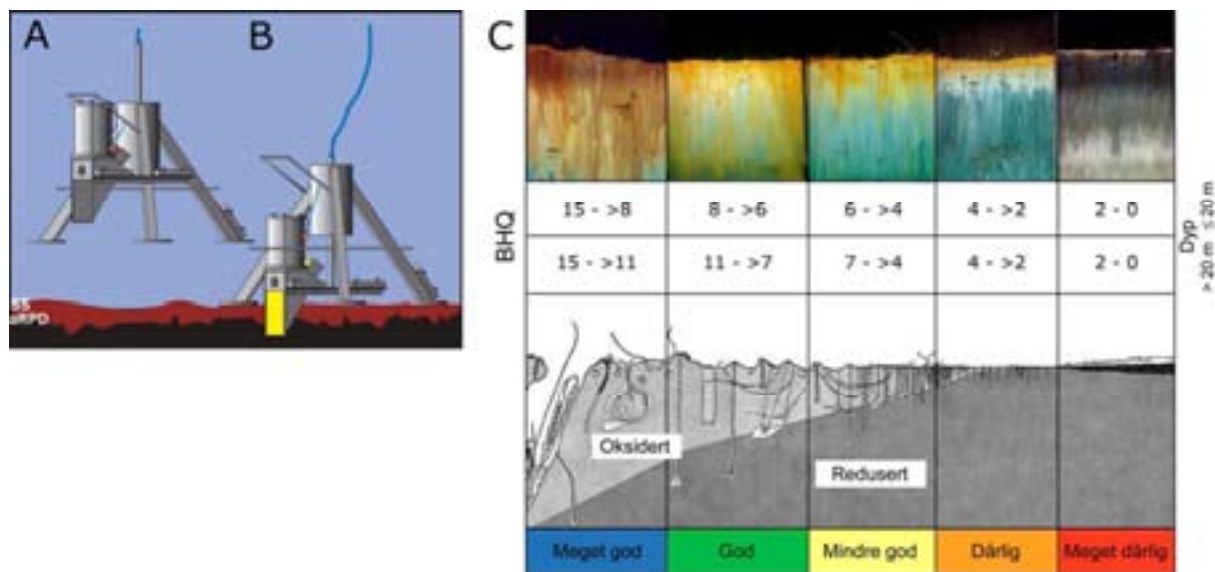


**Figur 4.** Stasjonsplassering for SPI utenfor Langøya. OF-5 og LØ-1 er hhv hydrografistasjon og faunastasjon for overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord (Walday et al. 2010) .

### 2.4.1 Sedimentprofilografering (SPI)

Sedimentprofilografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Utstyret består av et digitalt kamera med blits som er montert i et vannrett hus på en rigg med tre ben, Figur 5. Denne riggen senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet (17,3 cm bredt og 26 cm høy) tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil som til sammen utgjør et prisme. Resultatet er digitale fotografier av et vertikalt snitt av sedimentet med detaljer av strukturer på sedimentoverflaten og nede i sedimentet. Også sedimentets ulike farge sjatteringer kan ses.

Totalt ble SPI-bilder innsamlet fra 22 stasjoner rundt Langøya i juni 2009.



**Figur 5.** Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sediment overflate og aRPD = grense mellom det bioturberte oksiderte sediment lagret og reduserende sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera med prismet som har trent ned i sedimentet slik at bildet kan tas. (C) Figuren over viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert bioturbert sediment og sorte reduserte forhold. BHQ-miljøkvalitets indeks for vanddyb  $\leq 20$  meter og  $> 20$  m er i henhold til EUs vanddirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegropp og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala mellom 0 og 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksessjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv (Rosenberg m. fl. 2004).

## 2.5 Databearbeiding

De observerte miljøgiftkonsentrasjoner i prøvene sammenlignes i forhold til innsamlingspunkt for å påvise eventuelle konsentrasjonsgradienter. Det gjøres også sammenligninger med resultatene fra tidligere år. De observerte konsentrasjoner er også klassifisert 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 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 3.** SFTs klassifikasjon av tilstand ut fra miljøgiftkonsentrasjonen i blåskjell (kilde: Molvær *et al.*1997). Merk at klassifikasjon av kobolt og vanadium er gjort 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

### 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-parametriske metode tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn 7 år er ingen glattmetode 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 (Bray-Curtis) i programpakken PRIMER v5 (Clarke & Gorley 2001). Analysene bidrar til å avdekke likheter/ulikheter i artssammensetning mellom prøver.



## 3. Resultater

### 3.1 Metaller i blåskjell

Tilstanden med hensyn til metallinnhold i de undersøkte blåskjellene (Tabell 4) var for det meste god i 2009 (klasse I; ubetydelig-lite forurenset). Av de 336 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 83 (25%) moderat forurensing (Kl. II) og kun én markert forurensing (Kl. III).

Blyinnholdet i skjell fra stasjon 3 og 4 vest på Langøya (figur 1) var noe forhøyet (moderat forurenset). Til dels gjaldt dette også for kadmium. Krom var også forhøyet, men kun i enkelte prøver og uten noe klart mønster mht. stasjoner. For barium var nivåene høyest på stasjon B3 og B3b, men dette gjaldt kun for april- og augustprøvene. Barium er ikke inkludert i klassifiseringssystemet og kan derfor ikke gis en forurensingstilstand.

Arsen var noe forhøyet (moderat forurenset) i mange av prøvene, inkludert kontrollstasjonen på Mølen hvor de høyeste nivåene ble målt. Dette tyder på at det er en generell påvirkning fra arsen i midtre deler av Oslofjorden og at NOAH ikke er kilden til denne. Vanadium hadde også høyere verdier på kontrollstasjonen enn på stasjonene rundt Langøya.

**Tabell 4.** Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 9 stasjoner ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2009. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997). Øvrige metaller etter SFTs klassifisering (Molvær et al. 1997). Fargekodene bruk i forbindelse med klassifiseringen ses i Tabell 3.

Stasjon	2009	TTS/%	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
B2 I	1.okt	15,0	9,00	2,27	1,39	0,43	5,53	6,47	0,11	1,20	3,93	1,67	1,47	90,67
B2 II	1.okt	14,4	10,07	2,29	1,44	0,47	4,58	7,22	0,13	1,04	3,26	1,67	1,53	130,56
B2 III	1.okt	14,8	10,88	2,36	1,43	0,45	1,69	6,49	0,11	0,07	1,55	2,03	1,62	118,24
B3 I	22.apr	11,9		6,05	2,89							6,81		162,18
B3 II	22.apr	12,8		4,45	2,37							4,77		132,81
B3 III	22.apr	16,1		6,40	1,79							6,02		152,80
B3 I	6.aug	12,4		9,76	1,09							5,73		123,39
B3 II	6.aug	11,4		10,88	2,52							6,23		116,67
B3 III	6.aug	13,0		9,54	2,49							6,08		121,54
B3 I	1.okt	12,9	11,16	3,72	2,78	0,46	2,09	6,67	0,13	0,62	1,16	5,50	1,86	144,19
B3 II	1.okt	15,0	10,87	3,40	1,99	0,41	6,07	7,53	0,10	1,27	3,73	4,20	1,87	106,00
B3 III	1.okt	13,6	11,25	2,57	2,41	0,44	2,06	6,54	0,13	0,66	1,18	5,66	1,84	122,06
B3b I	22.apr	14,1		7,45	1,94							4,04		136,17
B3b II	22.apr	13,8		6,59	2,04							4,06		121,01
B3b III	22.apr	13,1		5,04	2,02							4,12		125,95
B3b I	6.aug	12,1		6,61	2,18							4,46		127,27
B3b II	6.aug	11,6		9,91	2,09							4,74		127,59
B3b III	6.aug	13,0		12,23	1,95							5,38		150,00
B3b I	1.okt	14,6	10,82	2,81	1,42	0,42	2,12	7,53	0,09	0,82	1,58	3,36	1,78	104,11
B3b II	1.okt	14,9	11,07	3,62	1,50	0,44	1,88	8,32	0,09	0,74	1,41	3,29	1,88	118,79
B3b III	1.okt	14,3	11,19	4,69	1,71	0,51	2,87	6,64	0,11	0,77	1,96	5,38	2,31	109,79
B4 I	1.okt	15,0	10,93	3,67	1,74	0,64	19,33	7,87	0,10	3,00	12,20	3,07	2,07	109,33
B4 II	1.okt	14,6	10,68	3,29	1,77	0,55	6,51	8,70	0,11	1,30	4,52	3,15	1,99	116,44
B4 III	1.okt	14,9	10,54	3,76	1,70	0,53	2,55	8,79	0,11	0,81	2,15	3,22	2,01	97,32
B5 I	1.okt	13,8	12,54	4,06	2,48	0,87	3,48	8,19	0,11	0,94	2,17	2,32	2,32	137,68
B5 II	1.okt	15,0	10,27	3,87	1,66	0,62	2,07	7,00	0,09	0,67	1,40	1,80	1,80	92,67
B5 III	1.okt	14,6	10,96	3,70	1,79	0,68	2,81	7,47	0,11	0,82	1,99	2,19	1,92	109,59
B6 I	1.okt	12,8	11,64	3,05	1,66	0,48	1,80	6,33	0,14	0,70	1,48	2,19	2,03	121,09
B6 II	1.okt	12,8	12,66	2,58	1,52	0,55	4,14	6,95	0,13	1,02	3,05	2,27	1,95	114,06
B6 III	1.okt	12,0	12,25	4,08	1,58	0,53	8,17	8,08	0,13	1,67	5,50	2,25	2,33	103,33
B7 I	1.okt	14,5	9,72	3,45	1,06	0,37	2,00	6,45	0,07	0,62	1,38	1,03	1,86	91,03
B7 II	1.okt	17,2	9,30	3,20	0,97	0,39	2,33	6,10	0,07	0,64	1,69	0,97	1,98	91,28
B7 III	1.okt	17,0	10,29	2,53	0,94	0,32	1,35	6,82	0,06	0,47	0,82	0,94	1,71	90,59
B10 I	1.okt	14,4	10,56	2,50	1,24	0,49	2,01	8,13	0,12	0,63	1,74	1,60	2,22	100,69
B10 II	1.okt	13,1	12,29	4,20	1,47	0,57	1,98	9,47	0,12	0,61	1,76	1,83	2,98	112,21
B10 III	1.okt	13,8	12,10	3,04	1,31	0,56	2,17	8,55	0,13	0,65	2,03	1,74	2,83	97,10
B11 I	1.okt	18,0	9,72	2,50	0,98	0,37	4,72	6,22	0,07	1,00	3,33	2,39	1,94	82,22
B11 II	1.okt	14,0	12,79	2,57	1,11	0,44	1,29	7,29	0,10	0,57	1,14	2,64	2,64	98,57
B11 III	1.okt	15,4	11,49	2,53	1,05	0,38	1,10	6,75	0,08	0,52	1,04	6,10	2,14	103,25
BK 2-3cm	1.okt	16,0	22,81	2,54	0,76*	0,37	1,25	9,25*	0,04*	1,11	1,59	0,62*	4,13	95,00*
BK 3-4cm	1.okt	19,0	18,11	1,98	1,00*	0,31	1,89	7,89*	0,06*	0,92	1,67	1,11*	3,14	92,63*
BK 4-5cm	1.okt	20,0	15,75	1,42	1,02*	2,26	0,50	6,50*	0,06*	0,57	0,81	0,85*	2,56	76,00*

### 3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Analysene av organiske miljøgifter i blåskjell på et utvalg av stasjonene utenfor Langøya ga i 2009 klasse I (ubetydelig-lite forurenset) i samtlige prøver unntatt for 'kreftfremkallende PAH' (kPAH) som var moderat forurenset i prøven fra stasjon B11 på østsiden av Langøya (**Tabell 5**). PCB-innholdet har gjennom alle år vært lavt (ubetydelig-lite forurenset) på alle stasjoner. Resultatet av klassifiseringen basert på analyse av organiske miljøgifter i prøvene fra 2009 ga den beste miljøtilstanden siden målingene startet opp i 2003.

Utviklingen over tid på stasjon B2, B3 og BK er vist for noen av miljøgiftene i Figur 6. Det er en positiv utvikling for TBT (særlig stasjon B3) hvor Langøyastasjonene nå har nivåer lik eller lavere den på kontrollstasjonen (BK). Det er muligens en bedring av PCB7 på B3, men de nærmeste år vil vise om det er en trend. kPAH varierer mye fra år til år.

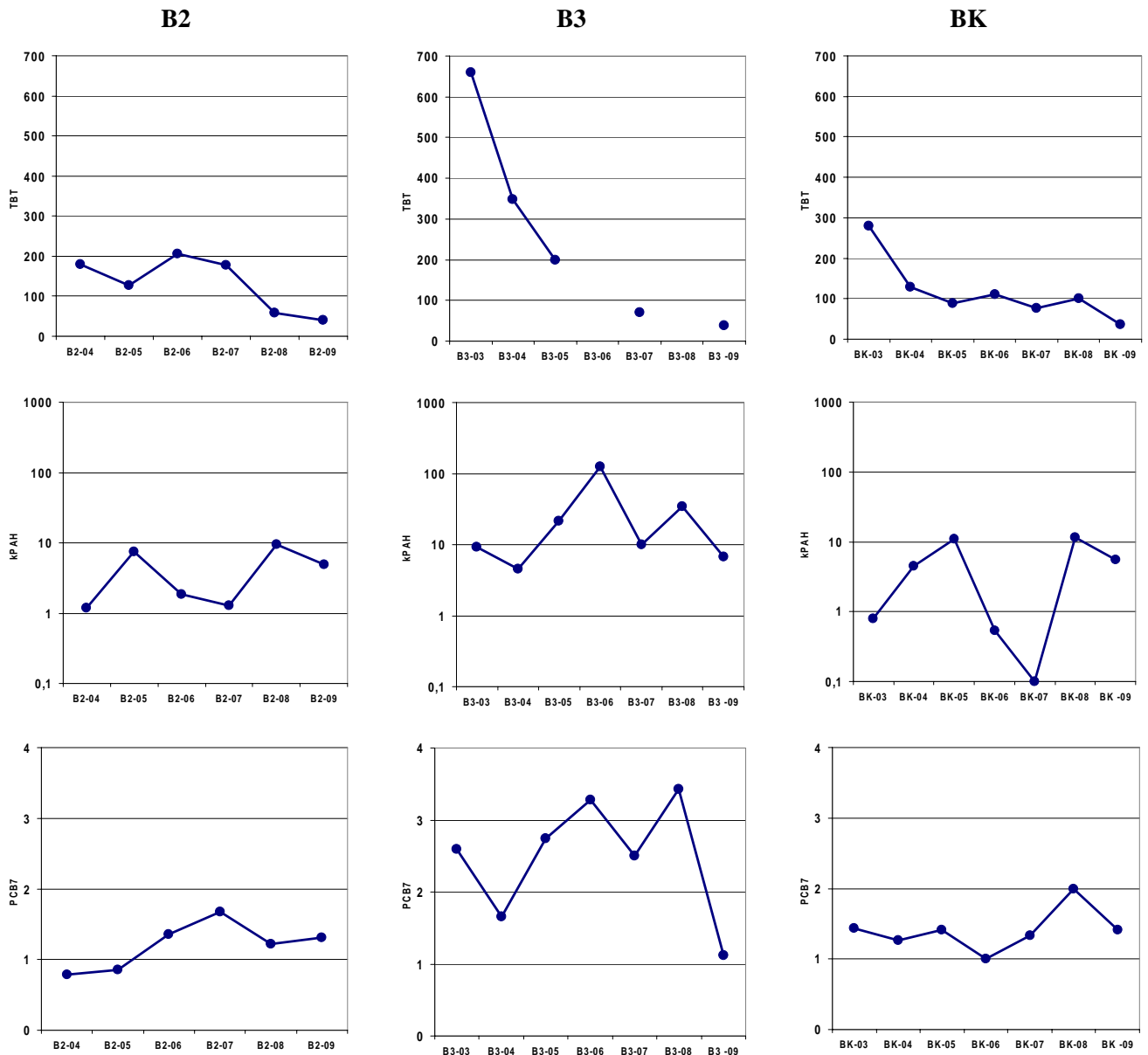
**Tabell 5.** Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2009. Fra venstre: TBT på molekylbasis ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.), kreftfremkallende PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.), Sum PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  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. blanke felt= ikke analysert grunnet for lite prøvemateriale.

Stasjon-år	TBT molekyl	Sum KPAH	Sum PAH	BAP	PCB 'seven Dutch'	TE PCDF/D	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
B2 -07	177	1,3	12,57	<0,5	1,67	0,07	1,67	0,16
B2 -08	59	<9,46	<21,26	0,91	1,22 <sup>1)</sup>		1,22 <sup>1)</sup>	
B2 -09	41	<4,87	<14,46	<0,5	<1,31	0,11	<1,31	0,08
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
B3 -07	71	9,89	86,72	1,2	2,5	0,10	2,5	0,15
B3 -08		<34,6	<63,55	2,6	3,43 <sup>1)</sup>		3,43 <sup>1)</sup>	
B3 -09	39	<6,7	<18,58	<0,5	<1,12	0,07	<1,12	0,07
B4 -07	106	20,36	87,86	2,4	2,55	0,10	2,55	0,15
B4 -08	65	<28,8	<58,4	2,1	3,24		3,24	
B4 -09	75	<8,0	<21,21	<0,5	3,07	0,10	3,07	0,16
B6 -07	86	1,68	13,36	<0,5	1,5		1,5	
B6 -08	53	<16,5	<29,2	1,1	1,4 <sup>1)</sup>		1,4 <sup>1)</sup>	
B6 -09	48	<6,99	<20,05	0,75	<1,25		<1,25	
B11 -07	133	1,78	12,13	<0,5	0,79		0,79	
B11 -08	64	<21,2	<38,3	1,5	2,36 <sup>1)</sup>		2,36 <sup>1)</sup>	
B11 -09	28	<10,21	<27,91	0,86	<1,19		<1,19	
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>2)</sup>	0,10	1 <sup>2)</sup>	0,07
BK -07	77	0	38,66	<0,5	1,33	0,08	1,4	0,08
BK -08	100	11,51 <sup>1)</sup>	51,3 <sup>2)</sup>	0,96	2 <sup>2)</sup>	0,24	<2	0,13
BK -09	36,5	<5,61	<33,7	<0,5	1,41	0,08	1,49	0,09

1) det knytter seg unormalt stor usikkerhet til verdien

2) usikkerhet, verdien sannsynligvis lavere enn oppgitt

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 6.** Innhold av TBT, kreftfremkallende PAH og PCB7 i blåskjell fra to stasjoner ved Langøya og kontrollstasjonen BK på Mølen 2003-2009 (2004-2009 for B2). Vektenheter er gitt i Tabell 5. Merk log-skala for kPAH.

### 3.3 Metaller i sediment ved bulkkai

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 7). De forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført har imidlertid gitt resultater, ved at nivåene av metaller er redusert.

I 2007 publiserte SFT nye klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (SFT TA-2229/2007) (Tabell 6). Disse tar utgangspunkt i toksiske effekter. Klassene er definert i forhold til fare for toksiske effekter på bløtbunnsfauna. I Tabell 7 er resultatene fra 2009 er klassifisert i hht. Molvær

et al. 1997. På B3 var det i 2009 bakgrunnsnivåer (klasse I) av kadmium i sedimentene. Resultatene antyder en bedring sammenlignet med tidligere år. Det var også lavere verdier av barium enn tidligere år. Derimot er det en forverring av tilstanden for bly; sedimentene utenfor B3 var Markert forurenset av bly (klasse III). I henhold til de nye klassifiseringsgrensene (Tabell 6) var tilstanden i 2009 Dårlig (klasse IV) og blynivåene kan gi toksiske effekter ved korttidseksponering. På B2 var det for det meste bakgrunnsnivåer (klasse I), bly viste imidlertid noe forhøyede verdier, men tilstanden var god (Kl.II, Moderat forurenset).

Nivåene av metallene bly og sink var høyere ved B3 enn ved B2 i 2009 (Tabell 7). På stasjon B3 var det avtagende verdier av barium, bly og sink med økt avstand til bulk-kaia (fra B3-1 til B3-3), noe som styrker antagelsen om at kilden til metallene er, eller var, ved bulkkaia. 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.

Både bly, kadmium og sink har tidligere forekommet i sedimenter på B3-1 med nivåer som kan gi omfattende toksiske effekter (kl V) på organismer.

**Tabell 6.** Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller i sedimenter (kilde: SFT TA-2229/2007)

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	
II	God/ ingen toksiske effekter	
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksponering	
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksponering	
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksponering	

**Tabell 7.** Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold i sedimenter (0-2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2003-2007 og 2009. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Tilstand klassifisert etter Molvær et al. (1997). Barium og molybden inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering. Posisjonen er tentativ.

