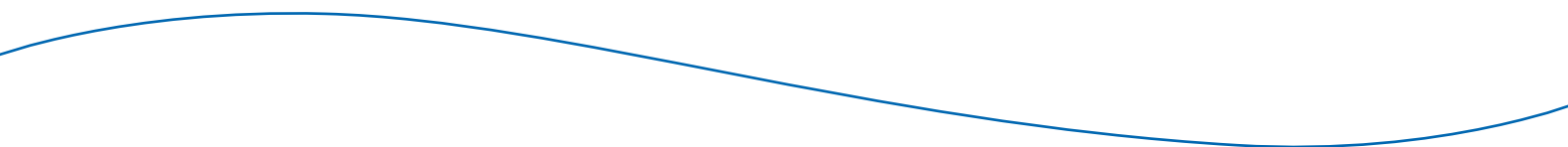


Overvåking NOAH Langøya 2010.  
Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser  
samt marinbiologiske registreringer

A decorative blue wave line spans across the width of the page, positioned below the title text.

**Hovedkontor**

Gaustadalleen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: [www.niva.no](http://www.niva.no)

**Sørlandsavdelingen**

Jon Lilletuns vei 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 2010. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt marinbiologiske registreringer	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	6117-2011	25.02.2011
Forfatter(e) Walday, Mats Green, Norman Gitmark, Janne Høgåsen, Tore Beylich, Bjørnar	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	10202	73
	Fagområde	Distribusjon
	Miljøgifter sjøvann	Fri
	Geografisk område	Trykket
	Vestfold	NIVA

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

<p>Sammendrag</p> <p>Siden overvåkingen utenfor NOAHs anlegg på Langøya startet i 1994 har resultatene i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området og undersøkelsene i 2010 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 2010 for det meste god, men med noe forhøyede nivåer av enkelte 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. Det ser imidlertid ut som at gjennomførte tiltak har redusert påvirkningen. 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 forurensningskilder i området enn NOAH-Langøya kan påvirke de stasjoner som undersøkes.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Langøya</li> <li>2. Marin</li> <li>3. Overvåking</li> <li>4. Miljøgifter</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Langøya island</li> <li>2. Marine</li> <li>3. Monitoring</li> <li>4. Micropollutants</li> </ol>
--	--



Mats Walday  
Prosjektleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

# **Overvåking NOAH Langøya 2010**

Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt  
marinbiologiske registreringer

# 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 behandling og lagring av farlig avfall på Langøya.

Kontaktperson hos NOAH har vært Marit Læg Reid.

Hovedinnsamling av blåskjell og biologiske registreringer ble utført av Janne Gitmark og Marijana Brkljacic (NIVA) i september 2010.

Bjørnar Beylich (NIVA) har gjennomført sedimentprofilfotografering (SPI) ved bruk av UiOs forskningsfartøy "Trygve Braarud", og vurdert resultatene fra bildeanalysen samt deltatt i rapportskrivning om strukturer og klassifisering av dypere sedimenthabitater.

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i april og juli 2010.

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. Organotinn er analysert på ALS. Analyse av naturlig radioaktivitet i sediment ble utført av Institutt for energiteknikk (IFE).

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, 25. februar 2011

*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>11</b>
2.1 Blåskjellpopulasjoner	11
2.2 Strandsoneregistrering	12
2.3 Registreringer i sjøsonen	12
2.4 Sedimentundersøkelser	13
2.4.1 Radioaktivitet i sedimenter utenfor bulkkai	13
2.4.2 Sedimentprofilfotografering (SPI)	14
2.5 Databearbeiding	15
<b>3. Resultater</b>	<b>17</b>
3.1 Metaller i blåskjell	17
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	17
3.3 Metaller i sediment ved bulkkai	21
3.4 Radioaktivitet i sedimenter utenfor bulkkai	23
3.5 Gradienter og utvikling i blåskjell	24
3.6 Sedimentundersøkelser	31
3.7 Strandsoneregistreringer	33
3.8 Sjøsonregistreringer	39
<b>4. Referanser</b>	<b>42</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>45</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>52</b>
<b>Vedlegg C.</b>	<b>65</b>
<b>Vedlegg D.</b>	<b>67</b>
<b>Vedlegg E.</b>	<b>71</b>

---

## Sammendrag

NOAH AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. NIVA utførte i 1994 en orienterende undersøkelse av den marine resipienten utenfor anlegget på Langøya og har siden 1996 på oppdrag for NOAH utført årlige undersøkelser. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2010 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av metaller, organiske miljøgifter og tinnorganiske forbindelser (inkl TBT) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra området rundt Langøya og ved kontrollstasjonen på Mølen.. Det ble videre foretatt visuelle registreringer av alger og dyr på tre strandsonestasjoner, og på 5 stasjoner i sjøsonen ved hjelp av videokamera. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved sedimentprofilfotofering (SPI) på 22 stasjoner og ved grabbing (1 stasjon).

I 2010 var tilstanden med hensyn til metallinnhold i de undersøkte blåskjellene for det meste god (K1.I ubetydelig-lite forurenset) og det var kun i fem av totalt 306 prøver at tilstanden var dårligere enn moderat forurenset (klasse II).

Blyinnholdet i skjell fra vår- og sommerprøvene, samt flere av prøvene fra rundt Langøya, var noe forhøyet (moderat forurenset) sammenlignet med kontrollstasjonen. Til dels gjaldt dette også for kadmium. Krom var forhøyet i relativt mange prøver, til dels markert forurenset, men bortsett fra at kontrollstasjonen hadde lave nivåer, var det ikke noe klart geografisk mønster mht. stasjoner. Arsen og vanadium var forhøyet i samtlige prøver, inkludert kontrollstasjonen på Mølen. Dette tyder på en generell forurensing fra arsen og vanadium i midtre deler av Oslofjorden og at NOAH ikke er kilden til denne.

Stasjonen nærmest bulkkaia (B3) har tidligere år hatt 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 sedimenter og blåskjell utenfor bulkkaia. Problemet er trolig begrenset til et mindre område og tiltakene mot spill ved lossing av avfall har vist seg å være vellykkede. I 2010 var det stort sett bakgrunnsverdier av bly, kadmium og sink i sedimentene ved bulkkaia, unntatt for den grunneste prøven som viste moderat forurensning av kadmium og bly. Bariumverdiene var lavere enn de har vært tidligere år, men de er fortsatt langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2 sør på Langøya. Nivåene av radioaktivitet i to analyserte sedimentprøver og lå innenfor normale bakgrunnsverdier.

Analysene av organiske miljøgifter i blåskjell på et utvalg av stasjonene utenfor Langøya ga i 2010 klasse I (ubetydelig-lite forurenset) i de fleste prøver. PAH-nivåene var noe forhøyet (klasse II) på 3 stasjoner på vestsiden av Langøya. På én av stasjonene var det også moderat forurensing (klasse II) av TBT i blåskjellene. TBT-nivåene viser imidlertid en positiv utvikling (nedgang) på samtlige stasjoner. PAH-nivåene er noe lavere ved bulkkaia enn de var for 4-5 år siden.

Undersøkelsene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet av strandsonesamfunnene ved Langøya i 2010. Tilsvarende er også observert tidligere år. 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 bløtbnnsområdene (30-200 m) 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 hovedbidraget til de overkonsentrasjonene som er observert i skjell. Resultater fra stasjonen ved Mulodden sør for Holmestrand og fra kontrollstasjonen på Mølen, samt andre undersøkelser som er gjort i området, tyder imidlertid på at det finnes flere forurensningskilder i Langøyaområdet enn NOAH-Langøya og at forurensningsbildet er komplisert, særlig med hensyn til identifisering av kildene.

Helt siden undersøkelsene av metaller i blåskjell startet har de fleste resultater indikert en relativt lav forurensningsgrad, dvs. at området generelt kunne klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset (Klasse I) ifølge Klifs klassifiseringssystem. Dette var også tilfelle i 2010, men forurensningsgraden var noe høyere enn i 2009. Bariumverdiene var generelt høyere i 2010 enn tidligere.

Overkonsentrasjoner av noen metaller indikerer 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, SE Norway 2010. Littoral and sublittoral communities, micropollutants in mussels and environmental conditions in sediments.

Year: 2011

Authors: Walday, Mats; Green, Norman; Gitmark, Janne; Høgåsen, Tore; Beylich, Bjørnar.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5852-3

Littoral and sublittoral communities, concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), and the environmental conditions in sediments were investigated by NIVA in 2010 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, and monitoring has been run yearly since 1996. Results from the investigations performed in 2010 are presented in this report.

In 2010, 36 % of the results from analysis of metals in mussel could be classified as moderately polluted and 2 % were markedly polluted. The rest (62 %) were little- or non-polluted. Metal pollution was mainly caused by As, V and Cr. The reference-station was moderately polluted from As and V. Concentrations of Ba were higher than in previous years.

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 observed 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 harbours.

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

Apart from some local contamination in the quay-area, due to spill 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 Breiangen, som er et åpent område av ytre Oslofjord. Berggrunnen 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 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.

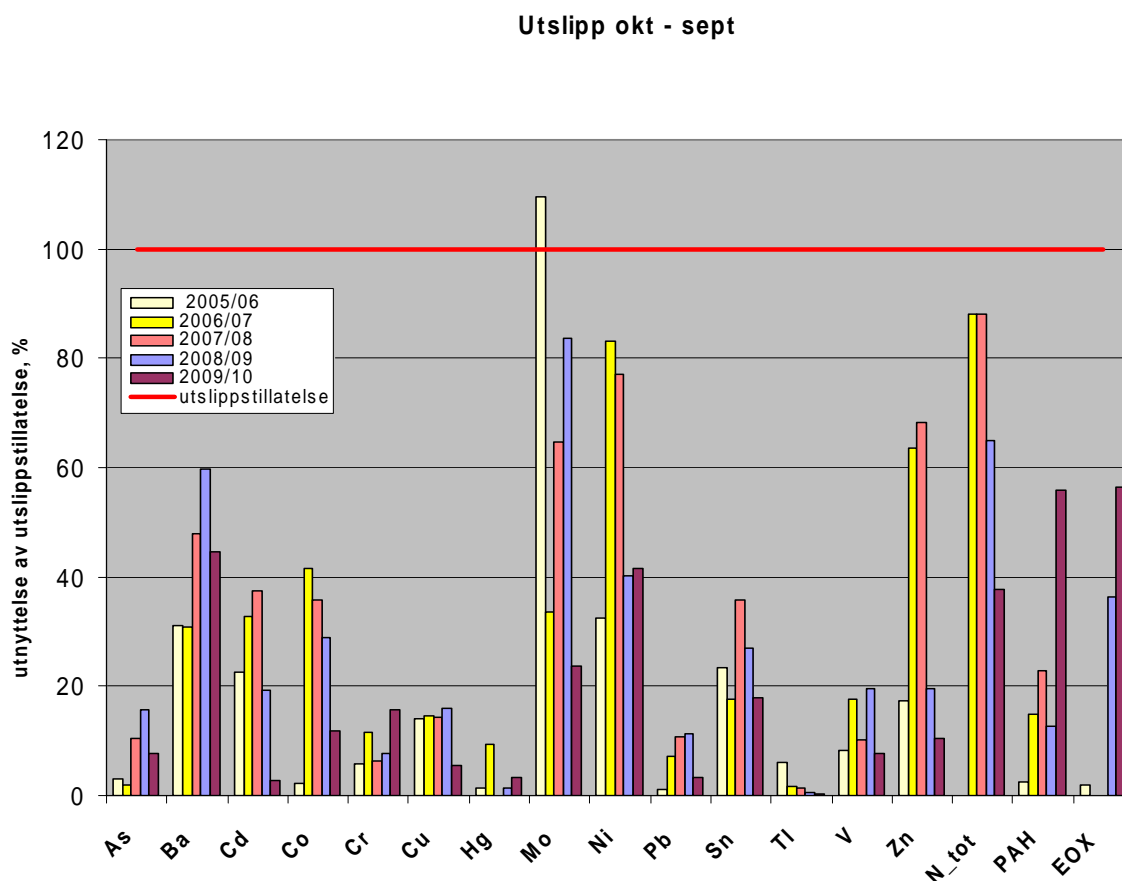
Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og har frem til oktober 2007 blitt sluppet ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget (konf. **Figur 3**). Utslippsrøret er nå forlenget og vannet går ut på 38 m dyp. Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. 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, 2010b). 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

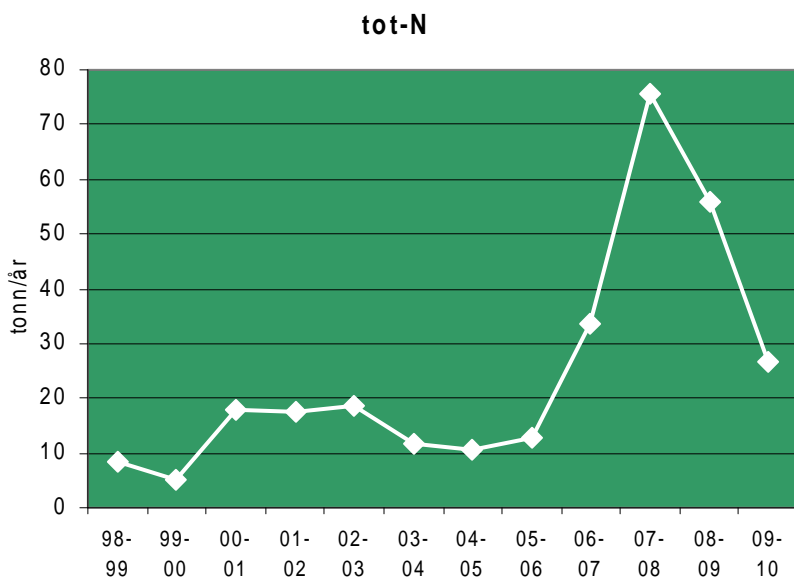
NOAH-Langøya måler konsentrasjonene av blant annet metaller i sitt utslippsvann. Utslippsmengder pr. måned for de metaller som analyseres i blåskjell er vist i Tabell 1. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var for samtlige stoffer innenfor konsesjonsgrensene i 2010 (Figur 1). Underveis i overvåkingen er det fra myndighetenes side gjort endringer i konsesjonsgrensene for noen av stoffene. Av den grunn vil **Figur 1** ikke nødvendigvis avspeile faktiske endringer i utslippsmengder. Utslippene av for eksempel nitrogen har økt siden overvåkingen startet (**Figur 2**), men dette blir ikke synlig i **Figur 1** fordi konsesjonsgrensen samtidig er økt. Det relativt lave N-utslippet i 2009-10 skyldes at NOAH, av ulike grunner, slapp ut lite vann fra anlegget i 2010. Overvåkingen av resipienten er blitt tilpasset det økte utslippet av nitrogen ved at det utføres årlige undersøkelser av tilstanden i de dype bunnsedimentene og videoundersøkelser av bunnen fra fjæra og ned til 30-40m dyp.



**Figur 1.** Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09 og 2009/10. 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. 2009 til sep. 2010. Tallene er oppgitt av bedriften. Merk at deteksjonsgrensen (QL) er oppgitt i mg/l.

	QL mg/l	2009			2010								
		okt	nov	des	jan	feb	mars	apr	mai	juni	juli	aug	sep
As	0,02	0,031	0,15	0,155	0,062	0,14	0,031	0,09	0,062	0,12	0,062	0,124	0,09
Ba		11,253	65,25	64,852	24,831	22,428	15,996	19,35	23,715	61,38	13,051	43,152	26,01
Cd	0,002	0,0062	0,03	0,0155	0,0031	0,056	0,0031	0,006	0,0062	0,03	0,0031	0,031	0,03
Co	0,02	0,031	0,18	0,341	0,093	0,084	0,062	0,18	0,155	0,18	0,031	0,186	0,21
Cr	0,02	0,031	0,24	0,279	0,217	0,504	0,031	0,21	0,062	0,09	0,031	0,372	0,21
Cu	0,02	0,031	0,12	0,124	0,031	0,028	0,031	0,06	0,062	0,09	0,031	0,093	0,09
Mo		0,682	3,27	9,424	2,325	7,504	1,674	5,22	5,239	7,62	0,713	3,286	5,13
Ni	0,02	0,403	1,17	1,984	0,62	0,56	0,279	0,99	0,899	0,99	0,341	1,519	1,05
Pb	0,04	0,062	0,12	0,062	0,031	0,056	0,0124	0,03	0,031	0,06	0,031	0,062	0,06
V	0,02	0,0093	0,12	0,062	0,062	0,056	0,062	0,03	0,031	0,12	0,155	0,279	0,12
Zn	0,02	1,085	0,81	1,333	0,155	0,448	0,093	0,33	0,372	0,72	0,062	1,209	1,02
Hg	0,00001	0,000093	0,0003	0,00031	0,000031	0,000028	0,000031	0,00009	0,000093	0,00015	0,000031	0,01178	0,0027



**Figur 2.** Utviklingen i nitrogenutslipp (tonn/år) fra NOAH-Langøya siden 1998-99.

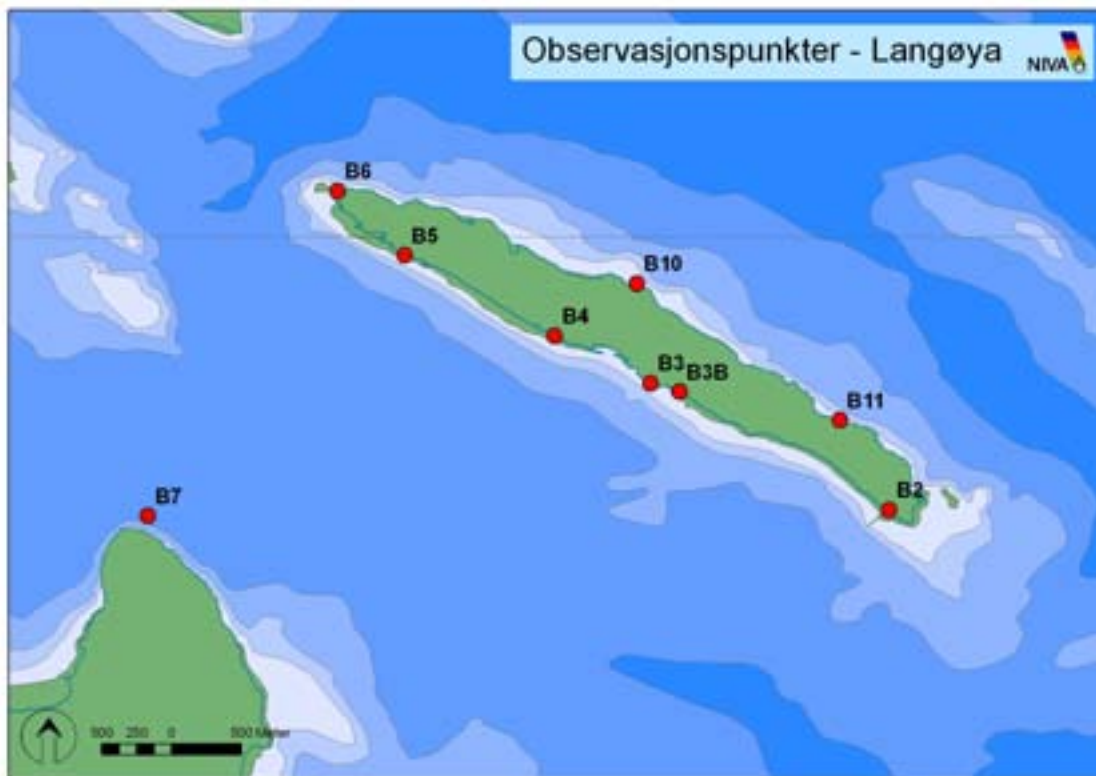
## 2. Metodikk

### 2.1 Blåskjellpopulasjoner

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) og strandsoneregistreringer ble gjennomført i september 2010 i området rundt Langøya (Figur 3) 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 – B7 og B10-B11 (Figur 3, 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 skjellinmaten 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, nonortho-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 ble analysert i samtlige prøver, mens TBT og organiske miljøgifter ble analysert i én prøve fra noen utvalgte stasjoner (B2, B3, B4, B6, B11, BK).



**Figur 3.** 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. Utløpsvannet fra Langøya slippes ut på 38m dyp mellom stasjon B3 og B4.

**Tabell 2.** Stasjoner for innsamling av blåskjell og gjennomføring strandsoneregistreringer (se også Figur 3). 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 2010 ble undersøkelsen utført 14.-15. september (se Figur 3 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

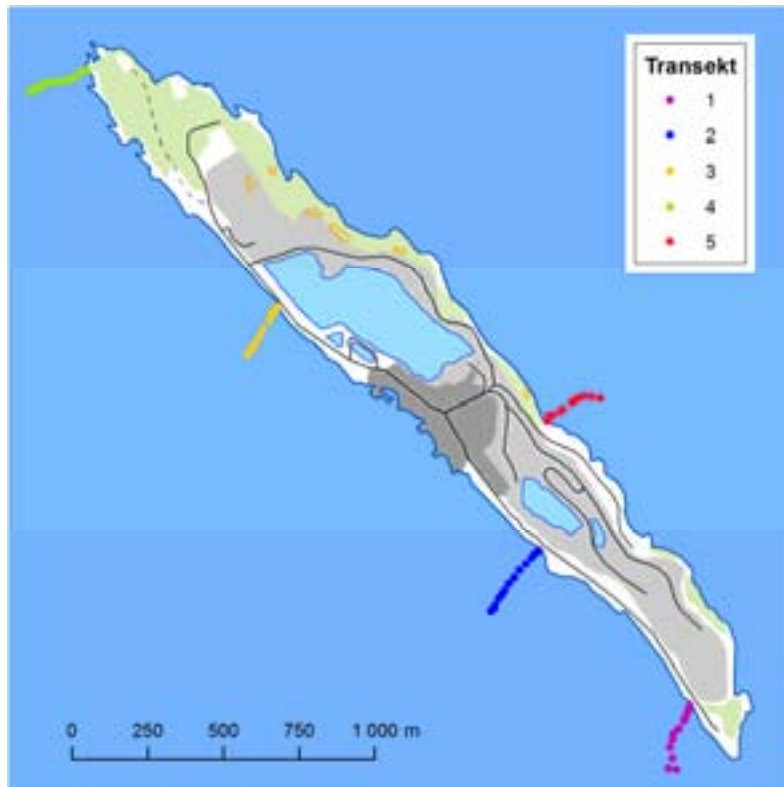
Analysene av de biologiske samfunnene er gjennomført ved bruk av programpakken PRIMER; antall arter, forekomst og diversitet er beregnet. Videre er også likhetene mellom stasjonene/områder analysert ved hjelp av multivariate analyser (Bray-Curtis likhetsindeks). I de tilfeller hvor det ble identifisert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

Før de multivariate analysene ble utført er taxa som kun har blitt registrert en enkelt gang fjernet og enkelte taxa som lett kan forveksles i felt er blitt slått sammen i grupper. F.eks. er rurartene *Balanus crenatus* og *Balanus improvisus* og rødalgeslektene *Aglaothamnion*, *Callithamnion* og *Scagelia* er slått sammen til en gruppe.

