

Overvåking NOAH Langøya 2012.
Miljøgifter i blåskjell,
sedimentundersøkelser samt
marinbiologiske registreringer



Hovedkontor

Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: 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 2012. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt marinbiologiske registreringer	Løpenr. (for bestilling) 6466-2013	Dato 30. januar 2013
	Prosjektnr. Undemr. 12172	Sider Pris 69
Forfatter(e) Gitmark, Janne Green, Norman Beylich, Bjørnar Borgersen, Gunhild Høgåsen, Tore	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NOAH AS, v. Marit Læg Reid	Oppdragsreferanse Bestilling 8880-1
--	--

<p>Sammendrag</p> <p>Siden overvåkingen utenfor NOAHs anlegg på Langøya startet i 1994 har resultatene i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området. Undersøkelsene utført i 2012 omfattet forekomst av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell, metaller i sediment, tilstanden til biologiske samfunn i fjæra, samt tilstanden på hardbunn og bløtbunn på dypere vann. Tilstanden var i 2012 for det meste god, men med noe forhøyede nivåer av enkelte metaller i blåskjell nær kaiområdet på Langøya. Analyser av sedimentprøver i området utenfor bulkkaia, og lenger sør på Langøya viste bakgrunnsverdier (ingen forurensing) i sedimentene, men metallnivåene var litt høyere på stasjonen ved bulkkaia. Dette indikerer en lokal påvirkning fra NOAHs aktiviteter, trolig i hovedsak forårsaket av spill ved lossing av forurenset materiale. Sedimentprofilograferingen (SPI) viste i hovedsak gode forhold på bløtbunnen rundt hele Langøya. Analyser av bløtbunnsfaunaen viste også god eller svært god tilstand. Undersøkelsene av fjæresonen og sjøsonen ned til ca. 40 m dyp tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god rundt Langøya. Det er sannsynlig at flere forureningskilder i området enn NOAH-Langøya kan påvirke de stasjoner som undersøkes.</p>
--


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



Janne Gitmark
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder



Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

Overvåking NOAH Langøya 2012

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 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 2012.

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i april og juli 2012.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Marijana Brkljacic og Åshild Setvik.

Karl Norling (NIVA) har gjennomført sedimentprofilografering (SPI) og bløtbunnsfaunainnsamling, ved bruk av UiOs forskningsfartøy ”Trygve Braarud”.

Analyser og vurderinger av SPI-bilder ble utført på NIVA av Bjørnar Beylich.

Artsbestemmelse av bløtbunnsfauna og beregning av bløtbunnsindeksene ble utført av Gunhild Borgersen (NIVA).

Analysene for TBT og kvikksølv (Hg) er utført hos Eurofins. De resterende metallanalysene og alle analysene for PAH og PCB er utført på NIVAs laboratorium. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert hos NILU. Radioaktivitet ble analysert hos IFE.

Trendanalysene er utført av Norman Green og Tore Høgåsen ved NIVA.

Oslo, 30. januar 2013

Janne Gitmark

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya	9
2. Metodikk	11
2.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell	11
2.2 Sedimentundersøkelser	13
2.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	13
2.2.2 Bløtbunnsfauna	14
2.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkaia	15
2.3 Strandsoneundersøkelser	16
2.4 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen	17
3. Resultater	18
3.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell	18
3.1.1 Metaller i blåskjell	18
3.1.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	20
3.1.3 Gradienter og utvikling i blåskjell	22
3.2 Sedimentundersøkelser	29
3.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	29
3.2.2 Bløtbunnsfauna	30
3.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkai	32
3.3 Strandsoneundersøkelser	33
3.4 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen	38
4. Referanser	41
Vedlegg A.	44
Vedlegg B.	49
Vedlegg C.	62
Vedlegg D.	66
Vedlegg E.	68
Vedlegg F.	69

Sammendrag

NOAH AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. NIVA utførte i 1994 en orienterende undersøkelse i området og har siden 1996 på oppdrag for NOAH utført årlige undersøkelser av den marine resipienten utenfor anlegget på Langøya. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2012 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya (stasjon B2, B3, B4, B5, B6, B7, B10, B11) og ved kontrollstasjonen på Mølen (stasjon BK). Fra kontrollstasjonen og 5 av stasjonene på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter og tinnorganiske forbindelser (inkl. TBT). Det ble videre foretatt visuelle registreringer av alger og dyr på tre stasjoner i strandsonen ved snorkling, og på fem stasjoner i sjøsonen ved hjelp av UV-videokamera. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved sedimentprofilfotografering (SPI) på 22 stasjoner og faunasammensetningen i sedimentene ble undersøkt på en stasjon. De observerte konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell og i sedimenter er i hovedsak klassifisert iht. Klif's system for klassifisering av miljøkvalitet.

Tilstanden med hensyn til metallinnhold i de undersøkte blåskjellene var i hovedsak god i 2012. Av de 288 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 58 % av klassifiseringene ubetydelig-lite forurensing, 39 % moderat forurensing, 2 % markert forurensing, 0,3 % sterk forurensing og 0,7 % meget sterkt forurensing.

For kvikksølv viste samtlige prøver moderat forurensing. Det samme gjaldt for arsen (med unntak av en prøve fra stasjon B5) og vanadium (med unntak av en prøve fra kontrollstasjonen). Innholdet av krom viste markert forurensing i fire prøver og meget sterk forurensing i to prøver på stasjon B4. Innholdet av nikkel viste markert forurensing og sterk forurensing i to prøver på stasjon B4.

Trendanalyser avdekket tre signifikante fortsatt oppadgående trender siden 1996 for kadmium, kvikksølv og bly i blåskjell på stasjon B3 (ved bulkkaia på Langøya) og på kontrollstasjonen. For kvikksølv ble det registrert en oppadgående trend på samtlige stasjoner. For kadmium ble det også funnet en oppadgående trend på stasjon B5.

Vanadium og arsen hadde høyere konsentrasjoner ved kontrollstasjonen på Mølen enn rundt Langøya. Dette kan tyde på en generell forurensing av vanadium og arsen i midtre deler av Oslofjorden og at NOAH ikke er kilden til denne.

Analysene av organiske miljøgifter i blåskjell på et utvalg av stasjonene rundt Langøya i 2012 viste ubetydelig-lite forurensing i de fleste prøvene. Alle prøvene viste ubetydelig-lite forurensing av PAH, BAP og PCB₇. På stasjon B3, B6, B11 og BK var det moderat forurensing av kPAH. På stasjon B2 var det moderat forurensing av kPAH og dioksiner, og på stasjon B4 var det moderat forurensing av TBT og kPAH. Den generelle utviklingen av miljøtilstanden med hensyn til organiske miljøgifter og TBT i blåskjell ved Langøya er positiv. Det ble stort sett registrert lavere verdier i 2012 enn i 2011.

Analyser av sedimentprøver fra området utenfor bulkkaia ved stasjon B3 og lenger sør ved stasjon B2, har siden de startet i 2003 bekreftet at det er eller har vært en tilførsel av metaller til området utenfor og nær bulkkaia. De forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført har imidlertid gitt resultater ved at nivåene av metaller er redusert. Undersøkelsene utført i 2012 har bekreftet dette. I 2012 var det bakgrunnsverdier av både bly, kadmium og sink. Metallnivåene var litt høyere på B3 enn på B2. Nivåene av radioaktivitet ble analysert i to sedimentprøver og lå innenfor det normale.

Sedimentprofilfotograferingen (SPI) viste i hovedsak gode forhold på bløtbunnen rundt hele Langøya.

Bløtbunnsfaunaen har vist god eller svært god tilstand hvert år siden 2008, også i 2012. Det har vært en jevn forbedring i tilstand frem til 2011. Resultatene fra 2012 viste en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011.

Strandsonesamfunnene indikerte ingen redusert biologisk kvalitet ved Langøya i 2012. Undersøkelsen av vegetasjonen i sjøsonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på grunt vann på alle stasjonene og ålegrasenger på fire av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. De undersøkte områdene ned til ca. 40 m dyp var dominert av sandbunn og nedslammet fjellbunn med lite synlige organismer. Gravehull i sand- og bløtbunn tyder på at det er liv nede i sedimentet.

Siden NOAHs anlegg har utslipp av miljøgifter til fjorden, kan man på generelt grunnlag anta at driften på Langøya bidrar til de overkonsentrasjoner av miljøgifter som er funnet. Det er imidlertid spill ved lossing av forurenset materiale ved bulkkaia som sannsynligvis har gitt de største overkonsentrasjonene i skjell. De målte nivåer av metaller rundt Langøya og ved referansestasjonen indikerer at det finnes andre forureningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forureningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale.

Summary

Title: Monitoring NOAH Langøya 2012. Littoral and sublittoral communities, micropollutants in mussels and condition of sediments

Year: 2013

Authors: Gitmark, Janne; Green, Norman; Beylich, Bjørnar; Borgersen, Gunhild; Høgåsen, Tore

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6201-8

Littoral and sublittoral communities, concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), and the environmental condition in sediments were investigated by NIVA in 2012. The investigation is 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 AS. A brief inspection of the area was performed by NIVA in 1994 (Walday & Helland 1994), and monitoring has been run yearly since 1996. Results from the investigations performed in 2012 are presented in this report.

In 2012, 39 % of the results from analysis of contaminants in mussel could be classified as moderately polluted, 2 % were markedly polluted, 0,3 % were strongly polluted and 0,7 % were very strongly polluted. The rest were little or non-polluted. Metal pollution was mainly caused by arsenic (As), chromium (Cr), mercury (Hg) and vanadium (V). Samples from the reference-station showed higher concentrations of V and As than the stations around Langøya.

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

Mussels were generally not polluted from organic contaminants, but 25 % of the samples were moderately polluted of kPAH, dioxins or TBT.

Analysis of photographs taken by SPI (Sediment Profile Imaging) showed good conditions in the sediments around Langøya, so did analysis of soft-bottom fauna from one station.

The investigation of the littoral and sublittoral communities down to 40 m 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 waste during unloading of ships, the investigations indicate a generally healthy environment in the recipient throughout the monitoring period.

1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya for å kartlegge om utslipp og aktiviteter på anlegget har påvirket, eller påvirker, miljøet i sjøen i området.

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

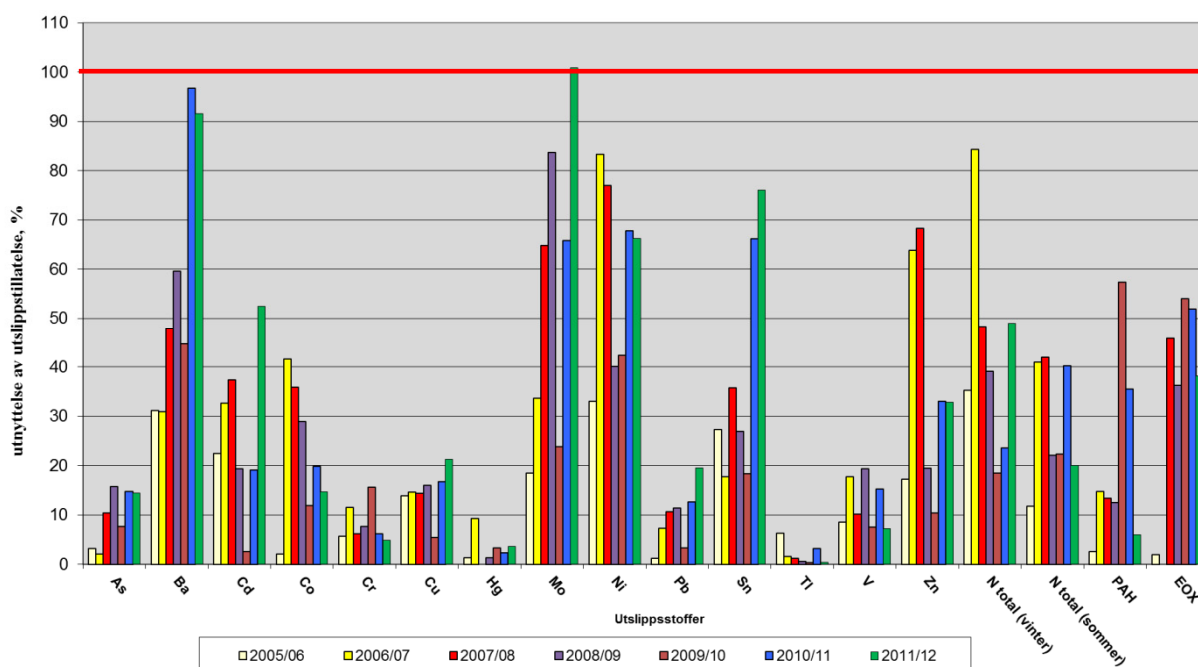
Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og har frem til oktober 2007 blitt sluppet ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Utslippsrøret er nå forlenget og vannet går ut på 38 m dyp. Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas to samleprøver gjennom et døgn én gang i uken for analyse av bl.a. metallinnhold og organiske miljøgifter. Det slippes normalt ut 80-130 m³ 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, 2011 og Gitmark *et al.* 2012). 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

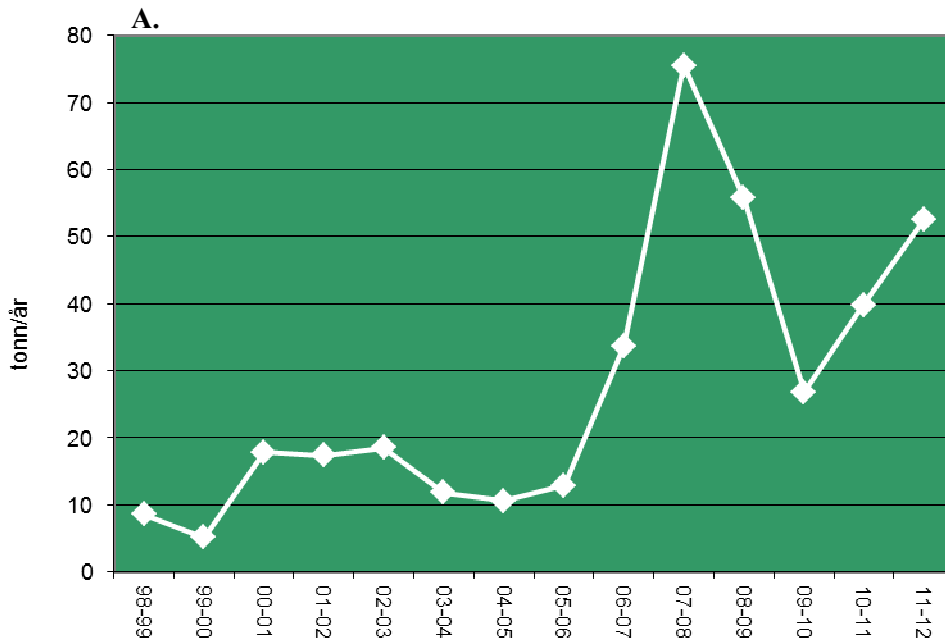
NOAH-Langøya måler konsentrasjonene av blant annet metaller i sitt utslippsvann. Utslippsmengder pr. måned for de metaller som analyseres i blåskjell er vist i **Tabell 1**. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var gjennomgående innenfor konsesjonsgrensene i 2011/12 (**Figur 1**). Det er blitt gjort endringer i konsesjonsgrensene for nitrogen underveis i overvåkingen, og **Figur 1** avspeiler derfor ikke de faktiske endringene i utslippsmengder. Utslippene av nitrogen har økt siden overvåkingen startet, samtidig som konsesjonsgrensen også har blitt hevet (**Figur 2**). Overvåkingen av resipienten er metodisk 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 – 40 m dyp.