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	
<b>2007</b>											
B2-1	19. okt.	~10	28,942	23,814	59,3	23	47,9	0,2	13	56,1	
B2-2	19. okt.	~15	28,934	23,775	56,0	35	75,0	<0,2	14	48,6	
B2-3	19. okt.	~31	28,922	23,733	67,3	44	48,2	<0,2	11	36,9	
B3-1	19. okt.	~10	29,451	22,912	56,1	52	761	0,5	48,2	156	
B3-2	19. okt.	~14	29,434	22,890	63,0	52	1630	0,4	44,1	135	
B3-3	19. okt.	~22	29,421	22,821	62,6	61	176	<0,2	25	54,4	
<b>2009</b>											
B2-1	2. okt.	8	28,942	23,814	65,4	22	39,0	<0,2	39,0	39,0	1
B2-2	2. okt.	19	28,934	23,775	69,2	42	46,4	<0,2	46,4	46,4	0,9
B2-3	2. okt.	27	28,922	23,733	67,3	59	64,1	<0,2	64,1	64,1	1
B3-1	2. okt.	10	29,451	22,912	72,1	56	274	<0,2	274	274	0,9
B3-2	2. okt.	23	29,434	22,890	64,7	67	198	<0,2	198	198	1
B3-3	2. okt.	29	29,421	22,821	62,1	73	122	<0,2	122	122	1

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

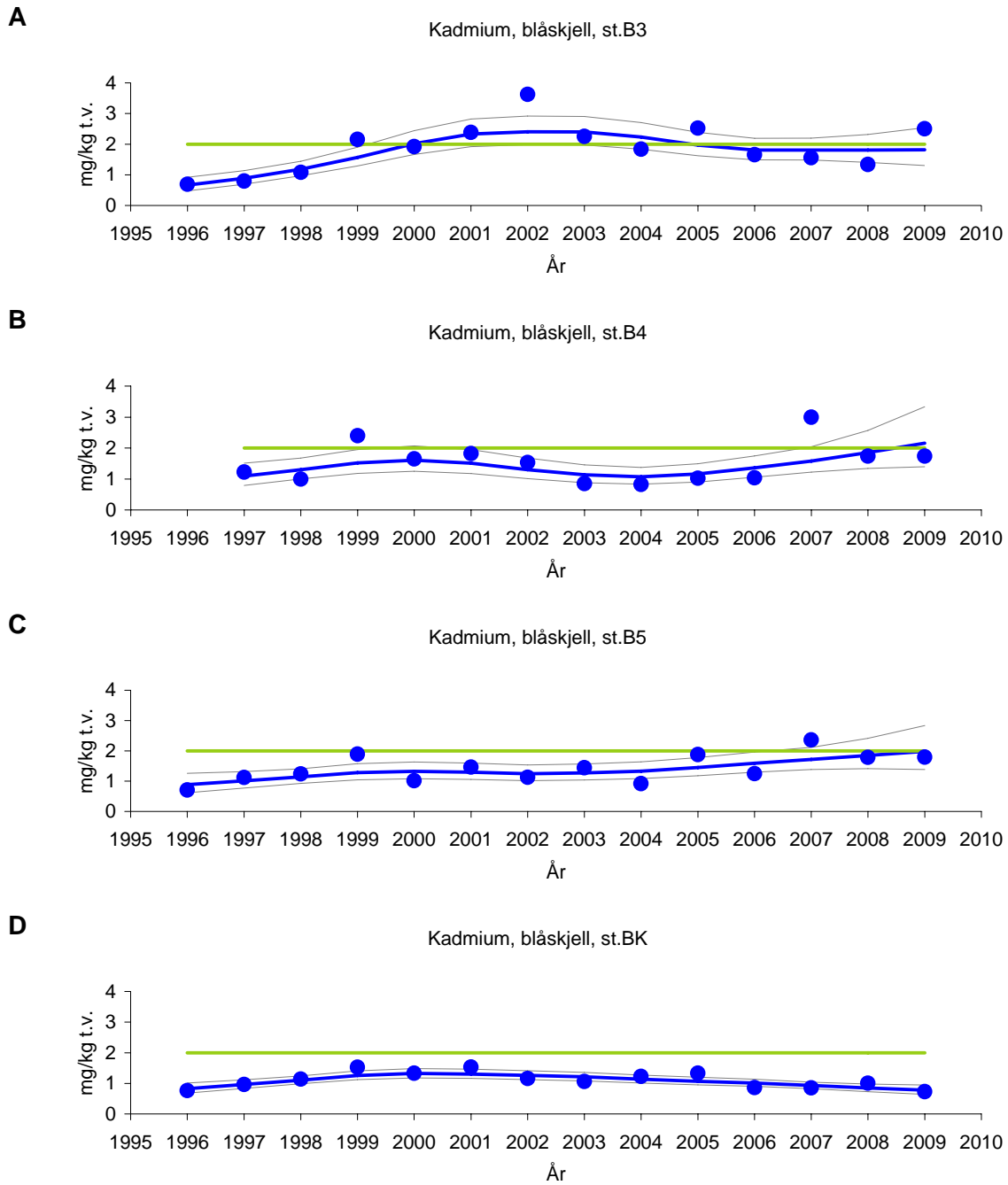
SFTs tilstandsklasser:		Klasse 3	Markert forurenset
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurenset	Klasse 4	Sterkt forurenset
Klasse 2	Moderat forurenset	Klasse 5	Meget sterkt forurenset

### 3.4 Gradienter og utvikling i blåskjell

De målte nivåer av metaller rundt Langøya og ved referansestasjonen indikerer at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forurensningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale. 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”, bidrar.

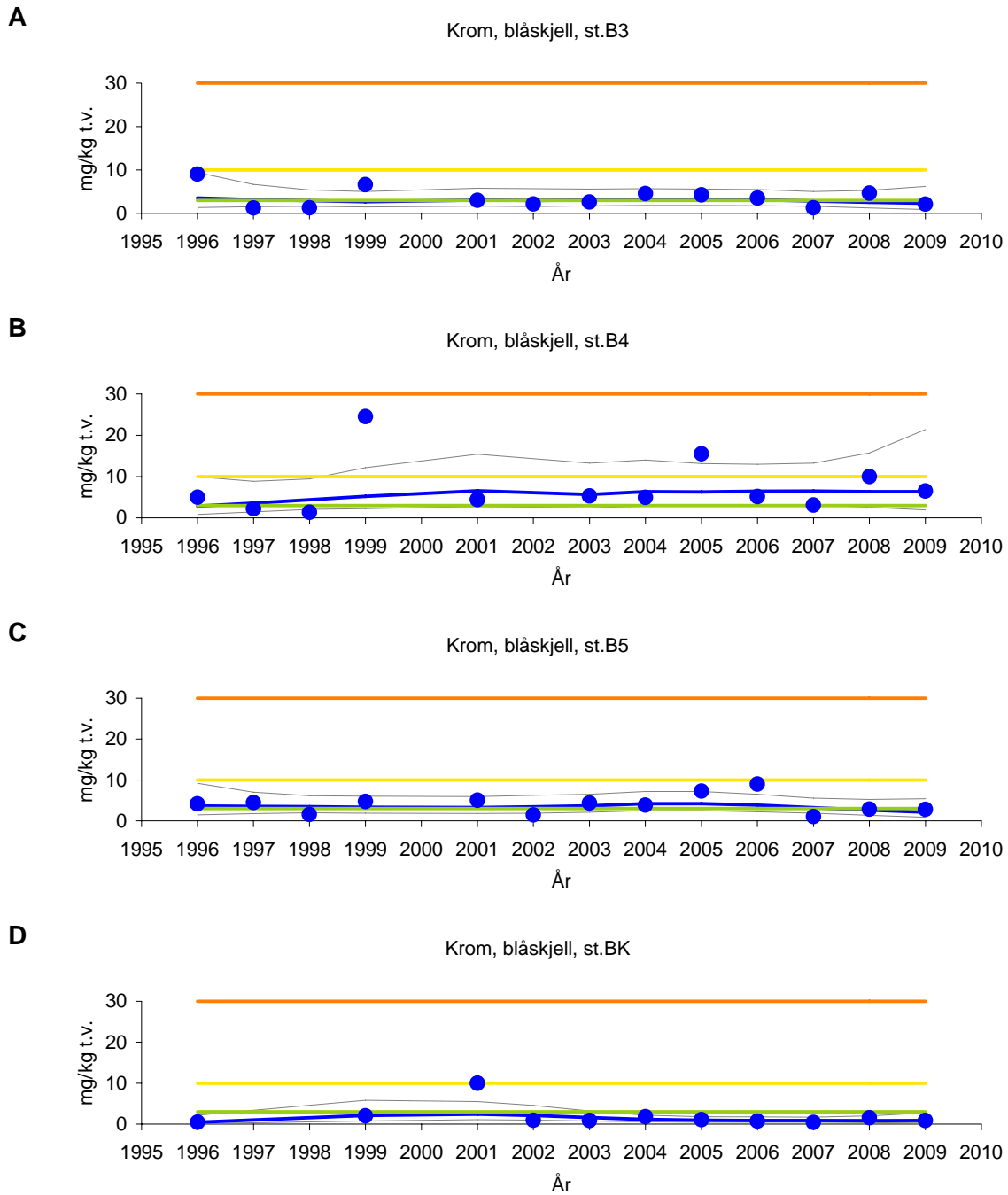
Trendanalysene (Figur 7 - Figur 12) har avdekket tre signifikante linjært oppadgående trender siden 1996. Dette gjelder konsentrasjoner av kadmium (Figur 7A), kvikksølv (Figur 9A), og bly (Figur 11A) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya. En nedadgående trend for kadmium ble registrert på kontroll stasjonen BK. Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene.

I hovedsak er det observert lave metallkonsentrasjoner i blåskjellene. Figurer for samtlige metaller er vist i Vedlegg B. Imidlertid så har det i undersøkelsesperioden 1996-2005 vært registrert mediane konsentrasjoner i Kl.III (markert forurenset) av krom og bly. I 2006 var overkonsentrasjonene begrenset til Kl.II og gjaldt kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium (Waldy et al. 2007). I 2007 gjaldt det bare Kl. II for kadmium og i et tilfelle krom. I 2008 gjaldt det Kl. II for 3 tilfelle krom og et tilfelle nikkel (Figur 10 og Figur 12). I 2009 var det overkonsentrasjoner av arsen (Kl.II) på samtlige stasjoner unntatt B7. Bariumverdiene var generelt høyere enn i 2008. Kadmium var Kl.II på B3. Krom var Kl.II på B2, B4 og B6. Bly var Kl.II på B3 og B4. Vanadium var kun forhøyet på Mølen (BK, Kl.II). Konsentrasjonene av kvikksølv har i hovedsak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg at det er en oppadgående trend (st.B3). Figurer for disse og de øvrige metallene er vist i Vedlegg B.

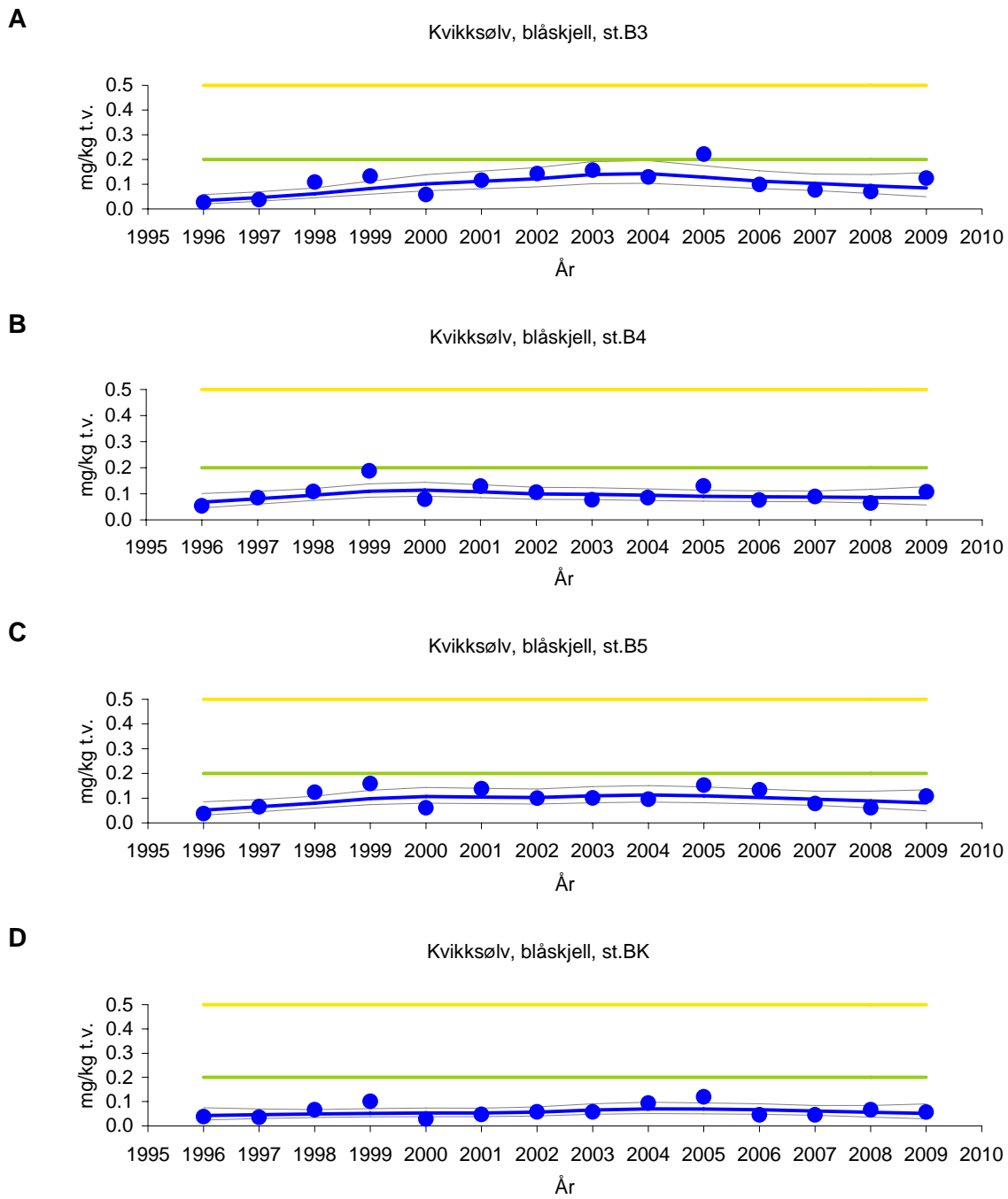


**Figur 7.** Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

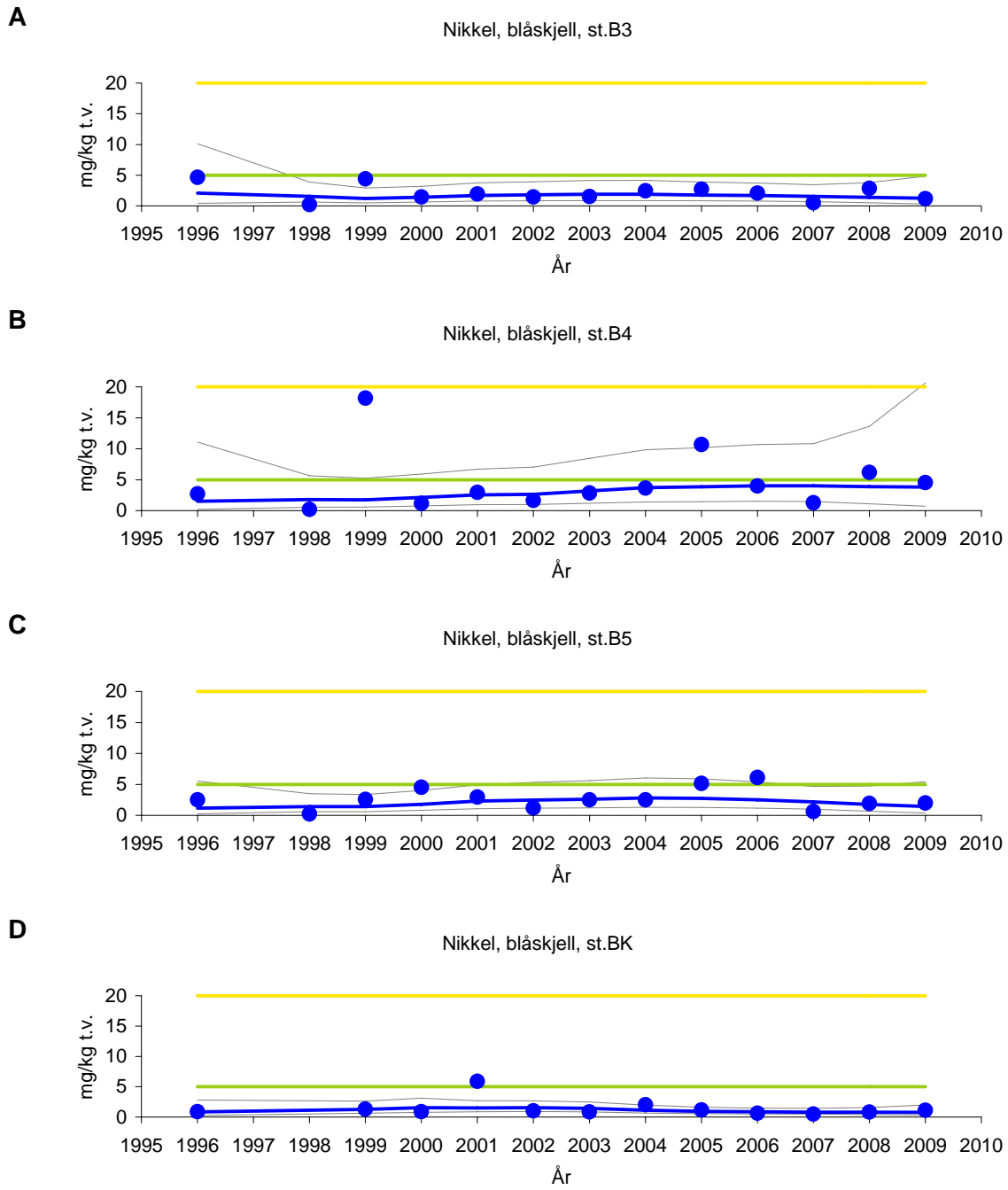




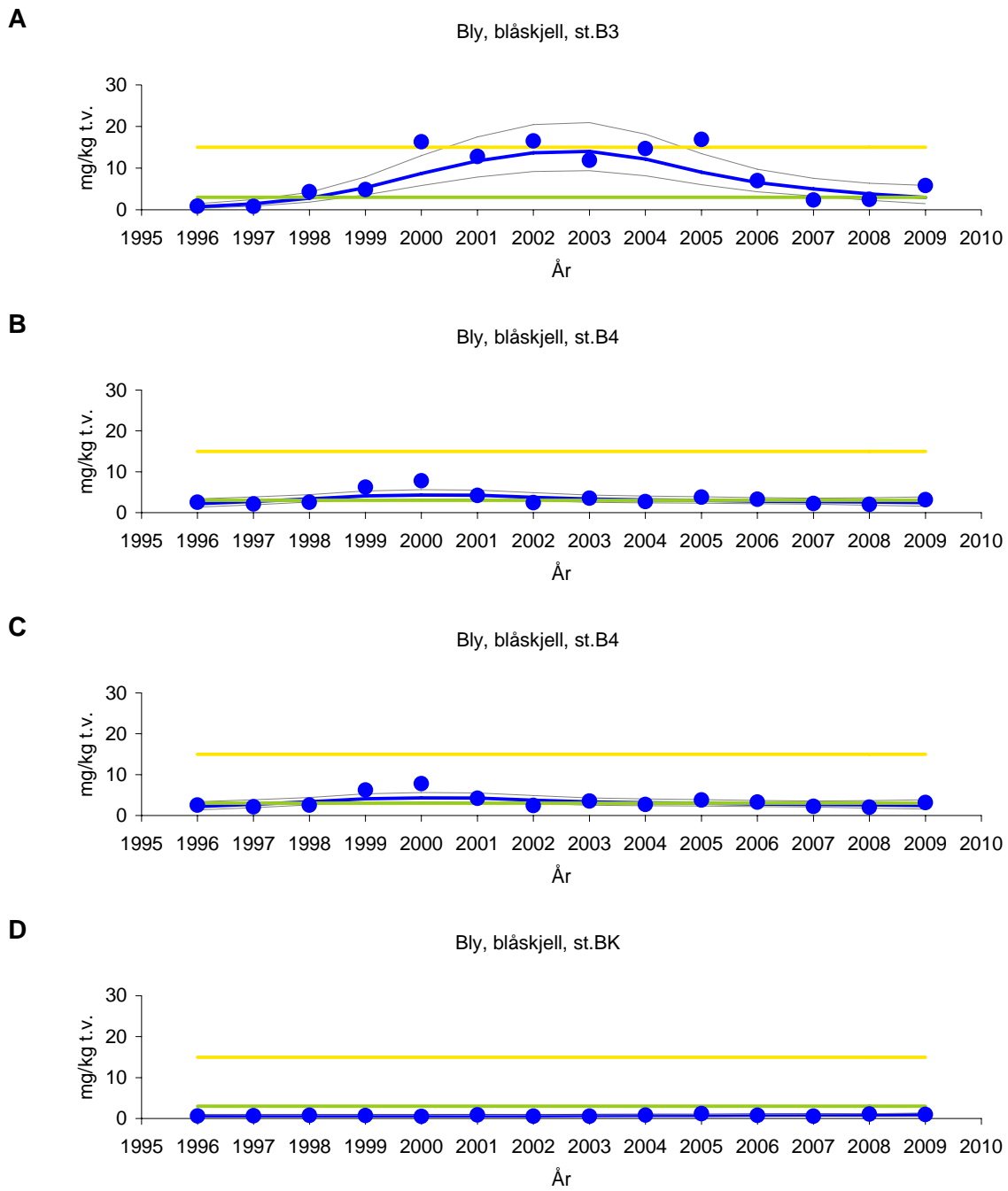
**Figur 8.** Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB Suspekter verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er ikke tatt med i motsetning til tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrend analysen for perioden 1996-2008.