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

## 2.3 Registreringer i sjøsonen

14. september 2010 ble det gjennomført en videoregistrering av bunnvegetasjonen/bunnforhold med nedsenkbar kamera. Videoregistreringen foregikk fra båt. Det ble med droppkamera filmet i linjer (transekter) fra strandkanten (0 m) til rundt 30 – 40 m dyp på 5 stasjoner rundt Langøya (Figur 4).



**Figur 4.** Videoregistreringer av bunnforhold langs transekt i 5 områder ved Langøya 14. september i 2010.

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.

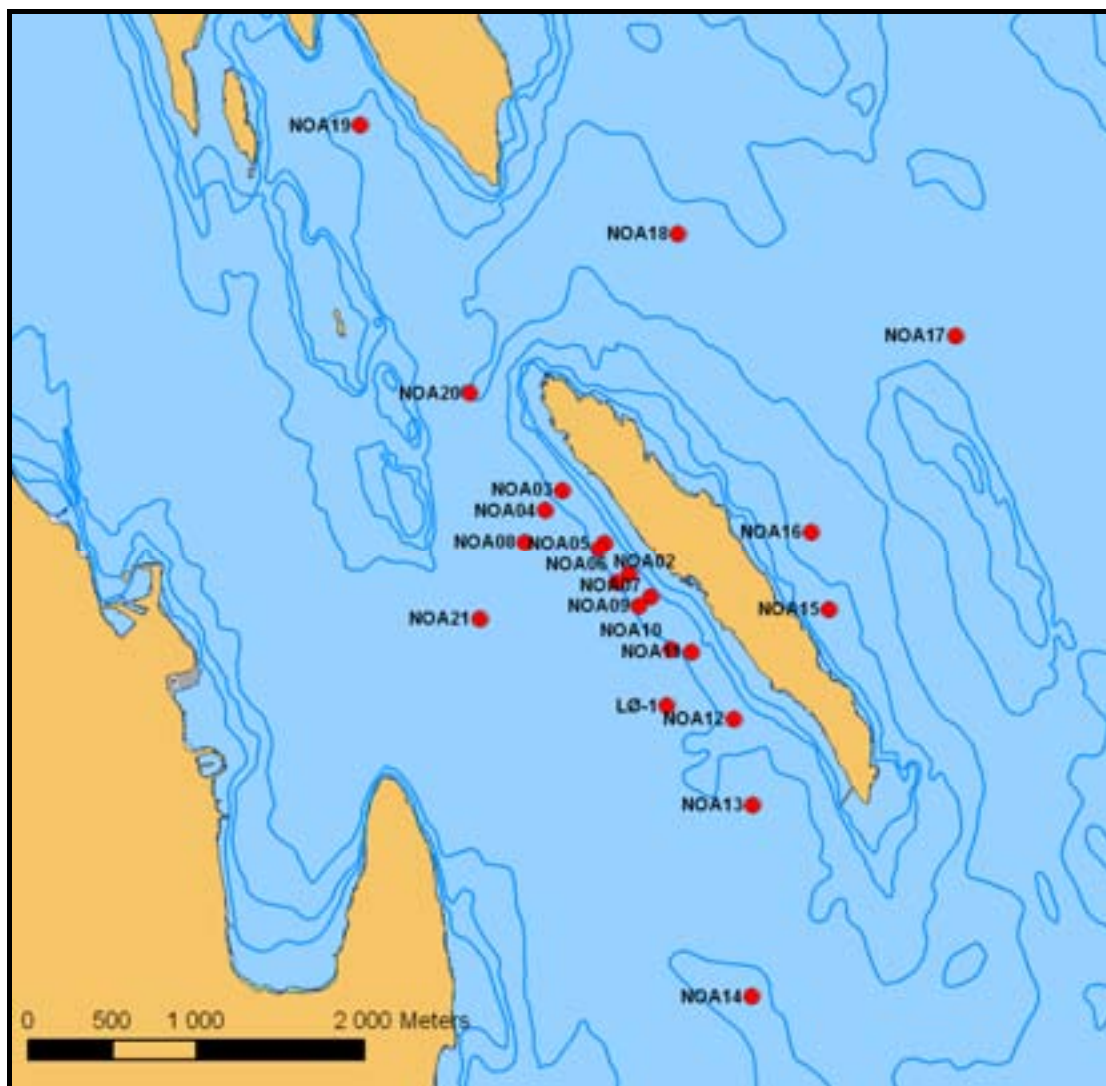
En tabell med GPS-posisjoner, dyp og evt. merknader er gitt i Vedlegg D.

## 2.4 Sedimentundersøkelser

Feltarbeidet ble gjennomført 19. mai 2010 fra F/F Trygve Braarud tilhørende Universitetet i Oslo. Det ble foretatt undersøkelser av bunnsedimentene ved sedimentprofil-fotografering på 22 stasjoner (**Figur 5**), og ved undersøkelser av faunasammensetning i sedimentene på stasjon LØ-1. Fauna ble prøvetatt ved grabbing med en van-Veen grabb ( $0,1\text{m}^2$ ). Det ble tatt tre replikate grabber på stasjonen. Prøvene ble vasket og siktet, og den fauna som ble holdt igjen ble artsbestemt og antall individer av hver art ble talt opp. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 5**.

### 2.4.1 Radioaktivitet i sedimenter utenfor bulkkai

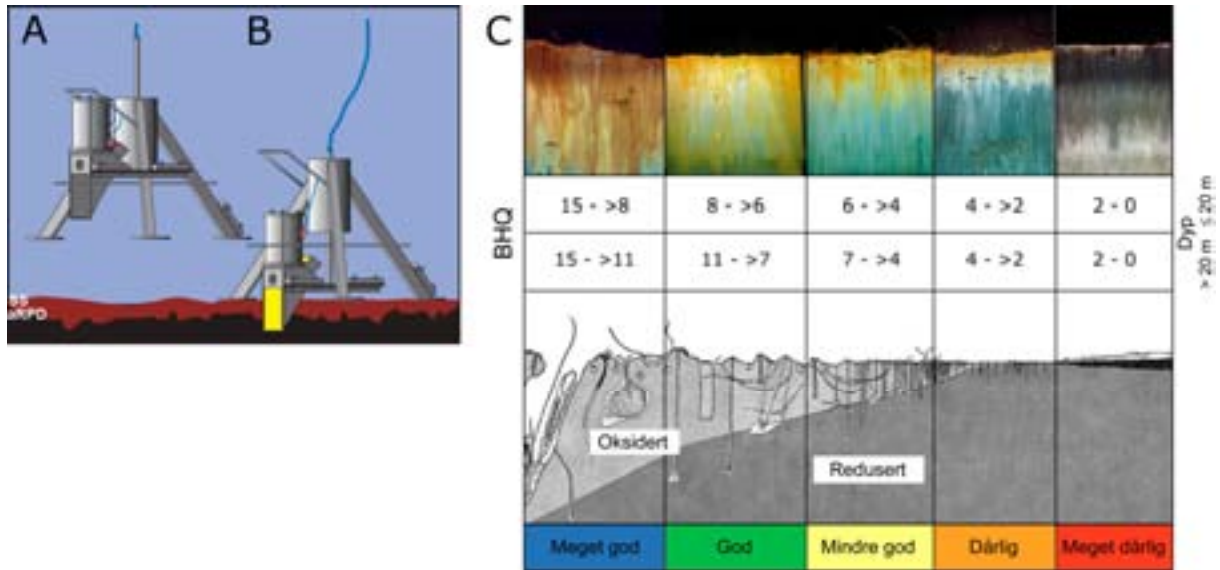
To av sedimentprøvene fra bunnen på ca 15m dyp utenfor bulkkai (B3) og litt lenger sør (B2) ble sendt til Institutt for energiteknikk (IFE) for analyse av naturlig radioaktivitet. Prøvene ble analysert for innhold av  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  og  $^{40}\text{K}$  ved hjelp av høyopløselig gammaspektrometri etter tørking ved  $105\text{ }^\circ\text{C}$ . Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.



**Figur 5.** Stasjoner hvor det ble foretatt SPI-undersøkelser i 2010. LØ-1 ble også prøvetatt med grabb for tradisjonell bløtbunnsundersøkelse.

#### 2.4.2 Sedimentprofilfotografering (SPI)

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnsfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben, (**Figur 6**). Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil hvilket til sammen utgjør prismet. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet.



**Figur 6.** 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 trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres. (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, fødegrop 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 i blåskjell er i hovedsak 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-parametrisisk kurve tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn 7 år er ingen glattemetode benyttet. For at en statistisk test for en glattet kurve skal være gyldig må miljøgift-konsentrasjonene ha tilnærmet lik varians og residualene for den tilpassede modellen bør være lognormalfordelt (cf. Nicholson *et al.* 1998). Utsagnskraft (eller power) av tidstrendanalysene er uttrykt som det antallet år som er nødvendig for å dokumentere en 10% endring pr. år med 90% sannsynlighet. Jo færre år som er nødvendig for dette, jo lettere er det å oppdage en tidstrend. Utsagnskraft er basert på prosent relativt standardavvik, som beregnes etter en robust metode beskrevet i ASMO (1994) og Nicholson *et al.* (1998).

### Multivariate analyser av strandsoneregistreringene

Data fra strandsoneregistreringene har gjennomgått likhetssanalyser (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

Metallinnhold i de undersøkte blåskjellene (Tabell 4) viste at miljøtilstanden i undersøkelsesområdet i hovedsak var god i 2010 (62 % av klassifiseringene ga klasse I, dvs. ubetydelig-lite forurenset som resultat). Av de 306 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 36% (dvs 111 stk) moderat forurensing (Kl. II) og 1,6% (5 stk) markert forurensing (Kl. III). Tilstanden var i 2010 noe dårligere, med flere prøver i tilstandsklasse II, sammenlignet med 2009.

For kobolt, kobber og kvikksølv var samtlige prøver klasse I (ubetydelig-lite forurenset). Det samme gjaldt for kadmium, unntatt for fire av sommerprøvene tatt utenfor bulkkaia (B3). Nikkelverdiene var også stort sett i klasse I.

Blyinnholdet i skjell fra vår- og sommerprøvene, samt flere av prøvene fra rundt Langøya, var noe forhøyet (moderat forurenset) sammenlignet med kontrollstasjonen. Krom var også forhøyet, til dels markert forurenset (Kl. III), men bortsett fra at kontrollstasjonen hadde lave nivåer var det ikke noe klart mønster mht. stasjoner. Bariumnivåene var stort sett litt høyere rundt Langøya enn ved kontrollstasjonen.

Arsen og vanadium var noe forhøyet (moderat forurenset) i samtlige prøver, inkludert kontrollstasjonen på Mølen hvor de høyeste nivåene ble målt. Dette kan tyde på at det er en generell påvirkning fra arsen i midtre deler av Oslofjorden. Resultatene tyder imidlertid ikke på at NOAH er kilden til dette..

### 3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Analysene av organiske miljøgifter i blåskjell innsamlet i 2010 fra stasjoner rundt Langøya og påfølgende klassifisering resulterte i at en i de fleste tilfellene fikk klasse I (ubetydelig-lite forurenset) som resultat (se **Tabell 5**). Sum-PAH-nivåene var noe forhøyet på stasjon B3 på vestsiden av Langøya (moderat forurenset, se **Tabell 5**). På stasjon B4 var det også moderat forurensing av TBT i blåskjellene. PCB-innholdet har gjennom alle år vært lavt (ubetydelig-lite forurenset) på alle stasjoner, men nivået er gjennomgående noe høyere på B3 og B4 enn på de øvrige stasjoner. Nivåene av dioxin i blåskjellprøvene fra Langøya er lavere nå enn de var for 5-6 år siden og omtrent like med de fra kontrollstasjonen BK. Den generell utviklingen av miljøtilstanden med hensyn til organiske miljøgifter og TBT i blåskjell ved Langøya er positiv.

Utviklingen over tid på stasjon B2, B3 og BK er vist for noen av miljøgiftene i Figur 7. Det er en positiv utvikling for TBT hvor Langøyastasjonene nå har nivåer omtrent lik den på kontrollstasjonen (BK). PAH (kPAH) varierer mye fra år til år, men har de siste par år vært relativt lik med kontrollstasjonen.

**Tabell 4.** Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 9 stasjoner ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2010. 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 brukt i forbindelse med klassifiseringen ses i Tabell 3.

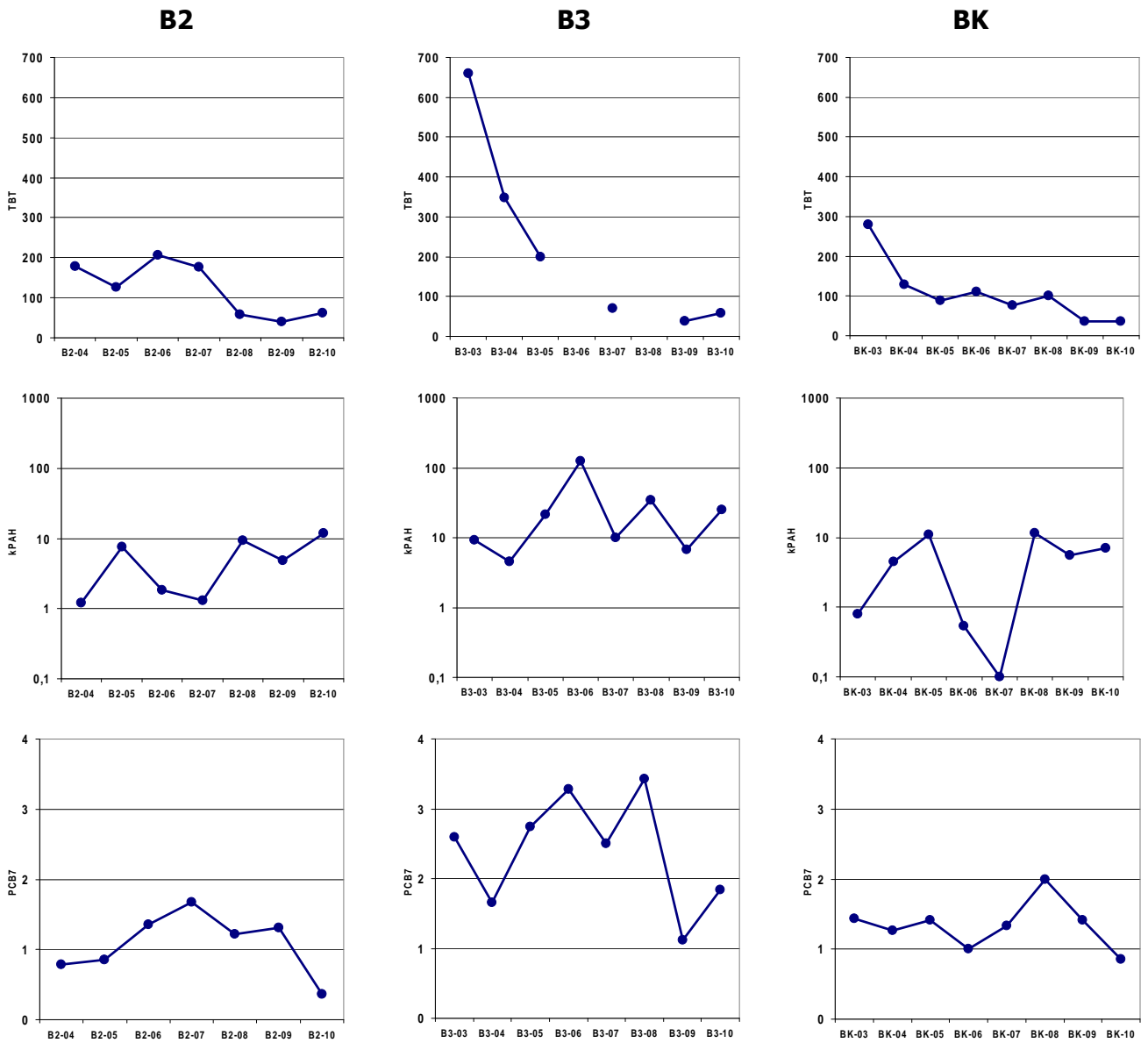
Stasjon	Dato	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V
B3b I	14. apr	14,1		8,30	1,23		18,44					2,91	
B3b II	14. apr	14,2		6,34	1,37		19,72					3,80	
B3b III	14. apr	12,4		7,26	1,63		14,52					3,47	
B3 I	14. apr	15,0		4,80	1,64		6,13					5,33	
B3 II	14. apr	14,4		5,49	1,98		7,64					5,63	
B3 III	14. apr	15,0		4,73	1,81		5,73					4,93	
B3b I	28. juli	13,5		12,44	1,92		4,52					4,81	
B3b II	28. juli	12,6		14,29	2,45		4,52					5,24	
B3b III	28. juli	13,1		12,52	1,95		3,44					4,27	
B3 I	28. juli	13,4		12,69	2,05		2,61					6,64	
B3 II	28. juli	13,1		12,90	2,52		3,82					7,33	
B3 III	28. juli	12,8		12,58	2,83		3,13					7,19	
B2 I	15. sep	12,7	17,01	15,04	1,37	0,63	3,50	8,10	0,066	0,80	2,55	2,34	2,76
B2 II	15. sep	12,5	14,88	7,87	1,47	0,47	1,57	7,72	0,063	0,71	1,65	1,50	3,28
B2 III	15. sep	13	13,84	9,76	1,67	0,48	2,40	8,00	0,096	0,72	1,76	1,60	2,92
B3 I	15. sep	16	15,23	16,15	1,45	0,61	3,69	7,46	0,092	0,77	2,62	3,69	4,81
B3 II	15. sep	16,7	17,93	9,37	1,43	0,63	3,15	8,11	0,135	1,80	2,70	2,25	5,75
B3 III	15. sep	14,7	18,35	9,48	1,61	0,67	4,43	9,74	0,165	1,04	3,04	2,87	5,17
B3b I	15. sep	13,6	17,89	11,75	1,21	0,58	3,77	7,02	0,123	0,88	2,81	1,32	3,31
B3b II	15. sep	12,9	16,32	10,22	1,21	0,74	9,56	8,97	0,103	1,54	5,88	1,40	3,49
B3b III	15. sep	13,0	15,68	9,73	1,15	0,52	4,59	7,19	0,089	0,96	3,15	1,30	3,62
B4 I	15. sep	14	17,01	16,23	1,90	0,63	2,16	7,72	0,114	0,54	1,38	5,09	2,93
B4 II	15. sep	13,5	16,39	14,49	1,43	0,63	1,36	8,03	0,088	0,54	1,09	3,88	3,63
B4 III	15. sep	13,7	17,48	13,78	1,51	0,67	3,41	8,81	0,096	0,89	2,74	2,96	3,50
B5 I	15. sep	14,1	17,09	9,27	1,49	0,58	2,73	6,91	0,145	0,73	2,04	1,91	2,55
B5 II	15. sep	13,6	19,58	11,25	1,48	0,58	3,08	6,33	0,142	0,75	2,17	1,58	2,87
B5 III	15. sep	16,4	13,93	10,86	1,39	0,57	6,29	7,43	0,086	1,29	4,14	3,57	2,26
B6 I	15. sep	12	13,97	11,91	1,92	1,38	11,76	8,97	0,088	1,99	8,38	1,62	4,42
B6 II	15. sep	13,7	13,17	9,09	1,87	0,96	4,82	7,74	0,091	0,98	3,35	1,65	4,96
B6 III	15. sep	11,4	19,49	12,41	1,66	0,80	7,01	8,32	0,146	1,39	4,89	2,19	4,21
B7 I	15. sep	13,6	19,84	13,80	1,56	0,90	6,82	8,99	0,163	1,40	4,73	2,33	6,62
B7 II	15. sep	14,6	20,60	12,09	1,56	0,82	6,87	7,91	0,172	1,42	4,55	2,46	7,67
B7 III	15. sep	14,1	19,05	13,28	1,39	1,00	13,87	7,66	0,161	2,26	9,42	1,90	6,10
B10 I	15. sep	13,7	15,94	14,38	1,66	0,54	2,13	7,38	0,106	0,50	1,31	4,56	5,26
B10 II	15. sep	12,9	14,00	9,08	1,65	0,49	2,77	8,31	0,123	0,85	2,15	1,62	5,58
B10 III	15. sep	13,4	12,77	10,14	1,73	1,11	7,09	8,16	0,092	1,35	5,18	1,84	5,15
B11 I	15. sep	11	15,60	9,01	1,26	0,50	2,77	7,23	0,092	0,71	2,06	1,21	4,36
B11 II	15. sep	11,1	16,54	13,24	1,57	0,59	4,26	7,50	0,110	0,96	2,72	4,12	4,95
B11 III	15. sep	11,5	15,43	12,25	1,50	0,56	4,26	7,83	0,101	4,73	2,79	3,41	4,78
BK 2-3 cm	15. sep	16,0	21,75	8,13	0,99	0,44	1,25	8,88	0,069	0,75	1,88	1,00	9,00
BK 3-4 cm	15. sep	16,0	21,00	7,31	0,97	0,41	0,63	7,94	0,063	0,63	1,50	0,81	7,38
BK 4-5 cm	15. sep	16	19,75	5,56	1,13	0,40	1,88	8,25	0,069	0,69	1,69	0,94	5,81

**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, ng/kg v.v.), sum-PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v.) og nonortho-PCB (ng/kg v.v.). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i SFTs klassifisering.

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
B2 -10	62	<11,83	<28,63	<0,5	<0,36	0,10	<0,51	0,14
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
B3 -10	59	<24,98	<62,49	1,0	1,84	0,08	<2,04	0,12
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
B4 -10	122	<10,6	<30,1	<0,5	2,1	0,08	<2,37	0,15
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	
B6 -10	40	<9	<21,47	<0,5	<1,01		<1,18	
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	
B11 -10	50	<8,4	<18,97	<0,5	<1,02		<1,18	
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
BK -10	36	<7,04	<16,98	<0,5	0,85	0,08	0,91	0,11

- 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 7.** Innhold av TBT, kreftfremkallende PAH og PCB7 i blåskjell fra to stasjoner ved Langøya og kontrollstasjonen BK på Mølen 2003-2010 (2004-2010 for B2). Anvendt konsentrasjonsbenevning er gitt i Tabell 5. Merk log-skala for kPAH.

### 3.3 Metaller i sediment ved bulkkaia

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 ble gjennomført ved bulkkaia i 2007 har imidlertid gitt resultater, ved at nivåene av metaller er redusert. Resultatene fra 2010-undersøkelsene har bekreftet dette.

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 2004-2010 er klassifisert i hht. Molvær et al. 1997. I 2010 var det stort sett bakgrunnsverdier av bly, kadmium og sink, unntatt for den grunneste prøven fra området utenfor bulkkaia (B3-1) hvor det var moderat forurensset av kadmium og bly. Dette er en bedring siden 2009. Bariumverdiene var lavere enn de har vært tidligere år, men de er fortsatt langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2. Det var noe høyere metallnivåer på B3 enn på B2.