Figur 1. Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11 og 2011/12. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent av konsesjonsbestemte maksimalutslipp (kg/døgn) og er beregnet på bakgrunn av analyserte mengder i utslippsvannet; arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), vanadium (V), sink (Zn), tinn (Sn), kvikksølv (Hg), total-nitrogen (N total), tjærestoffer (PAH) og summen av ekstraherbare klorerte organiske forbindelser (EOX). Etter data fra NOAH-Langøya.

Tabell 1. Utslipp til sjø (kg/mnd. - månedsmiddel) fra NOAH Langøya AS for perioden oktober 2011 april 2012. Tallene er oppgitt av bedriften.

	2011			2012								
	okt.	nov.	des.	jan.	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	jul.	aug.	sept.
As	0,236	0,212	0,261	0,234	0,277	0,276	0,229	0,166	0,113	0,043	0,026	0,040
Ba	59,039	71,383	106,536	105,846	99,882	95,277	83,538	76,234	61,386	19,146	7,705	16,474
Cd	0,532	0,310	0,190	0,105	0,198	0,248	0,576	0,675	0,726	0,327	0,042	0,473
Co	0,248	0,272	0,227	0,192	0,354	0,349	0,271	0,139	0,038	0,014	0,014	0,021
Cr	0,079	0,071	0,087	0,078	0,092	0,092	0,076	0,050	0,048	0,014	0,009	0,013
Cu	0,638	0,177	0,218	0,195	0,231	0,230	0,390	0,457	0,334	0,186	0,022	0,034
Mo	14,677	13,739	22,153	23,400	24,108	24,929	24,933	23,334	24,925	12,072	5,426	7,343
Ni	3,108	3,231	3,111	1,662	1,473	1,057	1,656	0,975	0,352	0,202	0,017	0,088
Pb	0,295	0,181	0,145	0,301	0,253	0,410	0,788	0,537	0,511	0,080	0,037	0,020
V	0,095	0,071	0,087	0,078	0,092	0,161	0,237	0,065	0,079	0,067	0,009	0,013
Zn	1,995	1,446	1,627	1,125	2,822	4,064	4,396	2,769	2,721	0,460	0,075	0,509
Sn	0,140	0,174	0,229	0,276	0,255	0,247	0,181	0,206	0,176	0,028	0,012	0,019
Tl	0,009	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,010	0,005	0,000	0,003
Hg	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,005	0,004	0,001	0,000	0,001
N(tot.)	4929	5239	6107	6045	7378	7440	5828	4030	2914	1054	589	899
CN	0,197	0,177	0,194	0,195	0,296	0,494	0,191	0,124	0,094	0,036	0,022	0,034
PAH	0,016	0,008	0,005	0,009	0,016	0,016	0,003	0,003	0,001	0,004	0,003	0,004
EOX	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,000	0,000	0,000



B.

	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
N(tot.) - vinter	80	80	320	320	240	240	240
N(tot.) - sommer	60	60	125	125	130	130	130

Figur 2. A. Utviklingen i nitrogenutslipp (tonn/år) fra NOAH-Langøya siden 1998-99. B. Utslippskvotene fra Klif (årsmiddel kg/døgn) siden 2005.

2. Metodikk

2.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell

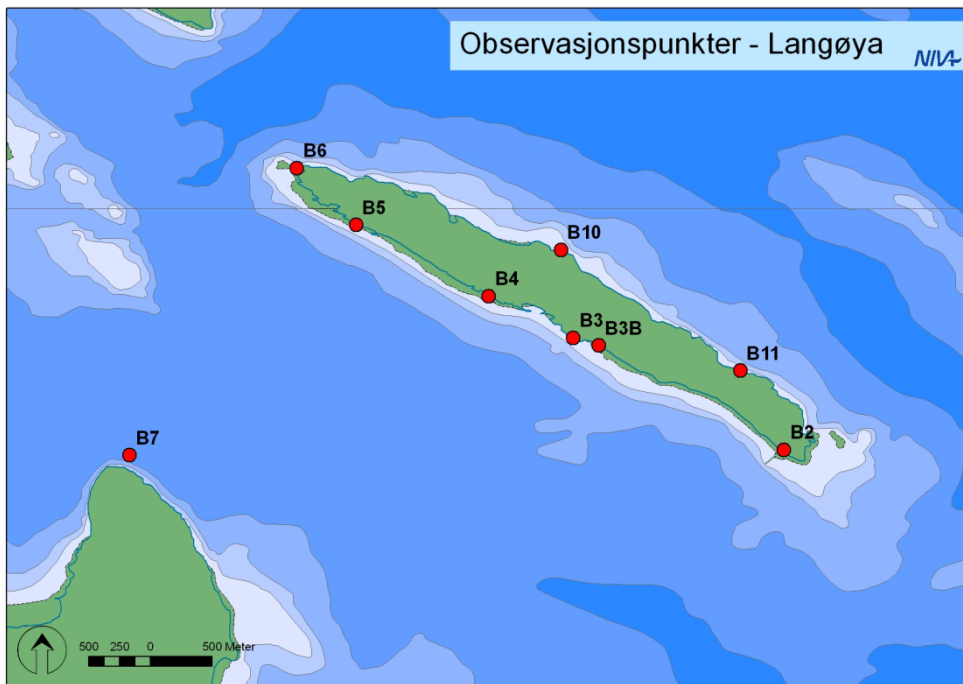
Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført i 5 - 6. september 2012 i området rundt Langøya (**Figur 3**) og på Mølen (kontrollstasjon BK) ca. 5 km øst for Langøya. Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (**Tabell 18 – Vedlegg E**).

Blåskjell ble samlet inn fra stasjon BK (kontroll) samt B2 – B11 (**Figur 3**). På hver Langøya-stasjon ble det innsamlet ca. 60 skjell med en lengde på 3 - 6 cm.

I 2003 ble det startet prøvetaking på stasjon B3b for å få mer kunnskap om påviste forhøyede nivå av bly og kadmium utenfor kaianlegget på Langøya (stasjon B3). Siden 2007 har konsentrasjonen av bly og kadmium i blåskjell på stasjon B3 og B3b ligget i Klasse I (Ubetydelig – lite forurenset) og Klasse II (Moderat forurenset) iht. Klif's klassifikasjon av tilstand ut fra miljøgiftkonsentrasjonen i blåskjell (**Tabell 2**). Det har de siste årene også vært vanskelig å finne nok blåskjell til analyser på stasjon B3b. Det ble derfor bestemt at det ikke er nødvendig å fortsette innsamling av blåskjell på stasjon B3b, og innsamlinger ble ikke gjort i 2012.

På laboratoriet ble skallengder målt og samlet vekt av bløtdeler for hver stasjon bestemt. Muslingene (kun bløtdelene) ble så homogenisert og sendt til analyse for innhold av miljøgifter. Det ble analysert på 3 prøver à ca. 20 skjell fra hver stasjon. Metallanalysene (med unntak av kvikksølv (Hg)) og alle analysene for PAH og PCB er utført på NIVAs laboratorium. Analysene for kvikksølv (Hg) og TBT er utført hos Eurofins. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert på NILU.

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



Figur 3. Langøya med plassering av blåskjellstasjoner. Kontrollstasjonen (BK) ligger på Mølen, ca. 5 km øst for Langøya (utenfor kartutsnittet). Strandsoneregistreringer utføres på stasjon BK, B2 og B6.

Klassifisering av tilstand fra konsentrasjoner i blåskjell

De observerte miljøgiftkonsentrasjoner i prøvene sammenlignes mellom innsamlingspunkt for å påvise eventuelle konsentrasjonsgradienter. Det gjøres også sammenligninger med resultatene fra tidligere år. De observerte konsentrasjoner i blåskjell er i hovedsak klassifisert iht. Klif's (tidl.SFT) system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et al.* 1997) (**Tabell 2**). 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 2. Klif's 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).

Stoff	Kl. I Ubetydelig- lite forurenset	Kl. II Moderat forurenset	Kl. III Markert forurenset	Kl. IV Sterkt forurenset	Kl. V Meget sterkt forurenset
Kvikksølv (mg Hg/kg t.v.)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
Kadmium (mg Cd/kg t.v.)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Bly (mg Pb/kg t.v.)	<3	3-15	15-40	40-100	>100
Arsen (mg Ar/kg t.v.)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Sink ¹ (mg Zn/kg t.v.)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Krom (mg Cr/kg t.v.)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Kobolt (mg/Co/kg t.v.)	<3	ikke klassifisert	ikke klassifisert	ikke klassifisert	ikke klassifisert
Vanadium (mg V/kg t.v.)	<2	2-10	10-30	>30	ikke klassifisert
Nikkel (mg Ni/kg t.v.)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Kobber ¹ (mg Cu/kg t.v.)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
TBT (mg/kg t.v.)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5
Dioxin (ng TE _{PCDF/D} /kg v.v.)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3	>3
∑ PCB ₇ (µg/kg v.v.)	<4	4-15	15-40	40-100	>100
∑ PAH (µg/kg v.v.)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
Benzo(a)pyren (µg B(a)P/kg v.v.)	<1	1-3	3-10	10-30	>30

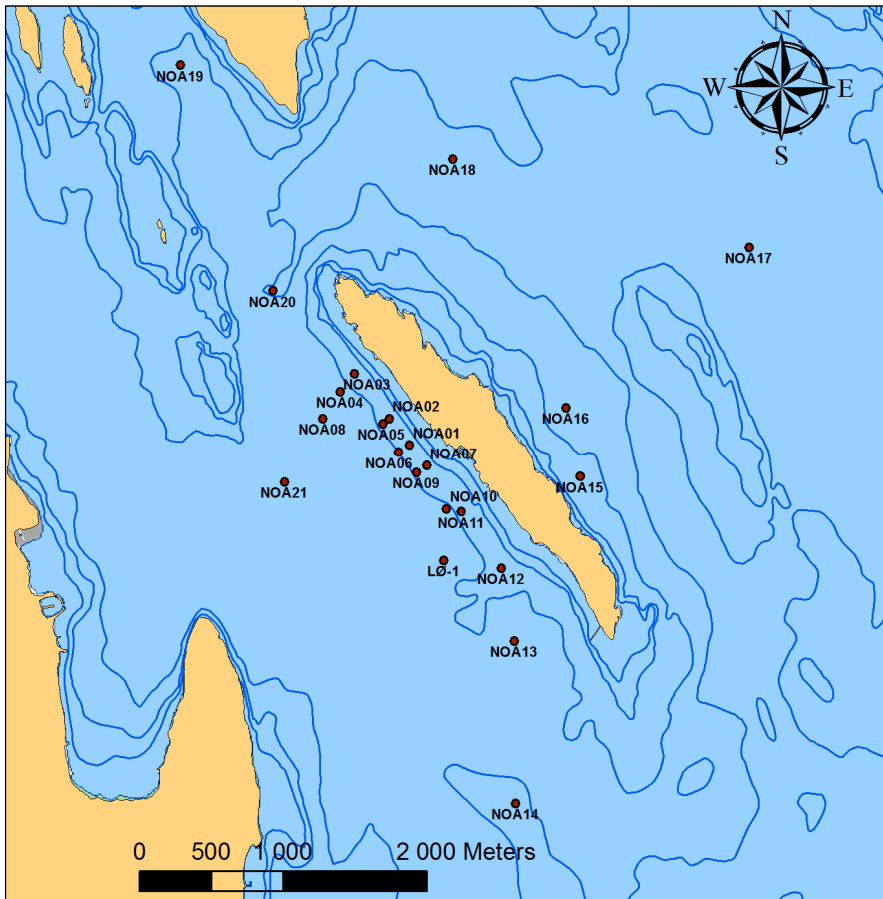
¹ Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

Trendanalyse av metaller i blåskjell

En enkel 2-parameters lineær 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.* (1998) med revisjoner av Fryer & Nicholson (1999). Glattemetoden er basert på løpende 7-års intervall og er en ikke-parametrisk kurve tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn 7 år er ingen glattemetode benyttet. For at en statistisk test for en glattet kurve skal være gyldig må konsentrasjonene av miljøgifter 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.* (1997).