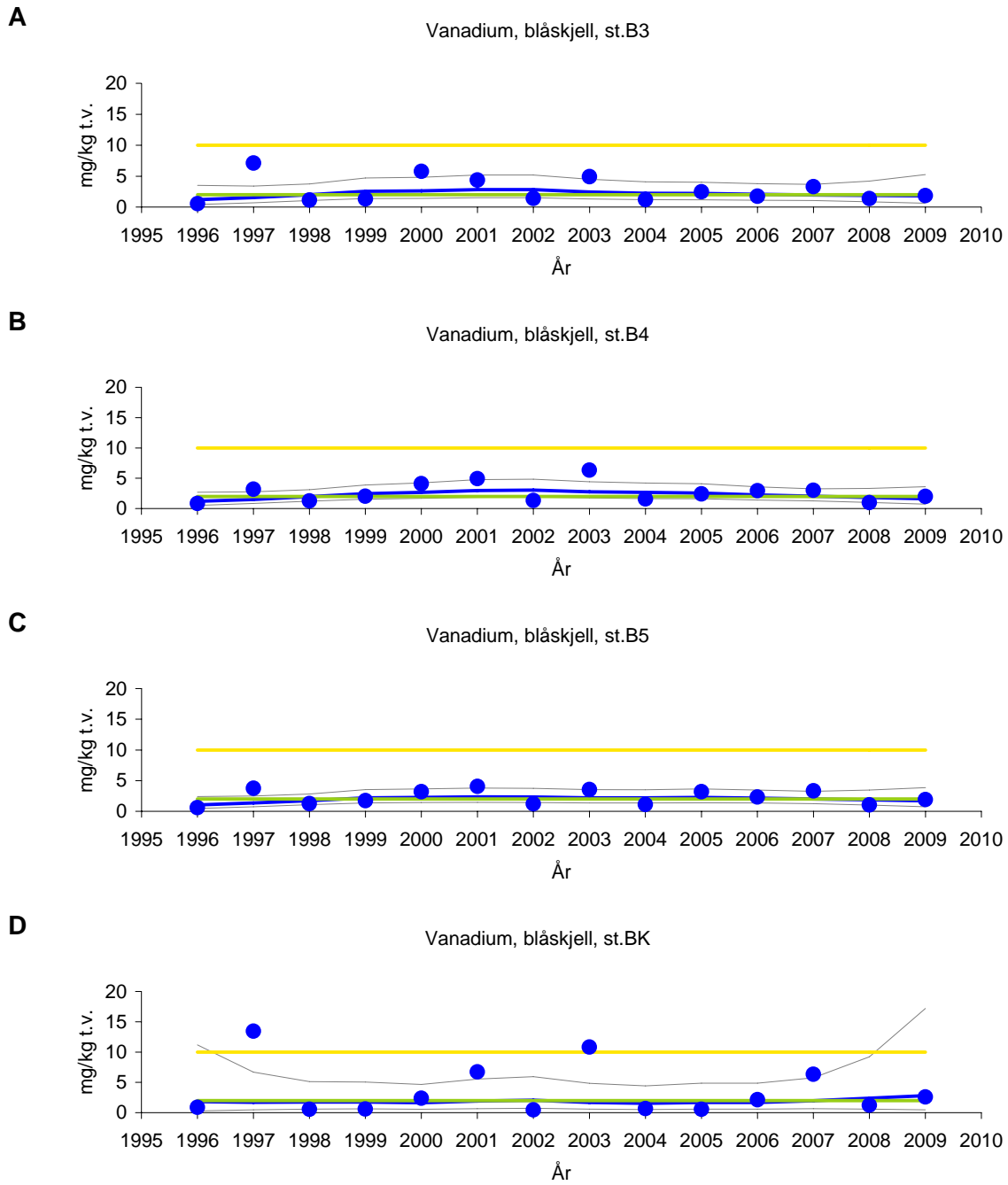
**Figur 9.** Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



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



**Figur 11.** Median bly (Pb) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



**Figur 12.** Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

### 3.5 Sedimentundersøkelser

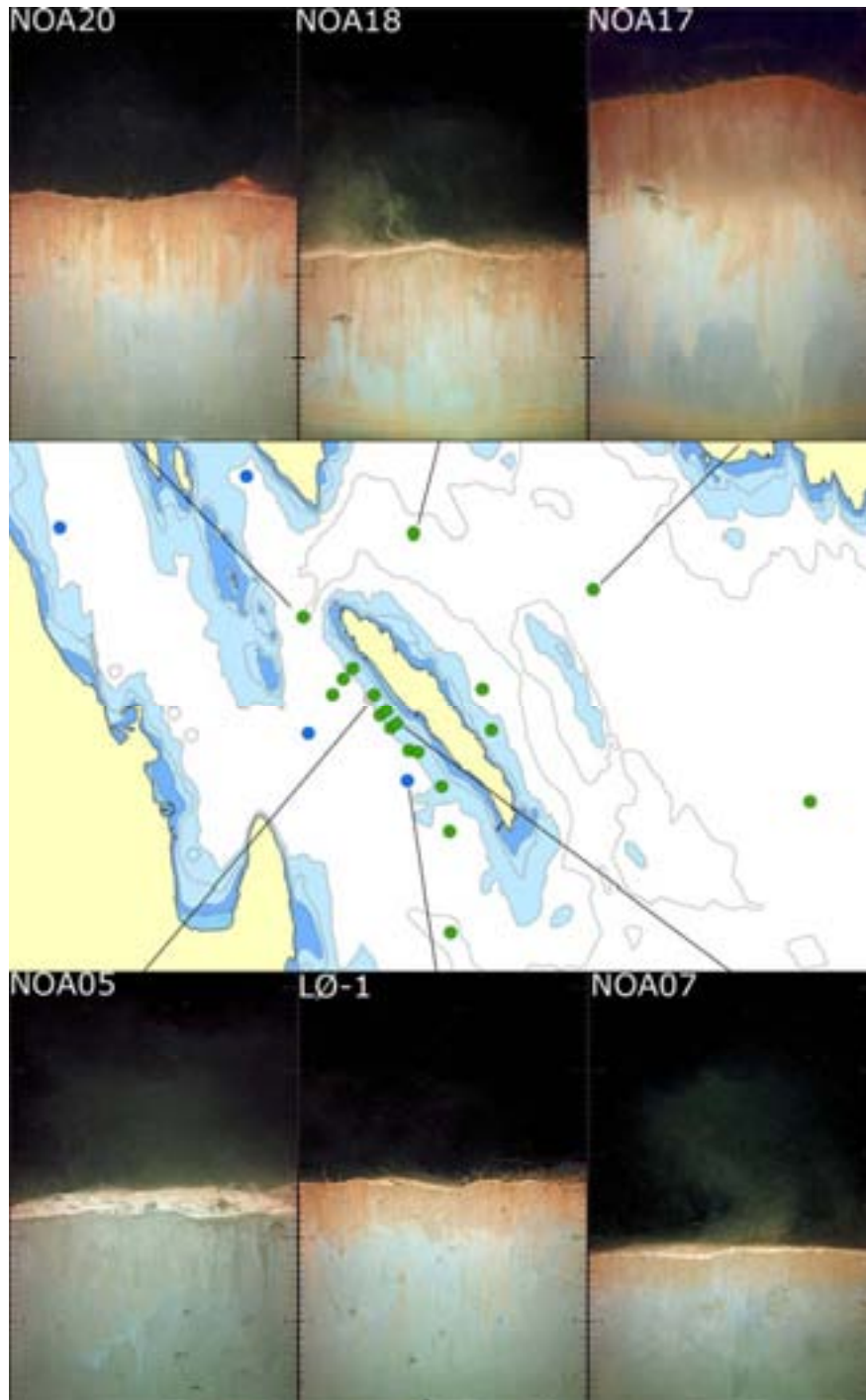
Det ble i 2009 i hovedsak observert gode forhold (tilstandsklasse God og Meget god) på bløtbunn rundt hele Langøya (Figur 13 og Tabell 8) og forholdene har endret seg lite siden 2008.

Tilstanden (BHQ-indeksen) var i 2009 God på samtlige stasjoner unntatt LØ-1, NOA19 og NOA21 hvor den var Meget god. Stasjonen OF-5 ser imidlertid noe annerledes ut, samt har en redusert status fra Meget god tidligere år til God i 2009. OF-5 ligger betydelig dypere og mer sentralt i fjorden enn LØ-1, hvilket kan forklare at den har gått ned i status samtidig som de fleste NOAH-stasjoner har bedret tilstanden fra 2007, 2008 til 2009, e.g. NOA01, NOA02, NOA09 og NOA19. NOA05 ble ikke klassifisert pga. forstyrrelse av bunnen.

I årsrapporten for overvåkingen av Ytre Oslofjord (Walday et al. 2010c) er resultatene fra sediment- og faunaundersøkelser fra hele Ytre Oslofjord sett under ett også diskutert.

**Tabell 8.** Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter - posisjoner (Lat Long), Redox Potensial Discontinuity (RPD) og Benthic Habitat Quality (BHQ) resultater fra SPI-bildene. Forklaring av tilstandsklassifisering i henhold til BHQ-indeks, se Figur 5.

Stn.	Stasjon		Dyp	2007-06		2008-02		2008-06		2009-06	
	Latitud	Longitud		RPD	BHQ	RPD	BHQ	RPD	BHQ	RPD (cm)	BHQ
<b>LØ-1</b>	59,48611	10,37822	66	3,7	10,7	3,1	9,3	3,0	10,0	3,2	11,3
<b>NOA01</b>	59,49295	10,37272	38			2,2	7,7	3,0	9,3	4,2	11,0
<b>NOA02</b>	59,49455	10,37003	40			2,1	6,3	3,2	10,0	2,8	10,0
<b>NOA03</b>	59,49701	10,36558	35			2,5	7,7	2,3	8,5	2,7	8,7
<b>NOA04</b>	59,49595	10,36367	76			5,3	12,0	3,9	10,7	3,6	9,5
<b>NOA05</b>	59,49426	10,36928	48			2,8	8,7	2,5	10,3		
<b>NOA06</b>	59,49243	10,37186	48			2,4	9,5	2,6	8,3	2,4	8,0
<b>NOA07</b>	59,49162	10,37512	29			1,7	6,7	2,4	8,0	2,0	8,0
<b>NOA08</b>	59,49424	10,36154	88			4,9	10,0	3,8	10,0	3,3	11,0
<b>NOA09</b>	59,49110	10,37268	50			1,4	7,5			3,2	11,0
<b>NOA10</b>	59,48909	10,37779	56			2,4	8,0	3,3	9,0	3,2	10,0
<b>NOA11</b>	59,48882	10,37962	45			3,2	10,0	2,6	10,0	2,3	8,0
<b>NOA12</b>	59,48568	10,38460	46			2,9	8,3	2,2	9,0	3,1	9,7
<b>NOA13</b>	59,48100	10,38690	66			3,6	10,3	2,7	9,7	2,9	10,3
<b>NOA14</b>	59,47085	10,38856	100			4,1	11,7	4,7	10,5	3,2	9,5
<b>NOA15</b>	59,49177	10,39376	45			2,5	9,7	3,0	10,3	3,1	10,5
<b>NOA16</b>	59,49612	10,39158	69			2,8	9,3	3,4	9,7	3,0	9,5
<b>NOA17</b>	59,50683	10,41217	178			5,0	9,0	3,9	10,3	4,4	9,3
<b>NOA18</b>	59,51114	10,37553	115			3,8	10,0	3,6	9,7	3,0	9,7
<b>NOA19</b>	59,51576	10,34157	54			2,1	7,7	3,0	11,0	3,1	11,3
<b>NOA20</b>	59,50207	10,35530	100			3,4	9,0	3,2	10,5	3,2	10,0
<b>NOA21</b>	59,48993	10,35795	93			4,2	12,5	3,9	9,0	3,8	11,5
<b>OF-5</b>	59,48677	10,45867	198	4,9	10,3	6,1	11,7	4,8	11,5	4,2	9,0
<b>Middelverdi</b>				4,3	10,5	3,2	9,2	3,2	9,8	3,2	9,9



**Figur 13.** Kart som viser tilstandsklasser hos bløtbunn i 2009 i henhold til BHQ-indeksen vest i Breiangeren og rundt Langøya. SPI-bilder fra noen utvalgte stasjoner er også vist.

### 3.6 Strandsoneregistreringer

Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Fjell og større stabile steiner 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.

Årsakene til de observerte endringer i samfunnssammensetningen 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 antall på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker 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 2009 er gitt i **Tabell 9**. Det ble registrert flest taxa av dyr på kontrollstasjonen på Mølen, mens det ble registrert like mange taxa av alger på Mølen og stasjon B2 på Langøya. Artslister for alle årene er gitt i vedlegg C.

Noen av ulikhetene vil bli kommentert her. Blågrønnalger var vanlig-dominerende på begge Langøya-stasjonene, hvor de dannet et belegg på fjellet og på andre alger. Et slikt belegg ble ikke observert på Mølen. Det er mulig bølgepåvirkningen ved Mølen hindrer veksten av disse algene. Kiselalger som vokser på fjell og andre alger var også vanlig-dominerende på Langøya stasjonene. I 2007 og 2008 var ikke disse algene registrert på Mølen, men i 2009 var de vanlige. Det er sannsynlig at stor vekst av kiselalger og blågrønnalger hemmer veksten av andre alger og dyr.

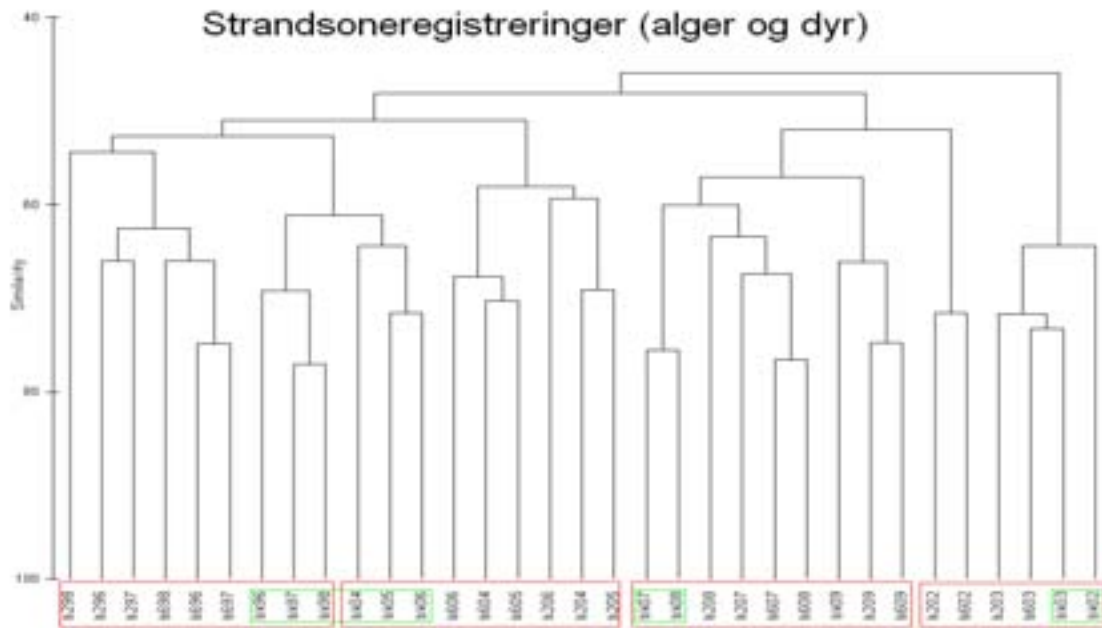
Hydroiden *Dynamena pumila* ble registrert på Mølen, men var fraværende på Langøya. Arten er ofte assosiert til sagtang (*Fucus serratus*), som var sterkt til stede på alle tre stasjonene. Den er også tolerant overfor brakkvann. Årsaken til fraværet er ukjent. Arten er kun blitt registrert på Langøya i 2008 på stasjon B2.



**Tabell 9.** Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 2009. Artsregistreringen er semikvantitativ, i det artens forekomst blir angitt etter en 4-delt subjektiv skala. Verdiene er  $\chi^2$  transformert: 1= enkeltfunn, 4= spredt, 9=vanlig, 16=dominerende.

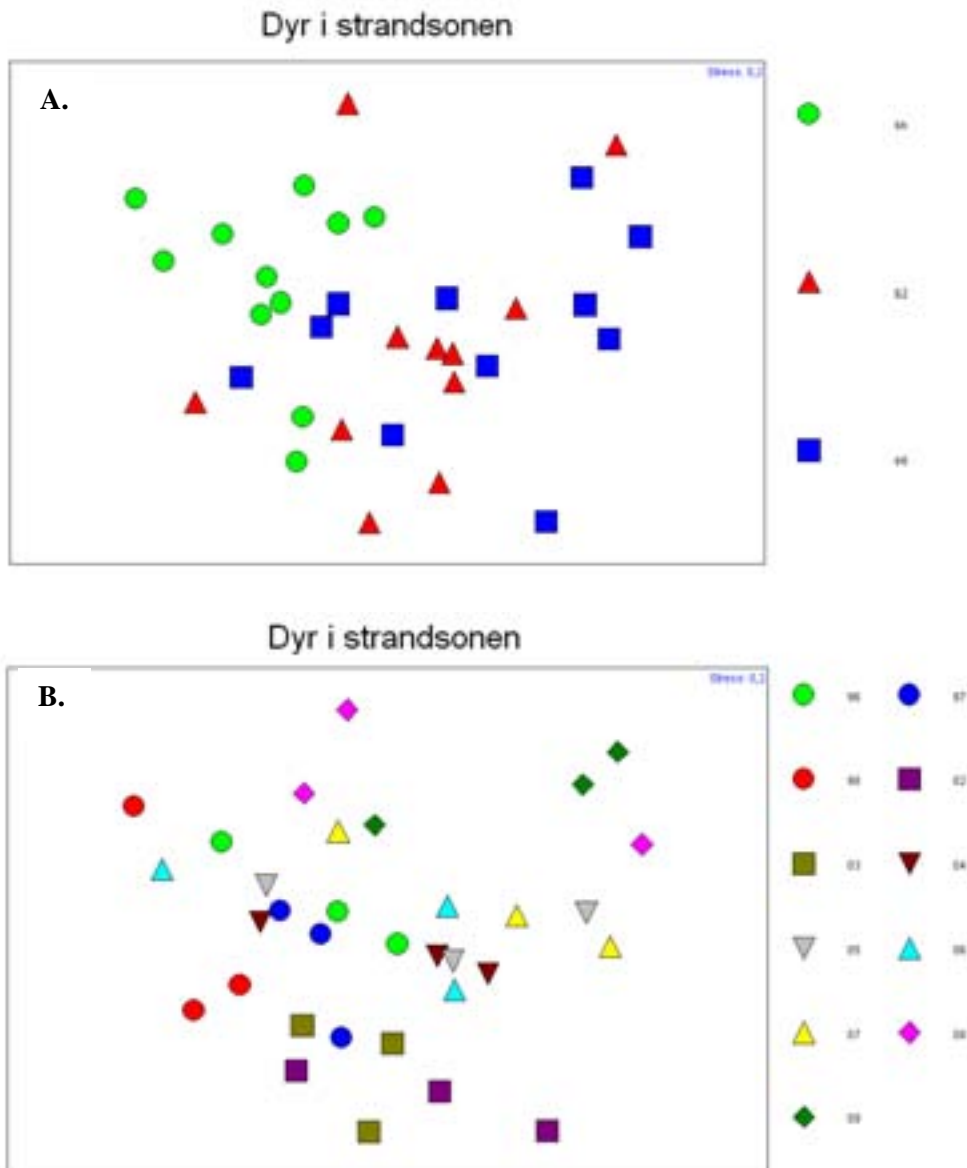
Alger	B2	B6	BK	Dyr	B2	B6	BK
<i>Ahnfeltia plicata</i>	-	4	4	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	9	4	9
<i>Audouinialla</i> sp	4	-	4	<i>Alcyonidium hirsutum</i>	-	-	4
Blågrønnalger på fjell og alger	9	16	-	<i>Asterias rubens</i> juvenil	-	-	4
Brunt på fjell	9	9	9	<i>Balanus balanoides</i>	-	-	9
<i>Callithamnion corymbosum</i>	4	-	4	<i>Balanus improvisus</i>	16	16	9
<i>Ceramium cf tenuicorne</i>	4	-	1	<i>Campanularia johnstoni</i>	-	-	4
<i>Ceramium rubrum</i>	4	4	4	<i>Caridea</i> sp	9	-	-
<i>Chondrus crispus</i>	4	4	4	<i>Dynamena pumila</i>	-	-	4
<i>Cladophora</i> sp	4	4	4	<i>Electra pilosa</i>	4	4	9
<i>Cladophora rupestris</i>	-	4	-	<i>Halicondria panacea</i>	1	0	0
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	4	-	-	<i>Laomedea geniculata</i>	9	9	4
<i>Elachista fucicola</i>	4	4	4	<i>Littorina littorea</i>	9	9	9
<i>Fucus serratus</i>	16	16	16	<i>Metridium senile pallidus</i>	-	-	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	4	16	4	<i>Mytilus edulis</i>	4	4	9
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	-	4	4	<i>Mytilus edulis</i> juvenil	-	-	4
<i>Hildenbrandia rubra</i>	4	4	9	<b>Antall taxa</b>	8	6	13
Kiselalger (epifyttisk og på fjell)	9	16	9				
<i>Lithothamnion</i> sp	-	-	4				
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	4	4	4				
<i>Polysiphonia fucoides</i>	-	-	4				
<i>Porphyra</i> sp	4	4	-				
<i>Pylaiella littoralis</i>	4	-	4				
<i>Ralfsia verrucosa</i>	-	4	4				
<i>Rhodomela confervoides</i>	1	-	-				
<i>Ulva intestinalis</i>	9	4	4				
<i>Ulva cf flexuosa</i>	4	-	-				
<b>Antall taxa</b>	20	17	20				

En sammenlikning med de tidligere års undersøkelser hvor det også er brukt semikvantitativ metodikk (1999 – 2001 ble det utført kvantitative ruteundersøkelser på stasjonene) viser at det er en svak gruppering av registreringene fra kontrollstasjonen, og av registreringene gjort i 1996 – 98, 2002 – 03, 2004 – 06 og 2007 - 09 (Figur 14)



**Figur 14.** Dendrogram fra en klusteranalyse av alle strandsoneregistreringene fra årene 1996-98 og 2002-09. Figuren illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av alge- og dyresamfunn i fjæra. Der er en viss gruppering av registreringene gjort i 1996-98, 2002-03 og 2004-06 og 2007-09 (rødt omriss), og en kan også ane en svak gruppering av registreringene fra kontrollstasjonen BK (grønt omriss).