I henhold til de nye klassifiseringsgrensene (Tabell 6) var tilstanden i 2010 god (klasse I og II) og det forventes ingen toksiske effekter av de metallnivåer som ble funnet (Tabell 8). 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 langtidseksposering	
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksposering	
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksposering	

**Tabell 7.** Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold i sedimenter (0-2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2003-2007 og 2009-2010. 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
<b>2010</b>											
B2-1	14. sep	9	28,942	23,814	69,3	20	38,0	<0,2	9,4	30	1
B2-3	14. sep	29	28,922	23,733	66,1	71	54,1	<0,2	13	46,2	0,9
B3-1	14. sep	11	29,451	22,912	67,6	44	665	0,4	40,0	135	2
B3-3	14. sep	28	29,421	22,821	64,4	64	96,1	<0,2	14	54,4	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

**Tabell 8.** Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold i sedimenter (0-2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2007 og 2009-2010. 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 SFT TA-2229/2007.

Stasjon	Dyp	%TTS	%<63µm	Cd	Pb	Zn
<b>2007</b>						
B2-1	~10	59,3	23	0,2	13	56,1
B2-2	~15	56,0	35	<0,2	14	48,6
B2-3	~31	67,3	44	<0,2	11	36,9
B3-1	~10	56,1	52	0,5	48,2	156
B3-2	~14	63,0	52	0,4	44,1	135
B3-3	~22	62,6	61	<0,2	25	54,4
<b>2009</b>						
B2-1	8	65,4	22	<0,2	39,0	39,0
B2-2	19	69,2	42	<0,2	46,4	46,4
B2-3	27	67,3	59	<0,2	64,1	64,1
B3-1	10	72,1	56	<0,2	274	274
B3-2	23	64,7	67	<0,2	198	198
B3-3	29	62,1	73	<0,2	122	122
<b>2010</b>						
B2-1	9	69,3	20	<0,2	9,4	30
B2-3	29	66,1	71	<0,2	13	46,2
B3-1	11	67,6	44	0,4	40,0	135
B3-3	28	64,4	64	<0,2	14	54,4

### 3.4 Radioaktivitet i sedimenter utenfor bulk kai

Det ble sendt en prøve fra B2 og en prøve fra B3 til Institutt for energiteknikk (IFE) for analyse av radioaktivitet i sedimentene. Verdiene er å anse som normale når det gjelder innhold av radioaktivitet (Tabell 9, E. Strålberg, IFE pers. medd.). Sedimentprøvene fra Langøya hadde lavere radiumnivåer enn prøver fra andre deler av Oslofjorden som IFE har analysert.

**Tabell 9.** Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i to sedimentprøver

Prøve	Målt aktivitet (Bq/kg tørrvekt)				
	<sup>226</sup> Ra	<sup>228</sup> Ra	<sup>228</sup> Th	<sup>210</sup> Pb	<sup>40</sup> K
WP 164, 20m St B3	8,0 ± 2,2	31 ± 5	35 ± 2	71 ± 12	730 ± 40
WP 176, 21m St B2	22 ± 5	31 ± 10	36 ± 3	136 ± 26	800 ± 70

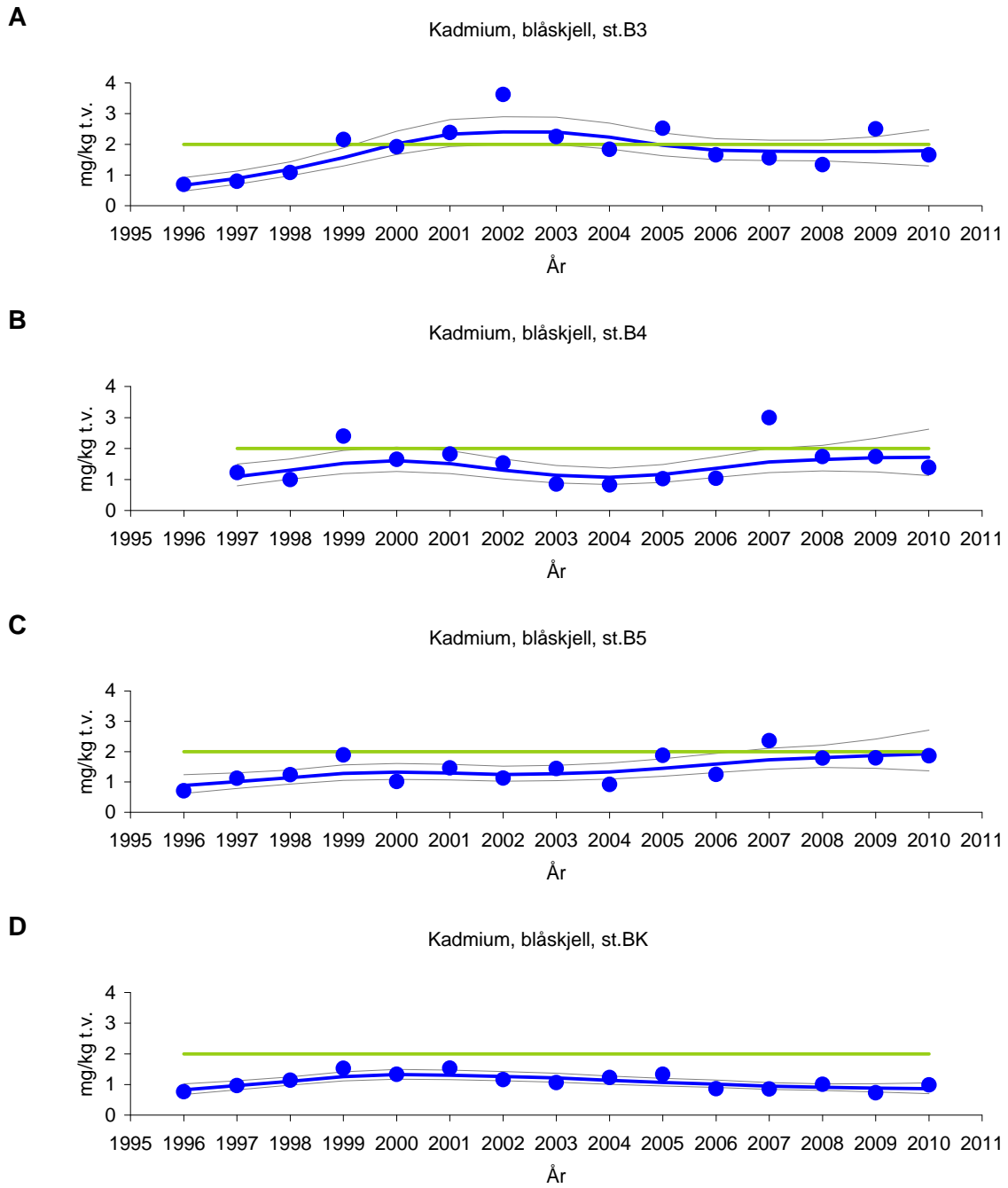


### 3.5 Gradienter og utvikling i blåskjell

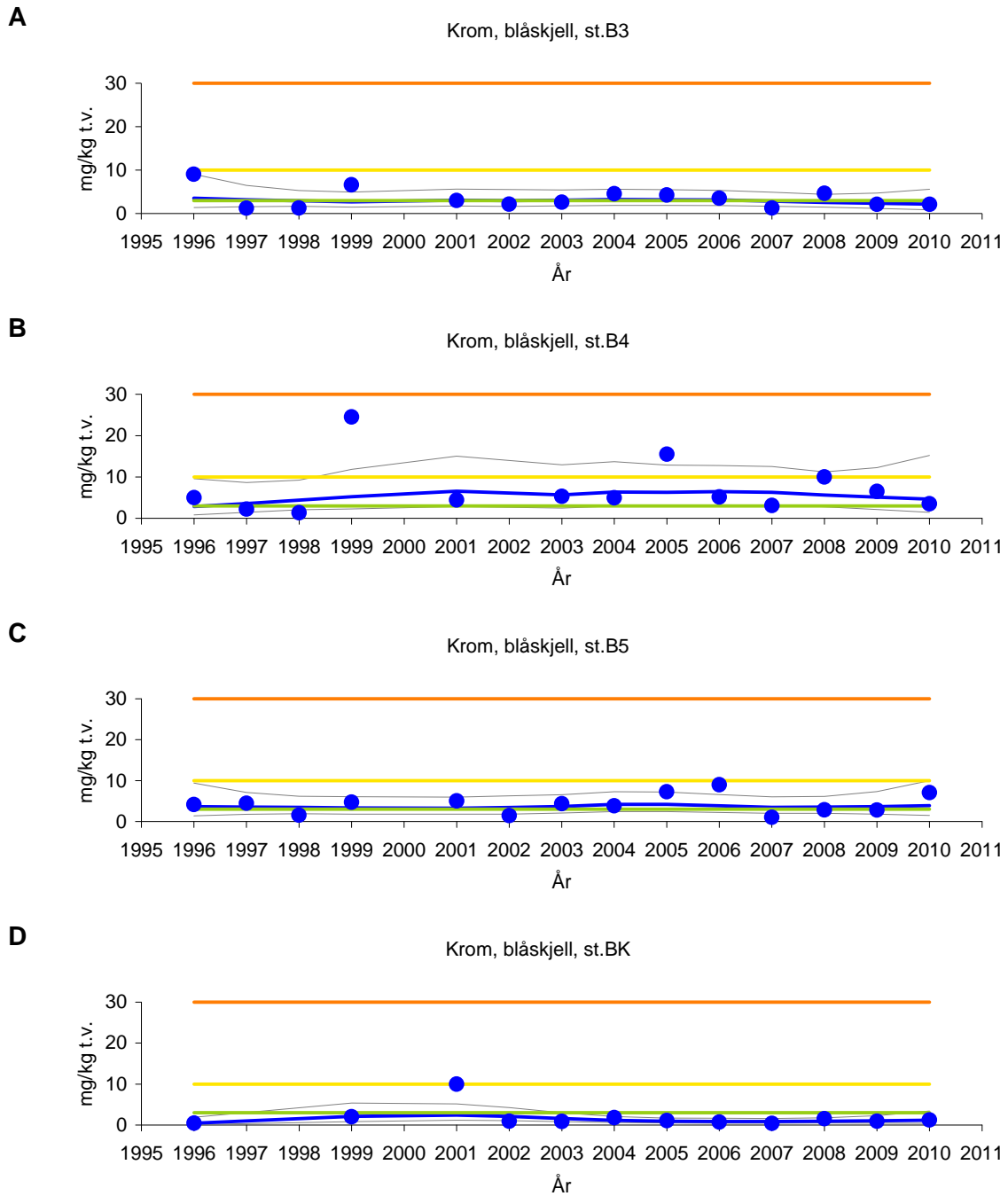
De målte nivåer av metaller rundt Langøya og ved referansestasjonen indikerer at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forurensningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver 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 8 - Figur 13**) har avdekket tre signifikante linjært oppadgående trender siden 1996. Dette gjelder konsentrasjoner av kadmium (**Figur 8**), kvikksølv (**Figur 10**), og bly (**Figur 12**) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya. Konsentrasjonene har imidlertid vært noe lavere de senere år enn de var for 5-10 år siden. Særlig gjelder dette for bly. 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. Tidstrendanalyser for samtlige metaller er vist i Vedlegg A

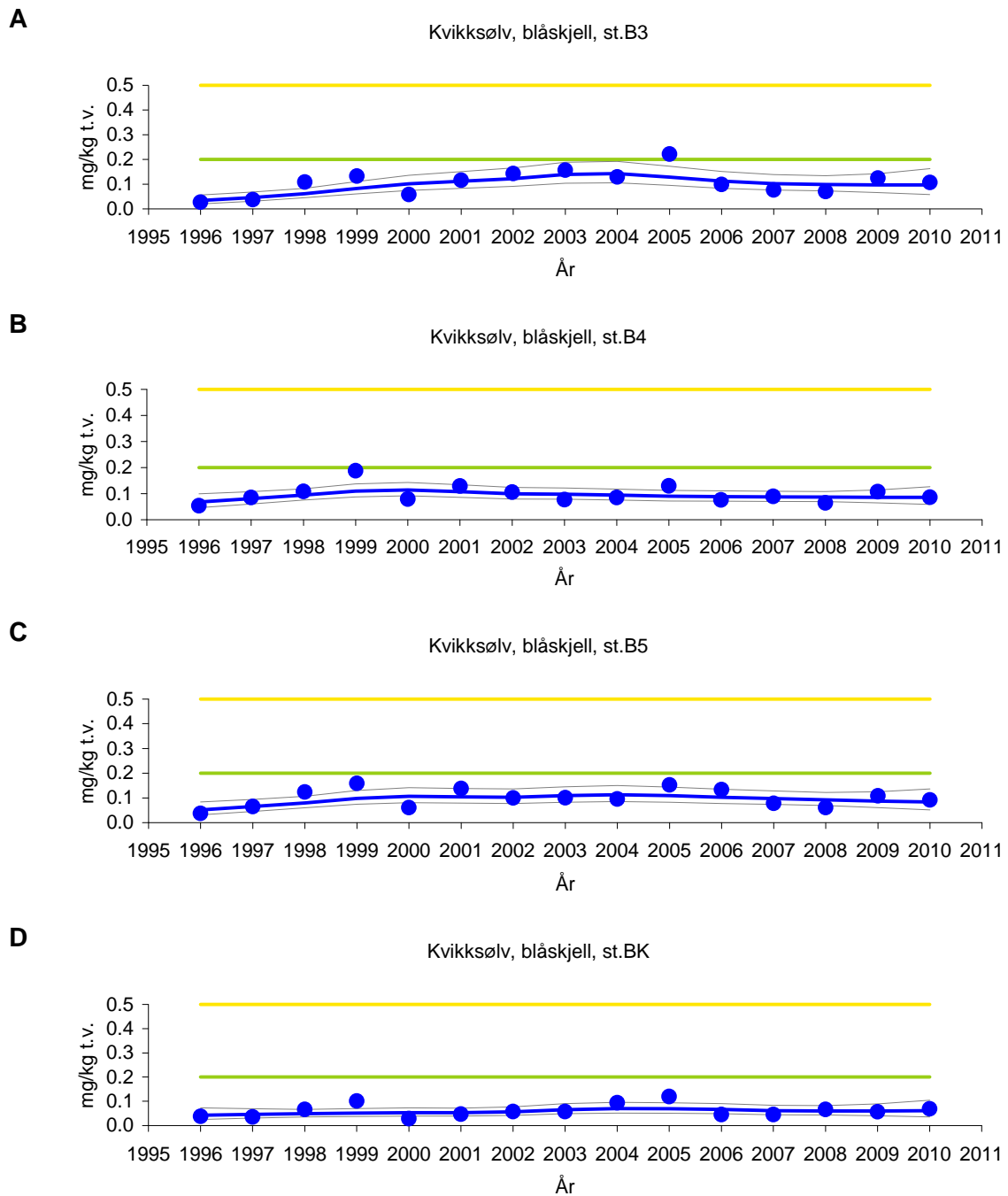
I hovedsak er det observert lave metallkonsentrasjoner i blåskjellene. Figurer som viser konsentrasjonen for samtlige metaller på alle stasjoner i 2008-2010 er vist i Vedlegg B. Imidlertid så har det i undersøkelsesperioden 1996-2005 vært registrert mediane konsentrasjoner i Kl.III (markert forurenset) 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 9** og **Figur 11**). I 2009 var det overkonsentrasjoner av arsen (Kl.II) på samtlige stasjoner unntatt B7. Bariumverdiene var generelt høyere i 2010 enn tidligere. Nikkel var i Kl.II på B5. Bly var Kl.II på B3 og B4. Vanadium var forhøyet på alle stasjoner men høyest på kontrollstasjonen på Mølen (BK, Kl.II). Figurer for disse og de øvrige metallene er vist i Vedlegg B.



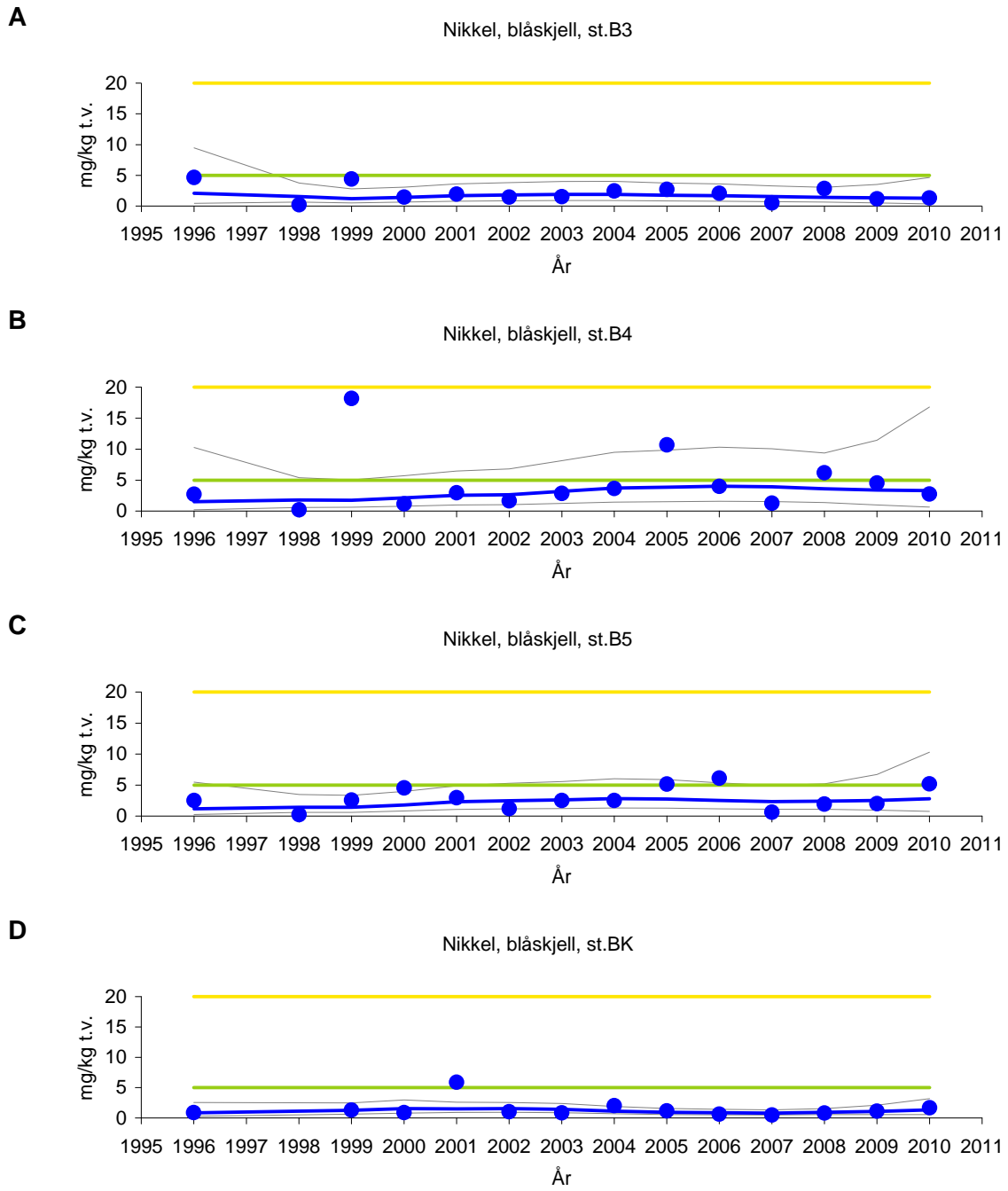
**Figur 8.** Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



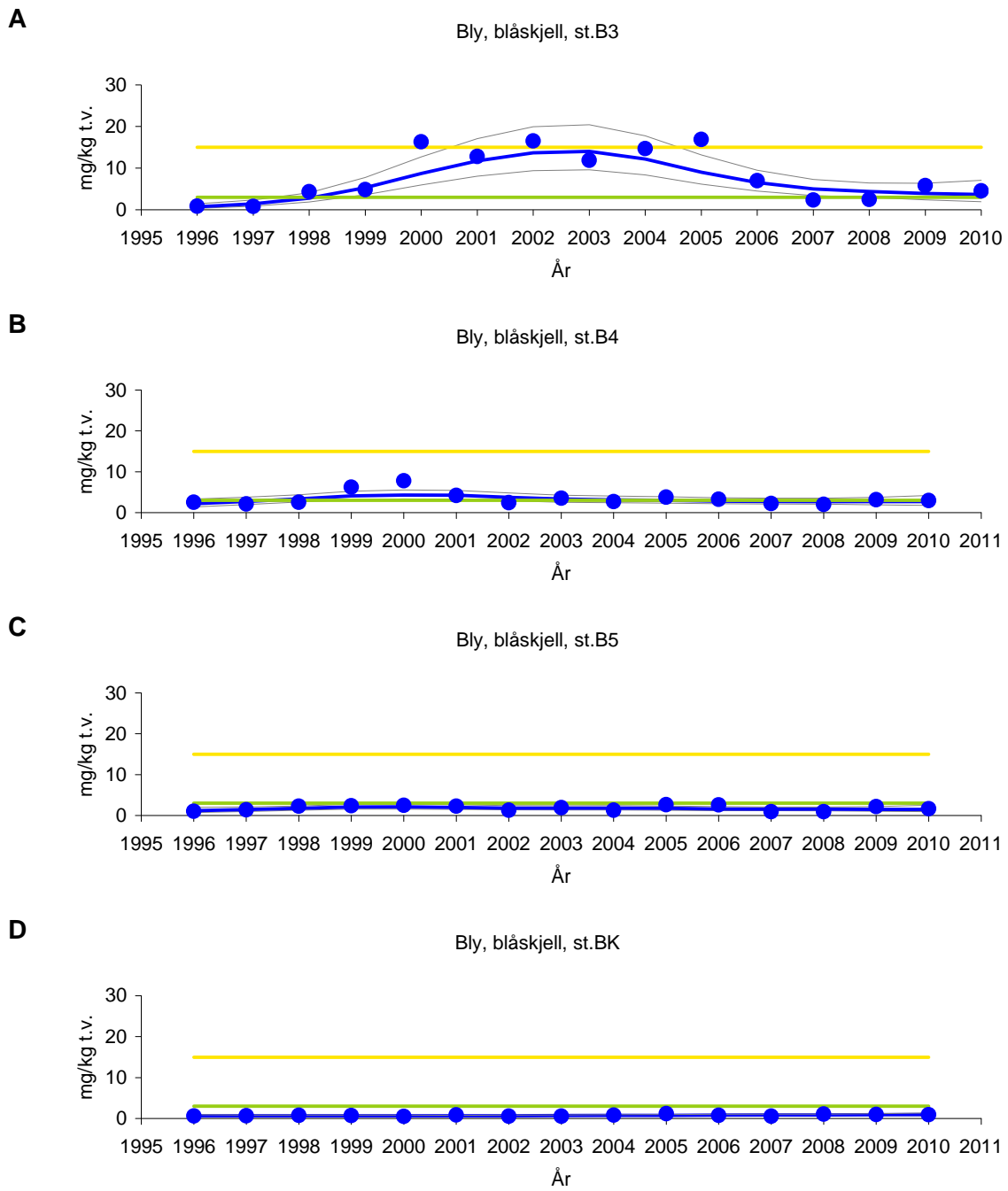
**Figur 9.** Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB Suspekterte verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er ikke tatt med i motsetning til ved tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrend analysen for perioden 1996-2010.