2.2 Sedimentundersøkelser

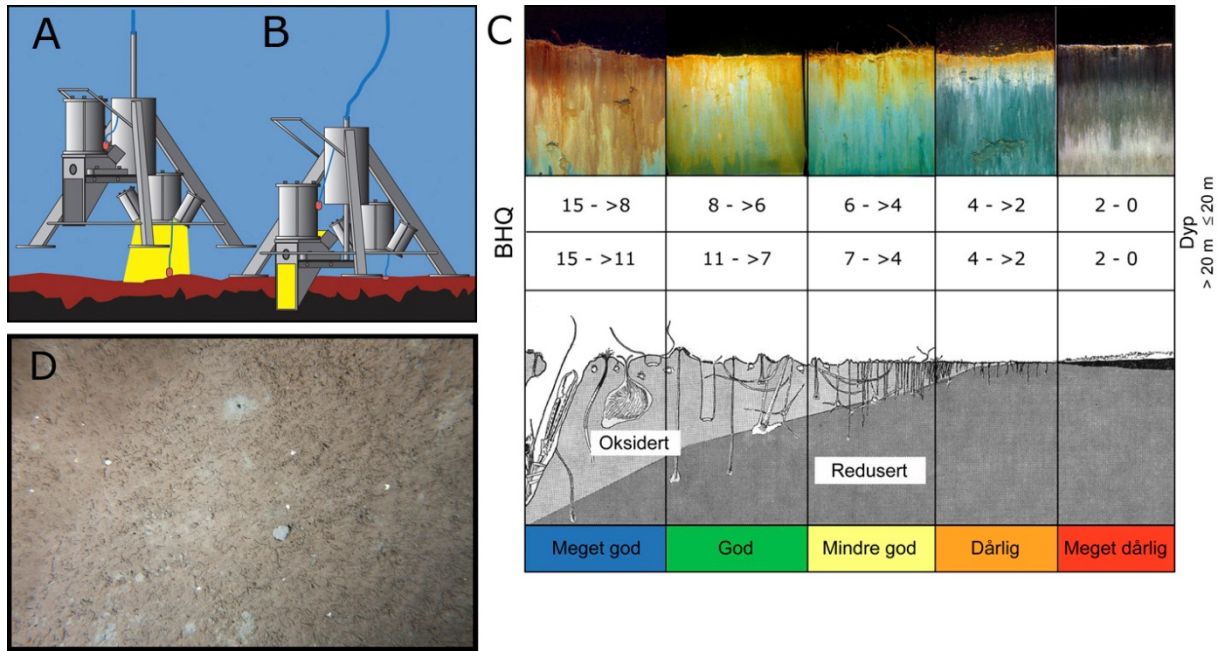
Det ble foretatt undersøkelser med fotografering og prøvetaking av bunnsedimentene ved Langøya fra F/F Trygve Braarud tilhørende Universitetet i Oslo den 22. mai 2012. Undersøkelser av bunnsedimentene ved sedimentprofilfoto ble gjort på 22 stasjoner og prøver av bløtbunnsfauna ble samlet inn på stasjon LØ-1 (**Figur 4**). Sedimentprøver fra bunnen utenfor bulkkaia (B3) og litt lenger sør nær stasjon B2 (**Figur 3**) ble tatt 13. september 2012.



Figur 4. Stasjonsplassering for SPI-undersøkelser i 2012, LØ-1 prøvetas også for fauna

2.2.1 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 5**). 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 som til sammen utgjør et prisme. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet. På riggen er det montert et overflatekamera som tar et bilde ($\approx 1/4\text{m}^2$) av sedimentoverflaten rett før riggen når den.



Figur 5. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. **(A)** Rigg over bunnen. Gult antyder at bilde av overflaten tas. **(B)** Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og SPI bildet eksponeres. **(C)** Figuren 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 mens sortfarget sediment indikerer reduserte forhold. Grenseverdier for BHQ-miljøkvalitetsindeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m i samme skala som benyttes for marine sedimenter i EUs vanndirektiv (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006 er vist). **(D)** Eksempel av et overflatebilde med strukturer og børstemarkrør synlig.

Beregninger av miljøindeks

Fra bildene beregnes 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 hulrom i sedimentet), samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala fra 0 til 15. Indeksen kan så sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksessjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i samme skala som benyttes i EUs vanndirektiv (Rosenberg m. fl. 2004). BHQ-indeksen har god korrelasjon med parameterne brukt i tradisjonelle bunnfaunaundersøkelser (Rosenberg m. fl. 2004). Fra overflatebildene kan dyr på sedimentoverflaten og spor av deres aktivitet studeres og kvantifiseres.

2.2.2 Bløtbunnsfauna

Prøver av faunasammensetning i sedimentene ble samlet inn på stasjon LØ-1 (**Figur 4**). Fauna ble prøvetatt ved bruk av en standard langarmet van Veen-grabb. Denne tar ut en prøve av de øvre 5 cm (sand) til 10 cm (mudder) av sedimentet i et areal på $0,1 \text{ m}^2$. Det ble tatt tre replikate grabbprøver på stasjonen. Prøvene ble vasket på 5 mm og 1 mm sikter om bord for fjerning av finmateriale og fiksert i 4 - 6 % nøytralisert formaldehydløsning.

I laboratoriet ble prøvene sortert under stereolupe og alle dyr plukket ut og lagret i sprit. Alle dyr ble identifisert, og antall individer av hver art notert. Identifiseringen er i hovedsak utført til artsnivå.

Beregninger av bløtbunnsindekser

På grunnlag av artslistene beregnes indekser for artsmangfold og ømfintlighet. Følgende indekser ble benyttet:

- artsmangfold ved Shannon-Wiener indeksen H' (\log_2) og Hurlberts diversitetsindeks ES(100) (forventet antall arter per 100 individer)
- ømfintlighet ved indeksen ISI
- kvalitetsindeksene NQI1 og NQI2, sammensatte indekser som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksverdiene ble beregnet for hver grabbprøve og videre ble stasjonens middelverdi beregnet. Middelverdien gir grunnlag for å klassifisere miljøtilstanden iht. vanddirektivets klassifiseringssystem (**Tabell 3**).

Tabell 3. Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene som benyttes for klassifisering av økologisk tilstand på grunnlag av bløtbunnsfauna (Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann).

Indeks	Type indeks	Økologisk tilstandsklasse basert på bunnfauna i sediment					Referanse-verdi
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god	
NQI1	Sammensatt	<0,31	0,31-0,49	0,49-0,63	0,63-0,72	>0,72	0,78
NQI2	Sammensatt	<0,20	0,20-0,38	0,38-0,54	0,54-0,65	>0,65	0,73
H'	Artsmangfold	<0,9	0,9-1,9	1,9-3,0	3,0-3,8	>3,8	4,4
ES100	Artsmangfold	<5	5-10	10-17	17-25	>25	32
ISI	Ømfintlighet	<4,2	4,2-6,1	6,1-7,5	7,5-8,4	>8,4	9

2.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkaia

Det ble tatt sedimentprøver med en liten van Veen-grabb som ble operert fra NIVAs lettboat. På hver stasjon ble det tatt tre grabber i en dybdegradient (ca. 10 m, 20 m og 30 m dyp). Det ble tatt prøver av overflatesedimentene (0 - 1 cm) som ble analysert for metaller og radioaktivitet.

Analyse av radioaktivitet

To sedimentprøver ble sendt til IFE hvor de ble analysert for naturlig radioaktivitet (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{228}Th , ^{210}Pb , ^{40}K) ved hjelp av høyoppløselig gammaspektrometri etter tørking ved 105 °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 %.

Klassifisering av tilstand fra konsentrasjoner i sedimenter

De observerte konsentrasjoner i sedimenter er i hovedsak klassifisert iht. til Klif's klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (Bakke *et al.* 2007) (**Tabell 4**). Kobolt (Co) og vanadium (V) er klassifisert etter Konieczny & Brevik (1997) da de ikke inngår i Klif's tilstandsklassifisering fra 2007.

Tabell 4. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller i sedimenter (kilde: Bakke *et al.* 2007).

*Kobolt (Co) og vanadium (V) er klassifisert etter Konieczny & Brevik (1997), da de ikke inngår i Klif's tilstandsklassifisering fra 2007

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V 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 - 5 900	5 900 - 59 000	>59 000
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 - 4 500	>4 500
Kobolt (mg Co/kg)*	<25±10	35 - 150	150 - 700	700 - 1 500	>1 500
Vanadium (mg V/kg)*	<100±50	150 - 650	650 - 3 000	3 000 - 10 000	>10 000
PCB7 (µg/kg)	<5	5 - 17	17 - 190	190 - 1900	>1 900
Benzo(a)pyren (µg B(a)P/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4 200
∑ PAH16 (µg/kg)	<300	300 - 2 000	2 000 - 6 000	6 000 - 20 000	>20 000
TBT (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1 - 5	5 - 20	20 - 100	>100
Dioksiner (µg PCDD/F /kg)	<0,01	0,01 - 0,03	0,03 - 0,10	0,10 - 0,50	>0,50

2.3 Strandsonundersøkelser

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 (**Figur 3** og **Tabell 18**). I 2012 ble undersøkelsen utført 6. september.

Undersøkelsen ble utført ved snorkling. På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 m av strandlinjen, fra overflaten og ned til ca. 1 m dyp. Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsamt bevegelige dyr ble registrert. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala:

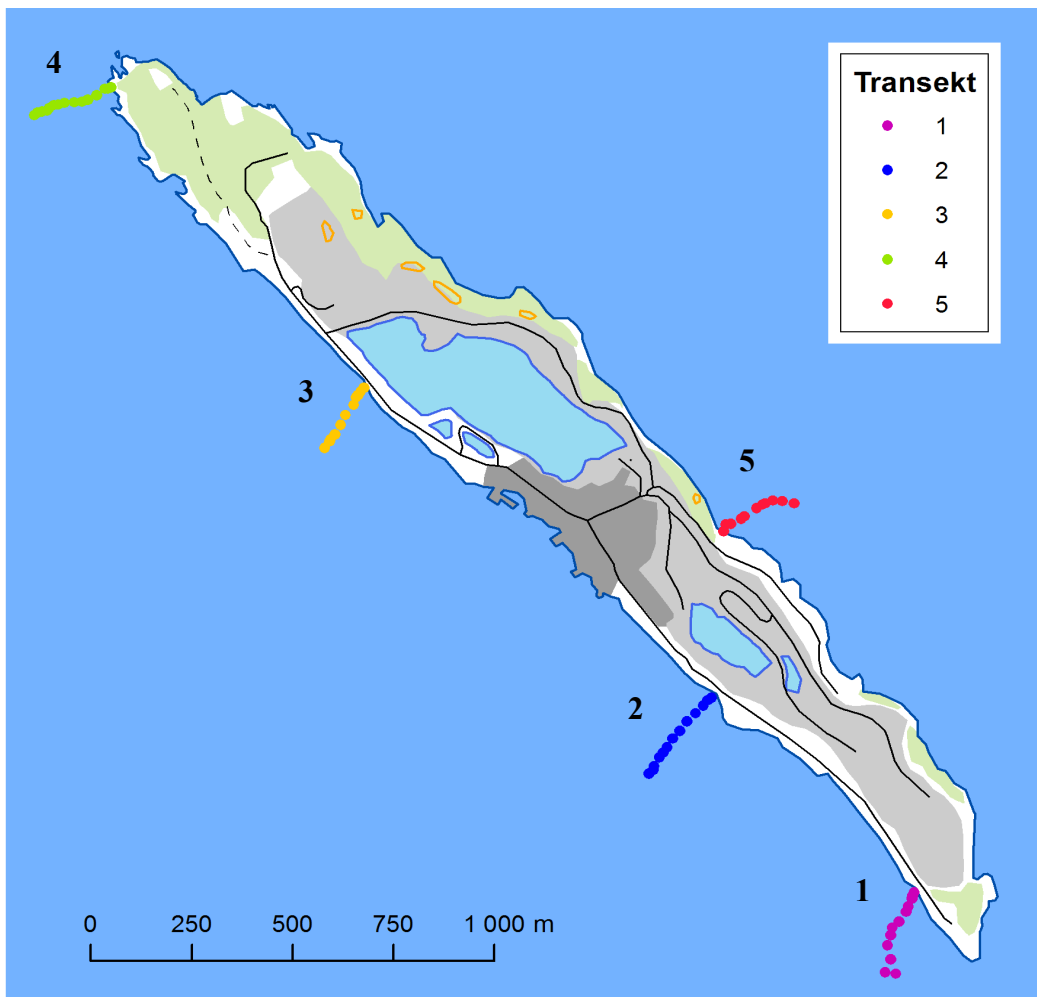
- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst
- 3 = vanlig forekomst
- 4 = dominerende forekomst

De artene som ikke kunne identifiseres i felt, ble tatt med for nærmere artsbestemmelse under mikroskop/lupe

2.4 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen

6. september 2012 ble det gjennomført en videoregistrering av bunnvegetasjonen/bunnforhold rundt Langøya med nedsenkbart kamera. Videoregistreringen foregikk fra båt. Det ble filmet i linjer (transekter) fra strandkanten (0 m) til rundt 40 m dyp på 5 stasjoner (**Figur 6**).

En tabell med GPS-posisjoner, dyp, substrat, terrenguro og evt. merknader er gitt i **Vedlegg D**. Fastsittende alger og fastsittende/lite mobile dyr ble registrert kontinuerlig gjennom hele transektet. Artsregistreringen er i likhet med strandsoneregistreringene semi-kvantitativ. GPS-posisjoner ble merket med regelmessige intervaller hvor også dyp, substrattypen og terrenguro ble notert. Det ble tatt videoopptak kontinuerlig gjennom alle 5 transektene. Videoopptakene ble senere gjennomsett for å utfylle og kontrollsjekke registreringene foretatt under feltarbeidet.



Figur 6. Videoregistreringer av bunnforhold langs 5 transekter ved Langøya 6. september 2012.

3. Resultater

3.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell

3.1.1 Metaller i blåskjell

Tilstanden med hensyn til metallinnhold i de undersøkte blåskjellene (**Tabell 5**) var i hovedsak god i 2012. Av de 288 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 58 % (168) av klassifiseringene ubetydelig-lite forurensing (Kl. I), 39 % (111) moderat forurensing (Kl. II), 2 % (6) markert forurensing (Kl.III), 0,3 % (1) sterk forurensing (Kl.IV) og 0,7 % (2) meget sterk forurensing (Kl. V).

For kobolt og sink var samtlige prøver klasse I (ubetydelig-lite forurenset). Det samme gjaldt for kobber (med unntak av en prøve fra stasjon B4), bly (med unntak av prøvene fra stasjon B3), og kadmium (med unntak av vinter- og sommerprøvene fra stasjon B3 og en prøve fra kontrollstasjonen BK).

For kvikksølv var samtlige prøver klasse II (moderat forurenset). Det samme gjaldt for arsen (med unntak av en prøve fra stasjon B5) og vanadium (med unntak av en prøve fra stasjon BK).

Innholdet av krom viste markert forurensing (Kl. III) i fire prøver, bl.a. alle tre prøvene fra stasjon B11. Innholdet av krom viste også meget sterk forurensing (Kl. V) i to prøver på stasjon B4, mens den tredje prøven fra stasjon B4 viste moderat forurensing (Kl. II).

Innholdet av nikkel viste markert forurensing (Kl. III) og sterk forurensing (Kl. IV) i to prøver på stasjon B4, mens den tredje prøven viste ubetydelig-lite forurensing (Kl. I).

I tillegg til høye verdier for krom og nikkel i to prøver fra stasjon B4, viste de samme prøvene også høyere verdier av kobolt, molybden og dels også kobber sammenliknet med den tredje prøven. Den nærliggende stasjonen B3 viste også noe høyere verdier av krom i to av prøvene sammenliknet med den tredje. Det er ikke noe klart mønster i målte konsentrasjoner av krom mht. stasjoner, og utslippet av krom fra NOAH var det laveste registrerte siden 2005 (**Figur 1**).