En MDS (multidimensional scaling) analyse av registreringene av dyresamfunnene viser at registreringene fra kontrollstasjonen (BK) er ganske like og kan skilles ut som en egen gruppe, mens det ikke er noen tydelige grupperinger av registreringene gjort de ulike årene (Figur 15 a og b).



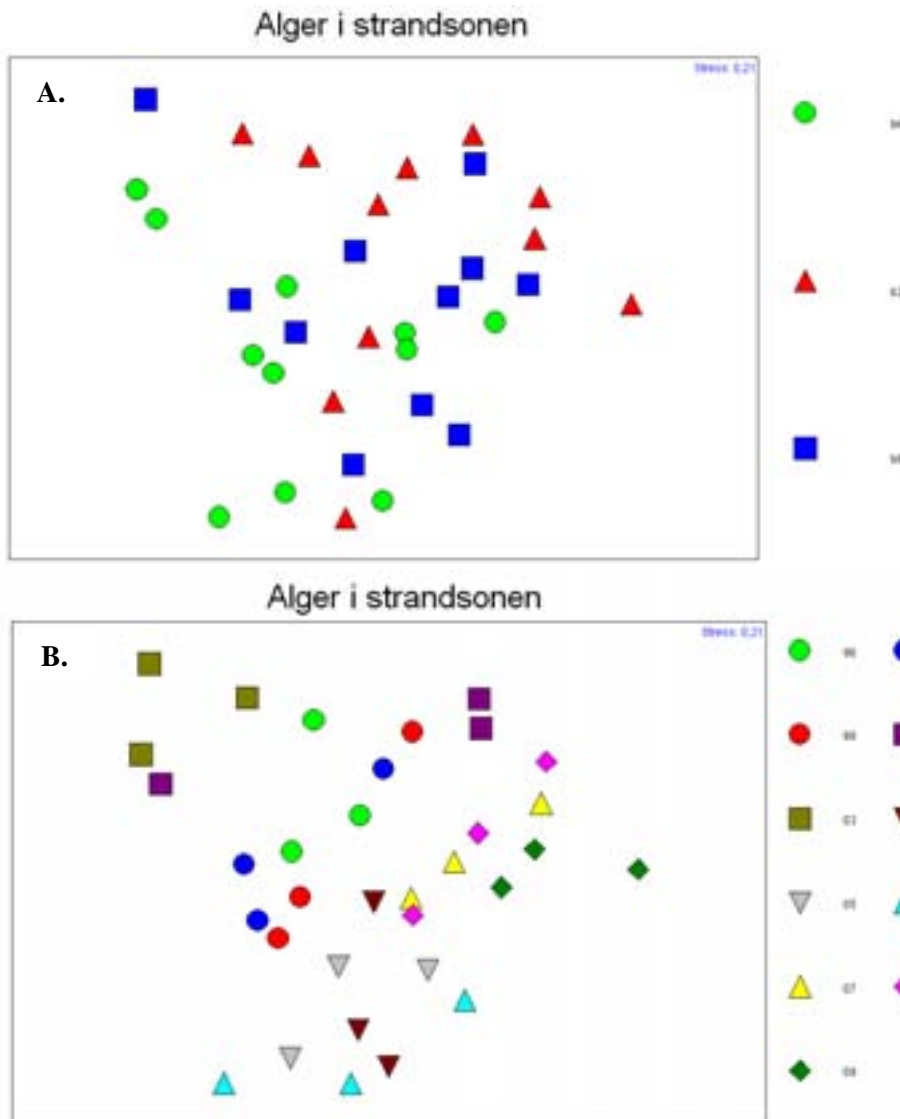
**Figur 15.** MDS (multidimensional scaling)-analyse som illustrerer likheten mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra. a. Likhet i dyresamfunn i fjæra på stasjonene Mølen (BK - grønn), Langøya (B2 - rød og B6 - blå). b. Likhet i dyresamfunn i fjæra de ulike undersøkelsesårene (1996-98, 2002-09). Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

Det ble gjort en analyse (SIMPER) for å klargjøre hvilke dyrearter som er hovedårsaken til ulikhetene mellom Mølen- og Langøyastasjonene. De fire artene som bidrar mest til ulikhetene mellom områdene er hydroiden *Dynamena pumila*, rurartene *Balanus improvisus* og *Balanus balanoides* og sjønnelliken *Metridium senile* var. *pallidus* (Tabell 10).

**Tabell 10.** De fire dyreartene som bidrar mest til ulikheten mellom Mølen (BK) og Langøya (B2 og B6).

Gj.snittlig ulikhet = 49,26	Mølen	Langøya		
Taxa	Snitt forekomst	Snitt forekomst	Snitt ulikhet	Bidrag (%)
<i>Dynamena pumila</i>	7,18	0,41	5,02	10,18
<i>Balanus improvisus</i>	2,45	4,18	3,45	7,01
<i>Balanus balanoides</i>	7,55	4,73	3,35	6,80
<i>Metridium senile</i> var. <i>pallidus</i>	4,64	0,27	3,29	6,67

En sammenlikning av algesamfunnene i de samme årene viser at det er en svak gruppering av registreringene gjort i 1996 – 98, 2004 – 06 og 2007 - 09. Registreringene gjort i 2003, og dels også 2002, skiller seg ut i en ganske tydelig gruppe. Det er ingen tydelig gruppering av registreringene fra de ulike stasjonene. Men de fleste registreringene fra stasjonene på Langøya (B2 og B6) er likere hverandre, enn de er registreringene fra Mølen (BK) (Figur 16 a og b).



**Figur 16.** MDS (multidimensional scaling)-analyse som illustrerer likheten mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra. a. Likhet i algesamfunn i fjæra på stasjonene Mølen (BK - grønn), Langøya (B2 - rød og B6 - blå). b. Likhet i algesamfunn i fjæra de ulike undersøkelsesårene (1996-98, 2002-09). Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

De fire algetaxa som bidrar mest til ulikhetene mellom Mølen og Langøyastasjonene er *Hildenbrandia rubra* (fjæreblood), kiselalger, røde skorpeformete kalkalger og *Ceramium* spp.(rekeklo). (Tabell 11).

**Tabell 11.** De fire algetaxa som bidrar mest til ulikheten mellom Mølen (BK) og Langøya (B2 og B6). Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hvert område, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

Gj.snittlig ulikhet = 52,95	Mølen	Langøya		
Taxa	Snitt forekomst	Snitt forekomst	Snitt ulikhet	Bidrag (%)
<i>Hildenbrandia rubra</i>	10,55	4,27	3,39	6,39
Kiselalger på fjell og andre alger	2,09	7,27	3,11	5,87
Skorpeformete kalkalger (rødalger)	5,18	3,50	2,43	4,58
<i>Ceramium</i> spp.	7,82	3,68	2,33	4,40

Tabell 12 viser en oversikt over de tre algetaxa som bidrar mest til ulikhetene mellom periodene 1996 – 98 og 2004 - 09, 2002 - 03 og 2004 - 09 og 2004 - 06 og 2007 - 09.

**Tabell 12.** De tre algetaxa som bidrar mest til ulikheten mellom periodene 1996-98 og 2004-09, 2002-03 og 2004-09 og 2004-06 og 2007-09. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i de ulike periodene, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

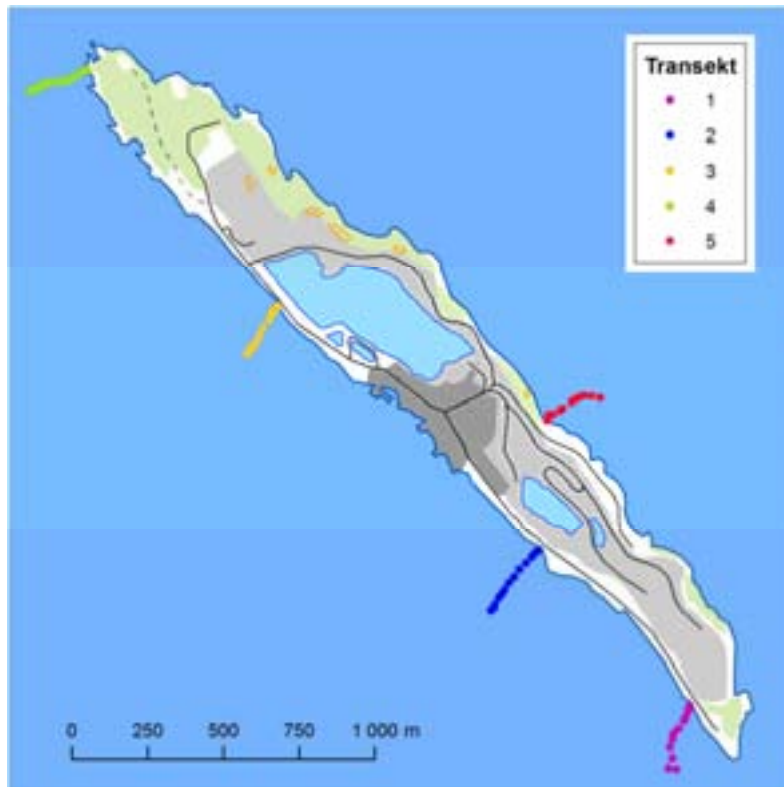
Gj.snittlig ulikhet = 51,32	96-98	04-09		
Taxa	Snitt forekomst	Snitt forekomst	Snitt ulikhet	Bidrag (%)
Skorpeformete kalkalger (rødalger)	8,67	0,72	3,26	6,35
Kiselalger på fjell og andre alger	3,78	6,50	2,60	5,06
<i>Fucus</i> cf. <i>evanescens</i>	6,67	0,89	2,47	4,81
<hr/>				
Gj.snittlig ulikhet = 59,02	02-03	04-09		
Taxa	Snitt forekomst	Snitt forekomst	Snitt ulikhet	Bidrag (%)
Kiselalger på fjell og andre alger	5,33	6,50	4,09	6,93
Skorpeformete kalkalger (rødalger)	7,17	0,72	3,89	6,60
<i>Hildenbrandia rubra</i>	4,83	7,67	3,55	6,02
<hr/>				
Gj.snittlig ulikhet = 52,62	04-06	07-09		
Taxa	Snitt forekomst	Snitt forekomst	Snitt ulikhet	Bidrag (%)
Kiselalger på fjell og andre alger	2,11	10,89	4,00	7,60
<i>Ulothrix/Urospora</i>	6,67	0,44	2,57	12,48
<i>Hildenbrandia rubra</i>	9,00	6,33	2,45	17,13

Det er mulig at bølgepåvirkningen ved Mølen hindrer veksten av kiselalger og dermed gir bedre vekst for andre alger. De årene det har vært registrert dominerende med kiselalger har det vært registrert lite fjæreblood og skorpeformete alger, mens de årene hvor kiselalgeveksten ikke har vært like stor er det registrert større mengder fjæreblood og skorpeformete kalkalger (Vedlegg C)

Andre årsaker til ulikhetene i registreringene kan være at området som undersøkes ikke vil være identisk fra år til år da undersøkelsesområdene ikke er markerte og vannstanden kan være forskjellig. Ulike observatører har også vært ansvarlig for registreringen de forskjellige årene. To biologer utførte registreringene på 1900-tallet, mens fem biologer har vært involvert i registreringen etter 2002. I 2002 - 03 ble registreringen av alger utført av en zoolog, mens det ellers har vært en botaniker som har foretatt algeregistreringene. Noen av forskjellene i forekomst av alger mellom stasjoner og år kan derfor forklares ut fra ulikheter i plasseringen av undersøkt område og taksonomisk 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 ulik artssammensetning på Langøya stasjonene, sammenlignet med kontrollen på Mølen.

### 3.7 Sjøsoneregistreringer

Det er vanskelig å gjenkjenne og skille arter fra hverandre på videoopptakene. Registreringene fra undervannsfilmene blir derfor ofte notert som morfologiske grupper som f.eks. 'trådformete rødalger', eller grovere taksonomiske grupper som f.eks. hydroider. Tabell 13 gir en grov oversikt over forholdene på de 5 stasjonene. Stasjonsplassering er vist i Figur 17 og foto fra registreringene er vist i Figur 18.



**Figur 17.** Kart over Langøya med omtrentlig plassering av de fem transektene som ble undersøkt ved hjelp av nedsenkbar videokamera.

Alle stasjonene hadde store forekomster av blåskjell (*Mytilus edulis*) med rur (*Balanus* spp.) fra overflaten og ned til rundt 1 - 2 m dyp. I tillegg til blåskjell var det spredte forekomster av trådformete rødalger og sagtang (*Fucus serratus*) ved alle stasjonene. På fire av de fem stasjonene ble det registrert små ålegrasenger (*Zostera marina*) fra rundt 1 - 4 m dyp. Engene hadde frisk vegetasjon, med lite påvekstalger. På stasjon 2, 3 og 4 ble det observert spredte forekomster av avfallshauger (faeces) fra flerbørstemarken fjæremark (*Arenicola marina*). På stasjon 4 ble det registrert enkelte sukkertareplanter (*Saccharina latissima*) på rundt 5 - 6 m dyp.

Under 5 m dyp var bunnen dominert av nedslammet fjell, sand- og bløtbunn. På grunn av det tykke laget med slam/sediment på fjellet, var det ofte vanskelig å vurdere hvilken av de tre substratkategoriene en skulle beskrive bunnen som. Det ble registrert få organismer under 5 m dyp. Artene/gruppene som ble registrert var vanlig korstroll (*Asterias rubens*), gulsjøpung (*Ciona intestinalis*), dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*), sjønellik (*Metridium senile*), begerkorall (*Caryophyllia smithii*), korallellik (*Protanthea simplex*), langpigget kråkebolle (*Echinus acutus*), hydroider (Hydroidea), sjøpølse (Holothuroidea), påfulgmark (Sabellidae), flerbørstemark (Polychaeta) og muligens traktsvamp (cf *Axinella infundibuliformis*). På alle stasjonene ble det

registrert noen få spredte forekomster av vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) på bløtbunn (>~20 m), og på stasjon 4 og 5 ble det i tillegg registrert enkelte forekomster av stor piperenser (*Funiculina quadrangularis*).

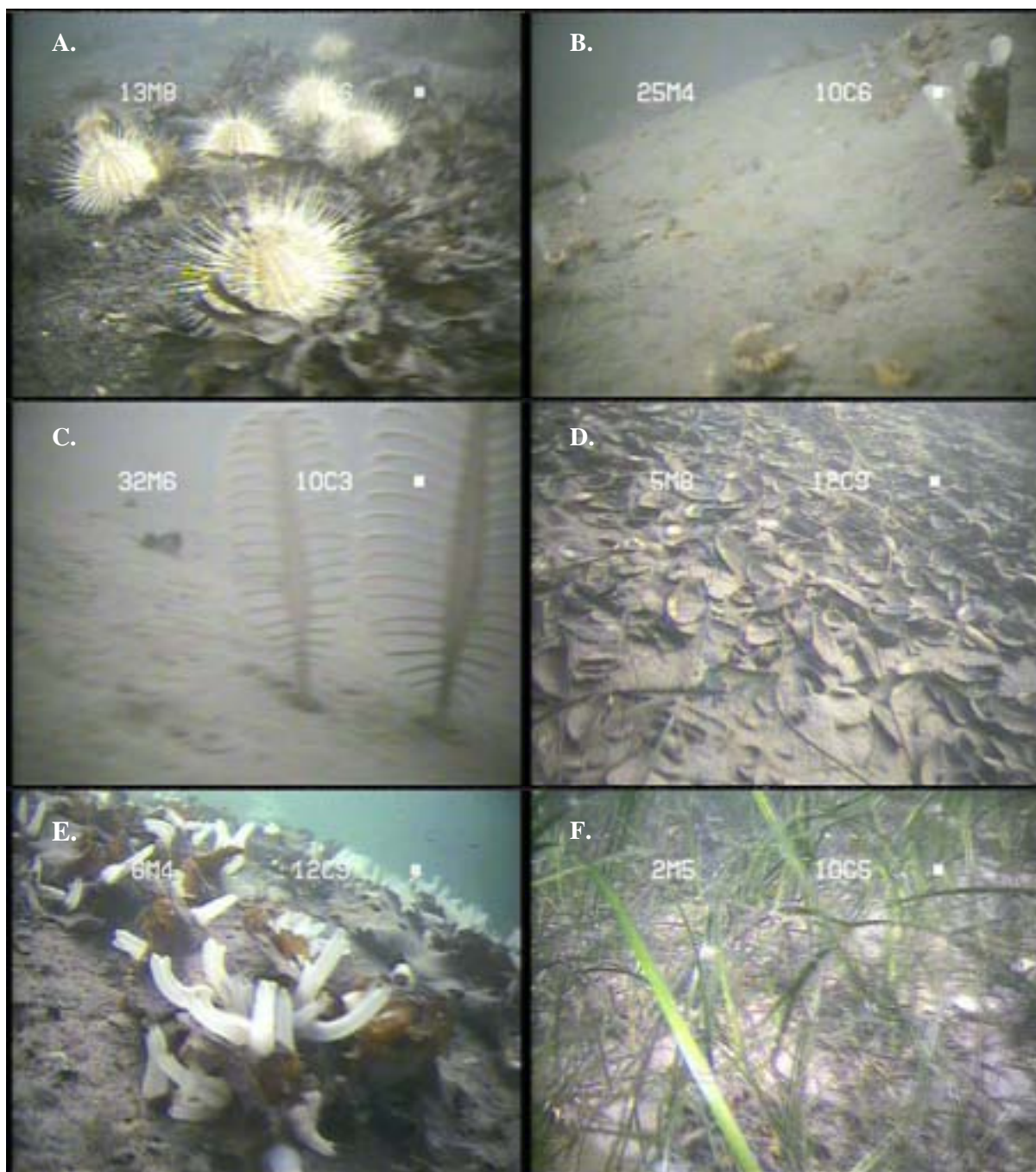
På alle stasjonene ble det observert ”gravehull” i sandbunnen fra dyr som flerbørstemark og muslinger (*Bivalvia*) som lever nedgravd i sedimentet.