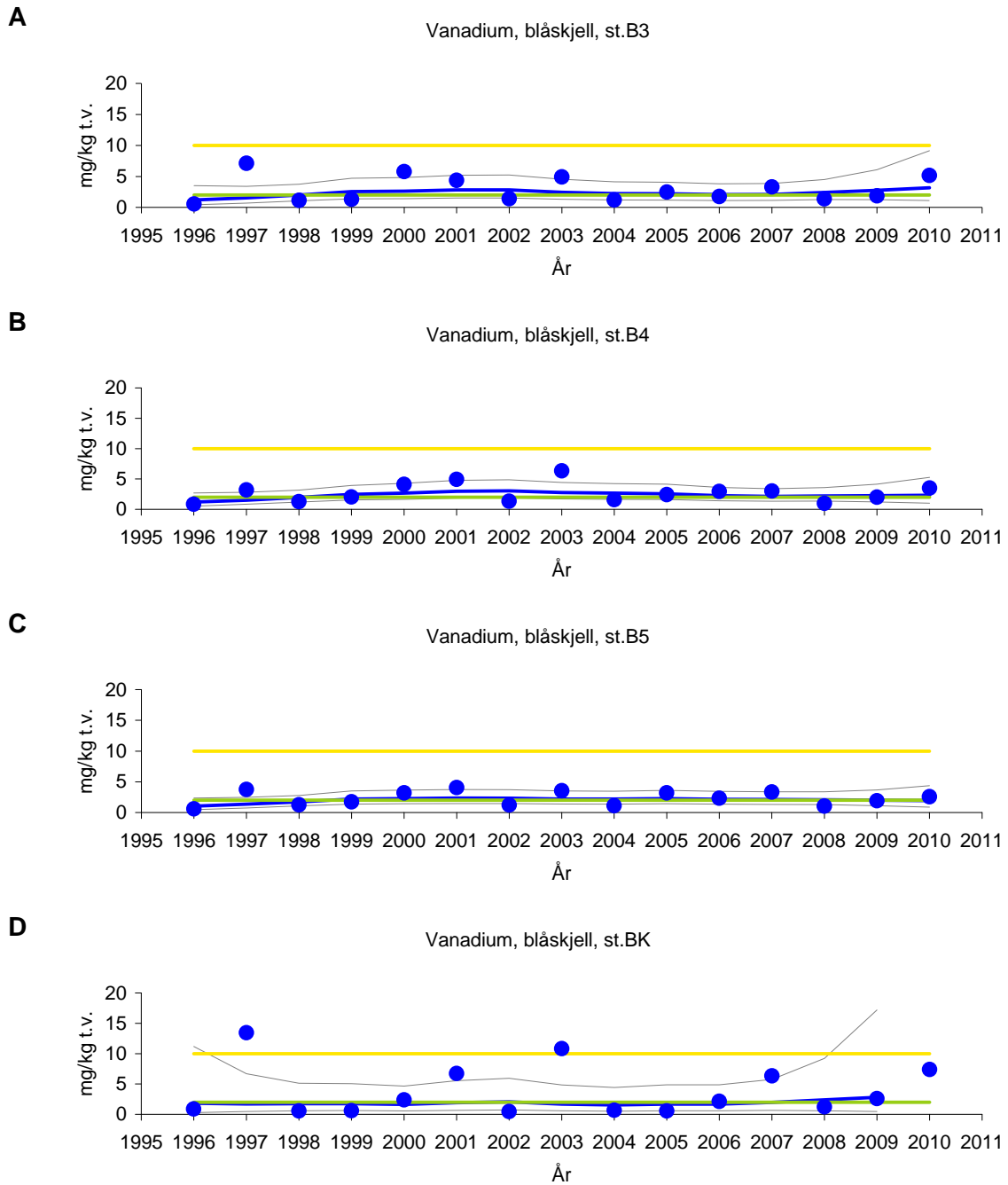
**Figur 10.** Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



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



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



**Figur 13.** Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

### 3.6 Sedimentundersøkelser

Det ble i 2010 i hovedsak observert gode forhold (tilstandsklasse God) på bløtbunn rund hele Langøya (Figur 14 og Tabell 10). Flere detaljer fra analysene av sedimentprofilbildene er vist i Vedlegg F.

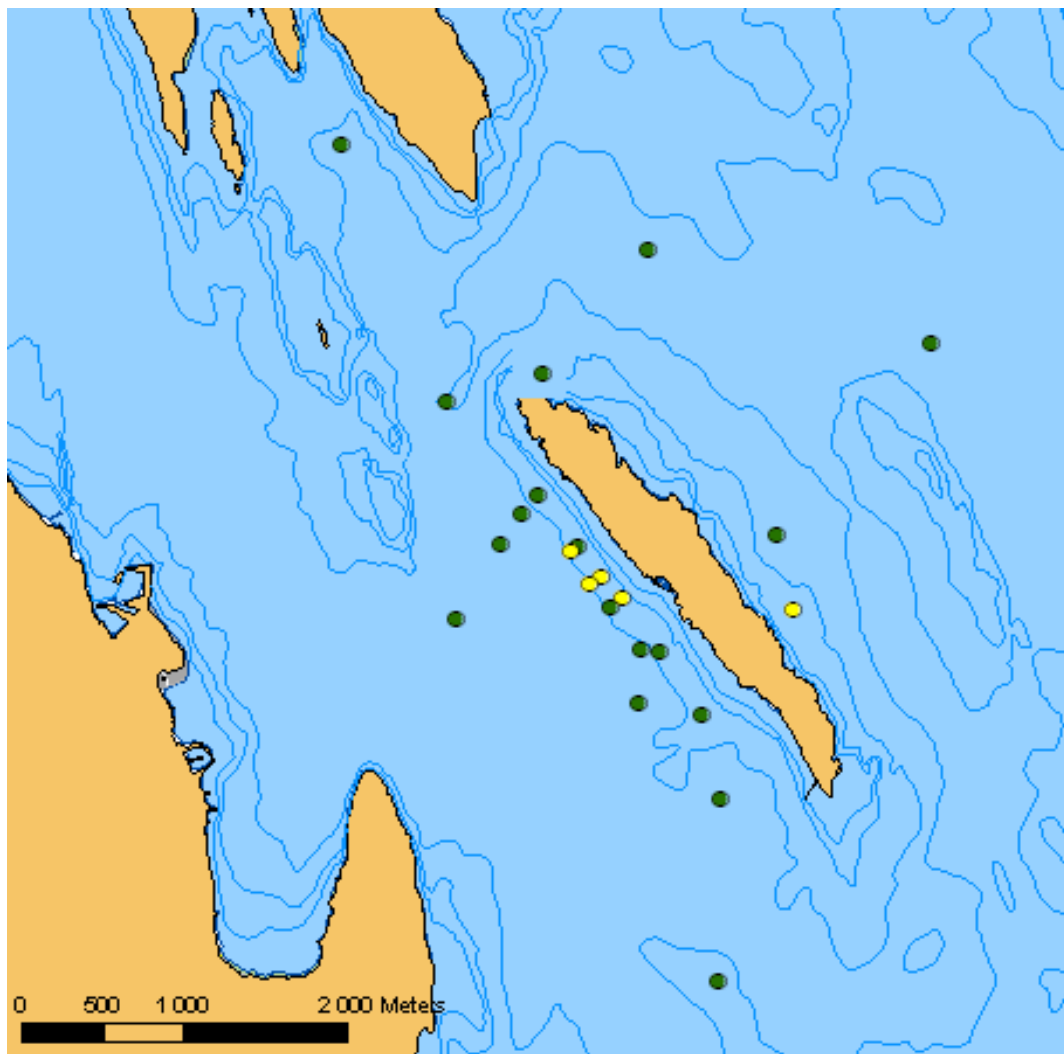
Tilstanden var på de fleste stasjoner kunne karakteriseres som God (tilstandsklasse II). Fire stasjoner nær midten av øya på vestsiden og en på østsiden ble klassifisert som Mindre god (tilstandsklasse III). Billedkvaliteten fra stasjonene NOA1, NOA5 og NOA6 på vestsiden av øya var relativt dårlig i 2010 og dette vanskelig-gjorde analysene. BHQ-verdien er derfor konservativt satt på disse stasjonene.

I årsrapporten for 2010 for overvåkingen av Ytre Oslofjord (under utarbeidelse) blir resultatene fra sediment- og faunaundersøkelser fra hele Ytre Oslofjord sett under ett også diskutert.

**Tabell 10.** Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter. Dyp (m), Benthic Habitat Quality (BHQ)basert på SPI bilder for årene 2008-2010 og posisjoner (Lat Long) er vist. Forklaring av tilstandsklassifisering i henhold til BHQ-indeks, se Figur 6. Stasjonsplassering er vist i Figur 5.

Stn.	Dyp	BHQ-2008	BHQ-2009	BHQ-2010	Bredde-grad	Lengde-grad
LØ-1	66	10,0	11,3	10,0	59,48603	10,37768
NOA01	38	9,3	11,0	7,0	59,492916	10,372733
NOA02	40	10,0	10,0	8,3	59,494499	10,369984
NOA03	35	8,5	8,7	8,5	59,497116	10,36515
NOA04	76	10,7	9,5	8,0	59,496017	10,363533
NOA05	48	10,3		7,0	59,494148	10,369383
NOA06	48	8,3	8,0	7,0	59,492416	10,3715
NOA07	29	8,0	8,0	6,5	59,491768	10,375183
NOA08	88	10,0	11,0	11,0	59,494251	10,361617
NOA09	50		11,0	10,0	59,491219	10,373983
NOA10	56	9,0	10,0	9,0	59,489017	10,377666
NOA11	45	10,0	8,0	8,0	59,488983	10,379784
NOA12	46	9,0	9,7	9,3	59,485565	10,384733
NOA13	66	9,7	10,3	8,5	59,481068	10,387317
NOA14	100	10,5	9,5	9,0	59,470867	10,388634
NOA15	45	10,3	10,5	7,0	59,491768	10,393917
NOA16	69	9,7	9,5	9,5	59,49585	10,391467
NOA17	178	10,3	9,3	10,0	59,511215	10,375334
NOA18	115	9,7	9,7	10,0	59,50667	10,4118
NOA19	54	11,0	11,3	8,0	59,5158	10,341316
NOA20	100	10,5	10,0	9,3	59,50197	10,3547
NOA21	93	9,0	11,5	11,0	59,489967	10,357417
OF-5	198	11,5	9,0	8,0	59,48677	10,45867
Snitt		9,8	9,9	8,7		





**Figur 14.** Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen i 2010. (Figur 2, Rosenberg m. fl. 2004). Grønn= God tilstand, Gul= Mindre god tilstand.

Resultatene fra analysene av fauna fra stasjon LØ-1 er gjengitt i form av artslister i Vedlegg E, og som økologiske tilstandsklasser, basert på ulike indekser, i **Tabell 11**. Indeks NQI1 er en samleindeks som er basert på både diversitet og arters følsomhet for forurensning. Denne indeksen er anbefalt brukt innenfor Vanddirektivet. Samtlige indekser som ble benyttet ga god økologisk tilstand eller bedre i både 2009 og 2010. En nærmere forklaring av indeksene er gitt i SFTs veileder 01:2009 – Klassifisering av økologisk tilstand i vann.

**Tabell 11.** Resultater av analyser av bløtbunnsfauna i 4 grabber (G1-G4) fra stasjon LØ1 i 2009 og 3 grabber i 2010. Resultatene er klassifisert i hht. 5 ulike indekser. Indeks NQI1 er anbefalt brukt innenfor Vanndirektivet.

2009	G1	G2	G3	G4
NQI1	0,67	0,65	0,66	0,68
NQI2	0,64	0,62	0,63	0,62
H'	4,29	4,20	4,30	4,20
ES100	27,30	26,50	27,84	30,53
ISI	8,64	8,57	8,08	8,79

2010	G1	G2	G3
NQI1	0,69	0,72	0,72
NQI2	0,66	0,70	0,70
H'	4,49	4,68	4,58
ES100	30,03	29,74	29,29
ISI	9,43	9,04	9,08

High
Good
Moderate
Poor
Bad

### 3.7 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 stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang, småvokste alger og fastsittende fjæredyr. Utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Naturlige faktorer som påvirker artssammensetningen lokalt er grad av bølge-/strømeksponeering, ferskvannspåvirkning, substrattypen og stasjonens himmelretning.

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

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 2010 er gitt i **Tabell 12**. Det ble registrert flest taxa av både alger og dyr på kontrollstasjonen på Mølen. Av de to Langøya stasjonene (B2 og B6) ble det registrert flest algetaxa på stasjon B2, mens det ble registrert flest dyretaxa på stasjon B6. Artslister for alle årene er gitt i Vedlegg C.

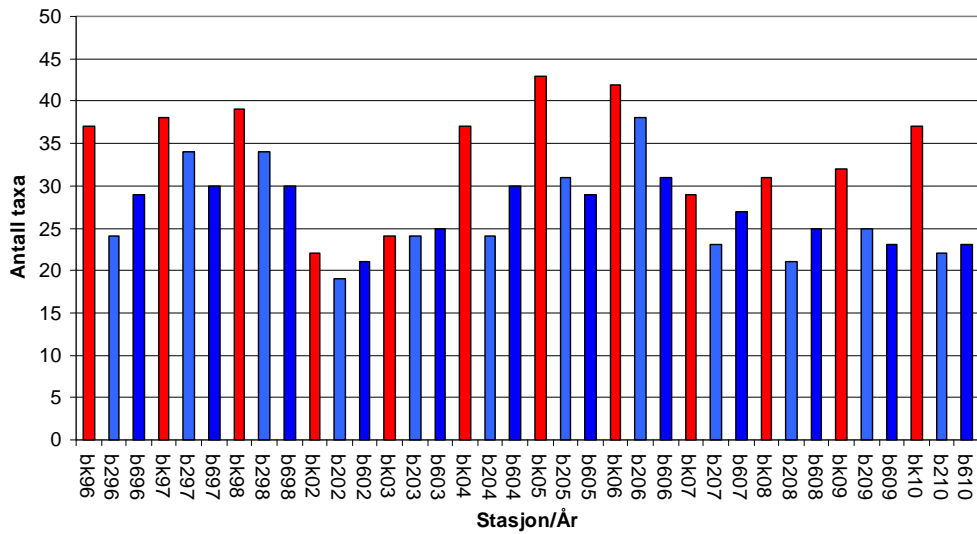
Noen av ulikhetene vil bli kommentert her. Blågrønnalger og kiselalger var vanlige på begge Langøya-stasjonene, hvor de dannet et belegg på fjellet og på andre alger. Et slikt belegg ble ikke observert på Mølen. Det er mulig bølgepåvirkningen ved Mølen hindrer veksten av disse algene. Det er sannsynlig 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 12.** Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner (B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen) i 2010. 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.

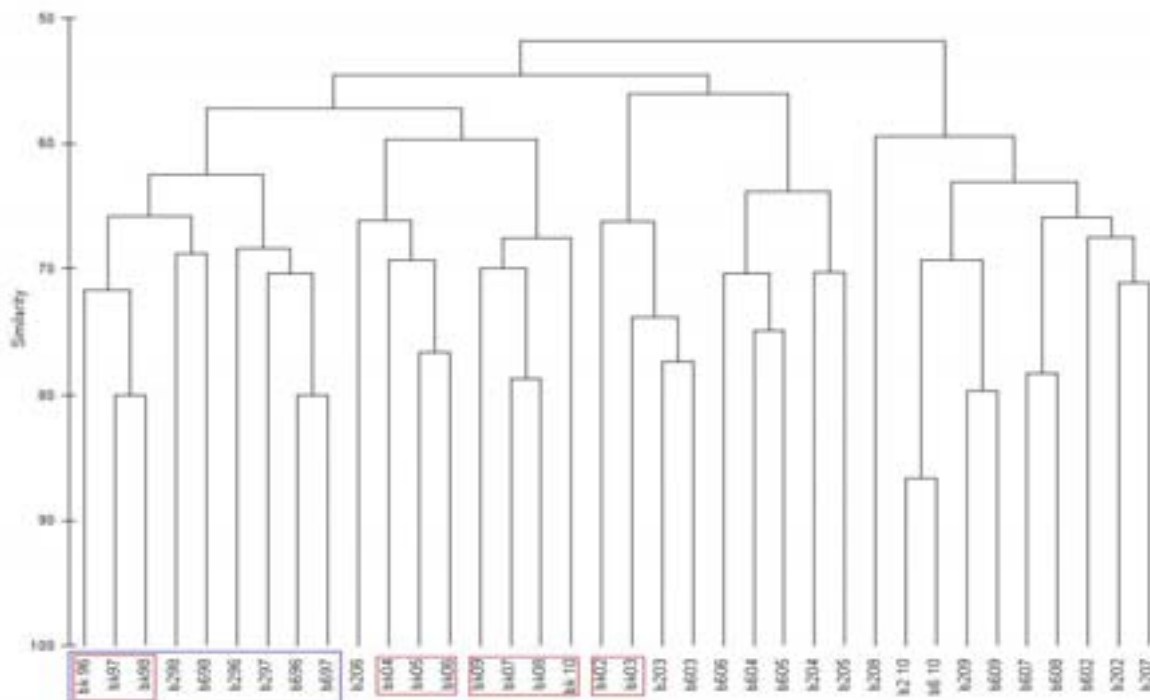
Alger	B2	B6	BK	Dyr	B2	B6	BK
<i>cf Acrosiphonia arcta</i>	-	-	4	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4	4	-
<i>Ahnfeltia plicata</i>	-	-	4	<i>Alcyonidium hirsutum</i>	-	-	4
<i>Audouinialla</i> sp	-	-	1	<i>Asterias rubens</i> juvenil	-	4	4
Blågrønnalger på fjell og alger	9	9	-	<i>Balanus balanoides</i>	4	4	4
Brunt på fjell	4	4	9	<i>Balanus improvisus</i>	4	4	4
<i>Callithamnion corymbosum</i>	-	-	1	<i>Carciunus maenas</i>	-	4	-
<i>Ceramium cf tenuicorne</i>	-	-	4	<i>Caridea</i> sp	-	4	-
<i>Ceramium rubrum</i>	4	1	4	<i>Clava multicornis</i>	-	-	4
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	1	4	<i>Dynamena pumila</i>	-	-	4
<i>Chondrus crispus</i>	-	-	4	<i>Electra cf crustulenta</i>	-	4	4
<i>Cladophora albida</i>	4	4	4	<i>Electra pilosa</i>	4	4	4
<i>Cladophora rupestris</i>	-	-	4	<i>Laomedea geniculata</i>	4	4	-
<i>Cladophora</i> sp	1	-	-	<i>Littorina littorea</i>	4	4	4
<i>Dumontia contorta</i>	-	-	1	<i>Littorina cf saxatilis</i>	4	4	4
<i>Elachista fucicola</i>	4	4	-	<i>Membranipora membranacea</i>	-	-	4
<i>Fucus serratus</i>	16	16	16	<i>Metridium senile pallidus</i>	-	-	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	9	16	9	<i>Mytilus edulis</i>	4	4	4
<i>Hildenbrandia rubra</i>	4	4	9	<i>Mytilus edulis</i> juvenil	4	4	4
Kiselalger (epifyttisk og på fjell)	9	9	-	<b>Antall taxa</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<i>Lithothamnion</i> sp	-	-	1				
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	1	-	1				
<i>Polysiphonia fucooides</i>	1	-	4				
<i>Porphyra cf umbilicalis</i>	4	4	-				
<i>Pylaiella littoralis</i>	-	-	4				
<i>Ralfsia verrucosa</i>	4	-	9				
<i>Rhizoclonium riparium</i>	-	-	1				
<i>Ulva intestinalis</i>	4	4	4				
<i>Ulva lactuca</i>	-	-	4				
<b>Antall taxa</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>23</b>				

En oversikt over antall registrerte taxa på de tre stasjonene fra 1996 - 98 og 2002 – 10 viser at det i 2010 ble registrert flere taxa på stasjon BK enn i fjor, mens det ble registrert færre taxa på B2 og like mange på B6 (**Figur 15**). Det er blitt registrert en jevn økning av antall registrerte taxa på stasjon BK siden 2007, mens antall taxa på stasjon B6 har redusert årlig siden 2006.



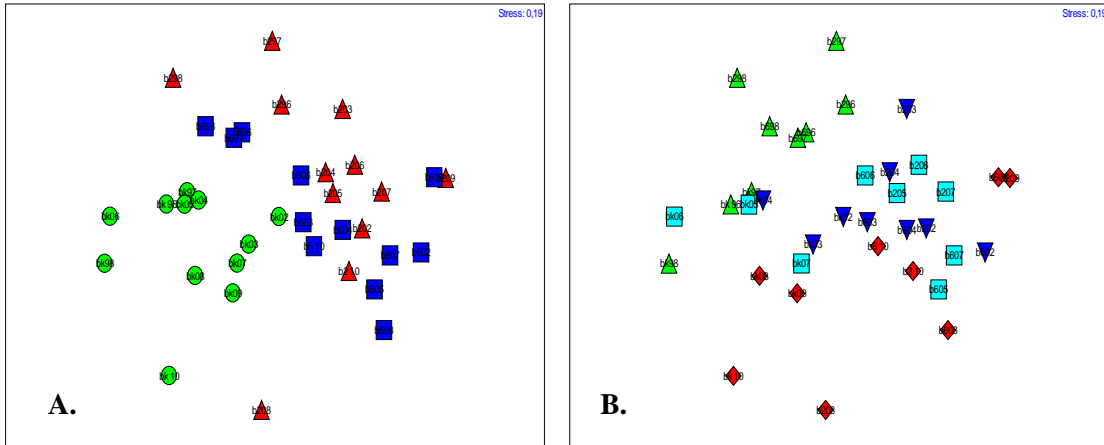
**Figur 15.** Antall taxa registrert på stasjonene BK, B2 og B6 i 1996-98 og 2002-10. De røde søylene er stasjon BK, de lyseblå B2 og de mørkeblå stasjon B6.

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 de fleste organismesamfunnene er ganske like (>50 %), men at det er en svak gruppering av registreringene på kontrollstasjonen, og av registreringene gjort i 1996 – 98 (**Figur 16**).



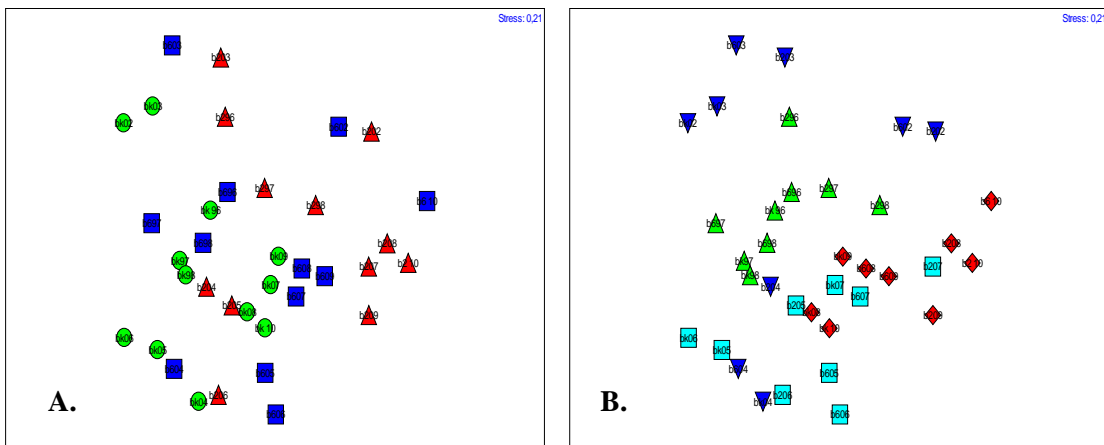
**Figur 16.** Dendrogram fra en klusteranalyse av alle strandsoneregistreringene fra årene 1996 - 98 og 2002-10. Figuren illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av alge- og dyresamfunn i fjæra. Der er en gruppering av registreringene gjort i 1996-98 (blått omriss), og en kan også ane en svak gruppering av registreringene fra kontrollstasjonen BK (rødt omriss).