Vanadium og arsen hadde noe høyere konsentrasjoner ved kontrollstasjonen på Mølen enn rundt Langøya. Dette kan tyde på en generell forurensing av vanadium og arsen i midtre deler av Oslofjorden og at NOAH ikke er kilden til denne.

Tabell 5. Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold (mg/kg tørrvekt) av arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb) og vanadium (V) i blåskjell fra 8 stasjoner ved Langøya i Holmestrand-fjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2012. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997), øvrige metaller etter Klif's klassifisering (Molvær *et al.* 1997).

	Dato	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn	V
B3 I	20.apr	14,5		6,28	3,06		2,21					10,62		
B3 II	20.apr	16,4		7,07	2,96		2,44					8,29		
B3 III	20.apr	18,2		6,37	2,64		8,24					9,73		
B3 I	01.aug	12,6		4,13	3,35		2,30					9,76		
B3II	01.aug	11,9		2,86	3,26		2,27					10,34		
B3 III	01.aug	12,8		3,67	3,59		2,58					9,84		
B2 I	06.sep	16,3	10,06	10,86	1,33	0,45	1,96	7,42	0,307	0,55	1,78	1,10	93	3,25
B2 II	06.sep	17,5	11,20	12,74	1,30	0,46	4,17	8,23	0,286	0,86	3,20	1,09	90	3,54
B2 III	06.sep	14,6	11,03	13,22	1,41	0,48	1,37	7,67	0,342	0,48	1,51	1,30	104	3,29
B3 I	06.sep	14,3	12,80	19,44	1,78	0,47	1,40	8,18	0,350	0,42	1,19	4,13	117	4,97
B3 II	06.sep	14,6	13,42	20,27	1,94	0,50	5,82	7,81	0,342	1,10	3,97	4,73	116	5,68
B3 III	06.sep	14,2	12,11	21,34	1,85	0,54	9,01	8,45	0,352	1,48	5,70	5,42	123	5,28
B4 I	05.sep	11,3	12,39	20,35	1,73	0,77	5,66	6,90	0,442	0,97	3,81	2,74	125	4,78
B4 II	05.sep	12,1	12,81	19,01	1,69	1,66	105,79	10,33	0,413	14,55	64,96	2,73	121	5,70
B4 III	05.sep	12,4	12,34	19,27	1,52	1,23	77,34	8,95	0,403	10,48	45,08	2,50	105	4,92
B5 I	05.sep	12,3	9,02	14,88	1,67	0,73	2,20	6,42	0,407	0,57	1,95	1,46	123	2,76
B5 II	05.sep	11,1	10,63	13,69	1,82	0,70	2,07	7,39	0,450	0,63	1,80	1,71	127	2,79
B5 III	05.sep	11,8	10,59	14,66	1,81	0,76	5,34	7,12	0,424	1,10	3,73	1,36	114	3,05
B6 I	05.sep	12,7	12,76	11,34	1,12	0,62	11,02	5,75	0,394	1,26	6,61	1,26	104	4,09
B6 II	05.sep	13,3	13,01	12,63	1,13	0,54	3,16	6,39	0,376	0,75	2,41	1,20	118	4,36
B6 III	05.sep	12,5	13,52	11,52	1,54	0,71	3,04	7,68	0,400	0,72	2,48	1,76	129	3,84
B7 I	06.sep	12,1	13,88	10,25	1,62	0,54	1,65	7,36	0,413	0,50	1,57	1,74	128	5,04
B7 II	06.sep	12,9	14,03	10,62	1,47	0,53	2,02	7,36	0,388	0,62	1,86	1,40	123	5,97
B7 III	06.sep	11,4	16,14	12,46	1,81	0,63	3,86	8,25	0,439	0,88	2,98	2,19	139	5,35
B10 I	05.sep	12,8	15,39	15,47	1,44	0,61	2,03	6,72	0,391	0,63	1,64	1,64	109	4,30
B10 II	05.sep	14,2	15,99	16,55	1,45	0,64	2,39	7,61	0,352	0,70	1,90	2,61	108	4,37
B10 III	05.sep	14	16,79	16,43	1,39	0,68	1,93	6,93	0,357	0,64	1,64	1,43	110	4,64
B11 I	06.sep	13	10,62	17,85	1,08	0,53	13,85	6,23	0,385	1,77	7,92	0,92	96	4,38
B11 II	06.sep	12,2	12,46	16,31	1,38	0,59	19,67	7,79	0,410	2,87	11,97	1,15	93	7,05
B11 III	06.sep	11,5	15,13	21,22	1,23	0,56	11,30	7,39	0,435	1,91	7,22	1,39	93	6,96
BK I	05.sep	12,3	24,72	14,23	1,67	0,68	3,66	7,15	0,407	1,06	2,85	1,63	107	12,03
BK II	05.sep	13	21,85	13,54	1,48	0,74	6,85	7,00	0,385	1,38	4,62	2,31	94	9,54
BK III	05.sep	10,6	22,83	13,11	2,08	0,72	2,26	7,08	0,472	0,75	2,45	1,70	117	9,34

Resultatene for Hg ble levert som <0,05 mg/kg i våtvekt. 0,05 ble brukt som verdi ved omregning av resultatene til mg/kg i tørrvekt.

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

3.1.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Analysene av organiske miljøgifter i blåskjell på et utvalg av stasjonene utenfor Langøya viste i 2012 klasse I (ubetydelig-lite forurenset) i de fleste prøver (**Tabell 6**). På stasjon B3, B6, B11 og BK var det moderat forurensning (Kl. II) av kPAH. På stasjon B2 var det moderat forurensning av kPAH og dioksiner, og på stasjon B4 var det moderat forurensning av TBT og kPAH.

Den generelle utviklingen av miljøtilstanden, med hensyn til organiske miljøgifter og TBT i blåskjell, ved Langøya er positiv. Det ble stort sett registrert lavere verdier i 2012 enn i 2011.

Tabell 6. Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) fra 2007 til 2012. 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.). Klif's klassifisering (Molvær *et al.* 1997). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i Klif's klassifisering.

Stasjon-år	TBT molekyl	Sum KPAH	Sum PAH	BAP	PCB 'seven Dutch'	TE _{PCDF/D}	Sum PCB	nonortho-PCB
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 ¹⁾	-	1,22 ¹⁾	-
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	0,1	<0,51	0,14
B2 -11	39	<8,6	<25,67	<0,5	2,68	0,12	<2,9	0,11
B2-12	28	<14,62	<32,47	<0,1	<1,22	0,23	<1,22	0,09
B3 -07	71	9,89	86,72	1,2	2,5	0,1	2,5	0,15
B3 -08	-	<34,6	<63,55	2,6	3,43 ¹⁾	-	3,43 ¹⁾	-
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	1,84	0,08	<2,04	0,12
B3 -11	62	<24,7	<104,27	1,4	4,32	0,14	4,32	0,16
B3-12	36	<15,31	<33,6	0,13	1,45	0,07	1,45	0,08
B4 -07	106	20,36	87,86	2,4	2,55	0,1	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	0,1	3,07	0,16
B4 -10	122	<10,6	<30,1	<0,5	2,1	0,08	<2,37	0,15
B4 -11	145	<13,86	<50,69	0,51	3,86	0,11	3,86	0,15
B4-12	134	<10,23	<24,95	0,1	s<1,09	0,06	s<1,09	0,07
B6 -07	86	1,68	13,36	<0,5	1,5	-	1,5	-
B6 -08	53	<16,5	<29,2	1,1	1,4 ¹⁾	-	1,4 ¹⁾	-
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	-
B6 -11	54	<6,48	<20,69	<0,5	2,28	-	2,28	-
B6-12	34	<10,7	<26,35	<0,1	<1,08	-	<1,08	-
B11 -07	133	1,78	12,13	<0,5	0,79	-	0,79	-
B11 -08	64	<21,2	<38,3	1,5	2,36 ¹⁾	-	2,36 ¹⁾	-
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	-
B11 -11	47	<9,16	<27,48	<0,5	2,46	-	2,46	-
B11-12	19	<14,67	<30,62	0,14	s<0,77	-	s<0,77	-
BK -07	77	0	38,66	<0,5	1,33	0,08	1,4	0,08
BK -08	100	11,51 ¹⁾	51,3 ²⁾	0,96	2 ²⁾	0,24	<2	0,13
BK -09	37	<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
BK-11	35	<4,64	<37,44	<0,5	0,63	0,09	0,71	0,08
BK-12	37	<15,07	<32,03	0,2	<1,06	0,08	<1,06	0,18

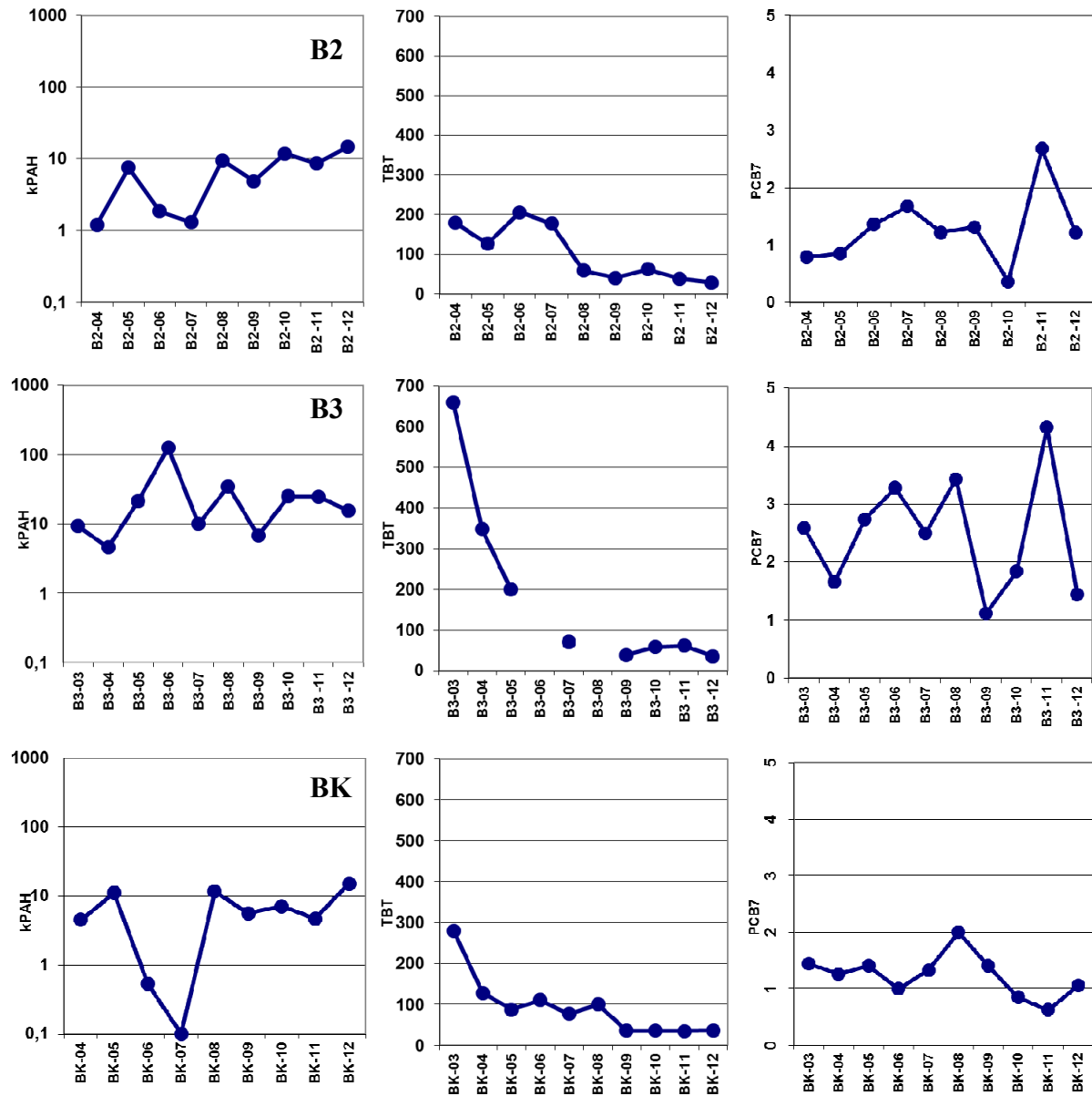
1) det knytter seg unormalt stor usikkerhet til verdien, 2) usikkerhet, verdien sannsynligvis lavere enn oppgitt

s) det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

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

Utviklingen over tid på stasjon B2, B3 og BK er vist for kPAH, TBT og PCB₇ i **Figur 7**.

Innholdet av kPAH varierer mye fra år til år. I 2012 var det økte verdier på stasjon B2 og BK sammenliknet med verdiene målt i 2011. Det har vært liten variasjon i TBT-innholdet på alle tre stasjonene de siste tre årene. I 2012 ble det målt en liten nedgang i TBT-innholdet på stasjon B2 og B3, mens det var en svak økning ved stasjon BK. Innholdet av PCB₇ varierer mye fra år til år. I 2012 var det en kraftig nedgang av PCB₇ på Langøyastasjonene sammenliknet med 2011, mens det var en svak økning på Mølen.



Figur 7. Innhold av kreftfremkallende PAH (kPAH), TBT og PCB₇ i blåskjell fra to stasjoner ved Langøya (B2 og B3) og kontrollstasjonen BK på Mølen 2003-2012 (2004-2012 for B2). Konsentrasjoner av kPAH og PCB₇ er på µg/kg våtvektbasis og TBT er på µg/kg tørrvektbasis. Merk log-skala for kPAH.

3.1.3 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, eller ha hatt 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 lineært 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 og på kontrollstasjonen BK. Den nedadgående trenden registrert i kadmium på kontrollstasjonen i perioden 1996 - 2011 (Gitmark *et al.* 2012) har altså snudd. For kvikksølv ble det registrert en oppadgående trend på samtlige stasjoner. For kadmium ble det funnet en oppadgående trend på stasjon B5. Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene. Tidstrendanalyser for samtlige metaller er vist i **Vedlegg A**.