**Tabell 13.** Maksimalt registreringsdyp og de vanligste substrat og arter som ble registrert i 2009 i de 5 transektene rundt Langøya (se kart Figur 17). Registreringene er delt inn i tre dybdeintervaller (0-5 m, 5-20 m og >20 m)

Transekt (stasjon)	Max. reg. dyp (m)	Øverste 5 m	5 – 20 m	Under 20 m
1	29,0	Sandbunn. Ålegraseng fra ca. 1,5-4,5 m dyp. Sagtang, blåskjell og rur var vanlig fra 0-1,5 m dyp.	Sand/bløtbunn og sterkt sedimentert fjell. Lite liv – noe sekkedyr, dødmannshånd, cf traktsvamp, begerkoraller og tomme skjell. Spredt med langpiggete kråkeboller på ca 14 m dyp.	Fjell med mye sediment. Bløtbunn på 29 m dyp. Spredt med begerkorall, sekkedyr og dødmannshånd
2	32,8	Sandbunn. En del blåskjell, rur, tomme skjell og buskete rødalger ned til ca 1 m dyp. Ålegraseng fra 1-4 m. Spredt med fjæremark og sagtang på ca 0,5 m dyp	Sand/bløtbunn med en del ”gravehull”. Lite liv – enkelte korstroll og sekkedyr, spredt med tomme muslingskall	Bløtbunn med noe ”gravehull”. Noe vanlig sjøfjær, tomme skjell og løsrevet tang.
3	36,0	Skjell- og sandbunn Blåskjell, rur og sagtang vanlig ned til ca 1 m dyp. Ålegraseng fra 0,5 – 3 m	Sandbunn med enkelte ”gravehull”. Lite liv – enkelte korstroll og sekkedyr. Tomme muslingskall dominerende på 6 m dyp	Bløtbunn med en del ”gravehull”. Spredt med vanlig sjøfjær. På rundt 20 m dyp var bunnen nesten helt bar.
4	35,7	Fjell og stein i strandkanten Sand fra ca 1 m dyp. Blåskjell dominerende fra ca 0,5–1,5 m dyp. Tomme muslingskall dominerende fra ca 3,5-1 m dyp. Sagtang og rur vanlig fra 0,5-1–2 m dyp. Tynn ålegraseng på rundt 2 m dyp.	Sandbunn ned til ca 18 m dyp. Lite liv – noe tomme skjell, sekkedyr og hydroider. Spredt med sukkertare på ca 5-6 m dyp. Sedimentert fjell fra ca 18-20 m. Lite liv – noe sekkedyr, begerkorall, tomme skjell, sjønellik og børstemark.	Bløtbunn med lite liv. Enkeltvis med stor piperenser og vanlig sjøfjær, spredt med tomme skjell, sjøpølser og hydroider. Sterkt sedimentert fjell fra ca 23,5 m dyp. Spredt med begerkorall og tomme skjell.
5	35,8	Stein- og sandbunn. Blåskjell, lurv og sagtang vanlig ned til 1,5 m dyp. Spredt med tomme skjell, korstroll og buskete rødalger. Vanlig med ”gravehull” i sanden på ca 5 m dyp.	Sandbunn m/ stein og fjellbunn. Vanlig med ”gravehull” i sand ned til ca 12 m dyp. Lite liv – enkelte korstroll, dødmannshånd og sekkedyr. Fjellskrent på ca 12m dyp – spredt med dødmannshånd, sekkedyr og korallnellik	Bløtbunn med mye ”gravehull”. Spredt med vanlig sjøfjær. Noe tomme skjell og løsrevet tang.

Undersøkelsen av vegetasjonen i fjæresonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på alle stasjonene, og ålegrasenger på litt større dyp på fire (tre?) av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. De registrerte ålegrasengene var ikke særlig tettvokste men vegetasjonen så frisk og fin ut. Ålegrasenger utgjør et viktig marint habitat, både som oppvekstområde og skjulested for ulike fiskeslag og andre marine dyr.

Alle de fem undersøkte områdene var preget av sandbunn og nedslammet fjellbunn med lite synlige organismer. Den kraftige sedimenteringen av fjellbunnen er trolig forårsaket av lav bølge og strømpåvirkning i området. Sedimenteringen hemmer veksten av fastsittende dyr og alger. Dette kan være årsaken til at det ble registrert så få arter. ”Gravehullene” i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet.



**Figur 18.** Bilder fra videoopptak av transektene ved Langøya 2009. A: Langpiggede kråkeboller (*Echinus acutus*) og løsrevet tang fra transekt 1. B: Begerkorall (*Caryophyllia smithii*), gulsjøpung (*Ciona intestinalis*) og muligens en traktsvamp (cf *Tragosia infundibuliformis*) på sedimentert fjell fra transekt 1. C: Vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) på bløtbunn fra transekt 2. D: Tomme muslingskjell fra transekt 3. E: Gulsjøpung på sukkertare (*Saccharina latissima*) fra transekt 4. F: Ålegraseng (*Zostera marina*) fra transekt 1.



## 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.
- Nilsson HC, Rosenberg R. 1997.** Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of Marine Systems* 11:249-264
- Nilsson HC, Rosenberg R. 2006.** Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200-2006, Sidor 26
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978.** Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16:229-311
- Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A. 2004.** Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739
- Staalstrøm A., Magnusson J. & HC Nilsson. 2008.** Overvåking av utslipp ved Langøya

Innledende undersøkelser vinteren 2007-2008. in press.

**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.

**Walday M., Green N.W. & A. Pedersen, 2007.** Overvåking NOAH Langøya 2006. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5477-2007. 56s.

**Walday M., Green N., Gitmark J., Shi L. 2008.** Overvåking NOAH Langøya 2007. Strandsone registreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5634-2008. 61s.

**Walday M., Naustvoll L., Nilsson HC., Rygg B., Selvik JR. & K. Sørensen, 2009.** Overvåking av Ytre Oslofjord 2008. Årsrapport. NIVA-rapport 5818-2009. 61s.

**Walday M., Green N., Gitmark J., Høgåsen T., Nilsson H.C. 2010.** Overvåking NOAH Langøya 2008. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 5831-2009. 65s.

**Walday M., Gitmark J., Norling K. 2010b.** Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2009, Fagrapport. NIVA-rapport 5949-2010. 34s.

**Walday M., Naustvoll L. (HI), Norling K., Selvik JR., Sørensen K. 2010c.** Overvåking av Ytre Oslofjord 2009, Årsrapport. NIVA-rapport 5971-2010. 59s.

## Vedlegg A.

### Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996-2009

#### I rekkefølge:

Arsen (As)  
 Barium (Ba)  
 Kadmium (Cd)  
 Kobolt (Co)  
 Krom (Cr)  
 Kobber (Cu)  
 Kvikksølv (Hg)  
 Molybden (Mo)  
 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 Klif 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 Klif-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%.



NIVA 5978-2010

Annual median concentration of As (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	11.7	26.8		12.6	9.26	24.8	6.65	10.1	m	--	m	15
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	11.5	29.5		9.52	7.68	14.8	8.48	11.2	m	--	m	13
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	8.94	18.1	7.74	10.7	m	--	m	16
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	10.1	17.9	6.71	11	m	--	m	13
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.3	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	8.01	12.3	m	--	m	16
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	18	7.86	9.72	m	--	m	20
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	8.57	19.3	12.6	15	m	--	m	19

Annual median concentration of As (ppm), tidstrend analyse kjørt på nytt med "suspekte" verdier (prøvene merket med grå)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	12	26.8	8.99	12.6	9.26	24.8	6.65	10.1	m	--	m	15
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	11.5	29.5	8.23	9.52	7.68	14.8	8.48	11.2	m	--	m	13
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	8.94	18.1	7.74	10.7	m	--	m	16
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	10.1	17.9	6.71	11	m	--	m	13
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.2	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	8.01	12.3	m	--	m	16
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	18	7.86	9.72	m	--	m	20
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	8.57	19.3	12.6	15	m	--	m	19

NIVA 5978-2010

Annual median concentration of Ba (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	3.87				3.87	5.68	11.1	2.58	2.49	4.52	2.37	1.46	1.63	2.29	m	--	m	16
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	4.95				4.95	3.35	44.7	3.65	3.62	12.7	3.79	2.71	3.59	5.96	m	--	m	24
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	4.55				4.55	5.65	20.1	3.59	3.15	6.88	4.27	2	2.87	3.67	m	--	m	18
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	3.11				3.11	3.82	18.4	1.87	1.99	7.44	4.42	1.28	1.57	3.87	m	--	m	23
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	3.47				3.47	3.62	11.2	3.5	2.19	5.1	3.17	1.57	1.52	3.05	m	--	m	17
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31	1.24	3.2	m	--	m	22
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	0.87				0.87	2.08	9.09	0.652	0.48	0.887	0.714	0.45	0.526	1.64	m	--	m	23

Annual median concentration of Cd (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.787	0.814	0.811	1.73	1.24	1.11	1.95	1.35	1.06	1.33	1	1.9	1.35	1.43	no	--	no	11
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	0.695	0.799	1.08	2.15	1.92	2.38	3.63	2.25	1.84	2.52	1.65	1.56	1.34	2.5	1.3	UY	no	11
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	0.843	1.22	0.993	2.4	1.65	1.82	1.53	0.853	0.823	1.02	1.03	3	1.74	1.74	no	--	1.5	12
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	0.706	1.12	1.24	1.89	1.01	1.47	1.13	1.45	0.915	1.88	1.25	2.36	1.79	1.79	no	--	1.2	11
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	0.853	1.13	1.11	1.93	1.19	1.21	1.4	1.04	0.796	1.15	1.09	2.21	0.895	1.58	no	--	no	12
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	0.971	no	--	no	10
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	0.766	0.965	1.14	1.53	1.33	1.53	1.16	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.01	0.726	no	DY	no	8

NIVA 5978-2010

Annual median concentration of Co (ppm)

St	Species	Tissue	Base															ANALYSIS			
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	1.37	0.214	0.331	0.602	0.437	0.676	0.471	0.413	0.44	0.601	0.394	0.423	0.264	0.453	m	--	m	16
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	0.898	0.359	0.321	0.429	0.369	0.418	0.338	0.441	0.317	0.652	0.441	0.286	0.444	0.441	m	--	m	12
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	1.37	0.53	0.386	0.957	0.46	0.737	0.394	0.44	0.471	0.832	0.594	0.361	0.591	0.548	m	--	m	14
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	1.62	0.923	1.34	1.73	0.507	0.933	0.901	0.734	0.738	1.22	0.683	0.4	0.468	0.685	m	--	m	14
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.12	0.49	0.543	0.642	0.567	0.597	0.473	0.503	0.373	0.664	0.468	0.386	0.421	0.533	m	--	m	10
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					0.606	0.455	0.313	0.356	0.362	0.508	0.291	0.319	0.218	0.372	m	--	m	11
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.211	0.377	0.3	0.387	0.265	0.345	0.247	0.259	m	--	m	12



NIVA 5978-2010

Annual median concentration of Cr (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	1.04	3.03	1.34	8.66		7.2		3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	4.58	1.5	--	no	18
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	9.07	1.23	1.27	6.62		2.99	2.16	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	4.67	2.09	no	--	no	20
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	4.98	2.24	1.34	24.5		4.42		5.29	4.93	15.5	5.17	3.11	10	6.51	2.2	--	2.0	23
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	4.18	4.46	1.57	4.72		5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	2.81	no	--	no	19
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67		3.15		3.24	2.35	9.67	4.05	0.929	6.84	4.14	1.4	--	1.2	21
B7	MYTI EDU	SB	d.wt						2.16		1.21	2.19	2.44		0.625	1.19	2	no	--	no	17
BK	EDU	SB	d.wt	0.478			2.01		10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	1.58	0.87	no	--	no	22

Annual median concentration of Cr (ppm), tidstrend analyse kjørt på nytt med "suspekte" verdier (prøvene merket med grå)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	1.04	3.03	1.34	8.66		7.2	2.75	3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	4.58	1.5	--	no	19
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	9.07	1.23	1.27	6.62		2.99	2.12	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	4.67	2.09	no	--	no	20
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	4.98	2.24	1.34	24.5		4.42	1.75	5.29	4.93	15.5	5.17	3.11	10	6.51	2.2	--	2.0	23
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	4.18	4.46	1.57	4.72		5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	2.81	no	--	no	19
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67		3.15	1.06	3.24	2.35	9.67	2.73	0.929	6.84	4.14	1.4	--	1.3	21
B7	MYTI EDU	SB	d.wt						2.16	1.48	1.21	2.19	2.44	1.56	0.625	1.19	2	no	--	no	15
BK	EDU	SB	d.wt	0.478			2.01		10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	1.58	0.87	no	--	no	22

NIVA 5978-2010

Annual median concentration of Cu (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	6.07		11.4	8.27	7.95	8.32	7.09	6.05	6.99	9.72	7.41	9.31	3.99	6.49	no	--	no	11
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	6.68		9.64	8.82	7.43	7	7.75	6.82	6.64	8.73	7	5.67	6.05	6.67	no	--	no	8
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	7.09	6.02	10.6	10.6	8.7	8.41	7.11	6.86	6.79	9.76	7.62	6.78	4.8	8.7	no	--	no	10
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	6.45		12.4	9.45	10.8	8.24	7.68	6.86	6.52	10.3	7.46	6.5	4.52	7.47	no	--	no	10
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	5.82		9.63	8.26	7.64	6.56	7.3	6.59	5.94	9.53	8.12	6.64	3.84	6.95	no	--	no	10
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					7.27	7.44	7.72	6.43	9.32	8.35	6.9	6.75	7.91	6.45	no	--	no	7
BK	EDU	SB	d.wt	6.94	6.81	7.23	7.14	5.49	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.58	6.43	no	--	no	7

Annual median concentration of Hg (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.057	0.0929	0.0872	0.228	0.123	0.118	0.265	0.133	0.143	0.204	0.101	0.131	0.0722	0.115	no	--	no	13
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	0.027	0.037	0.108	0.132	0.0577	0.116	0.143	0.156	0.129	0.222	0.0986	0.0762	0.07	0.125	no	UY	no	14
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	0.0535	0.085	0.108	0.188	0.0795	0.129	0.106	0.0769	0.0851	0.13	0.0764	0.0889	0.0645	0.107	no	--	no	12
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	0.037	0.0647	0.124	0.159	0.0608	0.137	0.0993	0.101	0.0956	0.152	0.134	0.0778	0.0609	0.109	no	--	no	14
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	0.059	0.0735	0.156	0.193	0.104	0.105	0.139	0.0956	0.105	0.149	0.0987	0.107	0.0737	0.133	no	--	no	12
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					0.0545	0.055	0.0759	0.0536	0.144	0.105	0.046	0.0688	0.0983	0.069	no	--	no	14
BK	EDU	SB	d.wt	0.0383	0.0354	0.0667	0.101	0.028	0.0472	0.0575	0.0574	0.0938	0.12	0.045	0.045	0.0667	0.0565	no	--	no	14

NIVA 5978-2010

Annual median concentration of MO (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS					
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI EDU	SB	d.wt											1.1	0.769	0.692	0.652	1.04	m	-?	m	11
B3	MYTI EDU	SB	d.wt										0.857	0.655	0.476	0.973	0.662	m	-?	m	12	
B4	MYTI EDU	SB	d.wt									2.48	1.1	0.667	1.82	1.3	m	-?	m	17		
B5	MYTI EDU	SB	d.wt									1.4	1.57	0.611	0.65	0.822	m	-?	m	13		
B6	MYTI EDU	SB	d.wt									2.02	0.891	0.571	1.16	1.02	m	-?	m	16		
B7	MYTI EDU	SB	d.wt									0.808	0.567	0.5	0.427	0.621	m	-?	m	10		
BK	EDU	SB	d.wt									0.84	0.6	0.7	0.579	0.757	m	-?	m	9		

Annual median concentration of Ni (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.994		0.201	6.3	1.24	4.12	1.67	1.93	4.46	2.53	2.38	0.615	1.7	3.26	no	--	no	24
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	4.66		0.191	4.41	1.44	1.94	1.45	1.52	2.46	2.69	2.08	0.524	2.84	1.18	no	--	no	25
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	2.72		0.201	18.2	1.18	2.96	1.64	2.85	3.65	10.7	3.97	1.28	6.18	4.52	no	--	no	>25
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	2.5		0.236	2.56	4.53	2.94	1.21	2.51	2.5	5.14	6.12	0.611	1.91	1.99	no	--	no	24
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.46		0.222	2.75	2.08	1.88	1.55	2.1	1.71	6.7	2.2	0.643	3.95	3.05	no	--	no	23
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					1.82	1.21	1.25	0.797	1.45	2	1.19	0.625	0.794	1.38	no	--	no	14
BK	EDU	SB	d.wt	0.877			1.3	0.87	5.87	1.03	0.831	2.04	1.15	0.619	0.5	0.789	1.11	no	--	no	19

NIVA 5978-2010

Annual median concentration of Pb (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.999	0.62	1.74	3.01	1.94	1.84	1.92	1.65	1.58	2.22	1.65	1.62	0.951	1.67	no	--	no	12
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	0.879	0.821	4.33	4.86	16.3	12.8	16.5	11.9	14.7	16.9	6.98	2.33	2.5	5.81	1.9	UY	no	16
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	2.56	2.14	2.57	6.25	7.82	4.22	2.45	3.53	2.7	3.8	3.3	2.22	2.01	3.15	1.1	--	no	13
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	1.02	1.38	2.28	2.38	2.5	2.29	1.3	1.95	1.31	2.66	2.61	0.944	0.935	2.19	no	--	no	14
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.42	1.47	2.89	2.75	2.08	1.59	1.64	1.54	1.16	1.89	1.84	1.29	1	2.25	no	--	no	12
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					1.21	1.21	0.879	1.85	2.44	1.37	0.935	0.938	1.75	0.971	no	--	no	13
BK	EDU	SB	d.wt	0.628	0.664	0.759	0.714	0.522	0.866	0.571	0.574	0.813	1.21	0.805	0.571	1.11	1	no	--	no	11

Annual median concentration of V (ppm)

St	Species	Tissue	Base														ANALYSIS				
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.423	3.57	1.07	1.73	3.51	5.07	2.03	5.88	1.53	1.78	2.45	3.38	0.951	1.53	m	--	m	19
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	0.55	7.1	1.15	1.32	5.77	4.35	1.4	4.92	1.21	2.48	1.77	3.29	1.36	1.86	m	--	m	21
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	0.857	3.2	1.26	2.02	4.09	4.93	1.34	6.33	1.59	2.43	2.94	3	0.968	2.01	m	--	m	18
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	0.577	3.73	1.26	1.73	3.18	4.05	1.21	3.52	1.1	3.18	2.33	3.33	1.04	1.92	m	--	m	18
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	0.569	3.5	1.33	1.56	3.13	4.76	1.44	10.6	1.07	2.12	2.34	2.86	1	2.03	m	--	m	21
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					7.83	4.59	1.46	13.9	1	1.72	2.46	4.5	0.782	1.86	m	--	m	24
BK	EDU	SB	d.wt	0.861	13.5	0.57	0.604	2.39	6.71	0.457	10.8	0.656	0.555	2.14	6.35	1.21	2.6	m	--	m	>25

NIVA 5978-2010

Annual median concentration of Zn (ppm)

St	Species	Tissue	Base															ANALYSIS			
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	95.1	101	122	205	86.1	101	152	117	117	134	94.1	121	68.1	118	no	--	no	11
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	74.3	85.1	115	129	74.3	105	156	155	120	149	117	71.9	81	122	no	--	no	11
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	120	121	120	191	107	93.8	116	93.5	97.1	118	106	85.6	68.1	109	no	--	no	10
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	69.9	110	no	--	no	10
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	67.4	114	no	--	no	11
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					97	68.5	94.3	90.5	145	114	86.4	88.1	70.2	91	no	--	no	10
BK	EDU	SB	d.wt	94.3	103	112	111	66.1	72.3	84.6	106	131	118	80.5	83.5	92.6	80.4	no	--	no	9