En MDS (multidimensional scaling) -analyse av datane fra registreringene av dyresamfunnene viser at resultatene fra kontrollstasjonen (BK) er ganske like og kan skiller ut som en egen gruppe. En MDS-analyse av de ulike årene (registreringer fra 3 år er slått sammen til en gruppe; 1996-98, 2002-04, 2005-07, 2008-10) viser at det ikke er noen tydelige grupperinger av registreringene gjort de ulike årene (**Figur 17**).



**Figur 17.** 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 sirkel), Langøya (B2 – rød trekant og B6 – blå firkant). B. Likhet i dyresamfunn i fjæra de ulike undersøkelsesårene 1996-98 (grønn trekant), 2002-04 (blå trekant), 2005-07 (turkis firkant), 2008-10 (rød ruter). Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

En MDS-analyse av registreringene av algesamfunnene viser at det ikke er noen tydelige grupperinger av registreringene gjort på de ulike stasjonene. En MDS-analyse av de ulike årene (registreringer fra 3 år er slått sammen til en gruppe; 1996-98, 2002-04, 2005-07, 2008-10) viser en svak gruppering av registreringene gjort i 1996-98 (**Figur 18**).



**Figur 18.** 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 sirkel), Langøya (B2 – rød trekant og B6 – blå firkant). b. Likhet i algesamfunn i fjæra de ulike undersøkelsesårene 1996-98 (grønn trekant), 2002-04 (blå trekant), 2005-07 (turkis firkant), 2008-10 (rød ruter). 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. Resultatene viser at det er en relativt høy likhet (> 50 %) mellom dyresamfunnene registrert på Mølen og Langøya. De fem artene som bidrar mest til ulikhetene mellom områdene er hydroiden *Dynamena pumila*, sjønelliken *Metridium senile* var. *pallidus*, rurgruppen *Balanus crenatus/improvisus*, sneglen *Littorina saxatilis* og mosdyret *Membranipora membranacea* (Tabell 13.). Det ble registrert lavere forekomst av alle artene på Langøya enn på Mølen, med unntak av rurgruppen *Balanus crenatus/improvisus* som det var en noe høyere forekomst av på Langøya.

**Tabell 13.** De fem dyreartene 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 = 43,71				
Taxa	Mølen Sn. forekomst	Langøya Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Dynamena pumila</i>	6,92	0,38	4,58	10,47
<i>Metridium senile</i> var. <i>pallidus</i>	4,58	0,25	3,32	7,61
<i>Balanus crenatus/improvisus</i>	4,25	5,96	3,07	7,03
<i>Littorina saxatilis</i>	4,58	1,92	2,48	5,67
<i>Membranipora membranacea</i>	2,83	0,63	2,29	5,25

De fem algetaxa som bidrar mest til ulikhetene mellom Mølen og Langøyastasjonene er Kiselalger, *Hildenbrandia rubra* (fjæreblood) røde skorpeformete kalkalger, *Polysiphonia fucooides* (svartdokka) og blågrønnalger. (Tabell 14). Det ble registrert lavere forekomst av kiselalger og blågrønnalger på Mølen enn på Langøya, mens det ble registrert høyere forekomst av de andre artene på Mølen.

**Tabell 14.** De fem 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 = 48,88				
Taxa	Mølen Sn. forekomst	Langøya Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
Kiselalger på fjell og andre alger	1,92	7,42	2,42	4,95
<i>Hildenbrandia rubra</i>	10,42	3,92	2,27	4,65
Skorpeformete kalkalger (rødalger)	4,83	3,21	2,06	4,20
<i>Polysiphonia fucooides</i>	5,08	1,13	1,84	3,77
Blågrønnalger	0,00	4,54	1,79	3,67

**Tabell 15** viser en oversikt over de tre taxa som bidrar mest til ulikhetene mellom periodene 1996-98, 2002-04, 2005-07 og 2008-10.

**Tabell 15.** De tre algetaxa som bidrar mest til ulikheten mellom periodene 1996 – 98, 2002 – 04, 2005 – 07 og 2008 - 10. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i de ulike periodene, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

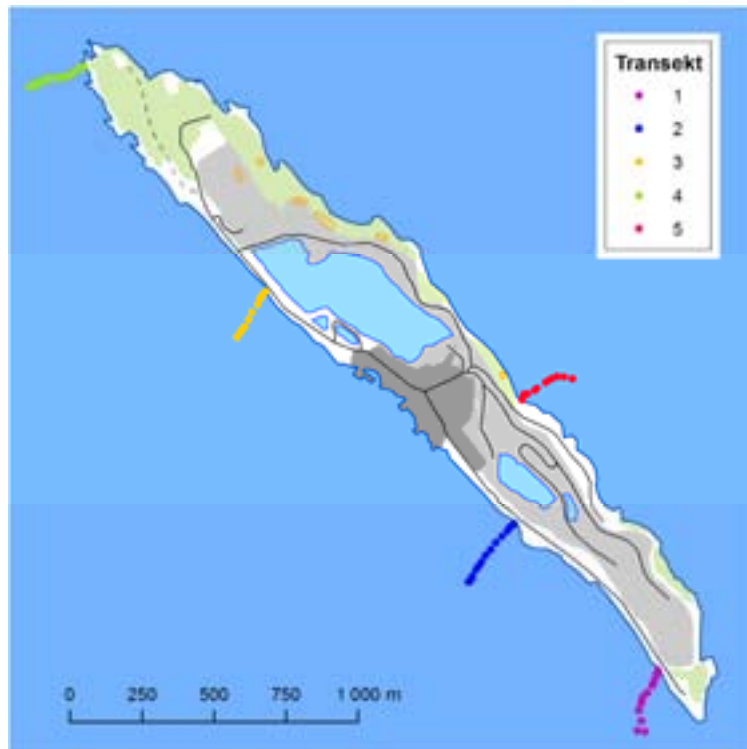
<i>Gj.snittlig ulikhet = 45,94</i>	<b>96-98</b>	<b>02-04</b>		
<b>Taxa</b>	<b>Sn. forekomst</b>	<b>Sn. forekomst</b>	<b>Sn. ulikhet</b>	<b>Bidrag (%)</b>
Balanus crenatus/improvisus	0,00	7,89	2,01	4,38
Fucus cf evanescens	6,67	1,11	1,52	3,30
Polysiphonia fucoides	4,89	0,00	1,48	3,23
<hr/>				
<i>Gj.snittlig ulikhet = 44,80</i>	<b>02-04</b>	<b>05-07</b>		
<b>Taxa</b>	<b>Sn. forekomst</b>	<b>Sn. forekomst</b>	<b>Sn. ulikhet</b>	<b>Bidrag (%)</b>
Ralfsia cf verrucosa	2,00	7,89	1,77	3,95
<i>Kiselalger</i>	3,56	5,67	1,46	3,27
<i>Skorpeformete kalkalger (rødalger)</i>	4,89	0,89	1,23	2,75
<hr/>				
<i>Gj.snittlig ulikhet = 43,60</i>	<b>05-07</b>	<b>08-10</b>		
<b>Taxa</b>	<b>Sn. forekomst</b>	<b>Sn. forekomst</b>	<b>Sn. ulikhet</b>	<b>Bidrag (%)</b>
<i>Kiselalger</i>	5,67	9,33	1,72	3,25
<i>Blågrønnalger</i>	5,11	5,67	1,33	3,05
<i>Brunt på fjell</i>	0,00	4,89	1,33	3,04

Det er registrert høyere antall taxa på Mølenstasjonen enn på Langøyastasjonene ved alle undersøkelsesårene, med unntak av 2003 hvor det ble registrert et noe lavere antall taxa på Mølen enn på B6-stasjonen på Langøya. Det er mulig at bølgepåvirkningen er større ved Mølen og gir bedre forhold for alger og dyr ved bl.a. å hindre dannelsen av kisel- og blågrønnalgebelegg. Påvirkning fra Drammenselva samt lavere grad av bølgeeksponering ved Langøya er forhold som sannsynligvis bidrar til ulik artssammensetning, sammenlignet med kontrollen på Mølen.

Andre årsaker til ulikhetene i registreringene kan være at vær og vind vil kunne påvirke undersøkelsen og vannstanden kan være forskjellig. Vannstanden var svært høy under undersøkelsene utført i 2010, og det blåste friskt under registreringen på Mølenstasjonen. Noen av forskjellene i forekomst av alger og dyr mellom stasjoner og år kan muligens 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.

### 3.8 Sjøsoneregistreringer

Det er vanskelig å gjenkjenne og skille en del av artene 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. sekkedyr. **Tabell 16** gir en grov oversikt over forholdene på de 5 stasjonene. Stasjonsplassering er vist i **Figur 19** og foto fra registreringene er vist i **Figur 20**



**Figur 19.** Kart over Langøya med de fem transektene som ble undersøkt ved hjelp av et nedsenkbart videokamera.

Alle stasjonene hadde store forekomster av sagtang (*Fucus serratus*). 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 påvekstalg. På stasjon 2 og 3 ble det observert spredte forekomster av avfallshauger (faeces) fra flerbørstemarken fjæremark (*Arenicola marina*). På stasjon 1, 4 og 5 ble det registrert enkelte sukkertareplanter (*Saccharina latissima*) på rundt 2 – 8 m dyp.

Under ca 5 m dyp var bunnen dominert av nedslammet fjell, finsand- 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*), korallnellik (*Protanthea simplex*), rød kråkebolle (*Echinus esculentus*), hydroider (Hydroidea), sjøpølse (Holothuroidea), slangestjerner (Ophiuroidea), flerbørstemark (Polychaeta) og svamper (Porifera). På stasjon 2, 3, 4 og 5 ble det registrert noen få spredte forekomster av vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) på bløtbunn (>~20 m), og på stasjon 3, 4 og 5 ble det i tillegg registrert enkelte forekomster av stor piperenser (*Funiculina quadrangularis*). På stasjon 4 og 5 ble det observert mudderrør av flerbørstemark på bløtbunn (cf *Polydora ciliata*)



På 4 av stasjonene ble det observert "gravehull" i sandbunnen fra dyr som flerbørstemark og muslinger (*Bivalvia*) som lever nedgravd i sedimentet.

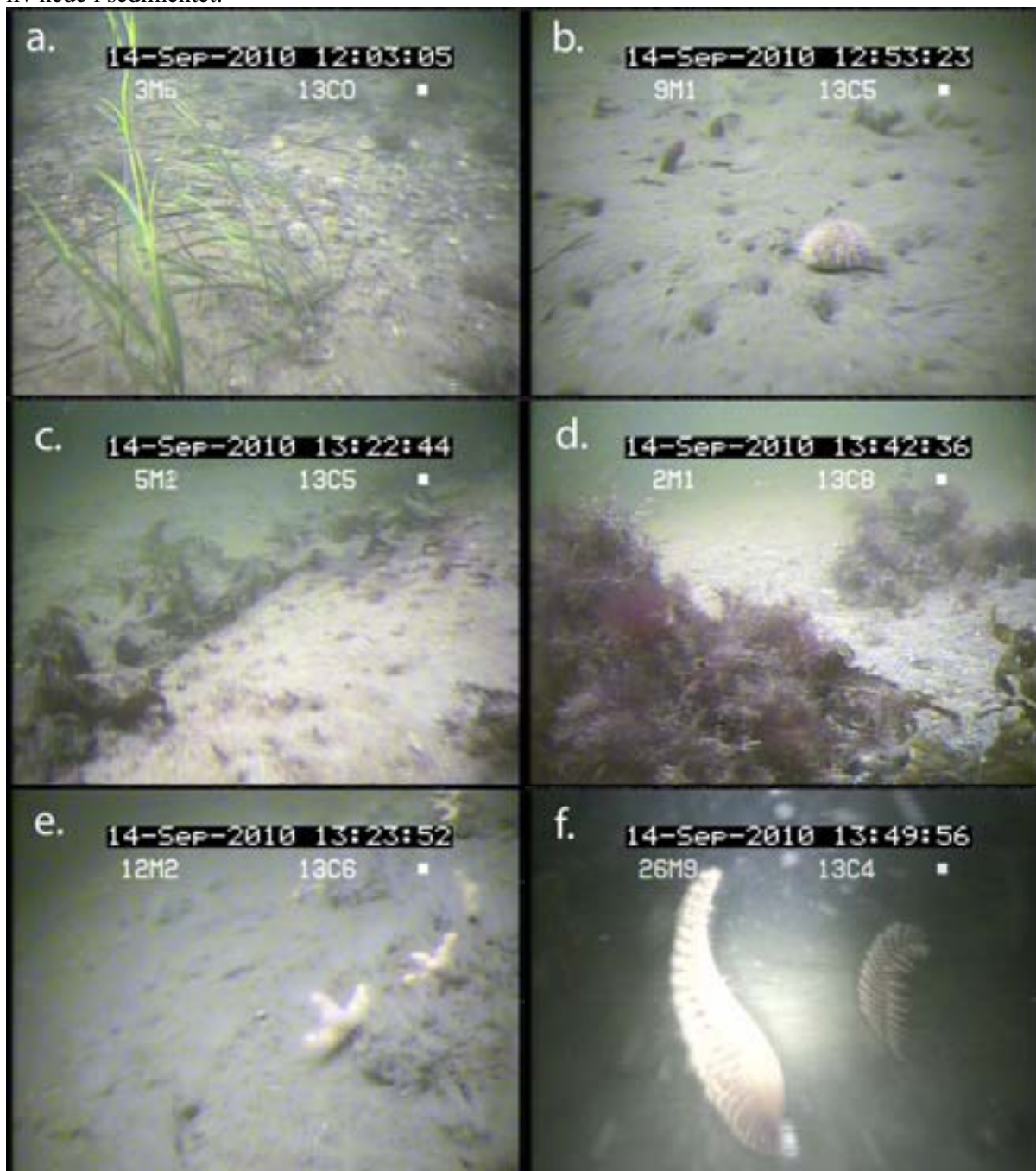
**Tabell 16.** Maksimalt registreringsdyp og de vanligste substrat og arter som ble registrert i 2010 i de 5 transektene rundt Langøya (se kart **Figur 20**). Registreringene er delt inn i tre dybdeintervaller (0-5 m, 5-20 m og >20 m)

Transekt (stasjon)	Max. reg. dyp (m)	Øverste 5 m	5 – 20 m	Under 20 m
1	30,6	Steinbunn ned til 1,5 m dyp. Sandbunn med noe stein dypere. Ålegraseng fra ca. 1,5 - 3,7 m dyp. Blæretang, sagtang var vanlig/dominerende, og strandsnegl, blåskjell og rur var spredt/vanlig fra 0 - 1,5 m dyp. Spredt med buskete rødalger og sjøstjerner fra ca 3 – 5 m-	Fin sand/bløtbunn og sterkt nedslammet fjell. Noen få sukkertarer på ca 6 m dyp, spredt med trådformete rødalger ned til ca 8 m, ellers spredt med sekkedyr, tomme muslingskall og sjøstjerner. Kun en rød kråkebolle observert. På 19,5 m er det sterkt sedimentert fjell med dødmannshånd, cf traktsvamp, begerkoraller og børstemark	Fjell med mye sediment. Bløtbunn fra 29 m dyp. Lite liv - spredt med begerkorall, sekkedyr, traktsvamp, børstemark, anemoner og dødmannshånd ned til ca 22 m. Kun en rød kråkebolle observert. Spredt med begerkorall og anemoner fra 22 – 30,6 m.
2	28,6	Stein og sandbunn. En del tomme skjell, sjøstjerner og trådformete rødalger ned til 5 m dyp. Ålegraseng fra 1- 4,4 m. Spredt med fjæremark på ca 0,6 m dyp. . Vanlig med blæretang og sagtang, og spredt med trådformete rød- og grønnalger, strandsnegl og rur ned til ca 1 m dyp.	Fin sand/bløtbunn med en del "gravehull". Lite liv – enkelte korstroll og sekkedyr, spredt med tomme muslingskall	Bløtbunn med noe vanlig sjøfjær, sekkedyr og tomme skjell.
3	32,2	Stein og sandbunn. Sagtang dominerende ned til ca 0,6 m dyp. Spredt med rur og blåskjell ned til 1 m dyp. Trådformete rød- og grønnalger, tomme skall og korstroll ned til 5 m. Ålegraseng fra 0,5 – 4 m.	Fin sand/bløtbunn. Enkelte "gravehull" ned til ca 10 m. Lite liv – enkelte korstroll og sekkedyr. Tomme muslingskall dominerende på 6 m dyp	Bløtbunn. Fra rundt 20 - 25 m dyp var bunnen nesten helt bar. Spredt med vanlig sjøfjær og enkeltvis med stor piperenser fra 26 m dyp.
4	42,2	Stein og sandbunn. Sagtang, rur og blåskjell vanlig/dominerende ned til 1,5 m dyp. Trådformete rødalger spredt ned til 5 m. Ålegraseng fra 2,4 – 3,6 m. Enkelte små sukkertarer fra ca 3,5 m.	Sandbunn ned til 8 m dyp. Mellom 5 - 6 m er det et smalt belte dominerende med store sukkertarer. Spredt med trådformete rødalger ned til 8 m. Svært sedimentert fjell fra 8 - 20 m. Lite liv – noe sekkedyr, dødmannshånd, tomme skjell og børstemark. En sjøpølse på 19,5 m.	Bløtbunn med lite liv. Enkeltvis med stor piperenser og vanlig sjøfjær, spredt med tomme skjell og polydorarør (børstemark)
5	34,4	Stein- og sandbunn. Sagtang vanlig ned til ca 1,5 m dyp. Spredt med tomme skjell, strandsnegl, rur og trådformete rødalger ned til ca 2 m dyp. Spredt med sukkertare på ca 2 m dyp.	Fin sand/bløtbunn. Vanlig/spredt med "gravehull" i sand ned til ca 12 m dyp. Dårlig sikt. Lite liv – enkelte korstroll, dødmannshånd og sekkedyr. Fjellskrent på ca 14 - 15 m dyp – dominerende med sediment, spredt med dødmannshånd og sekkedyr.	Bløtbunn. Spredt med vanlig sjøfjær og polydorarør. Noe tomme skjell og en stor piperenser observert.

Undersøkelsen av vegetasjonen i fjæresonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på alle stasjonene, og ålegrasenger på fire 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 strøm-påvirkning i området. Sedimenteringen hemmer veksten av fastsittende dyr og alger. Dette kan være

årsaken til at det ble registrert såpass få arter. "Gravehullene" i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet.



**Figur 20.** Bilder fra videooptak langs transektene ved Langøya 2010. **A:** Starten på ålegraseng (*Zostera marina*) på sand med tomme skall fra transekt 1. **B:** Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) og gulsjøpung (*Ciona intestinalis*) på fin sandbunn med "gravehull" fra transekt 3. **C:** Sukkertare (*Saccharina latissima*) på sandbunn fra transekt 4. **D:** Diverse buskete rødalger på stein fra transekt 5. **E:** Gulsjøpung og dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*) på sedimentert fjell fra transekt 4. **F:** Vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) på bløtbunn fra transekt 5.

En fullstendig tabell over registreringene fra droppkameraanalysene er gitt i Vedlegg D.

## 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., 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., Green N., Gitmark J., Høgåsen T., Norling K. 2010b.** Overvåking NOAH Langøya  
2009. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann.  
NIVA-rapport 5978-2010. 73s.