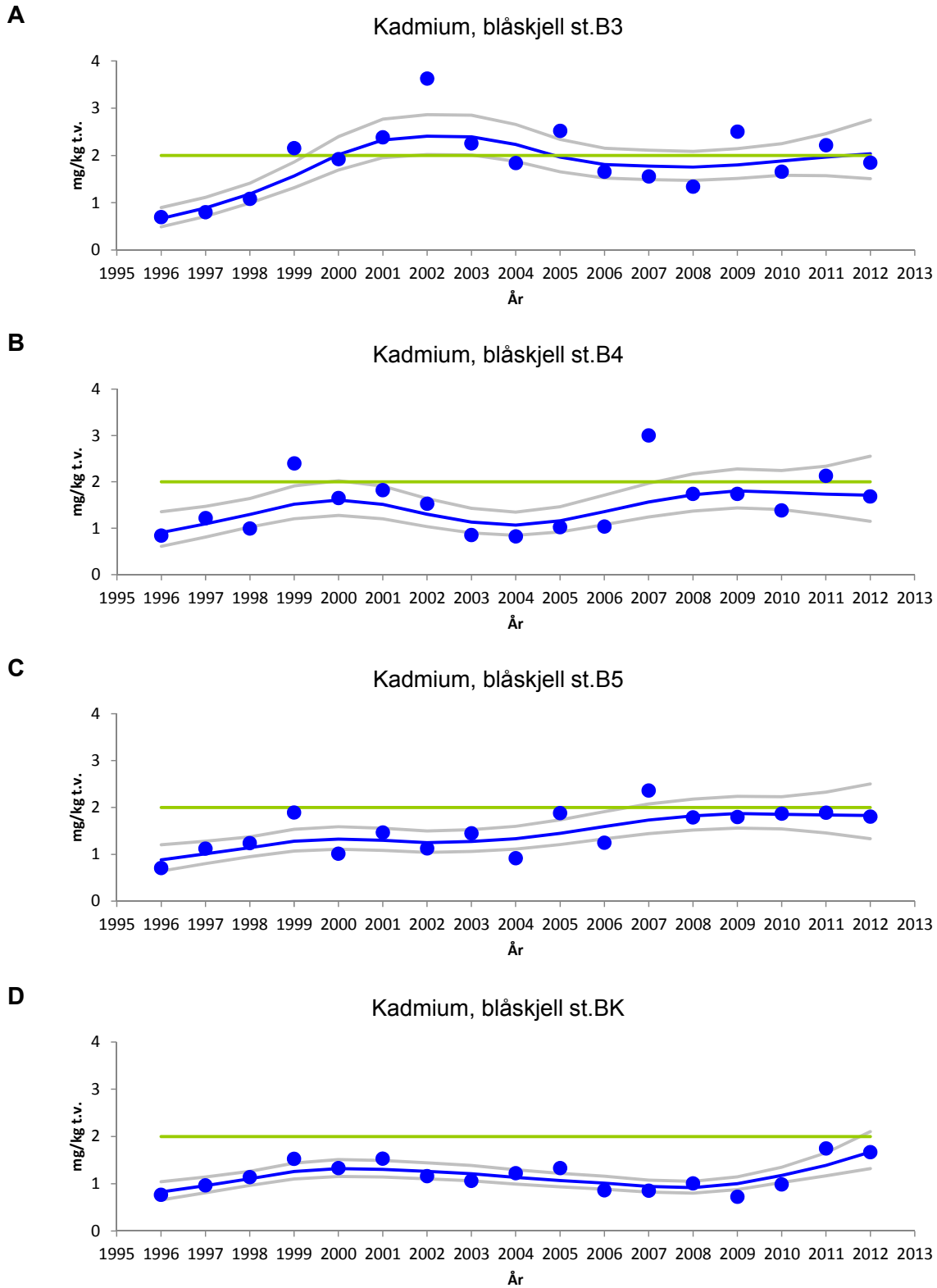
I hovedsak er det observert lave metallkonsentrasjoner i blåskjellene. Figurer for samtlige metaller er vist i **Vedlegg B**. Det har imidlertid vært registrert mediane konsentrasjoner i klasse III (markert forurenset) av krom og bly i undersøkelsesperioden 1996 – 2005.

I 2006 var overkonsentrasjonene begrenset til klasse II (moderat forurenset) og gjaldt kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium (Waldy *et al.* 2007). I 2007 gjaldt det bare klasse II for kadmium og i et tilfelle krom. I 2008 gjaldt det klasse II for tre tilfeller av krom og et tilfelle nikkel. I 2009 var det overkonsentrasjoner av arsen (K1.II) på samtlige stasjoner unntatt B7. Bariumverdiene var generelt høyere i 2010 enn tidligere. Median nikkelkonsentrasjon var i klasse II på B5. Bly var i klasse II på B3 og B4, og i tillegg var vanadium forhøyet på alle stasjoner, men høyest på kontrollstasjonen (BK) på Mølen (K1.II).

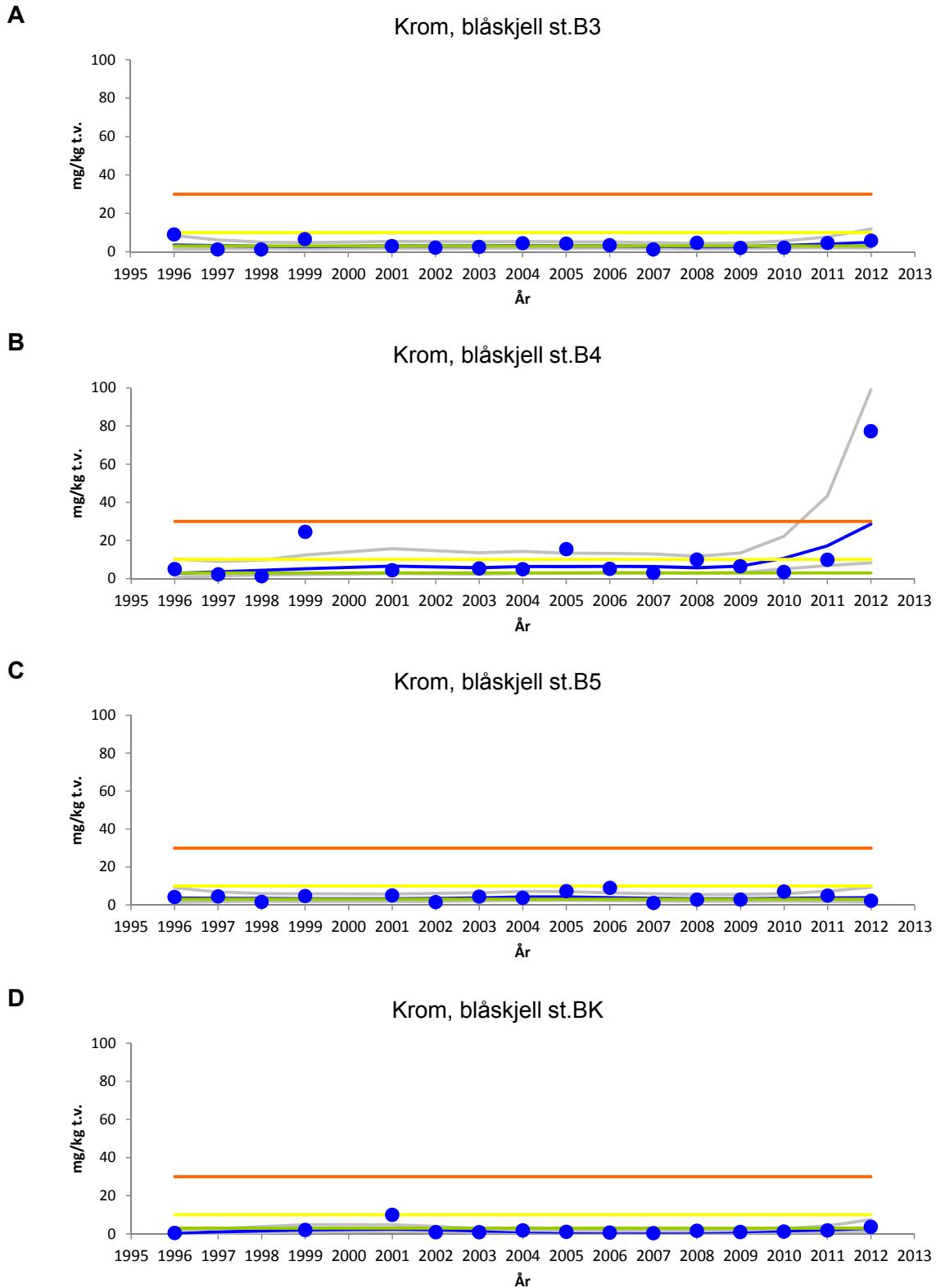
I 2011 var median kadmiumkonsentrasjon i klasse II på B3 og B4 mens i 2012 var samtlige konsentrasjoner i klasse I. I 2011 var krom i klasse II på alle stasjonene bortsett i fra B6 og BK som var i klasse I (ubetydelig-lite forurenset). I 2012 var krom i klasse V (ekstremt forurenset) på B4. Median konsentrasjonen var 77 mg/kg tørrvekt som er den høyeste registrert på noen stasjon siden undersøkelsene begynte i 1996. Krom var ellers i klasse II på B3, B6 og BK (**Figur 9**).

I 2011 var kvikksølv og nikkel (**Figur 11**) så vidt over klasse I på hhv. B7 og B4. Bly var i klasse II på stasjon B3, B4, B5 og B7. I 2012 var kvikksølv i klasse II på samtlige stasjoner, og nikkel var i klasse I på samtlige stasjoner bortsett fra for B4 hvor det ble registrert klasse III. Mediankonsentrasjonen var 45 mg/kg tørrvekt som er den høyeste registrert på noen stasjon siden undersøkelsene begynte i 1996.

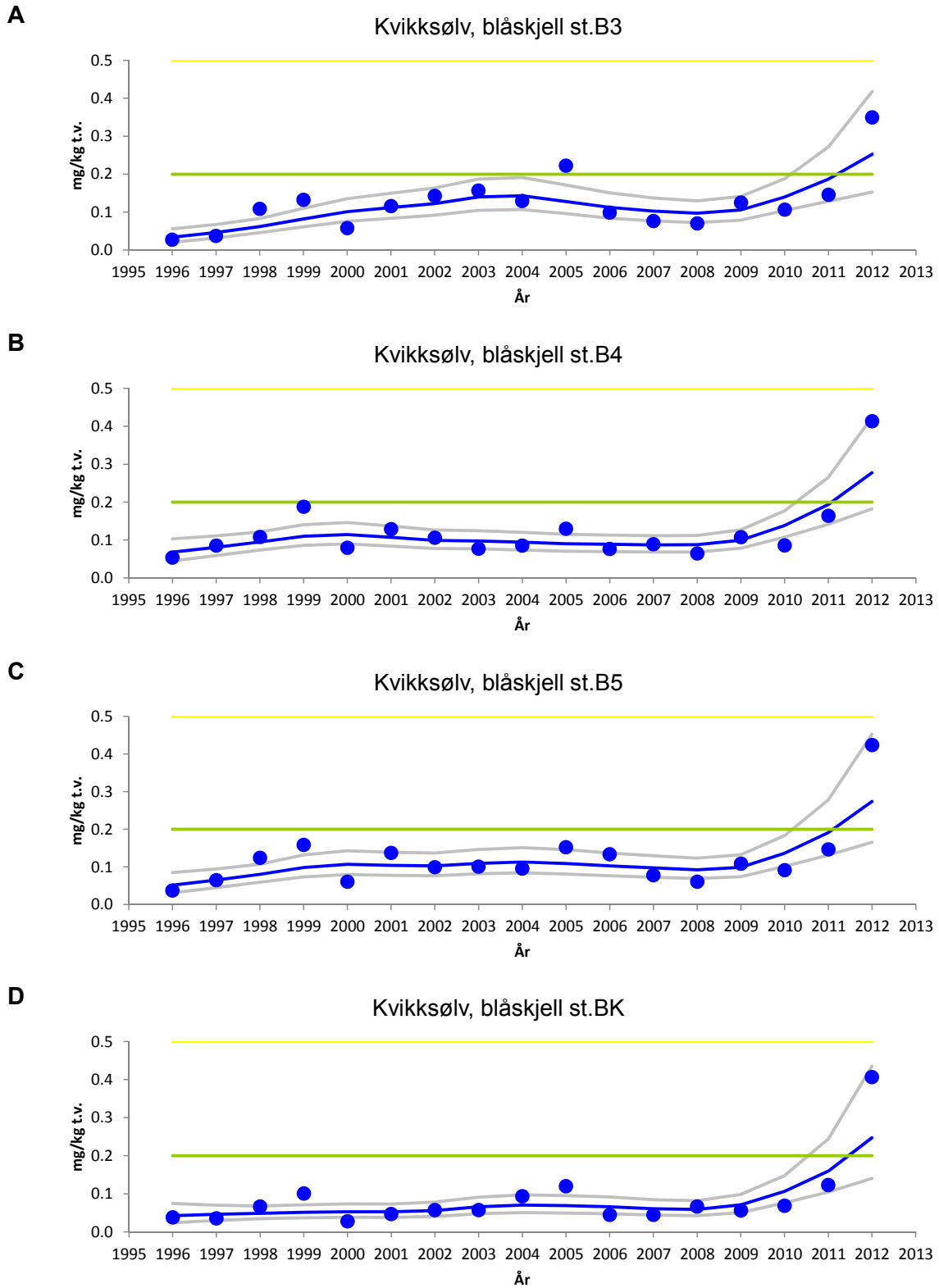
Konsentrasjoner av bly på B3 har vært i klasse II siden 2009. De øvrige stasjonene var i klasse I i 2012.