## Vedlegg B.

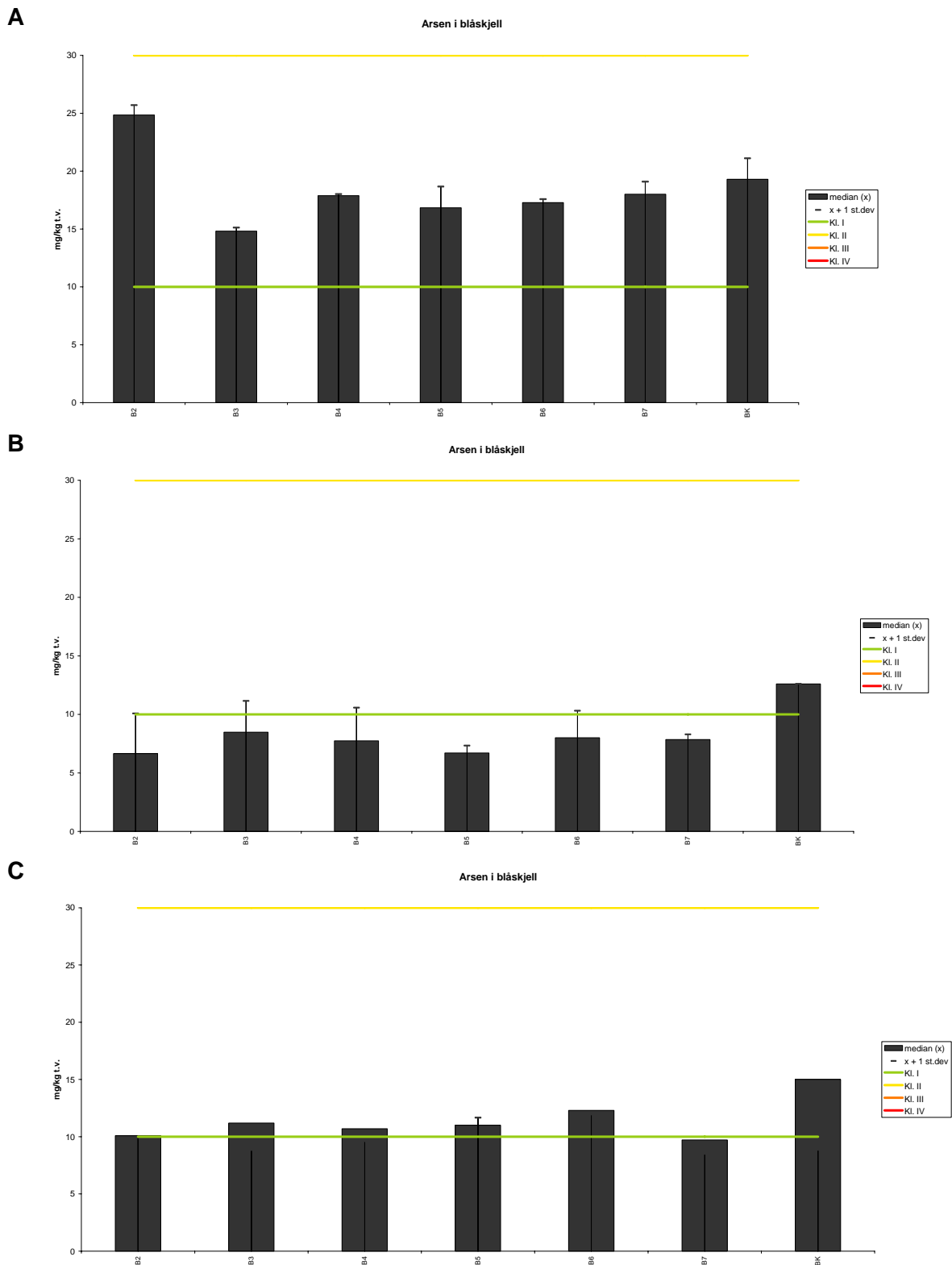
### Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2006-2008

#### I rekkefølge\*:

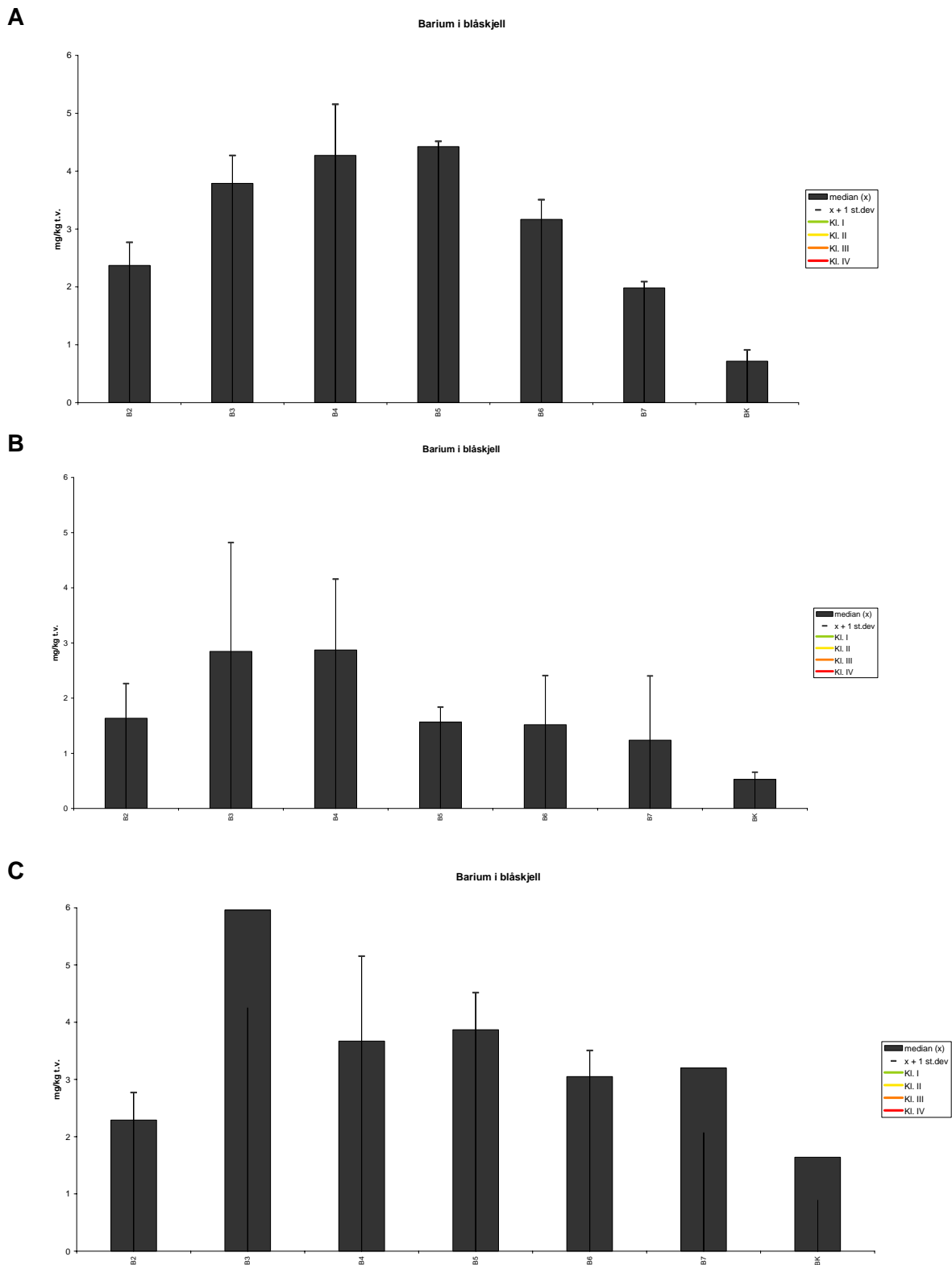
Arsen (As)  
Barium (Ba)  
Kadmium (Cd)  
Kobolt (Co)  
Krom (Cr)  
Kobber (Cu)  
Kvikksølv (Hg)  
Molybden (Mo)  
Nikkel (Ni)  
Bly (Pb)  
Vanadium (V)  
Sink (Zn)

\*) suspekterte verdier ikke tatt med

MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)

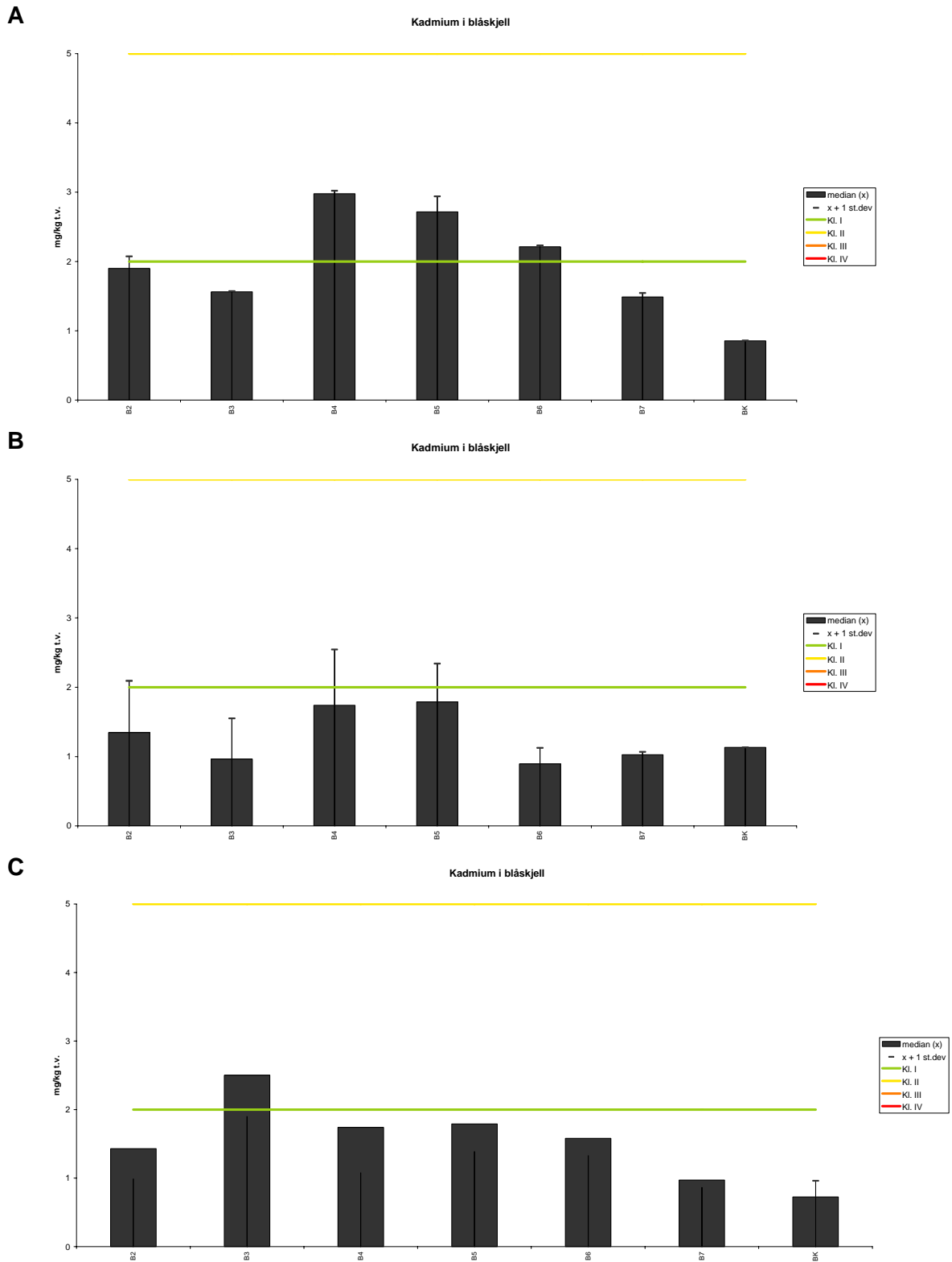


**Figur 19.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

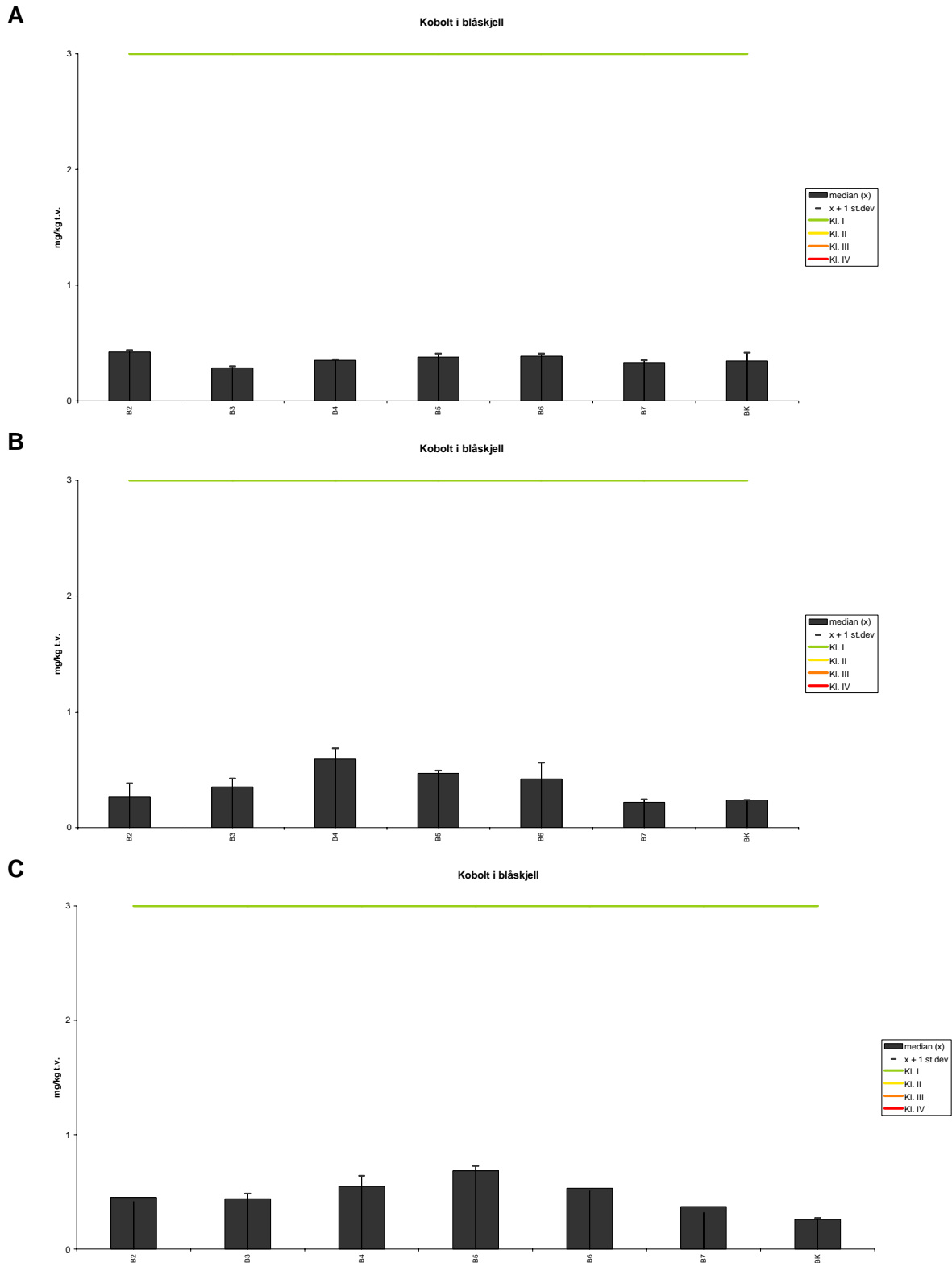


**Figur 20.** Median og standard avvik konsentrasjon for barium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

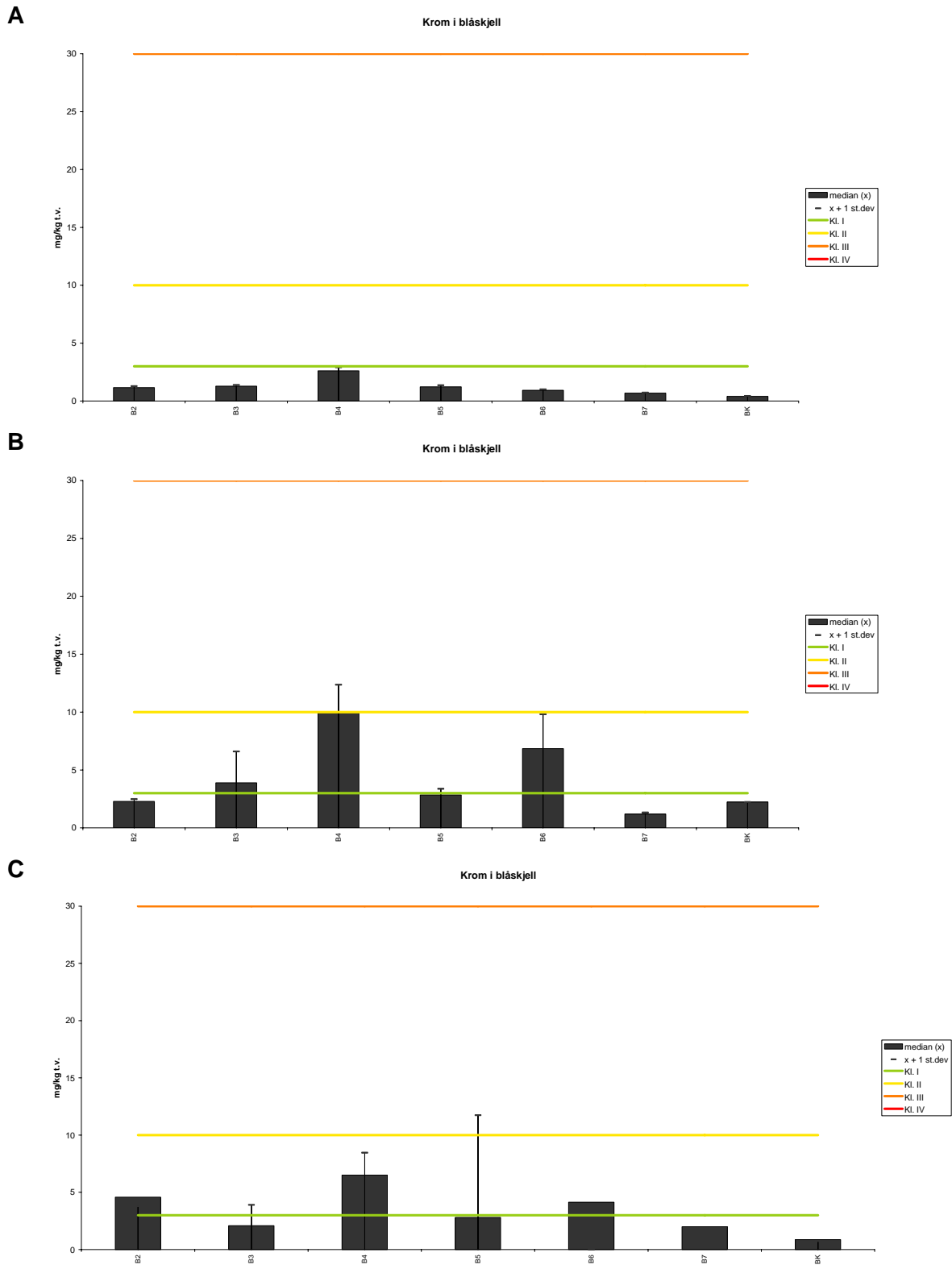




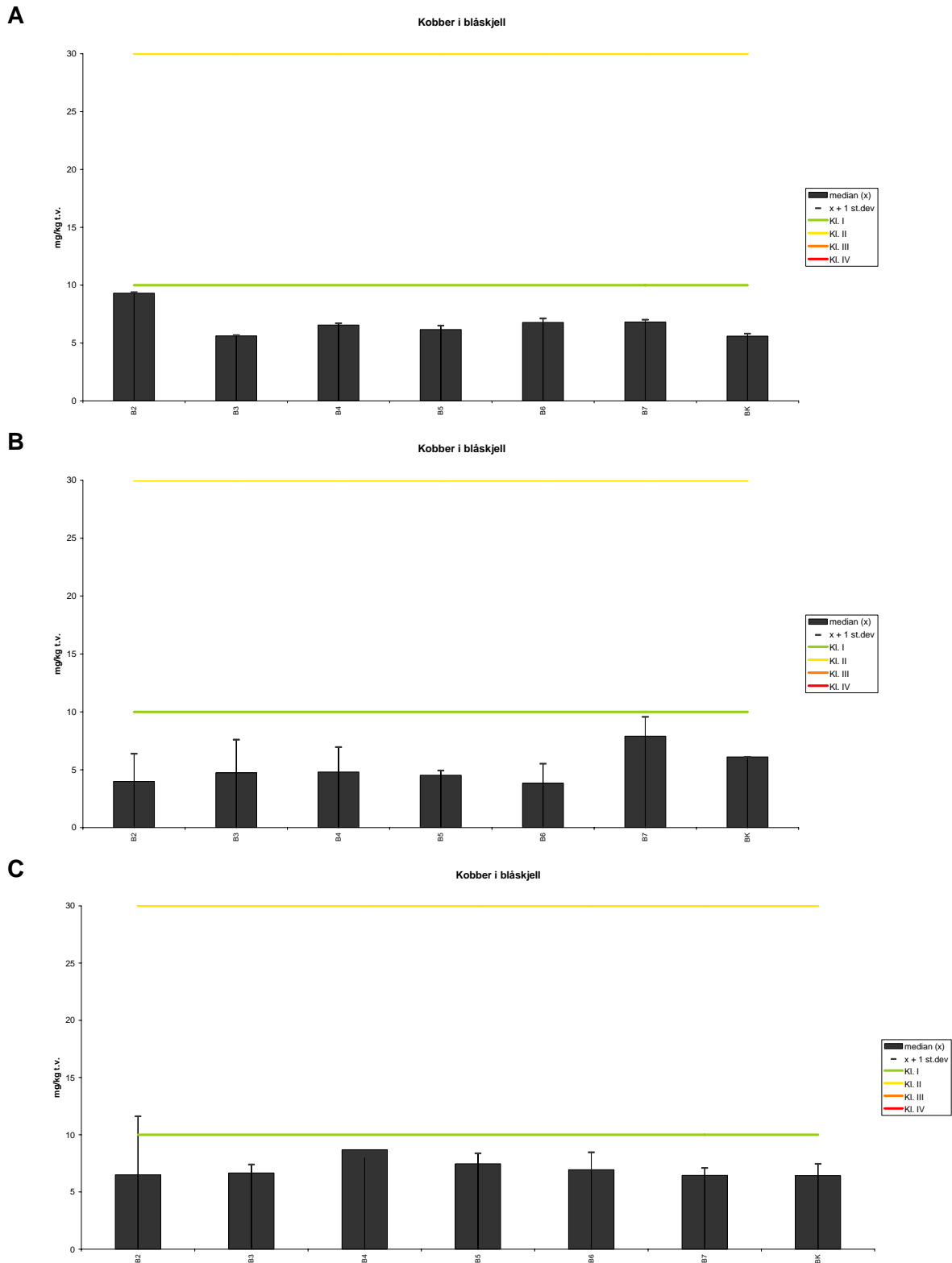
**Figur 21.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kadmiuim i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (**A**), 2008 (**B**) and 2009 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