## Vedlegg A.

### Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996-2010

#### 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 6117-2011

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	2010	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	14	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	16.4	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	8.94	18.1	7.74	10.7	17	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	6.71	11	13.2	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	8.01	12.3	19.1	m	--	m	16
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	7.99	18	7.86	9.72	15.7	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	8.57	19.3	12.6	15	21	m	--	m	19

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

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	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	9.26	24.8	6.65	10.1	14	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	7.68	14.8	8.48	11.2	16.4	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	8.94	18.1	7.74	10.7	17	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	6.71	11	13.2	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	8.01	12.3	19.1	m	--	m	16
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	7.99	18	7.86	9.72	15.7	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	8.57	19.3	12.6	15	21	m	--	m	19

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	2010	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	9.08	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	14.5	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	13.8	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	10.1	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	11.8	m	--	m	17



NIVA 6117-2011

B7	MYTI EDUSB	d.wt	6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31	1.24	3.2	9.73	m	--	m	22
BK	MYTI EDUSB	d.wt	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	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDUSB	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	1.65	no	--	no	11
B3	MYTI	EDUSB	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	1.66	no	UY	no	11
B4	MYTI	EDUSB	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	1.39	no	--	no	12
B5	MYTI	EDUSB	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	1.87	no	--	1.1	11
B6	MYTI	EDUSB	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	1.39	no	--	no	11
B7	MYTI	EDUSB	d.wt					1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	0.971	1.21	no	--	no	10
BK	MYTI	EDUSB	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	0.988	no	DY	no	8

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	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDUSB	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	0.475	m	--	m	15
B3	MYTI	EDUSB	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	0.629	m	--	m	12
B4	MYTI	EDUSB	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	0.634	m	--	m	14
B5	MYTI	EDUSB	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	1.11	m	--	m	14
B6	MYTI	EDUSB	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	0.582	m	--	m	10
B7	MYTI	EDUSB	d.wt					0.606	0.455	0.313	0.356	0.362	0.508	0.291	0.319	0.218	0.372	0.518	m	--	m	11
BK	MYTI	EDUSB	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	0.406	m	--	m	12

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	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDUSB	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	2.4	no	--	1.0	18
B3	MYTI	EDUSB	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	2.13	no	--	no	20
B4	MYTI	EDUSB	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	3.5	1.2	--	1.1	23
B5	MYTI	EDUSB	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	7.09	2.4	--	1.5	20
B6	MYTI	EDUSB	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	3.77	1.3	--	1.5	20

NIVA 6117-2011

B7	MYTI EDU SB	d.wt	0.478	2.01	2.16	1.21	2.19	2.44	0.625	1.19	2	4.59	1.5	--	1.6	17
BK	MYTI EDU SB	d.wt	0.478	2.01	10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	1.58	0.96	1.25	--	21

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

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	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	2.4	--	1.0	18	
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	2.13	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	3.5	1.2	--	1.1	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	7.09	2.4	--	1.5	20
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	3.77	1.3	--	1.7	20
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.478	0.478	0.478	0.478	2.16	1.48	1.21	2.19	2.44	1.56	0.625	1.19	2	4.59	1.5	--	1.5	16
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.478	0.478	2.01	2.01	10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	1.58	0.96	1.25	no	--	no	21

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	2010	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.07	0.0929	0.0872	0.228	7.95	8.32	7.09	6.05	6.99	9.72	7.41	9.31	3.99	6.49	8	no	--	no	11
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.68	0.037	0.108	0.132	7.43	7	7.75	6.82	6.64	8.73	7	5.67	6.05	6.67	7.72	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	8.1	no	--	no	10
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.45	0.0535	0.085	0.188	10.8	8.24	7.68	6.86	6.52	10.3	7.46	6.5	4.52	7.47	8.16	no	--	no	10
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	5.82	0.037	0.0647	0.124	7.64	6.56	7.3	6.59	5.94	9.53	8.12	6.64	3.84	6.95	7.02	no	--	no	10
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.94	0.0647	0.124	0.159	7.27	7.44	7.72	6.43	9.32	8.35	6.9	6.75	7.91	6.45	7.23	no	--	no	7
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.94	0.0735	0.156	0.193	7.14	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.58	6.43	8.25	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	2010	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	0.096	no	--	no	13
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.027	0.037	0.108	0.132	0.0677	0.116	0.143	0.156	0.129	0.222	0.0986	0.0762	0.07	0.125	0.106	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	0.0857	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	0.0915	no	--	no	13
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	0.142	no	--	no	12



NIVA 6117-2011

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	1.3	no	--	no	13
BK	MYTI 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	0.938

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	2010	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	2.92	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	5.17	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	3.5	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	2.55	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	4.42	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	6.62	m	--	m	24
BK	MYTI	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

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	2010	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	MYTI	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	0.313	no	--	no	12

## Vedlegg B.

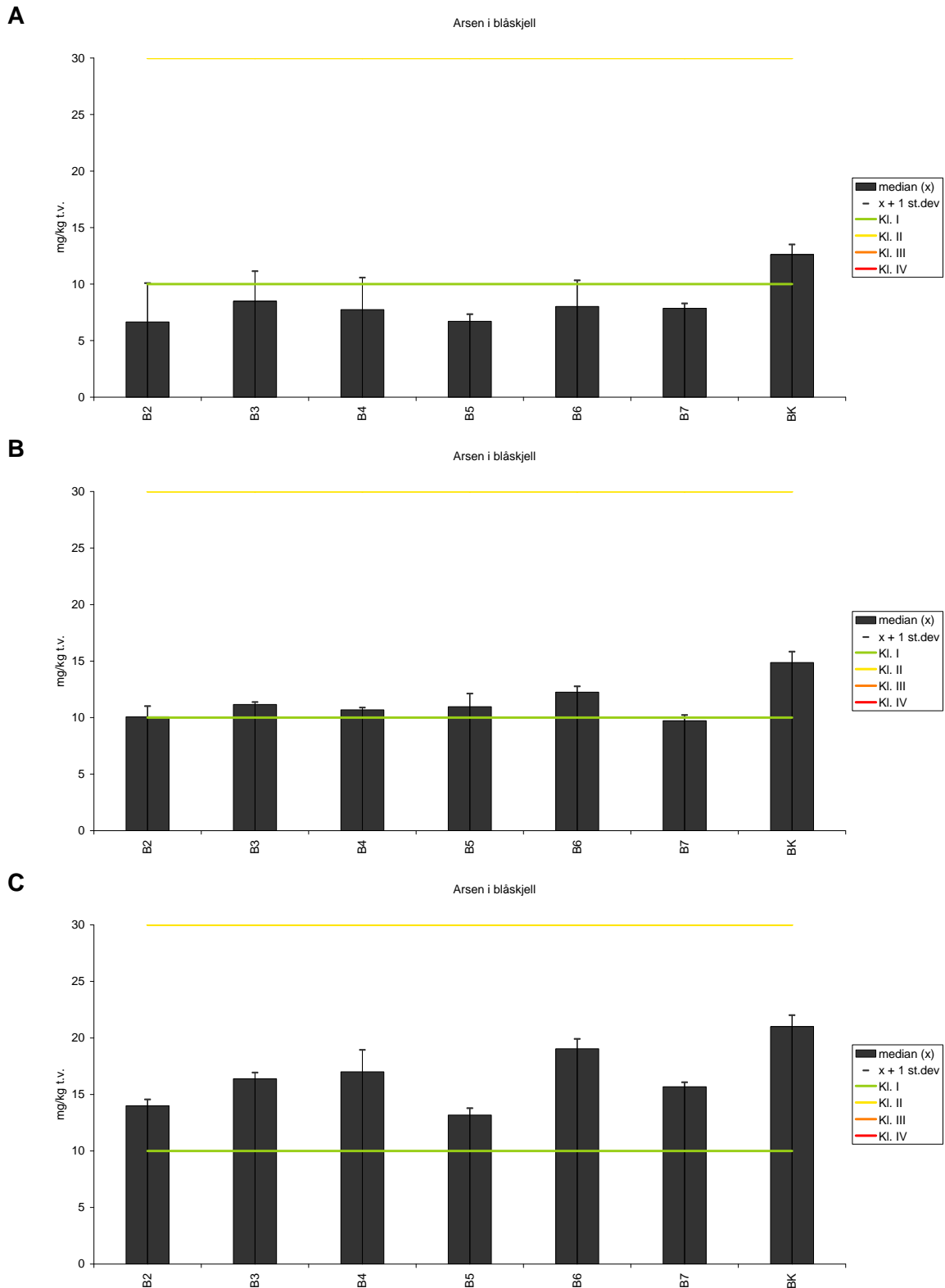
### Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2008-2010

#### I rekkefølge\*:

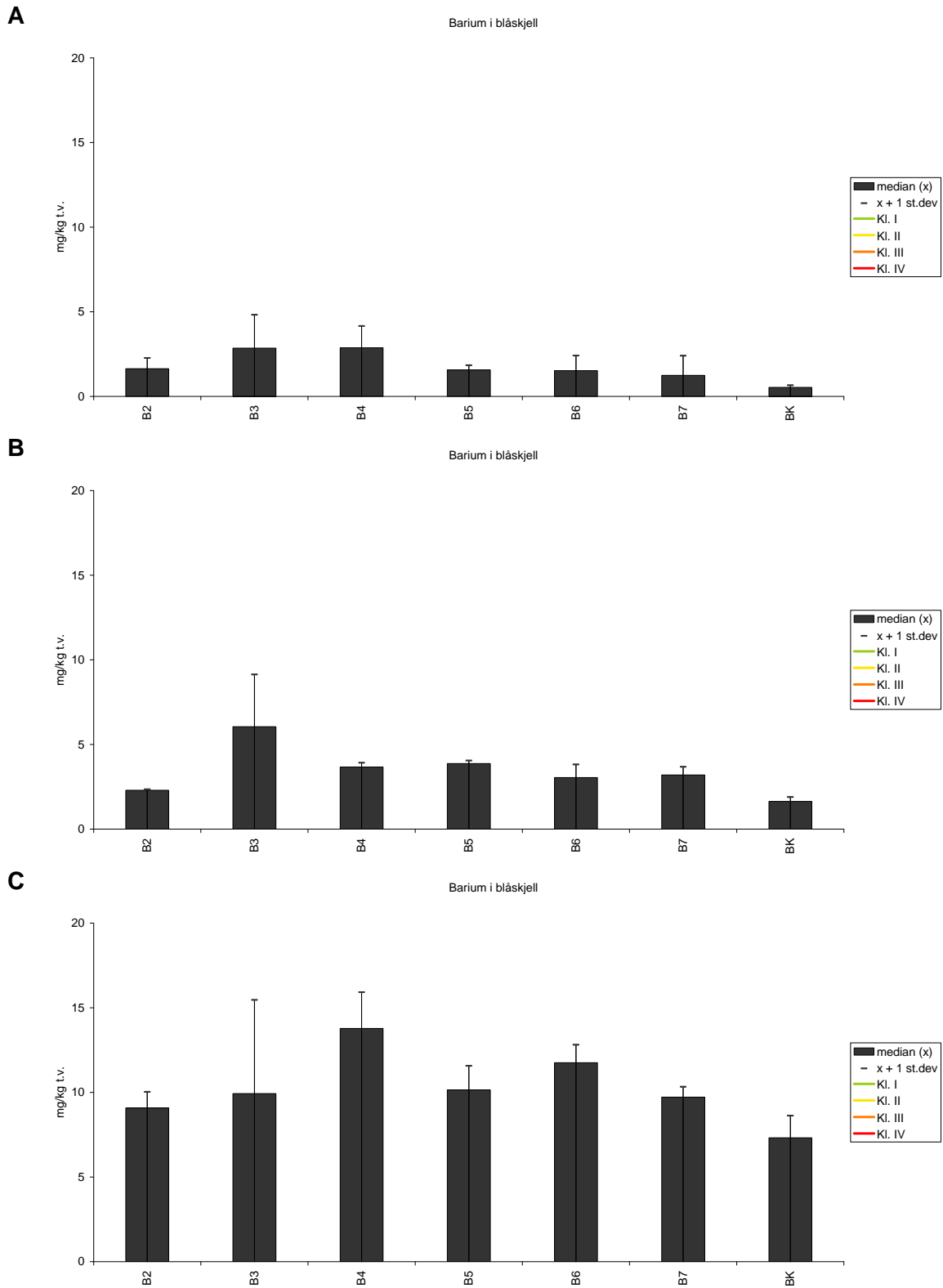
Arsen (As)  
Barium (Ba)  
Kadmium (Cd)  
Kobolt (Co)  
Krom (Cr)  
Kobber (Cu)  
Kvikksølv (Hg)  
Molybden (Mo)  
Nikkel (Ni)  
Bly (Pb)  
Vanadium (V)  
Sink (Zn)

\*) suspekterte verdier ikke tatt med

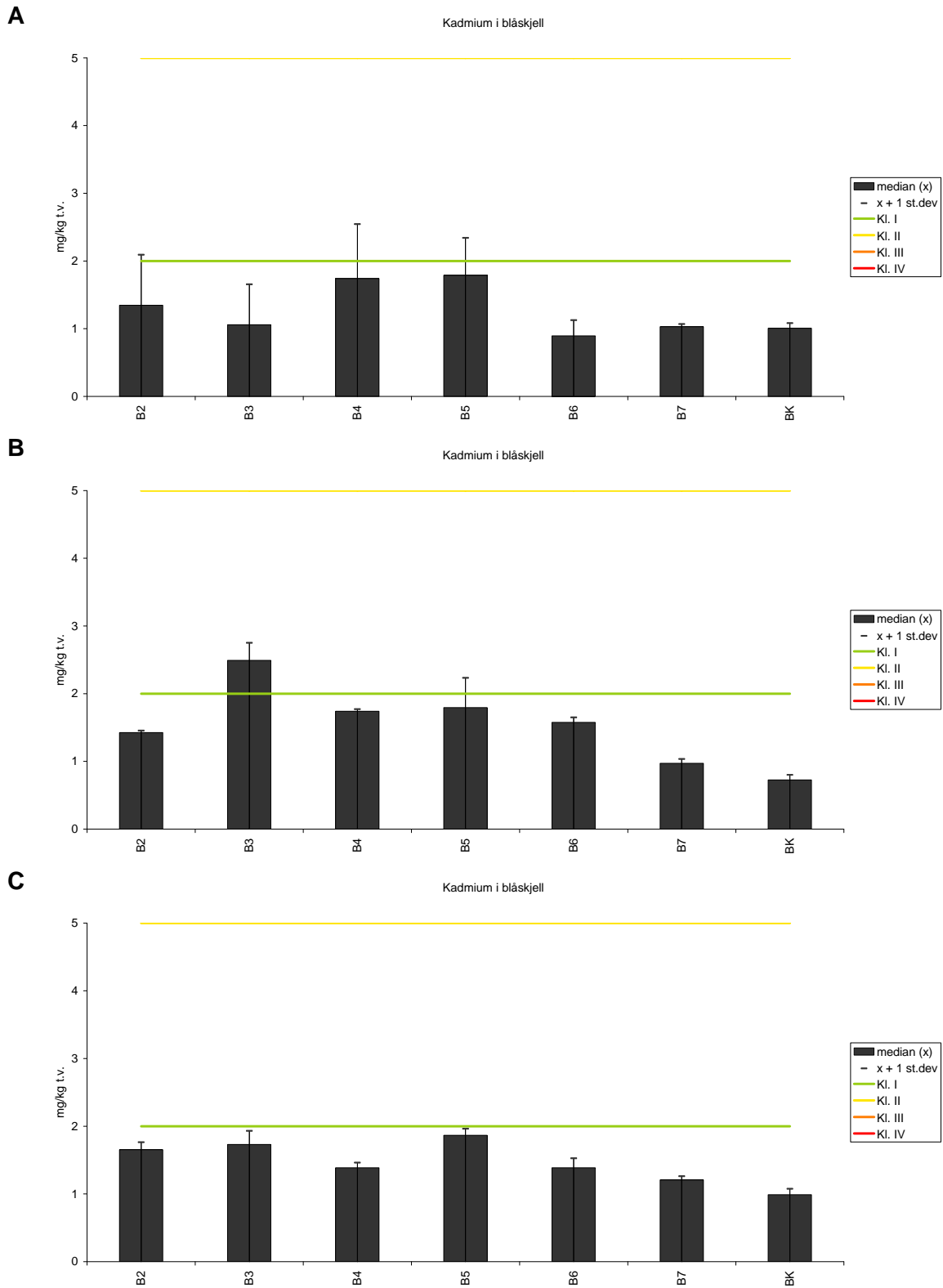
MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)



**Figur 21.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

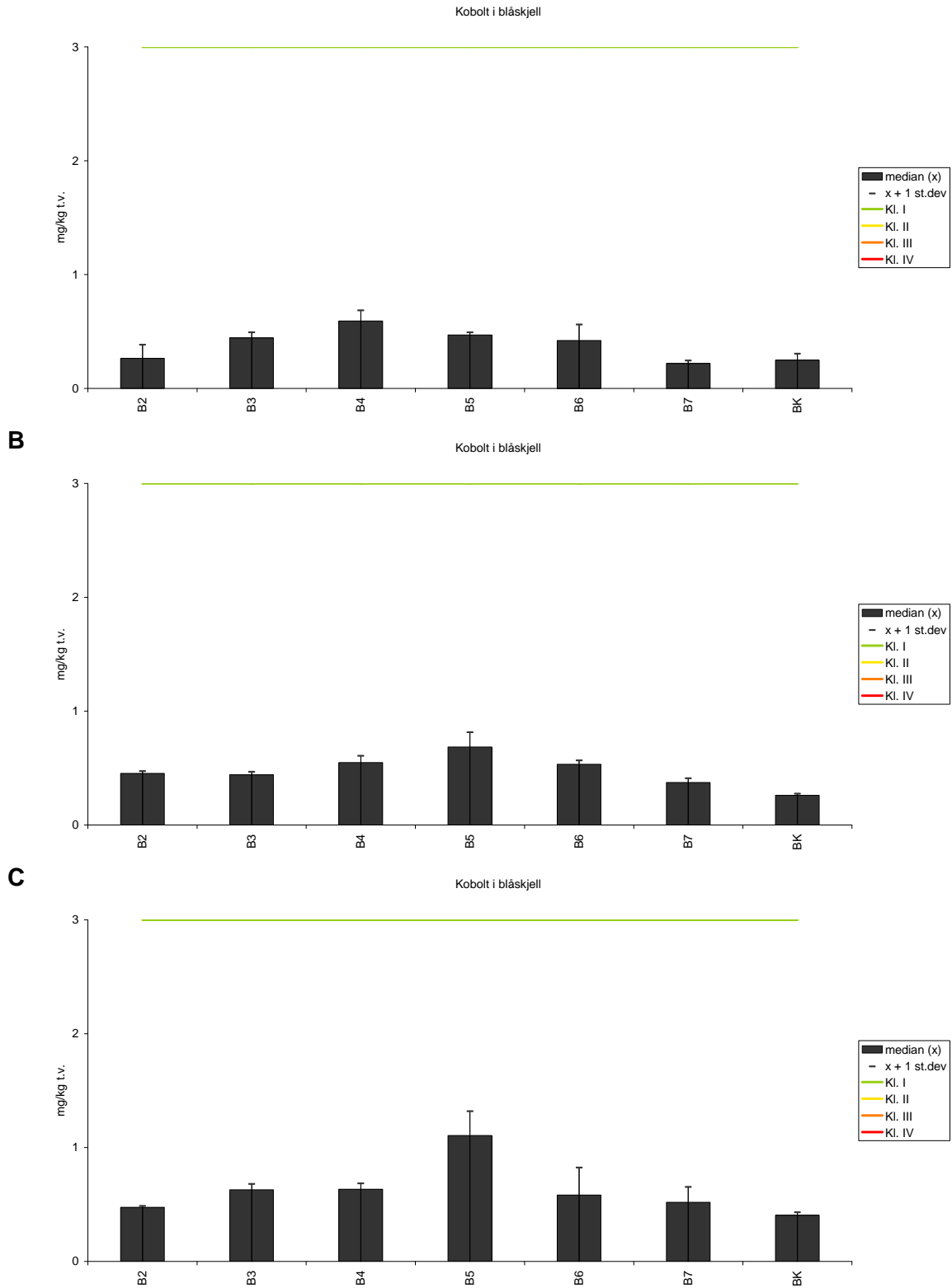


**Figur 22.** Median og standard avvik konsentrasjon for barium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

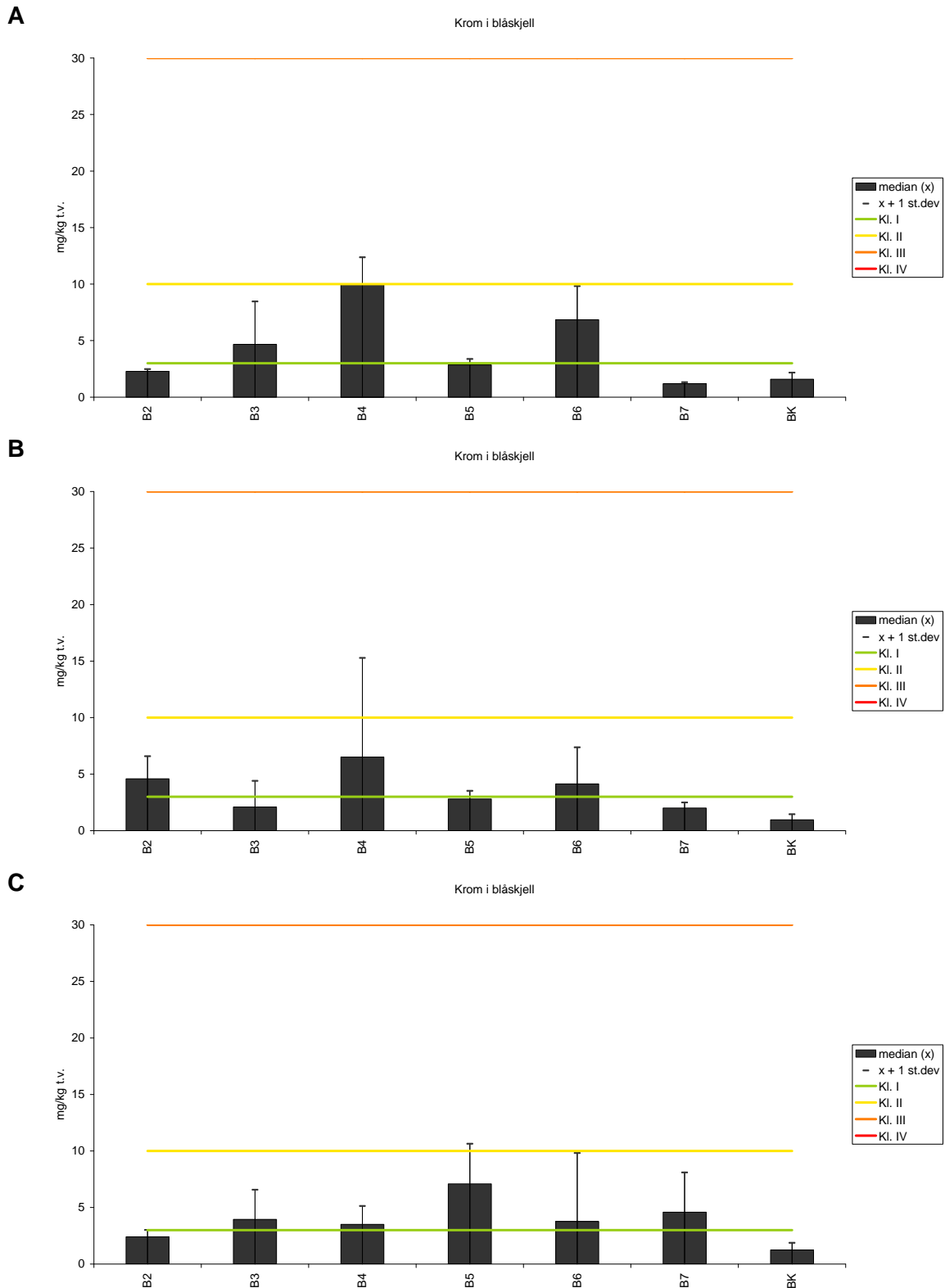


**Figur 23.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kadmiurn i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