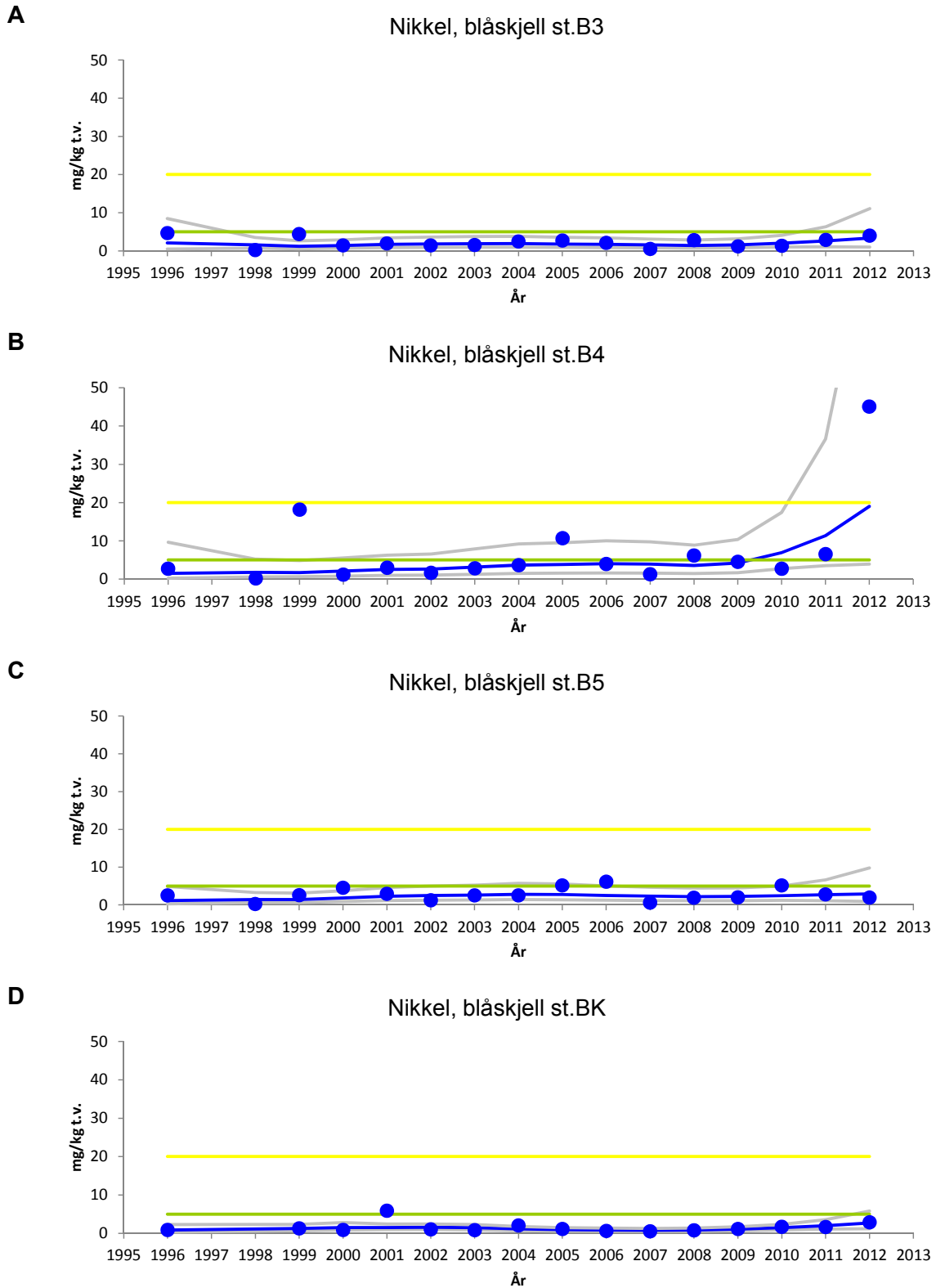
Figur 8. Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



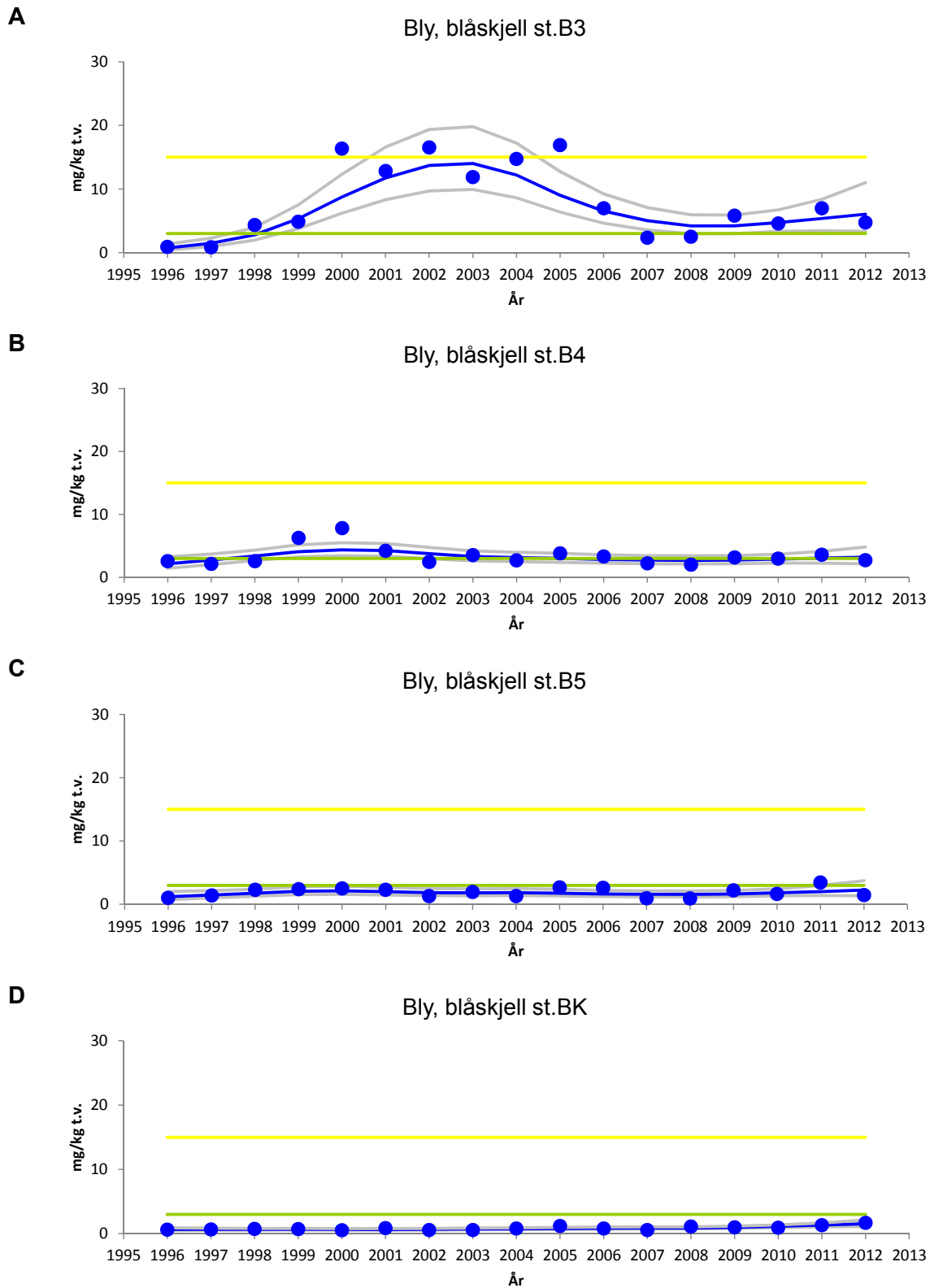
Figur 9. Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB. Suspekte verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er ikke tatt med i motsetning til tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrend analysen for perioden 1996-2012.



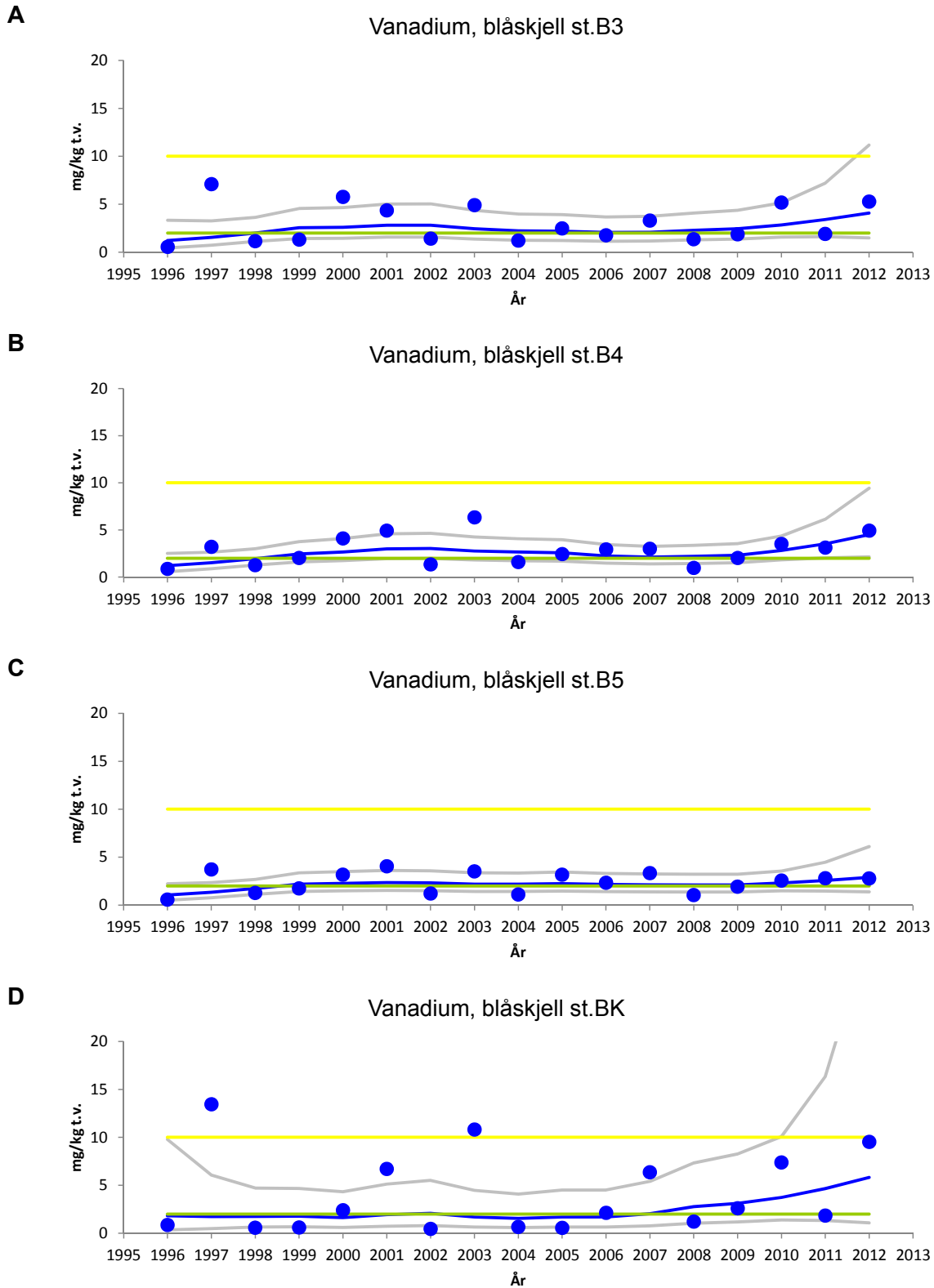
Figur 10. Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



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).

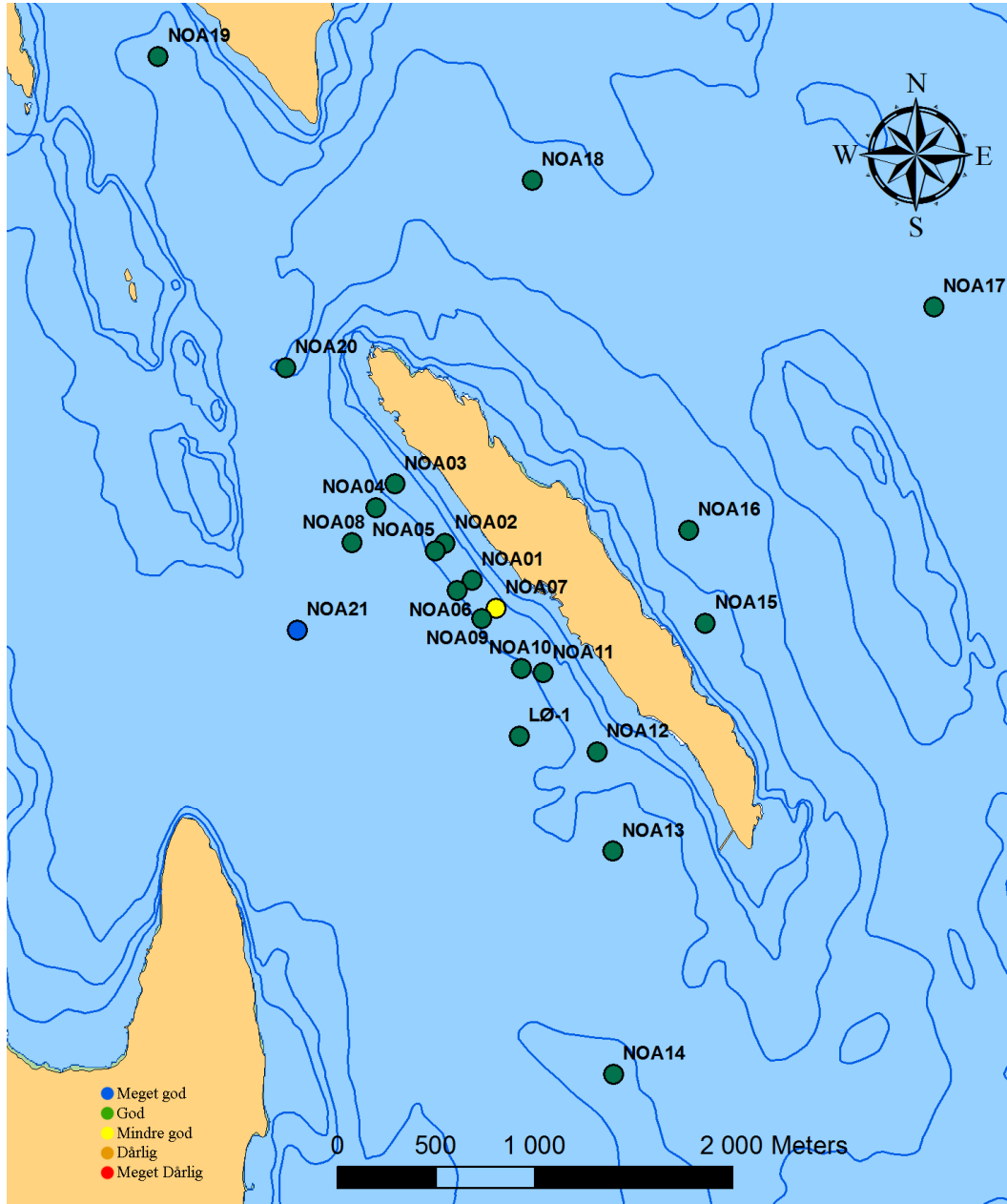


Figur 13. Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

3.2 Sedimentundersøkelser

3.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)

I 2012 ble det hovedsakelig observert god tilstand (Kl. II) på bløtbunn rundt hele Langøya (Figur 14 og Tabell 7). Flere detaljer fra analysene av sedimentprofilbildene er vist i Tabell 19 i Vedlegg E.



Figur 14. Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg *et al.* 2004) i 2012. Blå= Meget god tilstand, Grønn= God tilstand, Gul= Mindre god tilstand.

Tabell 7. Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter (stasjonsplassering er vist i Figur 4). Dyp (m), Benthic Habitat Quality (BHQ) -indeks basert på SPI-bilder for årene 2008 til 2012. Fargen angir tilstandsklasse (Blå = Meget god tilstand, Grønn = God tilstand, Gul = Mindre god tilstand).