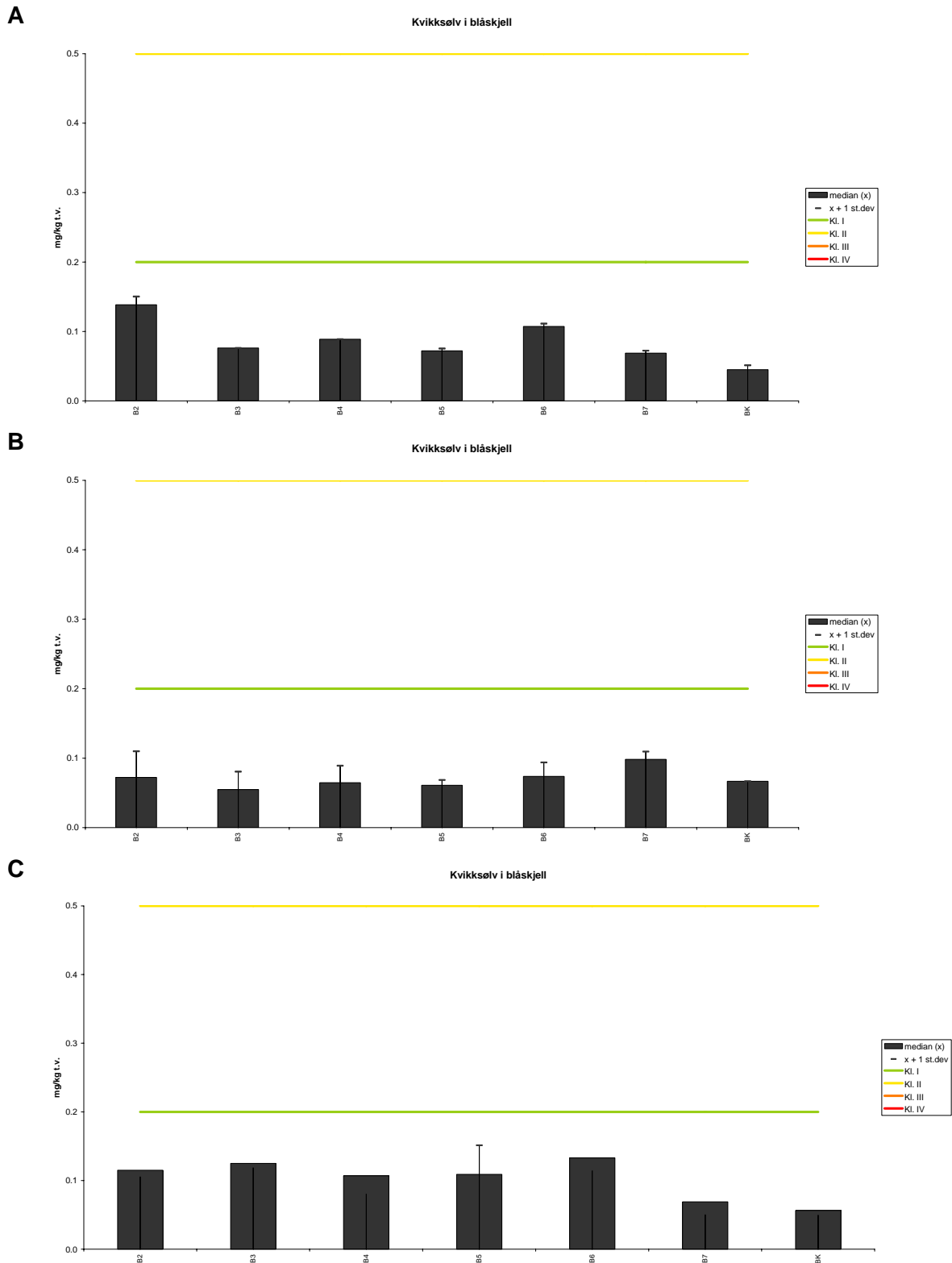
**Figur 22.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kobolt i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



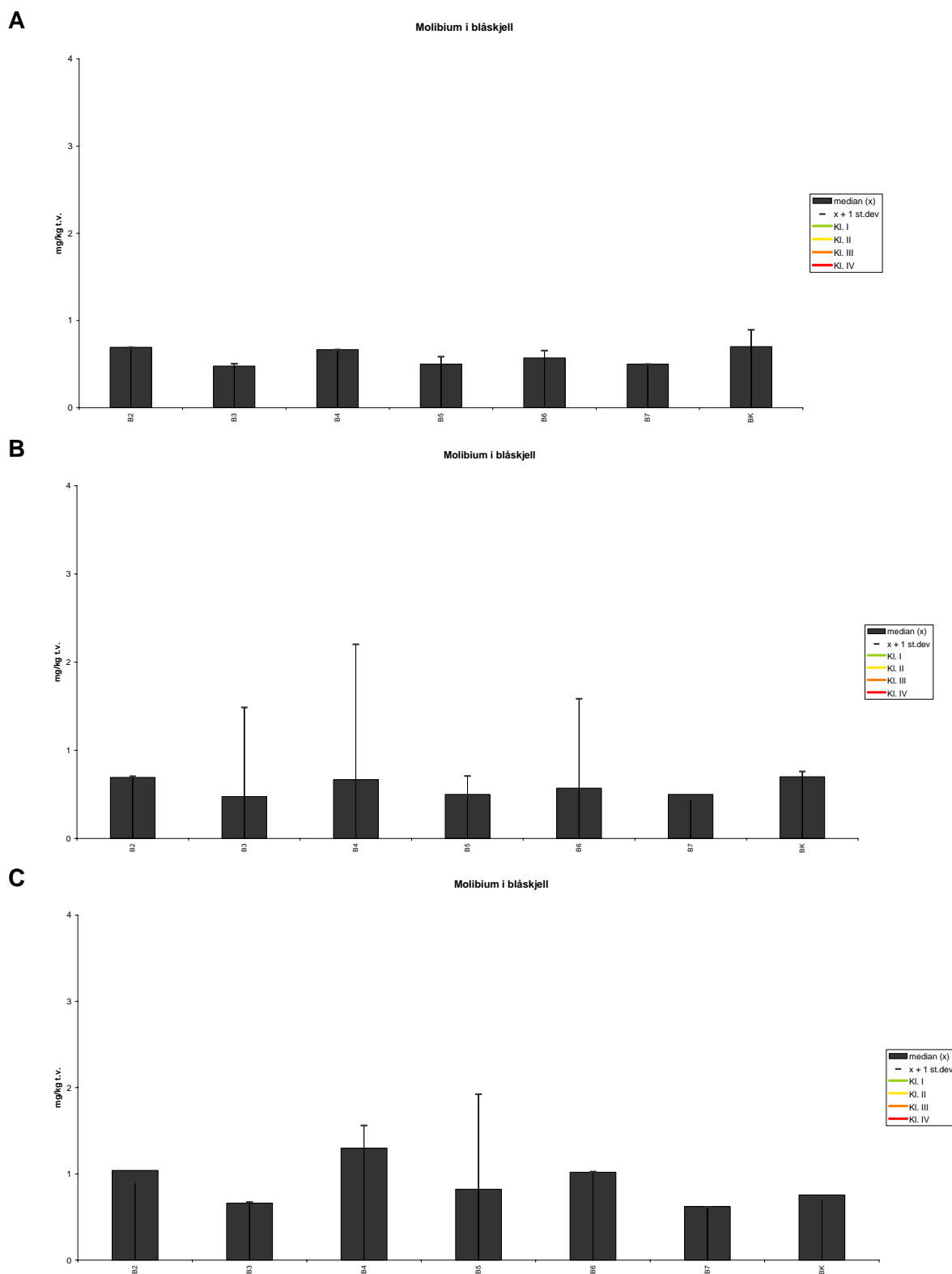
**Figur 23.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (**A**), 2008 (**B**) and 2009 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



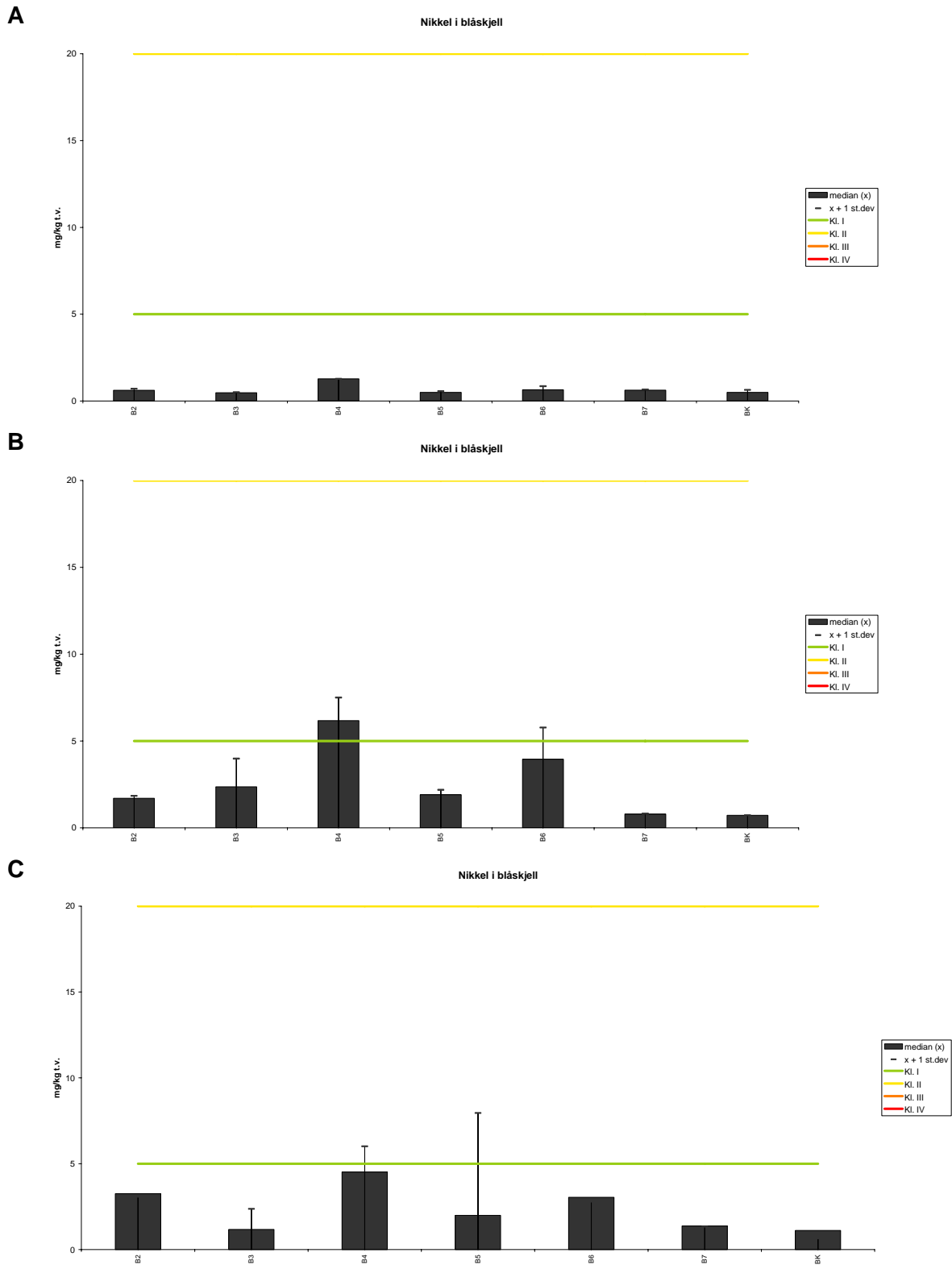
**Figur 24.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (**A**), 2008 (**B**) and 2009 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



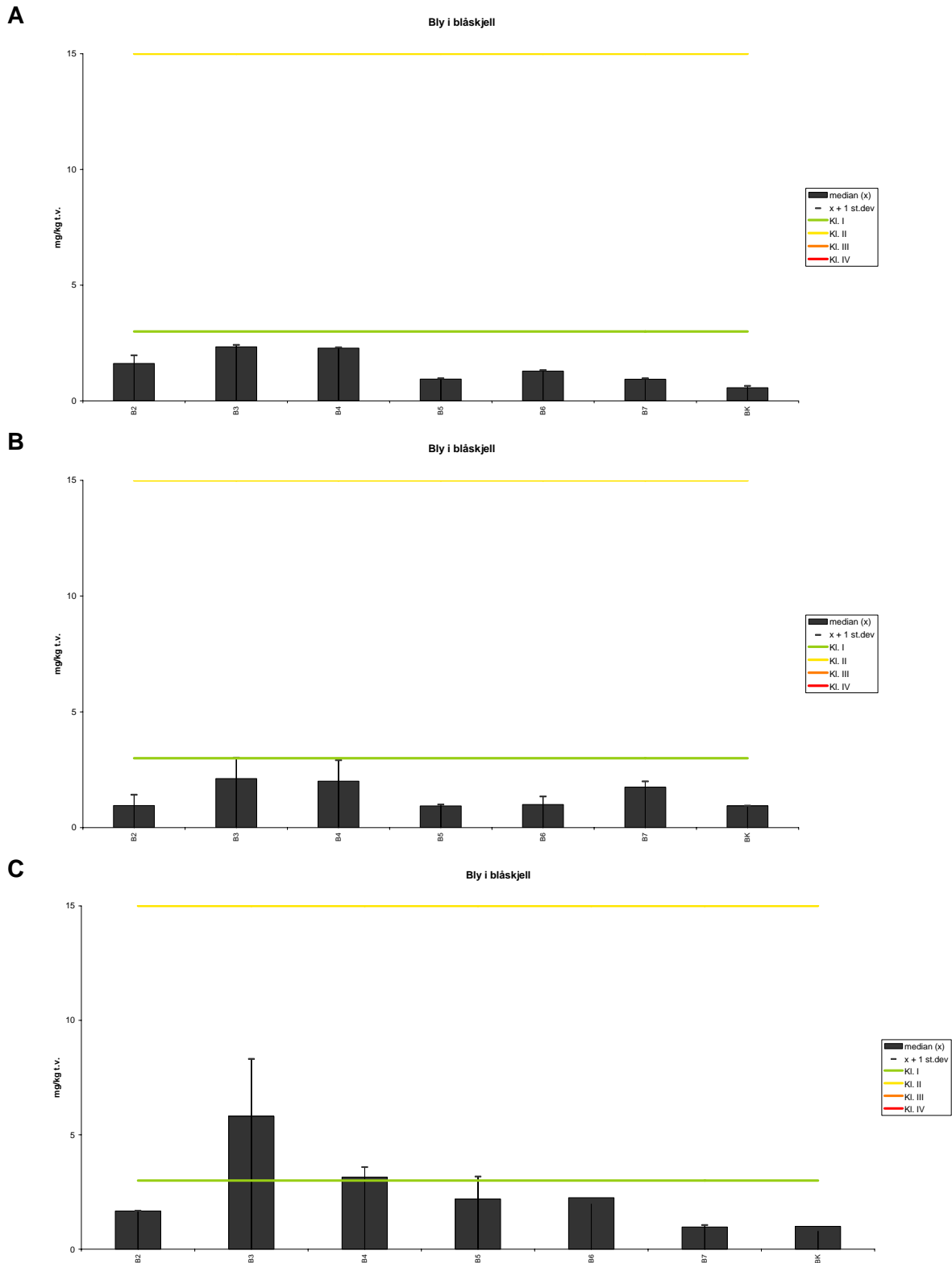
**Figur 25.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 26.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for molybden i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

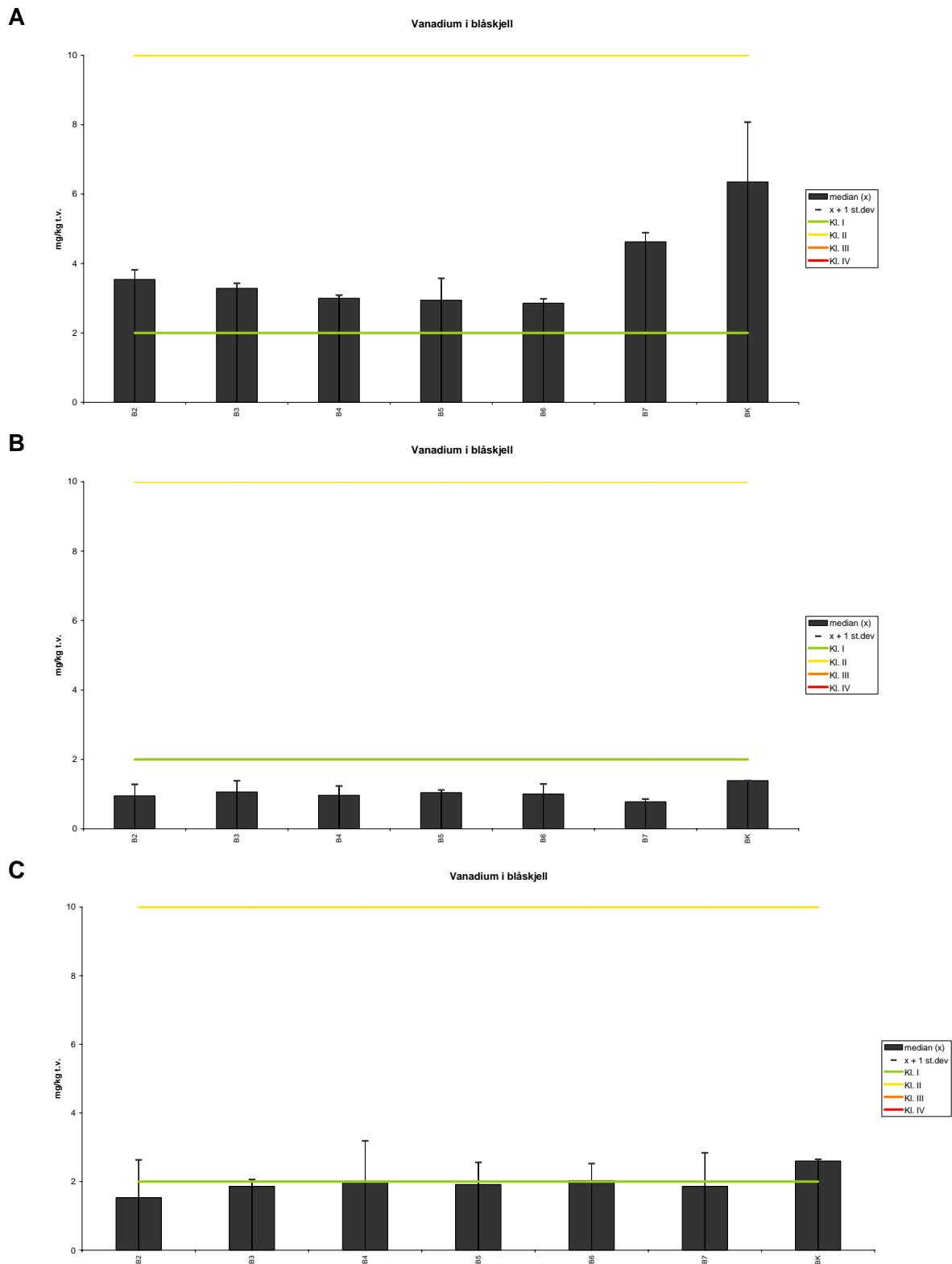


**Figur 27.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

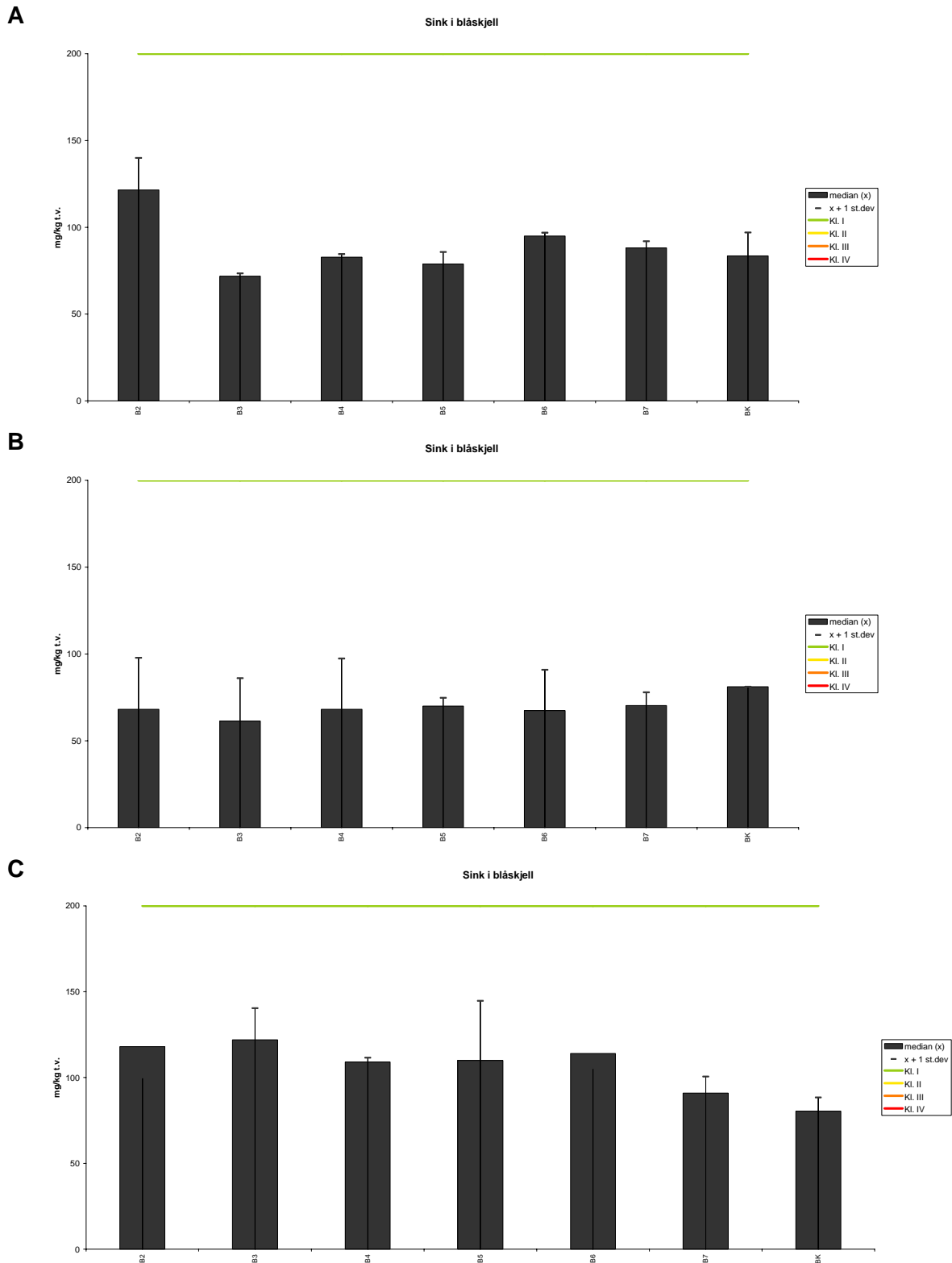


**Figur 28.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (**A**), 2008 (**B**) and 2009 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.