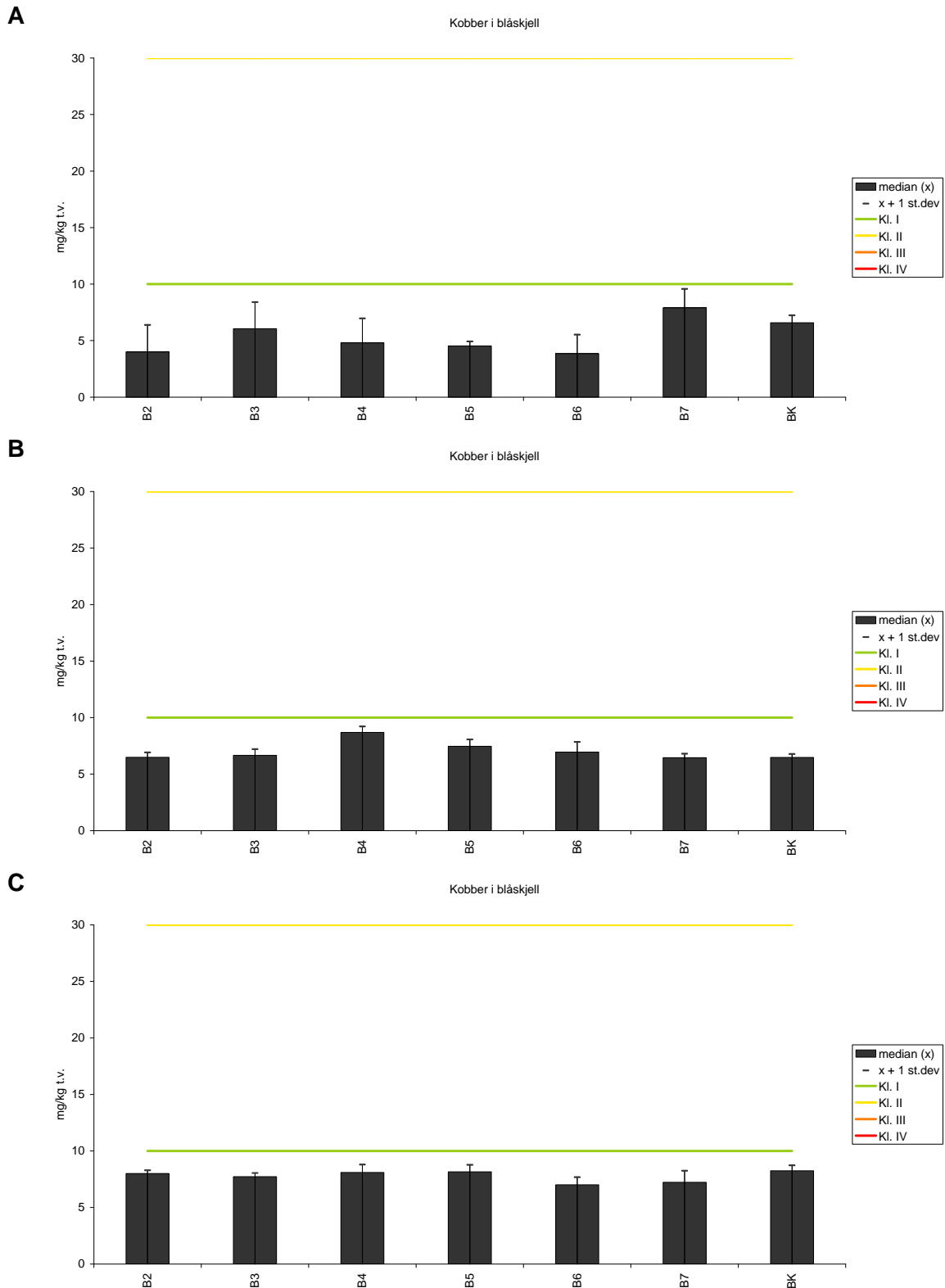




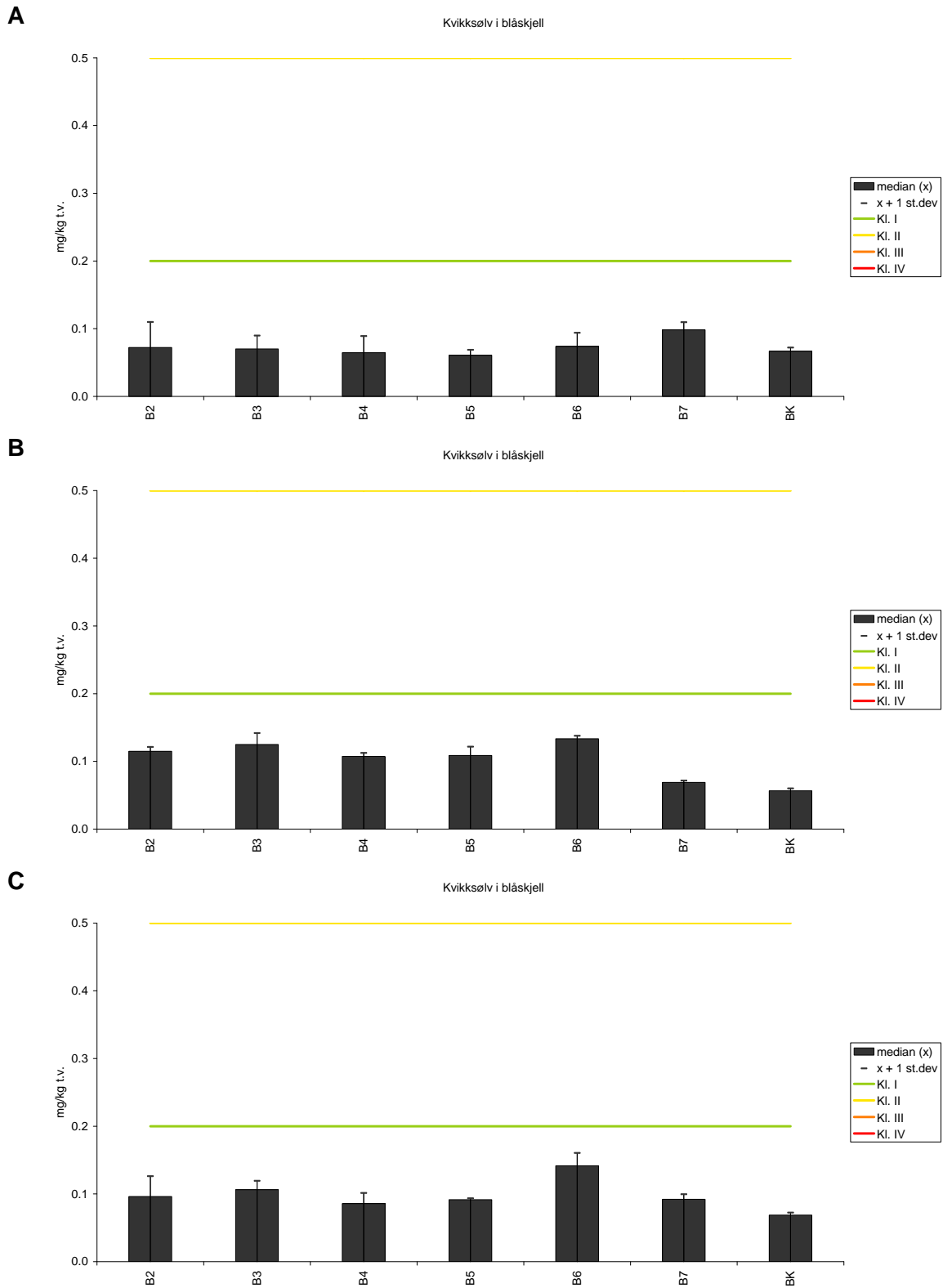
**Figur 24.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kobolt i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



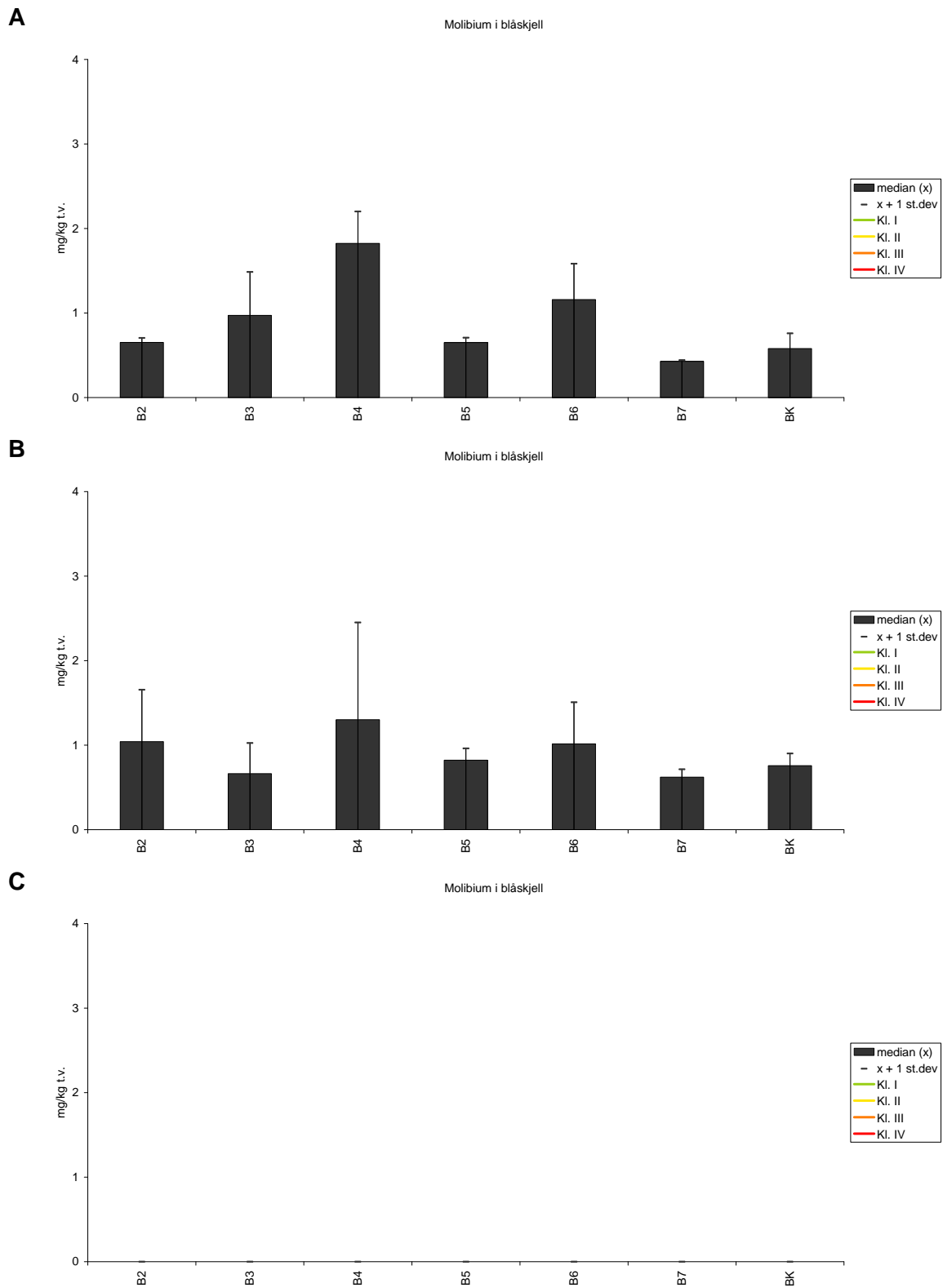
**Figur 25.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



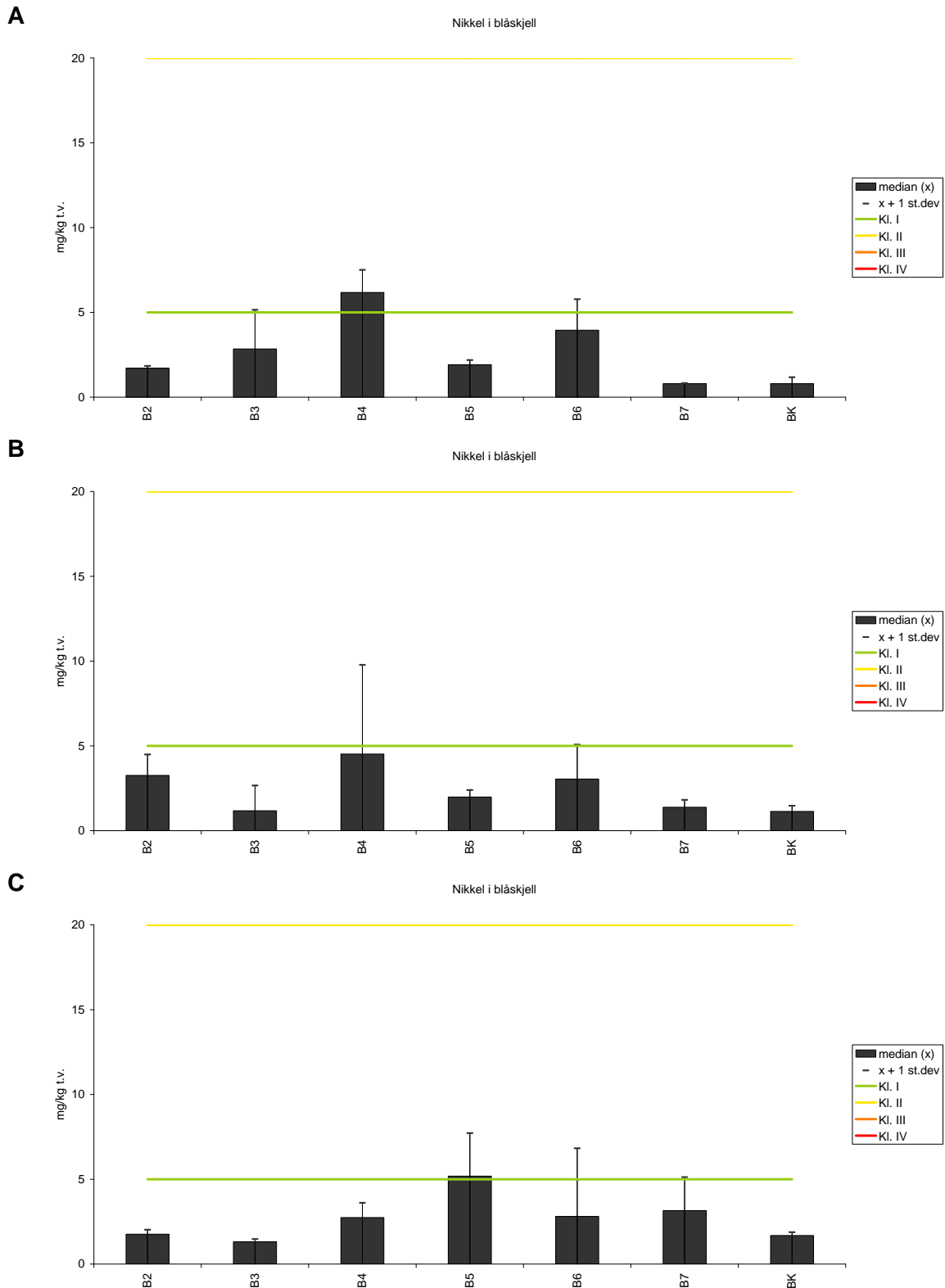
**Figur 26.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (**A**), 2009 (**B**) and 2010 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



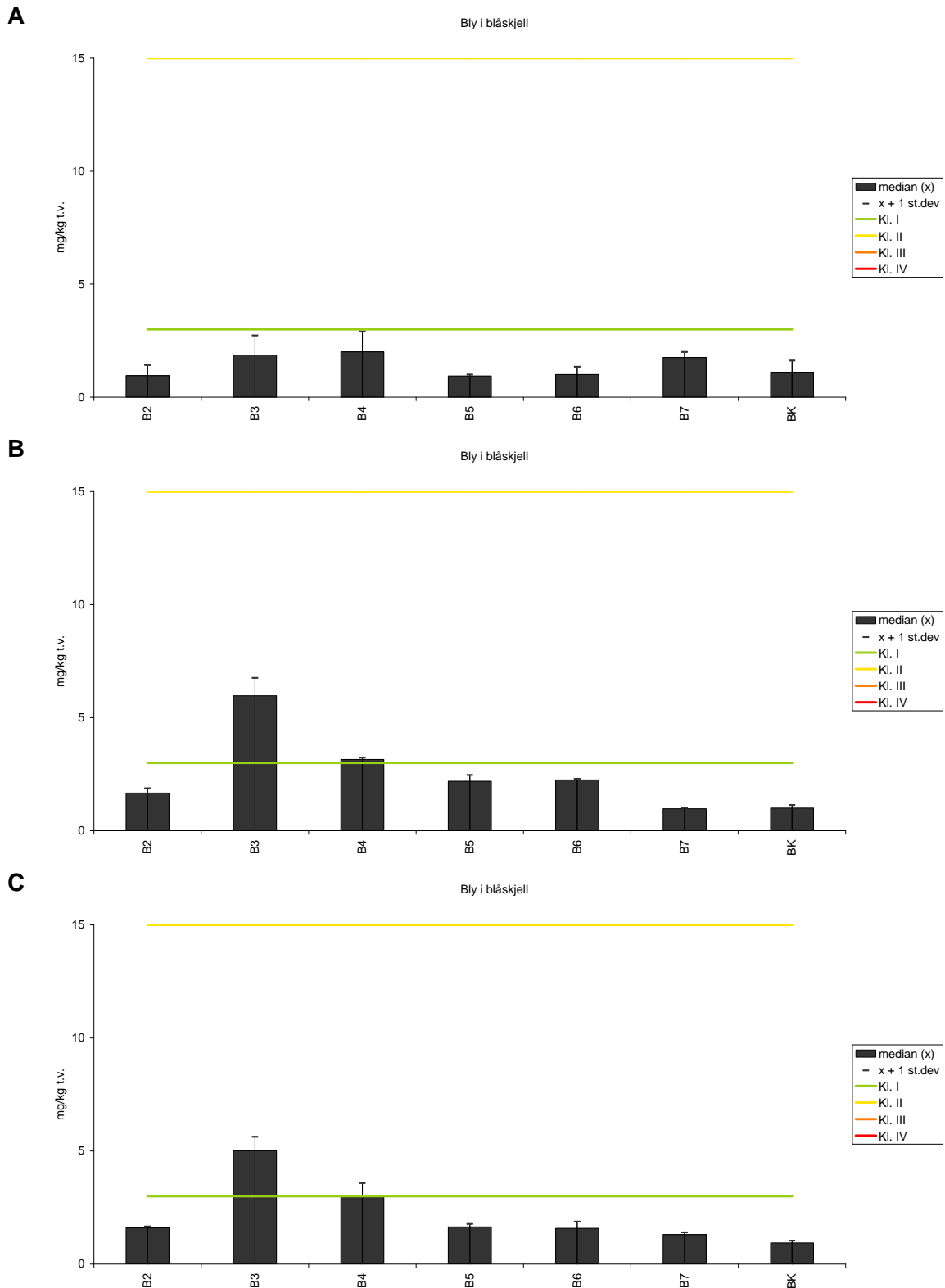
**Figur 27.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



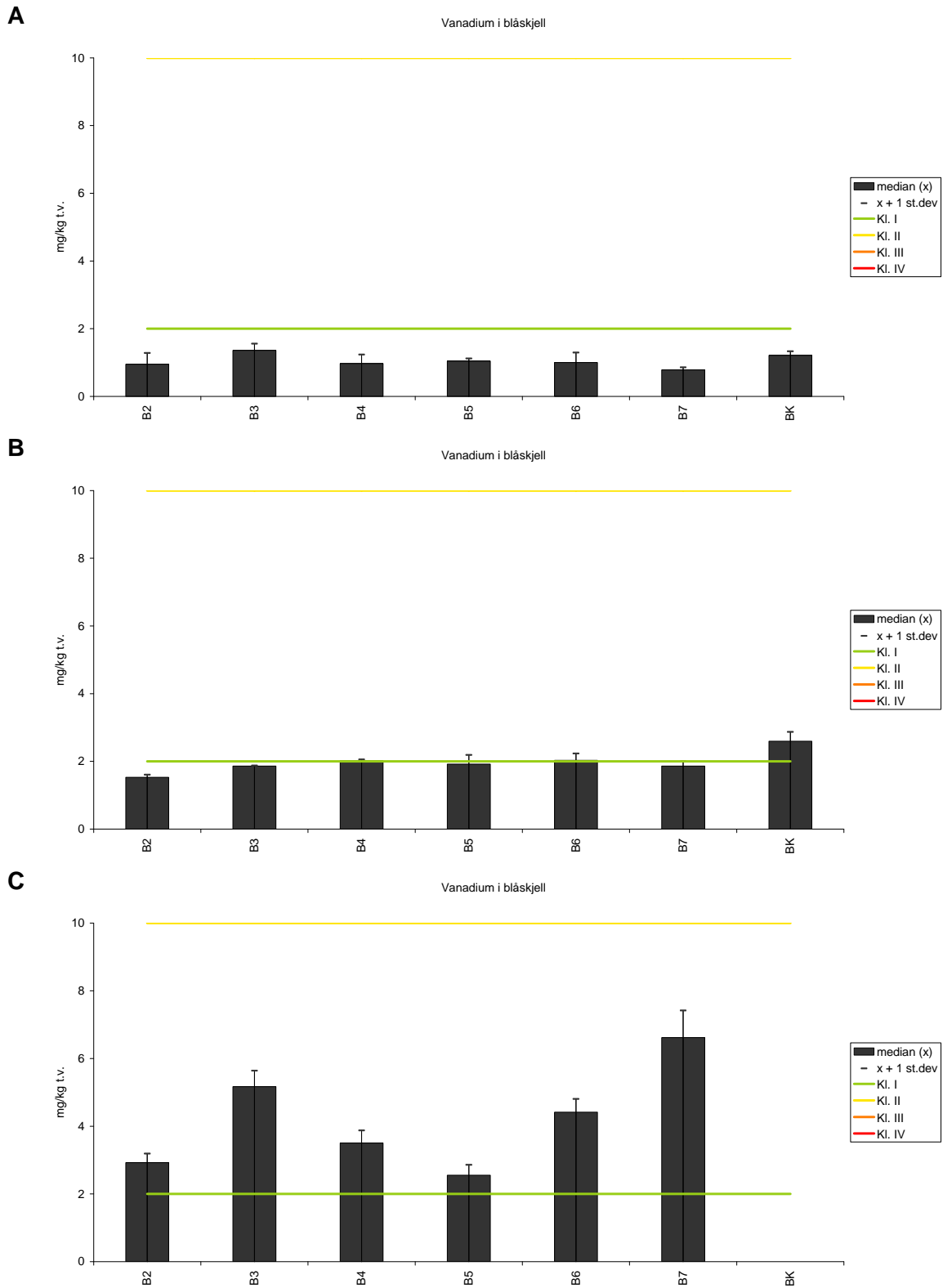
**Figur 28.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for molybden i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (**A**), 2009 (**B**) and 2010 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 29.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

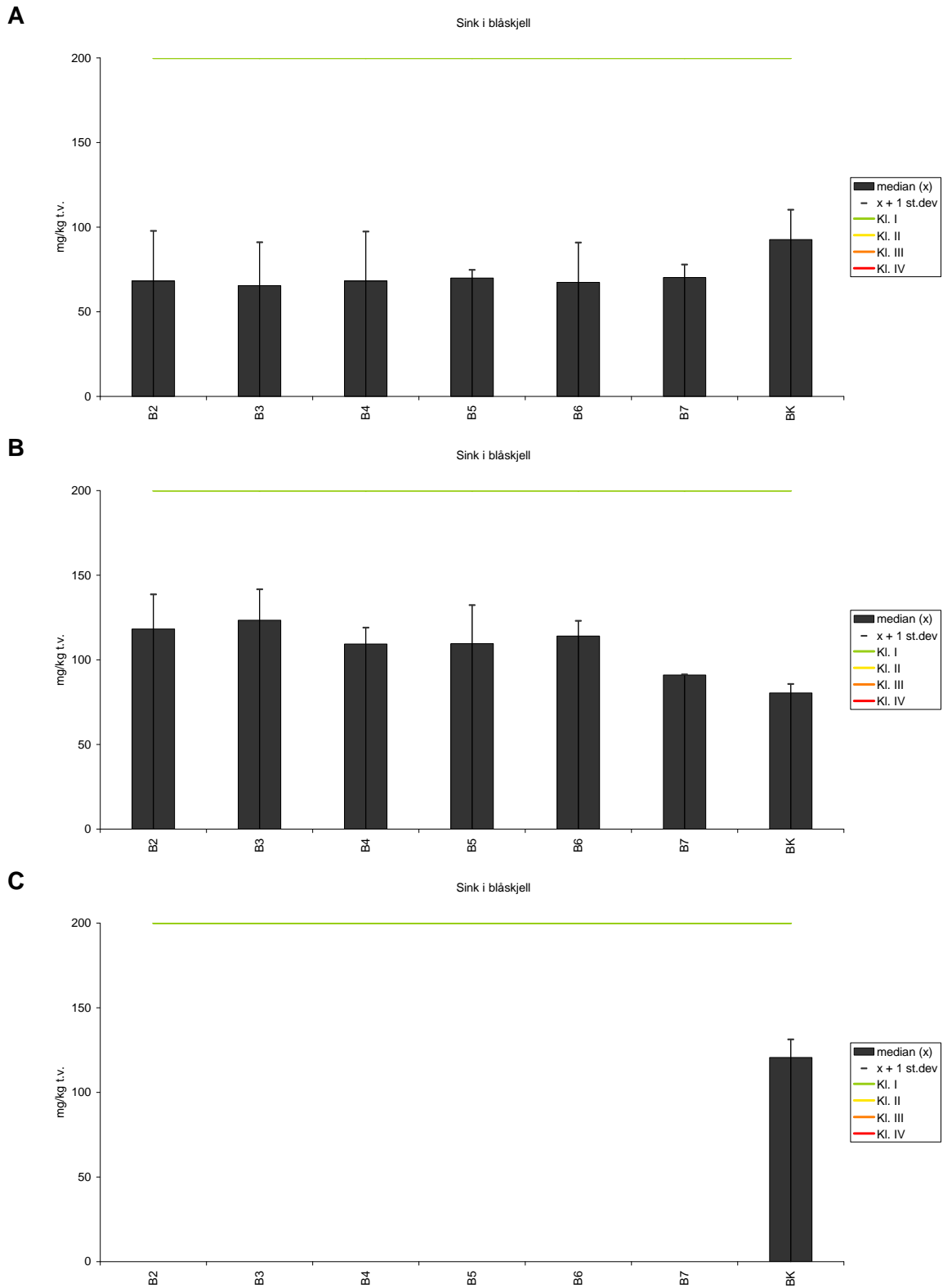


**Figur 30.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



**Figur 31.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for vanadium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.