Stasjon	Dyp (m)	BHQ-08	BHQ-09	BHQ-10	BHQ-11	BHQ-2012
LØ-1	68	10	11,3	10	9,5	9,5
NOA01	39	9,3	11	7	9,5	9,3
NOA02	38	10	10	8,3	10	8,5
NOA03	37	8,5	8,7	8,5	9,3	8,5
NOA04	75	10,7	9,5	8	11	10,3
NOA05	48	10,3	-	7	10	9,0
NOA06	50	8,3	8	7	9,3	10,5
NOA07	32	8	8	6,5		6,7
NOA08	88	10	11	11	9,3	10,0
NOA09	47	-	11	10	-	9,0
NOA10	56	9	10	9	9	10,7
NOA11	45	10	8	8	8	8,0
NOA12	44	9	9,7	9,3	10	9,0
NOA13	64	9,7	10,3	8,5	9	8,3
NOA14	101	10,5	9,5	9	9,5	10,8
NOA15	45	10,3	10,5	7	9,8	8,7
NOA16	68	9,7	9,5	9,5	8,3	8,8
NOA17	178	10,3	9,3	10	8,3	10,2
NOA18	115	9,7	9,7	10	9	9,0
NOA19	54	11	11,3	8	8,8	8,7
NOA20	100	10,5	10	9,3	10,3	8,8
NOA21	93	9	11,5	11	10,3	11,2

* Bildene på NOA07 og NOA09 var i 2011 av dårlig kvalitet og vanskelig å bedømme, stasjonen ble fra bildene skjønnsmessig bedømt til tilstandsklasse 2-3 for NOA07 og 3 for NOA09.

3.2.2 Bløtbunnsfauna

Stasjon LØ-1 er klassifisert i henhold til Veileder 01:2009. Samtlige indekser som ble benyttet ga god eller meget god økologisk tilstand (**Tabell 8**) i 2012. Det anbefales i veilederen å vektlegge NQI1 (Norwegian Quality Index) siden denne er interkalibrert mellom flest land. NQI1 gir god tilstand. Fullstendige artslistene for bløtbunnsfauna er gitt i **Tabell 17** i **Vedlegg C**.

Tabell 8 viser antall arter og individer per grabbprøve, og indeksene NQI1 og NQI2 (norske kvalitetsindekser), $H'(\log_2)$ (Shannon-Wiener diversitetsindeks), ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks; forventet antall arter per 100 individer) og ISI (norsk ømfintlighetsindeks) per grabbprøve ($0,1 \text{ m}^2$). I tillegg oppgis indeksverdier for kumulerte stasjonsdata (per $0,2 \text{ m}^2$), og det totale antall arter og individer funnet på hver stasjon, samt indeksenes stasjonsvise middelerverdi som brukes til tilstandsklassifisering. NQI1 er vektlagt ved klassifiseringen i henhold til Veileder 01:2009.

Tabell 8. Bløtbunnsindekser for stasjon LØ-1 beregnet enkeltvis for hver grabb, total for stasjonen (kumulerte data), og gjennomsnittet av grabbverdiene (benyttes til klassifisering). NQI1 og NQI2 (norske kvalitetsindekser), $H'(\log_2)$ (Shannon-Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks) og ISI (norsk ømfintlighetsindeks). Blå = Svært god tilstand, Grønn = God tilstand

Stasjon-grabb	Arter	Individer	NQI1	NQI2	$H'(\log_2)$	ES(100)	ISI
LØ-1-III	42	455	0,67	0,63	4,03	25,2	8,84
LØ-1-III	50	367	0,72	0,69	4,47	28,9	8,83
LØ-1-III	58	467	0,71	0,68	4,55	30,7	8,78
Sum LØ-1	78	1289	0,71	0,68	4,48	28,7	9,06
Middelverdi LØ-1	-	-	0,70	0,67	4,35	28,3	8,82

Stasjon LØ-1 har vært undersøkt årlig siden 2008 (**Tabell 9**). Tilstanden har vært god eller svært god hvert år, og det har vært en jevn forbedring i tilstand fra 2008 til 2011. Resultatene fra 2012 viser en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011.

Tabell 9. Bløtbunnsindekser for LØ-1 fra 2008-2012. NQI1 og NQI2 (norske kvalitetsindekser), $H'(\log_2)$ (Shannon-Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks) og ISI (norsk ømfintlighetsindeks). Blå = Svært god tilstand, Grønn = God tilstand

Stasjon	År	NQI1	NQI2	$H'(\log_2)$	ES(100)	ISI
LØ-1	2008	0,63	0,57	3,79	24,1	9,04
LØ-1	2009	0,67	0,63	4,25	28,0	8,52
LØ-1	2010	0,71	0,69	4,58	29,7	9,18
LØ-1	2011	0,74	0,73	4,61	31,2	8,38
LØ-1	2012	0,70	0,67	4,35	28,3	8,82

En oversikt over de ti mest tallrike artene i 2012 er gitt i **Tabell 10**. Den mest tallrike gruppen både med hensyn på arter og individer er flerbørstemark (Polychaeta), men også slangestjernen *Amphiura chiajei* (Ophiuroidea) og muslingen *Thyasira* sp. (Bivalvia) er vanlige. Flere av de vanligste artene er ansett som sensitive for forurensing og vil normalt bli borte i svært påvirkede sedimenter. Dette gjelder bl.a. den gravende slangestjernen *Amphiura chiajei*, og flerbørstemarkene *Abyssoninoe hibernica*, *Pholoe pallida* og *Prionospio dubia*. Høy forekomst av enkelte opportunistiske/tolerante flerbørstemarkarter som *Chaetozone* sp. og *Prionospio cirrifera*, samt slimorm (Nemertea), trekker imidlertid tilstandsklassifiseringen noe ned. Dette er arter som øker ved organisk beriking.

Tabell 10. De ti mest tallrike artene funnet på LØ-1 i 2012, total antall per 0,3m².

GRUPPENAVN	ARTSNAVN	ANTALL	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	ANTALL
POLYCHAETA	<i>Prionospio cirrifera</i>	221	POLYCHAETA	<i>Pholoe pallida</i>	55
POLYCHAETA	<i>Heteromastus filiformis</i>	210	POLYCHAETA	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	51
OPHIUROIDEA	<i>Amphiura chiajei</i>	138	POLYCHAETA	<i>Prionospio dubia</i>	44
BIVALVIA	<i>Thyasira</i> sp.	59	POLYCHAETA	<i>Chaetozone</i> sp.	40
POLYCHAETA	<i>Praxillella affinis</i>	56	NEMERTEA	Nemertea	36

3.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkaia

Analysene av sedimentprøvene fra området utenfor bulkkaia ved stasjon B3, og fra B2 lenger sør, har siden oppstart i 2003 bekreftet at det er eller har vært en tilførsel av metaller til området utenfor og nær bulkkaia (**Vedlegg F**). De forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført har imidlertid gitt resultater ved at nivåene av metaller er redusert, og undersøkelsene i 2012 bekreftet dette (**Tabell 11**).

Resultatene er hovedsakelig klassifisert iht. til Klif's klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (Bakke *et al.* 2007) (**Tabell 4**).

I 2012 var det bakgrunnsverdier (K1. I) av både bly, kadmium og sink. Det var lavere verdier av molybden og sink i alle prøvene fra 2012 sammenliknet med 2011, mens det var høyere verdier av barium, kadmium og bly i enkelte prøver fra 2012. Bariumverdiene har i alle prøvetakingsår vært langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2, og resultatene fra 2012 viser den samme trenden. Det var spesielt høye verdier i de to grunneste prøvene på stasjon B3. Det var litt høyere metallnivåer på B3 enn på B2 (**Tabell 11**).

Tabell 11. Tørrestoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold av barium (Ba), kadmium (Ca), bly (Pb), sink (Zn) og molybden (Mo) i sedimenter (0 - 2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2009 - 2012. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Klif's klassifisering (Bakke *et al.* 2007). Barium og molybden inngår ikke i Klif's tilstandsklassifisering. Posisjoner er gitt i wgs84.

Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
2009											
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
2010											
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
2011											
B2-1	23. sep	10	28.960	23.793	70,0	18	22	<0,2	8,1	35	<1,5
B2-2	23. sep	24	28.948	23.730	65,0	52	46	<0,2	13	56	<1,6
B2-3	23. sep	31	28.945	23.706	62,0	49	39	<0,2	12	49	<1,7
B3-1	23. sep	12	29.400	22.959	66,0	51	290	<0,2	24	97	<1,6
B3-2	23. sep	18	29.388	22.954	65,0	62	200	<0,2	20	81	<1,6
B3-3	23. sep	31	29.376	22.836	61,0	72	64	<0,2	14	53	<1,7
2012											
B2-1	13. sep	10	28.962	23.791	64,0	22	26	<0,2	8,2	33	0,34
B2-2	13. sep	19	28.949	23.749	63,0	45	42	<0,2	12	43	0,34
B2-3	13. sep	33	28.946	23.694	65,0	53	36	<0,2	11	41	0,30
B3-1	13. sep	11	29.407	22.968	61,0	40	560	<0,2	18	73	0,41
B3-2	13. sep	20	29.399	22.893	66,0	47	310	<0,2	21	73	0,40
B3-3	13. sep	32	29.451	22.776	63,0	52	55	<0,2	12	47	0,27

Klif's tilstandsklasser / Tilstand:		Klasse 3	Moderat
Klasse 1	Bakgrunnsverdi	Klasse 4	Dårlig
Klasse 2	God	Klasse 5	Svært dårlig

Det forventes ingen toksiske effekter av de metallnivåer som ble funnet. Både bly og sink har tidligere forekommet i sedimenter på B3-1 med nivåer som kan gi omfattende toksiske effekter (Kl. V) på organismer.

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 oppvirling blant annet fra skipspropeller, slik at finere partikler resuspenderes og forsvinner fra området.

En sedimentprøve fra stasjon B2 (19 m dyp) og en fra stasjon B3 (21 m dyp) ble analysert for radioaktivitet ved Institutt for energiteknikk (IFE) (**Tabell 12**). Verdiene er å anse som normale når det gjelder innhold av radioaktivitet (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 12. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i to sedimentprøver ved stasjon B2 og B3 i 2012.

Stasjon	Dyp	Dato	Målt aktivitet Bq/kg tørrvekt				
			²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²²⁸ Th	²¹⁰ Pb	⁴⁰ K
B2	19 m	13.sept.12	22 ± 5	17,6 ± 2,0	21,8 ± 1,4	55 ± 7	530 ± 40
B3	21 m	13.sept.12	22,7 ± 2,5	26 ± 5	29,9 ± 2,0	58 ± 15	540 ± 70

3.3 Strandsoneundersøkelser

En oversikt over arter/taxa registrert på to stasjoner på Langøya (B2 og B6) og på kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2012 er gitt i **Tabell 13**. Det ble registrert flest taxa av alger på kontrollstasjonen. På Langøyastasjonene ble det registrert flest algetaxa på stasjon B6. Det ble registrert like mange dyretaxa på alle de tre stasjonene. Artslister for undersøkelsene utført mellom 2002 og 2011 er gitt i **Tabell 15** og **Tabell 16** i **Vedlegg C**.

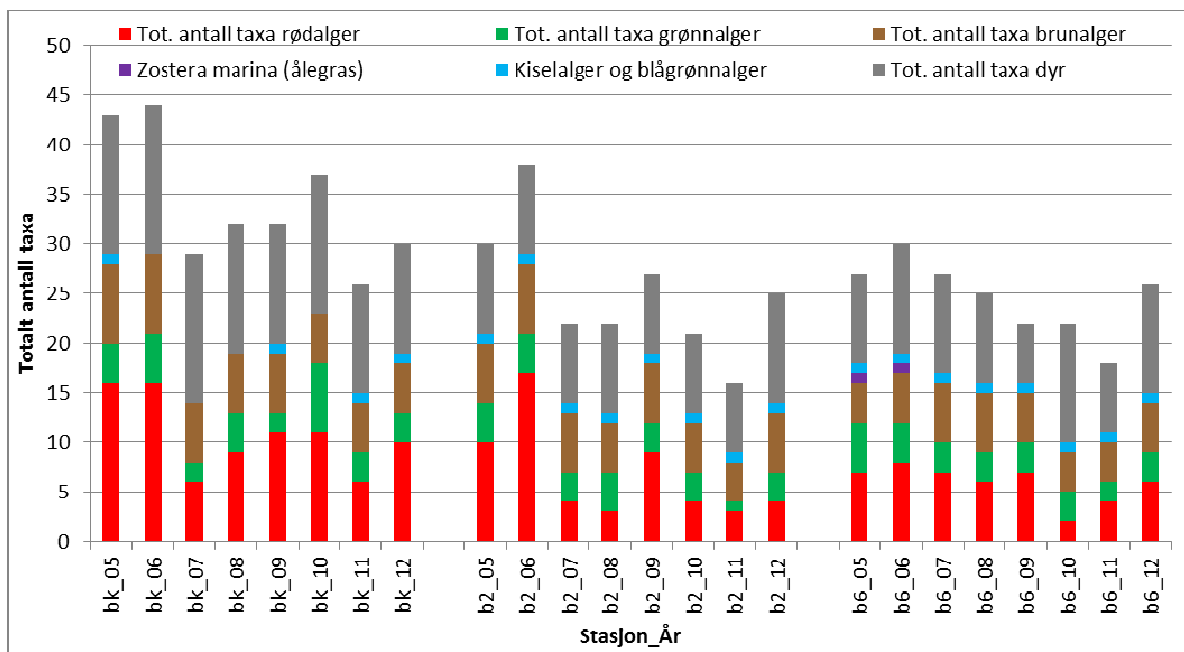
En oversikt over antall registrerte taxa på de tre stasjonene fra 2005 – 2012 viser at det i 2012 ble registrert flere taxa på alle stasjonene enn i 2011 (**Figur 15**). Figuren viser at det kan være store svingninger i antall registrerte arter/taxa fra år til år. De største svingningene har skjedd i antall registrerte rødalger. Fra 2006 til 2007 var det en kraftig reduksjon i antall registrerte rødalgetaxa på stasjon B2 og BK. Det ble også registrert ålegras på stasjon B6 i 2005 og 2006. Ålegras er observert på stasjon B6 de senere undersøkelsene, men er ikke tatt med i registreringene da det vokser på større dyp (> ca. 2 m dyp). Enkelte av rødalgartene som ikke er registrert siden 2006 er arter som ofte finnes i nedre del av tidevannssonen og dypere (f.eks. fiskeløk (*Cystoclonium purpureum*) og strømgarn (*Dasya baillouviana*)). Det er derfor sannsynlig at det var lav vannstand under registreringene utført i 2005 og 2006, som har ført til et høyere antall registrerte taxa da det er tatt med flere dyptvoksende arter.