**Figur 29.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for vanadium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (**A**), 2008 (**B**) and 2009 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 30.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II konsentrasjon for sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2007 (A), 2008 (B) and 2009 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

## Vedlegg C.

**Tabell 14.** 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, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 og 2009. Mengde er registrert som 1=enkeltpunn, 4=spredte funn, 9=vanlig forekommende og 16=dominerende forekomst.

	bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	B	B2	b6	Bk	b2	b6
	96	96	96	97	97	97	98	98	98	02	02	02	03	03	03	04	04	04	05	05	05	06	06	06	07	07	07	k08	08	08	09	09	09
cf Aglaothamnion byssoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ahnfeltia plicata	9	1	4	9	4	4	9	0	9	4	0	4	1	0	1	9	9	9	9	4	4	9	9	9	4	0	4	4	0	4	4	0	4
Audouiniella spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
cf. Brogniartella byssoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brunt på fjell	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9
Bryopsis plumosa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cf. Callithamnion corymbosum	0	0	0	9	1	0	4	4	0	0	0	0	0	0	9	4	0	9	1	0	4	4	0	0	0	1	0	0	0	4	4	0	
Ceramium spp.	9	0	1	16	4	0	16	9	9	0	0	4	1	4	1	9	4	9	9	4	4	9	4	4	9	4	4	4	0	4	4	4	4
Chaetomorpha linum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Chaetomorpha mediteranea	0	0	0	0	0	0	4	9	9	0	4	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetomorpha melagonium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	9	4	9	4	0	0	4	4	4	9	4	9	9	4	9	9	9	4	9	1	9	9	4	4	4	4	4
Chorda filum	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chordaria flagelliformis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladophora rupestris	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	4	9	0	1	4	2	2	0	0	0	1	4	0	4	0	0	4
Cladophora sp.	1	4	4	1	9	0	0	4	0	0	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	4	4	1	0	1	0	4	4	4	4
CORAX	9	16	4	9	4	9	9	9	9	9	0	0	9	9	16	0	1	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Cruoria pellita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanophyceae indet, på tang	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	9	16
Cystoclonium purpureum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dasya baillouviana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	16	0	0	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
diatome-kjede på fjell	4	0	4	0	9	4	4	9	0	0	16	16	0	0	0	0	0	6	4	9	0	0	0	0	16	16	0	16	16	9	9	16	
Dumontia contorta	1	0	1	4	1	4	9	4	9	0	0	0	1	1	0	9	4	4	9	4	4	9	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Ectocarpales	4	1	4	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	1	0	0	4	0	0	0	4	0	0	1	0	4	0	
Elachista fucicola	4	1	0	4	0	0	4	9	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4	4	0	9	4	0	4	4	9	4	4	4	4	4	4	
Erythrothricia carnea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fucus cf. evanescens	4	9	0	9	16	4	9	9	0	0	9	1	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Fucus juv.	9	4	4	4	4	4	4	9	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



NIVA 5978-2010

Acmaea sp.	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Actiniaria indet.	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alcyonidium gelatinosum	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	9	4	4	4	4	1	4	4	1	4	0	4	4	9	9	9	0	0	4	9	9	4				
Alcyonidium hirsutum	1	0	0	0	0	0	9	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	4	0							
Asterias rubens	4	1	4	4	4	4	0	1	1	1	0	0	4	1	4	4	0	0	4	1	1	1	0	1	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0		
Asterias rubens juv.	4	4	4	4	1	4	4	1	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	4	0								
	bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	Bk	b2	b6	B	B2	b6	Bk	b2	b6				
	96	96	96	97	97	97	98	98	98	02	02	02	03	03	03	04	04	04	05	05	05	06	06	06	07	07	07	k08	08	08	09	09	09	09	09		
Asteroidea indet. juv.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Balanus balanoides	4	4	4	4	9	9	9	9	9	9	4	0	9	4	4	9	4	4	4	4	1	0	4	9	4	4	16	16	4	9	0	0					
Balanus crenatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	9	16	4	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Balanus improvisus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	9	0	4	4	9	9	9	9	4	9	9	16	16					
Botryllus schlosseri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Campanularia johnstoni	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0		
Carcinus maenas	1	1	4	4	4	4	0	4	4	4	4	1	4	4	4	4	0	1	1	1	1	4	4	1	4	4	1	4	0	0	0	0	0	0	0		
Caridea sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	9	0					
Ciona intestinalis	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
cf. Halichondria panicea	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dynamena pumila	4	0	0	4	0	0	9	0	0	9	0	4	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	9	0	4	0	0					
Electra pilosa	9	4	9	9	4	9	9	4	4	4	0	4	4	4	4	9	4	4	9	4	4	9	4	4	9	0	1	4	4	4	9	4	4				
cf. Electra crustulenta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0	0	4	4	0	9	0	0	9	0	0	4	1	9	4	0	4	0	0	0	0	0	0		
Halichondria panacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Hinia reticulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydroida indet.	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Invertebrate egg mass: band	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Laomedea geniculata	4	4	4	4	1	4	4	9	4	4	1	0	0	4	2	9	4	1	4	0	0	0	1	1	4	4	4	4	0	0	4	9	9				
Laomedea sp.	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
cf Laomedea flexuosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leptasterias mülleri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
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	9	9	9	9	9	4	9	9	4	9	9	9	
Littorina obtusata	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Littorina saxatilis	4	0	0	4	0	0	9	0	9	4	4	1	4	0	4	9	4	4	9	4	0	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Membranipora membranacea	9	0	1	4	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	1	4	4	4	0	0	0	0	0	0	
Metridium senile var. pallidus	9	0	1	4	0	1	9	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	9	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	
Mytilus edulis	4	16	4	9	9	9	4	9	9	16	9	9	9	9	9	16	9	9	16	4	9	9	4	16	9	9	9	16	4	9	4	4					
Mytilus edulis juv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Nereis sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

NIVA 5978-2010

Spirorbis borealis	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mytilus edulis juv.	0	0	0	0	0	0	9	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eggmasse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubularia larynx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

## Vedlegg D.

Område: Langøya		Dato: 2. oktober 2009						
Transekt nr	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro		Merknad
		LAT	LONG					
3	1	59.49397	10.37121	36	Bløtbunn	F	J	sjøfjær-s, hull i bunn-s
	64	59.49419	10.37181	28	Bløtbunn	S	J	sjøfjær-s, hull i bunn-s
				24,1	Bløtbunn	S	J	sjøfjær-ev, hull i bunn-s
				22,4	Bløtbunn	S	J	bart, hull i bunn-s
	65	59.49452	10.37203	20,2	Bløtbunn	S	J	bart
				17,3	Bløtbunn	S	J	lite liv, korstroll-e, hull i bunn-s
	66	59.49472	10.37231	15,3	Bløtbunn	S	J	bart
	67	59.49489	10.37263	10	Bløtbunn	S	J	gulsjøpung-ev, noen hull
	68	59.49501	10.37283	6	Bløtbunn	S	J	tomme skjell-d
	69	59.49503	10.37289	4,5	Sand	S	J	tomme skjell-s, fjæremark-e
	70	59.49505	10.37293	3	Sand	S	J	ålegras-v
	71	59.49508	10.37305	1	Sand	S	J	ålegras-s, buskete rød- og brunalger-v
	72	59.49511	10.37311	0,8	Sand	S	J	ålegras-s, buskete rød-og brunalger-s, fjæremark-ev, blåskjell-v, sagtang-s
73	59.49521	10.37320	0,5	Sand	S	J	blåskjell-v, sagtang-s, tomme skjell-s	
4	74	59.50193	10.35929	35,7	Bløtbunn	F	J	stor piperenser-s, sjøfjær-e, tomme skjell-s
	75	59.50206	10.35976	30,2	Bløtbunn	S	J	bart
	76	59.50209	10.35979	26,3	Bløtbunn	S	J	gulsjøpung-ev, sjøpølse-s, korstroll-ev, tomme skjell-s, hydroider-s
				23,6	Fjell	S	J	begerkorall-s, sediment-d, tomme skjell-s
	77	59.50221	10.36003	20	Bløtbunn + Stein	S	J	tomme skjell-s, gulsjøpung-s, hydroider-s, korstroll-ev
				18,2	Fjell	S	J	gulsjøpung-s, sjønnellik-s, børstemark-s, hydroider-s, begerkorall-s, tomme skjell-s
				16,7	Sand	S	J	tomme skjell-s, hydroider-s, rugl-e, gulsjøpung-s
	78	59.50224	10.36021	14,9	Sand	S	J	tomme skjell-s, hydroider-s, korstroll-e, gulsjøpung-ev
	79	59.50237	10.36051	9,4	Sand	S	J	gulsjøpung-s
				8,8	Sand	S	J	gulsjøpung-s, sukkertare-ev, tomme skjell-s, krabbe-e, eremittkreps-e
				7,5	Sand	S	J	gulsjøpung-s/v, tomme skjell-s, hydroider-s, børstemark-s, fjæremark-ev, sukkertare-ev
	80	59.50233	10.36069	6,5	Sand	S	J	gulsjøpung-v, sukkertare-s
				5,9	Sand	S	J	sukkertare-s, hydroider-s, fagerving-s, buskete rødalger-s, rugl-s
	81	59.50235	10.36079	4,9	Sand	S	J	sukkertare-s/v, buskete rødalger-s,
	82	59.50235	10.36085	3,5	Sand	S	J	lurv-v, tomme skjell-d, blåskjell-v, strømgarn-s, sagtang-s
			3,5	Sand	S	J	tomme skjell-d	
83	59.50240	10.36117	1,2	Sand	S	J	sagtang-v, tomme skjell-d, blåskjell-v	
84	59.50248	10.36171	1,1	Sand	S	J	blåskjell-d, sagtang-s, posthornmark-s, rur-v	
85	59.50264	10.36205	1	Fjell	S	J	blåskjell-d, sagtang-s, posthornmark-s, rur-v	
86	59.50259	10.36208	0,5	Fjell	S	J	blåskjell-d, sagtang-v, posthornmark-s, rur-v, buskete rødalger-s	

NIVA 5978-2010

			0,9	Sand+Fjell	S	J	blåskjell-d, sagtang-v/d, rur-v, posthornmark-s	
	87	59.50287	2	Sand	S	J	ålegras-d	
5	88	59.49241	35,8	Bløtbunn	F	J	hull i bunn-v, sjøfjær-s	
	89	59.49211	33,5	Bløtbunn	F	J	hull i bunn-v, sjøfjær-s, løsrevet tang-s	
			23,8	Bløtbunn	S	J	hull i bunn-s, dødmannshånd-e, hydroider-s	
	90	59.49246	22,5	Bløtbunn	S	J	hull i bunn-s, sjøfjær-ev, børstemark-s	
	91	59.49234	20,1	Bløtbunn/Sand	S	J	hull i bunn-s, børstemark-s, tomme skjell-s	
			18,9	Bløtbunn/Sand	S	J	korallnellik-s, gulsjøpung-s, børstemark-s, korstroll-ev	
	92	59.49224	17	Fjell	B	J	korallnellik-v, gulsjøpung-s/v, børstemark-s, dødmannshånd-s	
			12,2	Fjell + Bløtbunn	S/B	R	gulsjøpung-s, børstemark-s, hull i bunn-v, stor piperenser-e	
	93	59.49219	17?	Fjell	B	J	gulsjøpung-v, korallnellik-s, børstemark-s	
			21,5	Bløtbunn	S	J	hull i bunn-s, børstemark-s, sjøfjær-e	
			18	Fjell	B	R	gulsjøpung-v, korallnellik-s, børstemark-s, dødmannshånd-s	
	94	59.49219	10.39027	12,2	Sand + Stein	S/B	R	gulsjøpung-s, børstemark-s, hull i bunn-v, korstroll-e, dødmannshånd-s
	95	59.49208	10.38964	9,9	Sand	S	J	hull i bunn-d, korstroll-e
	96	59.49198	10.38902	5,1	Sand	S	J	hull i bunn-v, korstroll-e
			4,5	Sand	S	J	tomme skjell-v, korstroll-ev, lurv-s	
			1,9	Sand + Stein	S	J	tomme skjell-s, korstroll-s, buskete rødalger-s, lurv-s, sagtang-s	
		97	59.49198	1,5	Sand+Stein	S	J	sagtang-v, lurv-v, blåskjell-v, rur-v, hydroider-s
		98	59.49198	0,5	Stein	S	R	blåskjell-v, rur-v, hydroider-s, lurv-d
1	99	59.48134	28,5	Fjell	S	R	gulsjøpung-s, dødmannshånd-s, begerkorall-s, sediment-d, børstemark-s	
			29	Bløtbunn	S	J	bart, like ved fjell	
			25,5	Fjell	S	J	begerkorall-s, gulsjøpung-s, sediment-d, cf traktsvamp-e	
	100	59.48155	20,4	Fjell	S	J	sediment-d, begerkorall-s, børstemark-s, rugl-e, gulsjøpung-s	
	101	59.48172	19,1	Fjell	S	J	dødmannshånd-s, gulsjøpung-s/v, begerkorall-s, rugl-s, sediment-d, sjøfjær-e	
	102	59.48200	19,8	Fjell	B	J	påfuglmark-v, gulsjøpung-v, cf traktsvamp-s, begerkorall-s, sediment-d	
			22,3	Fjell	B	R	påfuglmark-s, korallnellik-v, gulsjøpung-s, rugl-s	
	103	59.48211	10.39602	16,7	Sand	S	J	stor piperenser-ev, sjøfjær-e, gulsjøpung-s, børstemark-s
			15,6	Fjell	S	J	sediment-d, gulsjøpung-s, dødmannshånd-s, begerkorall-s, løsrevet tang-s	
	104	59.48236	10.39629	14	Bløtbunn/Sand	S	J	organisk materiale-v, gulsjøpung-s/v, dødmannshånd-s
			13,2	Bløtbunn/Sand	S	J	organisk materiale-v, gulsjøpung-s/v, dødmannshånd-s, sukkertare-e	
			12,9	Fjell	R	J	gulsjøpung-s, dødmannshånd-s, rugl-s, sediment-d, hydroider-s	
			13,9	Bløtbunn/Sand	S	J	løsrevet tang-v, langpigget kråkebolle-s, hydroider-s, tomme skjell-s, buskete rødalger-s	
	105	59.48263	10.39664	9	Sand	S	J	tomme skjell-s, gulsjøpung-s, hydroider-s, korstroll-ev
	106	59.48286	10.39672	4,6	Sand	S	J	tomme skjell-s, ålegras-ev
	107	59.48301	10.39669	2,8	Sand	S	J	ålegras-v/d, tomme skjell-s, hydroider-s
			2,2	Sand	S	J	ålegras-s, sagtang-s, tomme skjell-s, blåskjell-s	
	108	59.48319	10.39667	1,5	Sand	S	J	sagtang-d, blåskjell-v, buskete rødalger-s
109	59.48323	10.39670	0,5	Stein	S	J	sagtang-d, rur-v	
2	110	59.48631	32,8	Bløtbunn	F	J	sjøfjær-s, løsrevet tang-s, hull i bunn-s	
			27,5	Bløtbunn	F	J	lite liv, hull i bunn-ev	
	111	59.48665	25,5	Bløtbunn	F	J	lite liv, hull i bunn-ev, tomme skjell-s	



			17,6	Bløtbunn	F	J	korstroll-e, gulsjøpung-e, tomme skjell-s, lite liv
112	59.48690	10.38603	14,5	Sand/bløtbunn	S	J	lite liv, tomme skjell-s, gulsjøpung-s
113	59.48714	10.38618	10,2	Sand/bløtbunn	S	J	hull i bunn-v, korstroll-e
114	59.48756	10.38676	5,1	Sand/bløtbunn	S	J	lite liv, tomme skjell-s, korstroll-e
			4	Sand/bløtbunn	S	J	ålegras-ev, hull i bunn-s, korstroll-e, tomme skjell-s
115	59.48757	10.38766	3,7	Sand/bløtbunn	S	J	ålegras-s, tomme skjell-s, korstroll-ev,
116	59.48773	10.38774	2,5	Sand/bløtbunn	S	J	ålegras-d
117	59.48788	10.38779	0,9	Sand	S	J	slutt på ålegras, blåskjell-v, tomme skjell-v, buskete rødalger-s, rur-s
118	59.48796	10.38778	0,5	Sand+Stein	S	J	blåskjell-s, buskete rødalger-s, fjæremark-s, rur-s, sagtang-s

## Vedlegg E.

Artsliste bløtbunnsfauna stasjon LØ-1, grabb 1-4.

**Prosjektleder: MAT**

NOAH Langøya

Stasjon LØ-1

dato: 30.06.09

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	FULL-NAVN	G1	G2	G3	G4	Sum
ANTHOZOA		Virgularia mirabilis			1		1
PLATYHELMINTHES		Turbellaria indet			1		1
NEMERTINEA		Nemertinea indet		3	10	4	17
PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Onoba vitrea	1				1
PROSOBRANCHIA		Prosobranchia indet			1		1
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	2	3	3	4	12
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sulcata	1		1	4	6
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis	15	10	11	13	49
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf equalis	14	13	17	7	51
BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa (Thyasira ferruginea)		4	4	5	13
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira obsoleta				2	2
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf flexuosa			1		1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp		1	1	2	4
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum			2	1	3
BIVALVIA	Cardiidae	Cardiidae indet				1	1
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	9	13	17	6	45

NIVA 5978-2010

BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cf obesa		1			1
BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidariidae indet	1				1
BIVALVIA	Pectinidae	Pseudamussium peslutrae (Chlamys septemradiatus)				1	1
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	1				1
COPEPODA		Calanoida indet			1	1	2
CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis costata		1			1
CUMACEA	Lampropidae	Hemilamprops rosea		1			1
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata			6	8	14
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia pectinata				1	1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Perioculodes longimanus		1			1
SIPUNCULIDA		Golfingia sp					0
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	12	11	7	8	38
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	1	2	1		4
OPHIUROIDEA		Ophiurae indet				2	2
ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cordatum		1			1
VARIA		Vermiformis indet				1	1
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta inhaerens				1	1

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)