**Figur 32.** Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II konsentrasjon for sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2008 (A), 2009 (B) and 2010 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

# Vedlegg C.

**Tabell 17.** Artsliste for alger i strandsonen på Mølen (bk) og Langøya (b2 og b6) fra 1996-98 og 2002-10

	bk 96	b2 96	b6 96	bk 97	b2 97	b6 97	bk 98	b2 98	b6 98	bk 02	b2 02	b6 02	bk 03	b2 03	b6 03	bk 04	b2 04	b6 04	bk 05	b2 05	b6 05	bk 06	b2 06	b6 06	bk 07	b2 07	b6 07	bk 08	b2 08	b6 08	bk 09	b2 09	b6 09	bk 10	b2 10	b6 10		
cf Acrosiphonia arcta	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	0	0		
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	0	0	0	0	0	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	4	0	0		
Audouinia spp.	0	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	4	4	0	1	0	0		
cf. Brogniartella byssoides	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	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	9	4	4		
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	0	0	0	0	
Callithamnion corymbosum	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	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	0	0	0	0	0	
Ceramium cf cimbriicum	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	0	0	0	
Ceramium rubrum	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	4	4	4	4	4	4	1	0	
Ceramium cf tenuicorne/strictum	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	4	4	0	4	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
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	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
Chaetomorpha mediterranea	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	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	0	0	0	0	0
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	9	4	9	4	0	4	4	4	9	4	9	9	4	9	9	9	4	9	1	9	9	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	
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	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	0	0	0	0	
Cladophora albida	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	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	4	0	0	0	
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	0	0	4	1	0	1	0	4	4	4	0	1	0	
CORAX	9	16	4	9	4	9	9	9	9	0	0	9	16	0	1	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	
Cruoria pellita	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	0	0	0	0	0	0
Cyanophyceae indet, på tang	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	0	9	9	0	0	
Cystoclonium purpureum	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	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	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	16	9	9	16	0	9	9	0	
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	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ectocarpales	4	1	4	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	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	4	4	0	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	0	0	0	0	0
Fucus cf. evanescens	4	9	0	9	16	4	9	9	0	9	1	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fucus juv.	9	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	0	0	0	0	0	0
Fucus serratus	16	16	16	16	16	16	16	16	16	9	16	16	9	16	9	16	16	16	9	14	9	9	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Fucus spiralis	0	0	0	0	9	16	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
Fucus vesiculosus	9	16	16	9	16	9	9	9	16	9	16	16	9	9	9	9	16	16	16	9	16	9	9	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Furcellaria/Polyides	4	4	1	4	4	9	9	0	9	0	1	0	1	4	0	0	9	1	1	4	1	9	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0
Grønt i Balanus/fjell	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	4	0	9	0	4	9	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hildenbrandia rubra	0	4	4	9	4	9	9	0	4	16	4	0	9	0	4	9	9	16	9	9	12	9	4	16	0	4	16	0	4	9	4	4	9	0	0	0	0	0
Monostroma grevillei	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	0	0	0	0
Phyllophora spp.	0	0	0	4	0	0	9	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
Pilayella littoralis	0	0	0	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4	0	0
Polysiphonia elongata	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polysiphonia fibrillosa	4	0	4	1	0	9	4	9	4	0	0	0	0	0	4	4	4	1	4	0	9	4	0	9	4	4	9	4	4	4	4	1	1	0	0	0	0	
Polysiphonia fucoides	9	4	0	9	4	9	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	0	9	4	0	9	4	0	4	0	4	1	0	4	0	0	4	1	0	0	0
Polysiphonia stricta	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	9	0	4	1	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porphyra cf. umbilicalis	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	0	0	4	4
Porphyra sp.	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0</																					

**Tabell 18.** Artsliste for dyr registrert i strandsonen på Mølen (bk) og Langøya (b2 og b6) fra 1996 - 98 og 2002-10

	bk 96	b2 96	b6 96	bk 97	b2 97	b6 98	bk 98	b2 98	b6 98	bk 02	b2 02	b6 02	bk 03	b2 03	b6 03	bk 04	b2 04	b6 04	bk 05	b2 05	b6 05	bk 06	b2 06	b6 06	bk 07	b2 07	b6 07	bk 08	b2 08	b6 08	bk 09	b2 09	b6 09	bk 10	b2 10	b6 10	
Acmaea sp.	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	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	9	4	4	4	4	1	4	4	1	4	0	4	4	9	9	9	0	0	4	9	9	4	0	4	4	4	
Alcyonidium hirsutum	1	0	0	0	0	9	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	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	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	4	0	0	4	0	0	4	0	4	0	4
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	0	
Balanus balanoides	4	4	4	4	9	9	9	9	9	4	0	9	4	4	9	4	4	4	4	4	1	0	4	9	4	4	16	16	4	9	0	4	9	0	4	4	4
Balanus crenatus/improvisus	0	0	0	0	0	0	0	0	16	9	16	4	9	9	0	4	4	0	4	9	0	4	4	9	9	9	9	4	9	9	16	16	4	4	4	4	
Botryllus schlosseri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	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	4	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	
Carcinus maenas	1	1	4	4	4	4	0	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	0	4	
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	0	0	4		
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	
Clava multicornis	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	0	0	
Dynamena pumila	4	0	0	4	0	9	0	9	0	0	4	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	9	0	4	0	0	4	0	4	0	
Electra cf crustulenta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0	0	4	4	0	9	0	0	9	0	0	0	4	1	9	4	0	4	0	0	0	4	0	4	0	4
Electra pilosa	9	4	9	9	4	9	9	4	4	4	0	4	4	4	9	4	4	9	4	4	9	4	4	9	0	1	4	4	4	9	4	4	4	4	4	4	
Halicondria 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	0	0	
cf Halicondria panacea	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	
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	0	4	4	
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	4	0	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	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leptasterias mülleri	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	0	
Littorina littorea	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	4	9	9	4	9	9	9	4	4	4	
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	4	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Littorina cf saxatilis	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	4	4
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	4	0	0	
Metridium senile var. pallidus	9	0	1	4	0	1	9	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	9	0	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	
Mytilus edulis	4	16	4	9	9	4	9	9	16	9	9	9	9	9	9	16	9	9	16	4	9	9	4	16	9	9	9	16	4	9	4	4	4	4	4	4	
Mytilus edulis juv.	0	0	0	0	0	9	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	
Nereis sp.	1	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	0	
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	0	
Eggmasse	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	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	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

## Vedlegg D.

Registreringer med videokamera i sjøsonen.

Område: Langøya				Dato: 14. september 2010			
Transekt nr	Wp nr	GPS LAT	GPS LONG	Dyp (m)	Substrat	Terrenguro	Merknad
1				0,2	Stein	S	fucve - v, littz - v, balaz - s, mytved - s, fucse - s
	119	59.48350	10.39641	0,5	Stein	S	fucse - d, littz - s, balaz - s
				1,5	Sand	S	fucse - d, start på zosma - s (blir vanlig på 1,6 m)
	120	59.48346	10.39623	2,5	Fin sand	S	zosma - s (tynnes ut, høye skudd), musva - s
				3	"		zosma - s, musva - s, dasba - e, astru - s, løsrevne alger - s
				3,7	Sand + stein + fjell	S	slutt på zosma, buskete rødalger - s, phyllz - s
	121	59.48344	10.39610	4	Fin sand	S	buskete rødalger - s, phyllz - s, dasba - e, musva - s
				6	"	S	buskete rødalger - s, astru - s, cf polel - s, løsrevne alger - s
				8	"	S	buskete rødalger - s, astru - s, cf polel - s, cioin intestinalis - s, hull i sand - s
	122	59.48330	10.39556	10	Bløtbunn	S	løsrevne alger - s, cioin - s, musva - s, astru - ev
				14,2	Bl (Sedim. Fjell?)	S	ciain - s, cf eches - e,
	123	59.48303	10.39524	15,2	Bløtbunn	S	ser ut som sedimentert fjell, løsrevne alger - s, astru - ev, lite liv, musva - s/ev
				19,5	Fjell	S	sediment - d, ser ut som bløtbunn, likner viftesvamp - s, cf carsm - s/ev, cf polychaet rør - s, alcdi - s,
124	59.48284	10.39497	20,7	"	S	som forrige registrering + astru - ev	
			21,8	"	S	som forrige registrering + cf eches - e, slutt på det som likner viftesvamp	
125	59.48240	10.39524	25,5	"	S	sediment - d, cf prosil - e/s, carsm - s	
			29	Bløtbunn		sediment - d (ser ut som bløtbunn)	
126	59.48237	10.39490	30,6	"	S	sediment - d (ser ut som bløtbunn)	
			0,3	Stein	S	buskete rød/grønnalger - s, fucve - v, balaz - s, littz - s,	
			0,6	Sand + stein	S	musva - s, fucse - v, balaz - s, littz - s, buskete rød/grønnalger - s	
			0,7	Sand	S	start på zosma - s, buskete rød/grønnalger - s, musva - s, arema - ev	
127	59.48808	10.38764	1	"	S	zosma - v, buskete rødalger - v, musva - s	
128	59.48799	10.38759	1,3	"	S	zosma - s, buskete rødalger - s, musva - s	

Område: Langøya		Dato: 14. september 2010					
Transekt nr	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro	Merknad
		LAT	LONG				
	129	59.48777	10.38714	2,9	Fin sand	S	J zosma - s, musva - s, astru - ev/s, buskete rødalger - ev/s
				3,5	"	S	J zosma - ev, musva - s, astru - ev/s, buskete rødalger - ev/s
	130	59.48762	10.38690	4,4	"	S	J slutt på zosma, hull i sand - s, buskete rødalger - ev/s
				5	"	S	J hull i sand - v, arema - e, buskete rødalger - ev/s, musva - s, astru - e
				6	"	S	J hull i sand - v/d
	131	59.48695	10.38632	10	Fin sand / bløtbunn	S	J hull i sand - s, musva - s, cioin intestinalis - s
				11	"	S	J musva - s, cioin - s, astru - ev
	132	59.48683	10.38593	14,9	Bløtbunn	S	J musva - ev, cioin - ev
	133	59.48680	10.38551	20,2	"	S	J musva - ev, cioin - ev
	134	59.48672	10.38520	25,3	"	S	J bart
				27,1	"	S	J penph - e
	135	59.48623	10.38563	28,6	"	S	J penph - e
				0,6	Sand + stein	S	R fucse - d, balaz - s, musva - s, myted - s
				0,6	Sand	S	J arema - ev, zosma starter - s, buskete rød/grønnalger - s
	136	59.49524	10.37308	1,2	"	S	J zosma - v, buskete rødalger - v
	137	59.49508	10.37293	1,8	"	S	J zosma - s, buskete rødalger - s, musva - s
	138	59.49505	10.37283	4	"	S	J slutt på zosma, astru - s,
				5	Fin sand	S	J musva - s, astru - s, arema - e
	139	59.49484	10.37302	6,5	"	S	J hull i sandbunn - v, astru - ev, cioin - ev, musva - ev/s
				7,5	"	S	J hull i sand - s, cioin - s, cf eches - e
	140	59.49461	10.37295	9,9	Fin sand / bløtbunn	S	J musva - s, cioin - s, astru - e
				12	"	S	J ophix - s, musva - s, hvit svamp - e
	141	59.49446	10.37247	15,2	Bløtbunn	S	J musva - s
	142	59.49423	10.37225	20,5	"	S	J bart
	143	59.49424	10.37170	25,2	"	S	J bart
				26,5	"	S	J penph - s
				29	"	S	J penph - s, funqu - e, stor gul sjøstjerne - e
	144	59.49392	10.37146	32,2	"	S	J penph - s, funqu - e,

Område: Langøya		Dato: 14. september 2010						
Transekt nr	Wp nr	GPS LAT LONG	Dyp (m)	Substrat	Terrenguro	Merknad		
4	145	59.50254	10.36211	Sand + stein	S	J	fucse - d, balaz - s, røde buskalger - s	
	146	59.50250	10.36153	Sand	S	J	fucse - s/v, myted - v, balaz - v, røde buskalger - s, musva - s	
	147	59.50222	10.36122	"	S	J	fucse - s, myted - s, balaz - s, musva - s,	
				"			start på zosma - s, musva - v, røde buskalger - s,	
	148	59.50220	10.36097	"	S	J	slutt på zosma, røde buskalger - s, sacia juv - ev	
				"			røde buskalger - s, sacia juv - ev, astru - ev	
				5,5	"		sacia - v (kun i liten stripe på 5,5m), røde buskalger - s	
				8	Fjell	S	J	sediment - d (ser ut som sandbunn), cioin - s
	149	59.50211	10.36054	8,9	"		sediment - d, alcdi - e, cioin - s,	
				11	"		sediment - d, alcdi - s, cioin - s, flyndre - e, lithz - s, musva - s	
	150	59.50204	10.36028	16,5	"		sediment - d, polychaetrør - s, musva - s, sacia - e (løs?),	
				19,5	"	S	R	sediment - d, polychaetrør - s, musva - s, holqz - e, alcdi - e, hvit svamp - e
	151	59.50197	10.36001	22,8	Bløtbunn	S	J	musva - s
	152	59.50191	10.35948	31,2	"			penph - e, cf polci - s
				34	"			funqu - ev, cf polci - s, astru - e
	153	59.50188	10.35912	38,1	"			som forrige registrering
				42,2	"	S	J	funqu - e
5			0,5	Stein	S	R	littz - s, balaz - s	
			0,6	"	"	R	som forrige registrering + fucse - v, buskete rødalger - s	
	154	59.49184	10.38876	Stein + sand	S	R	som forrige registrering	
			1,9	Sand + stein	S	J	sacia - s, buskete rødalger - s, musva - s	
			2,5	Sand	S	J	musva - s	
	155	59.49201	10.38899	Fin sand	S	J	hull i sand - v, løsevne alger - s, ganske bart	
	156	59.49222	10.38945	Fin sand / bløtbunn			dårlig sikt, hull i sand - s	
			11	"			som forrige registrering + cioin - s, alcdi - s, astru - ev/s	
			13,9	Fjell	S	J	sediment - d, alcdi - s, cioin - s	
	157	59.49238	10.39022	Bløtbunn	S	J	astru - e, cf polci - s	
		21,9	"	S	R	cf polci - s, penph - s		

Område: Langøya		Dato: 14. september 2010					
Transekt nr	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro	Merknad
		LAT	LONG				
	158	59.49260	10.39091	26	"		som forrige registrering
				28,2	"		som forrige registrering
	159	59.49271	10.39147	33,5	"		som forrige registrering
	160	59.49273	10.39155	34,4	"		som forrige registrering

S = skrånende, J = jevnt, R = ruglete, e = enkeltfunn, ev = enkeltvis, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende, cf = likner på

fucve = Fucus vesiculosus, fucse = Fucus serratus, litz = Littorina sp, myted = Mytilus edulis, balaz = Balanus sp, zosma = Zostera marina, musva = tomme muslingeskall, dasba = Dasya baillouviana, astru = Asterias rubens, phyllz = Phyllophora sp, saca = Saccharina latissima, polel = Polysiphonia elongata, cioin = Ciona intestinalis, eches = Echinus esculentus, alcdi = Alcyonium digitatum, carsm = Caryophyllia smithii, prosi = Protanthea simplex, arema = Arenicola marina, penph = Pennatula phosphorea, holqz = Holothuroidea, funqu = Funiculina quadrangularis, ophix = Ophiuroidea, lithz = Lithotamnion sp, cf polci = Polydora ciliata

## Vedlegg E.

Artsliste bløtbunnsfauna stasjon LØ-1, grabb 1-3 i 2010.

NOAH-Langøya	Stasjon LØ1 19. mai 2010					
GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	FULL_NAVN	G1	G2	G3	SUM
ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydi		1		1
NEMERTEA		Nemertea indet	12	13	9	34
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	4		1	5
POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			1
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp			1	1
POLYCHAETA	Polyodontidae	Panthalis oerstedii		1		1
POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona	1			1
POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1			1
POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	8	12	8	28
POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis rosea	1			1
POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti	1			1
POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp	1			1
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp	4	13		17
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	2	1	3	6
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa		1		1
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba		1	1	2
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera cf. lapidum	1			1
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera cf. rouxii	2	1		3
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum		3		3
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera rouxii	3	4	3	10
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp		1		1
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2	1	2	5
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	22	25	15	62
POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	7	11	6	24
POLYCHAETA	Spionidae	Laonice bahusiensis	1			1
POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sp		1		1
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	36	21	5	62
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	6	9	10	25
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	3	11	1	15
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio steenstrupi	1			1
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora cf. pulchra	1			1
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	3	4	2	9
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroeyeri	6	10	13	29
POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta cf. marioni	1			1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	29	34	24	87
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx sp	4	1		5
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa			2	2
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	3	4	12	19
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa		1	1	2
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina acuminata		1	2	3
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cylindricaudata	3	1	1	5



NIVA 6117-2011

NOAH-Langøya		Stasjon LØ1 19. mai 2010				
GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	FULL_NAVN	G1	G2	G3	SUM
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	71	45	37	153
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	43	44	19	106
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	8	9	8	25
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet	1	1		2
POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis			3	3
POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	1			1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	3	1	1	5
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata			1	1
POLYCHAETA	Terebellidae	Paramphitrite tetrabranchiata			1	1
POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus medusa		1		1
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	3	6	6	15
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone cf. papillosa		1		1
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp		1	1	2
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet			1	1
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		1		1
OPISTHOBANCHIA	Pyramidellidae	Odostomia unidentata		1		1
OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philina scabra		1		1
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	6		2	8
BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	11	19	10	40
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sulcata	1	3		4
BIVALVIA	Pectinidae	Pectinidae indet			2	2
BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	4	5		9
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp	6	9	8	23
BIVALVIA	Cardiidae	Cardiidae indet			1	1
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum		1		1
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp	2			2
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	32	41	36	109
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	2	2		4
BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cf. obesa			2	2
BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	2			2
CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis costata			1	1
CUMACEA	Lampropidae	Hemilamprops cf. rosea			1	1
CUMACEA	Lampropidae	Hemilamprops rosea			1	1
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta		1		1
ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris		2		2
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	4			4
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1	1		2
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata		1		1
SIPUNCULIDA		Golfingia vulgaris		1		1
SIPUNCULIDA		Golfingia sp		2		2
OPHIUROIDEA		Ophiurida indet	1	2	17	20
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	16	21	22	59
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis		2	3	5
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp	9	39		48
ECHINOIDEA		Irregularia indet		1	1	2

## Vedlegg F.

**Tabell 19.** SPI-stasjoner i NOAHs overvåkningsprogram for 2010. Koordinatene er oppgitt i WGS84, Dyp i meter, aRPD (Apparent Redox Potential Discontinuity) i cm, BHQ-indeks, Tilstandsklasse (TK SPI) og kamerats penetrasjonsdyp.

Stasjon	Bredde-grad	Lengde-grad	Dyp	aRPD	BHQ indeks	TK SPI	middels TK SPI	n	Penet. dyp	Kommentar
NOA01	59,492916	10,372733	38	1,2	7,0	3	3	1	10,45	Konservativt estimat
NOA02	59,494499	10,369984	39	2,7	8,3	2	2,5	4	13,00	
NOA03	59,497116	10,36515	38	2,5	8,5	2	2	2	6,90	
NOA04	59,496017	10,363533	74	3,0	8,0	2	2,5	2	14,00	
NOA05	59,494148	10,369383	46	1,5	7,0	3	3	1	12,50	To 'refuserte' bilder konservativt estimert til TK = 2 og 3 (BHQ = 8 og 7)
NOA06	59,492416	10,3715	50	2,4	7,0	3	3	3	11,00	Konservativt estimat basert på 3 bilder
NOA07	59,491768	10,375183	28	1,8	6,5	3	3	2	7,67	
NOA08	59,494251	10,361617	88	3,1	11,0	2	2	2	17,85	
NOA09	59,491219	10,373983	45	2,6	10,0	2	2	1	15,50	To 'refuserte' bilder konservativt estimert til TK = 2 (BHQ = 8 og 9)
NOA10	59,489017	10,377666	56	3,0	9,0	2	2	2	14,50	
NOA11	59,488983	10,379784	46	1,4	8,0	2	2	1	4,20	To 'refuserte' bilder konservativt estimert til TK = 3 (BHQ = 6)
NOA12	59,485565	10,384733	45	2,3	9,3	2	2	3	12,07	
NOA13	59,481068	10,387317	65	2,9	8,5	2	2	2	18,67	Et 'refuserte' bilde konservativt estimert til TK = 2 (BHQ = 9)
NOA14	59,470867	10,388634	100	3,2	9,0	2	2	2	16,25	
NOA15	59,491768	10,393917	45	2,2	7,0	3	2,67	3	15,00	
NOA16	59,49585	10,391467	68	2,3	9,5	2	2	2	17,50	
NOA18	59,511215	10,375334	115	3,5	10,0	2	2	2	17,45	
NOA17	59,50667	10,4118	177	7,1	10,0	2	2	3	21,7	smearing
NOA19	59,5158	10,341316	53	2,5	8,0	2	2	1	12,80	To 'refuserte' bilder konservativt estimert til TK = 2 og 3 (BHQ = 8 og 6)
NOA20	59,50197	10,3547	100	2,4	9,3	2	2,33	3	16,97	
NOA21	59,489967	10,357417	93	4,2	11,0	2	2	3	17,57	
LØ-1	59,48603	10,37768	68	2,1	10,0	2	2	4	14,30	

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)