Tabell 13. Forekomst av dyr og alger i fjæra på tre stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen september 2012. Artsregistreringen er semikvantitativ, i det artens forekomst blir angitt etter en 4-delt subjektiv skala: e= enkeltfunn, s= spredt, v=vanlig, d=dominerende.

Alger	BK	B2	B6	Dyr	BK	B2	B6
<i>Ahnfeltia plicata</i>	s	-	s	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	-	s	-
Blågrønnalger og kiselalger	v	v	v	<i>Alcyonidium hirsutum</i>	s	-	s
Brune skorpeform. alger på fjell	s	-	s	<i>Asterias rubens</i> juvenil	s	-	-
<i>Ceramium cf tenuicorne</i>	s	-	-	<i>Balanus balanoides</i>	v	s	v
<i>Ceramium rubrum</i>	s	-	-	<i>Balanus improvisus</i>	s	s	s
<i>Chondrus crispus</i>	s	-	s	<i>Carcinus maenas</i>	s	e	e
<i>Chordaria flagelliformis</i>	-	e	-	<i>Dynamena pumila</i>	s	-	-
<i>Cladophora albida</i>	v	s	s	<i>Electra pilosa</i>	s	s	s
<i>Cladophora</i> sp	s	s	-	<i>Lancuna vincta</i>	-	e	e
<i>Cladophora rupestris</i>	-	-	s	<i>Laomedea geniculata</i>	s	s	s
<i>Elachista fucicola</i>	s	s	s	<i>Littorina littorea</i>	s	s	s
<i>Fucus cf evanescens</i>	-	s	-	<i>Littorina</i> sp. juvenil	s	-	s
<i>Fucus serratus</i>	v	d	d	<i>Membranipora membranacea</i>	-	e	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	s	v	v	<i>Mytilus edulis</i>	s	s	s
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	e	-	s	<i>Mytilus edulis</i> juvenil*	d	s	s
<i>Hildenbrandia rubra</i>	v	s	s	<i>Skorpeformet bryozo på fjell</i>	-	s	s
<i>Nemalion helminthoides</i>	s	-	-	Antall taxa	11	11	11
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	-	s	s				
<i>Polysiphonia fucoides</i>	s	-	-	* <i>Mytilus edulis</i> og <i>Mytilus edulis</i> juvenil er samme taxa			
<i>Porphyra umbilicalis</i>	s	s	s				
<i>Pylaiella littoralis</i>	s	s	s				
<i>Rhodomela confervoides</i>	s	s	-				
<i>Ulva intestinalis</i>	s	s	s				
Antall taxa	19	14	15				

Fjæresamfunnet består av både ettårige- og flerårige arter, og utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som f.eks. bølge-, strøm- og eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattype og isskuring kan påvirke artssammensetningen lokalt. De observerte endringene antas å være innenfor det en normalt kan forvente i et strandsonerområde.

Det er registrert høyere antall taxa på Mølenstasjonen enn på Langøyastasjonene ved alle undersøkelsene utført siden 2005. En bølgeeksponeringsmodell utviklet på NIVA viser at bølgeeksponeringen er svært lav på alle de tre strandsonestasjonene, men dobbelt så stor på Mølen som på Langøya. Det er mulig at større bølgepåvirkning på Mølen gir bedre forhold for alger og dyr ved bl.a. å hindre dannelsen av kisel- og blågrønnalgebelegg. Påvirkning fra Drammenselva, samt antatt lavere grad av bølgeeksponering ved Langøya, bidrar sannsynligvis til ulik artssammensetning ved Langøya og ved kontrollen på Mølen.



Figur 15. Antall taxa registrert på stasjonene BK, B2 og B6 i 2002 - 2012. Søylene viser totalt antall taxa registrert, fordelt på rødalger (rød), grønnalger (grønn), brunalger (brun), ålegras (lilla), kisel/blågrønnalger (blå) og dyr (grå).

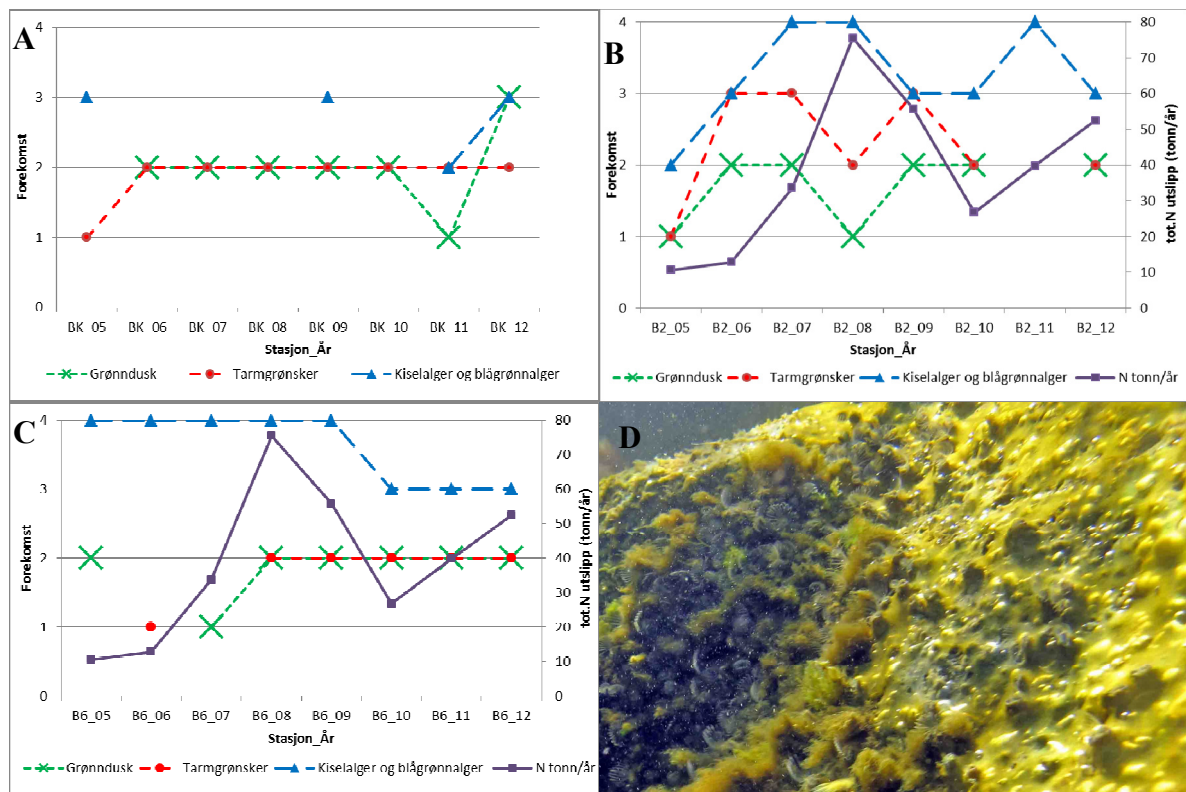
Årsaken til de observerte endringer i artssammensetning er ofte uklar. En vet at svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødslings effekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begünstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter. Nitrogen er ved siden av fosfor det viktigste næringsstoffet som forårsaker algevekst i sjøvann. Det har vært en økning i total nitrogen (tot. N) utslippet fra NOAH siden 2005/06 (**Figur 2**). I 2008/09 – 2009/10 var det en nedgang i utslippet, mens det i de to siste årene har steget igjen.

Grønndusk (*Cladophora* spp.), tarmgrønnsker (*Ulva* spp.) og blågrønn- og kiselalger er alle hurtigvoksende alger som ofte finnes i store forekomster i områder med høye konsentrasjoner av næringssalter. Dersom nitrogenutslippet fra NOAH påvirker organismesamfunnet rundt Langøya, vil en forvente å finne økte mengder av disse algegruppene på de to stasjonene på Langøya, og økte mengder ved økt nitrogenutslipp.

Det er liten/ingen indikasjon på at økt nitrogenutslipp fra NOAH har ført til økt forekomst av hurtigvoksende alger. Det ble registrert høyere forekomster av kisel- og blågrønnalger rundt Langøya enn ved Mølen (**Figur 16**), men det er mulig at bølgepåvirkningen er større ved Mølen og hindrer dannelsen av kisel- og blågrønnalgebelegg.

På Langøyastasjonene har det blitt registrert relativt høye forekomster av kisel- og blågrønnalger. De danner ofte et belegg på fjellet (**Figur 16D**) som kan hindre veksten av andre organismer. På stasjon B2 følger forekomsten delvis utslippet av tot. N, dvs. at økt nitrogenutslipp gir økt forekomst av kisel- og blågrønnalger (**Figur 16B**), mens på stasjon B6 har det vært en jevn høy forekomst (**Figur 16C**).

På stasjon B6 har det kun blitt registrert spredte forekomster av grønn dusker og tarmgrønsker siden 2008, mens på stasjon B2 varierer forekomsten mer mellom de ulike undersøkelsesårene. Det er ingen tydelig sammenheng mellom nitrogenutslipp og mengden av grønn dusker og tarmgrønsker. På kontrollstasjonen (BK) på Mølen har det vært registrert få forekomster av blågrønn- og kiselalger, mens forekomsten av grønn dusker og tarmgrønsker har vært relativt stabil (**Figur 16A**).



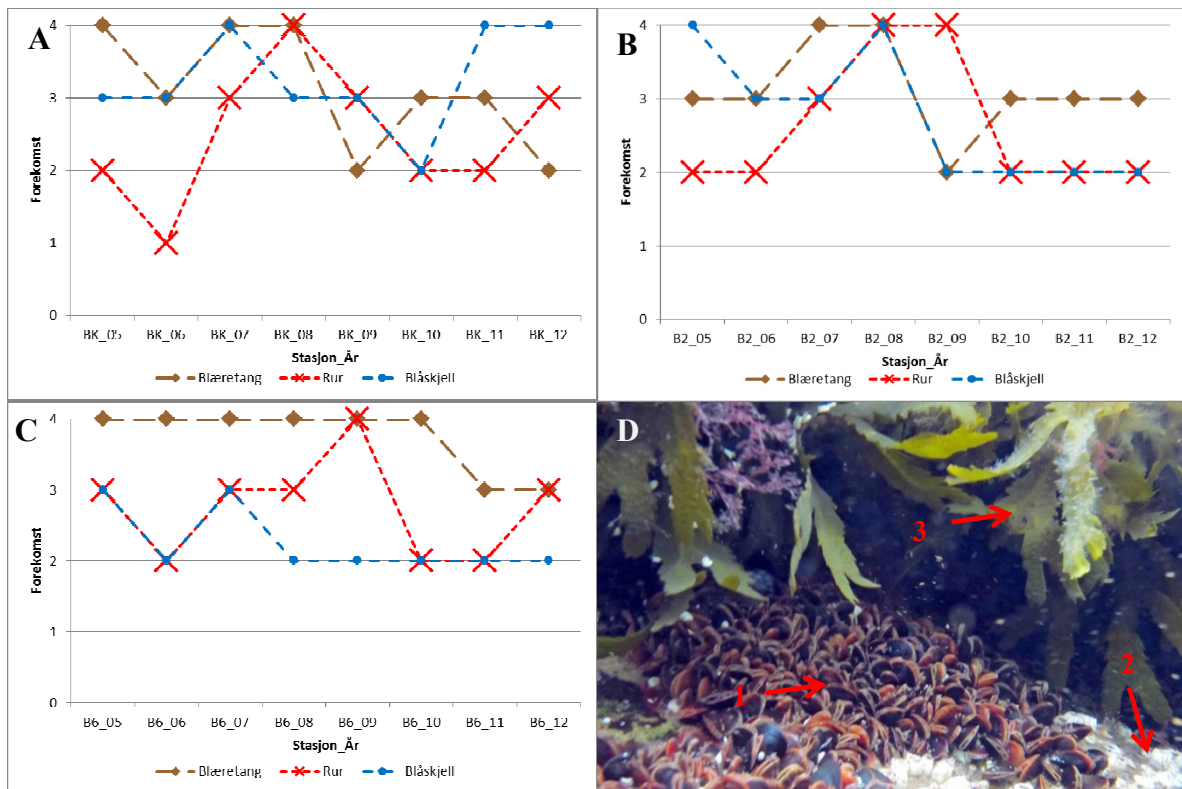
Figur 16. Forekomst av grønn dusker (*Cladophora* spp. – grønne kryss), tarmgrønsker (*Ulva* spp. – røde sirkler) og kisel- og blågrønnalger (blå trekant) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2005 - 2012. **A.** Stasjon BK (Mølen). **B.** Stasjon B2. Figuren viser også totalt nitrogen (tot. N) utslipp (tonn/år) fra NOAH (lilla firkanter). **C.** Stasjon B2. Figuren viser også total nitrogen (tot. N) utslipp (tonn/år) fra NOAH (lilla prikker). **D.** Belegg av kisel- og blågrønnalger på stasjon B2 i 2012.

Blant de vanligste, og mest dominerende artene registrert i strandsonundersøkelsene er blæretang, blåskjell (hovedsakelig juvenile) og rur. Det har i perioder vært store årlige variasjoner i forekomsten til de tre artene (**Figur 17**).

På stasjon B2 har forekomstene av de tre artene vært stabile de siste tre undersøkelsesårene (**Figur 17B**). På stasjon B6 har blåskjellforekomsten vært stabil siden 2008, mens det har vært en liten nedgang i blæretangforekomsten de siste to årene (**Figur 17C**). Forekomsten av rur har variert mer fra år til år, og det var en liten økning i fra 2011 til 2012.

På stasjon BK på Mølen har det vært relativt store årlige variasjoner i forekomsten til de tre artene (**Figur 17A**). Forekomsten av blåskjell har økt fra 2010 til 2011, og har vært dominerende på stasjonen de siste to årene. Det ble registrert en liten nedgang i forekomsten av blæretang, mens det var en liten økning i forekomsten av rur fra 2011 til 2012.

Det er trolig værforhold som i stor grad påvirker forekomsten av de tre artene. Bølger, og spesielt is, kan skape store forstyrrelser på organismene som lever i strandsonen, og ofte skrape området mer eller mindre rent (Bokn *et al.* 1992). I løpet av sommerhalvåret vil de påvirkede områdene gjennomgå suksesjonsfaser, og forekomsten av ulike arter avhenger bl.a. av artenes suksess i etableringsfasen og i konkurransen om plass.

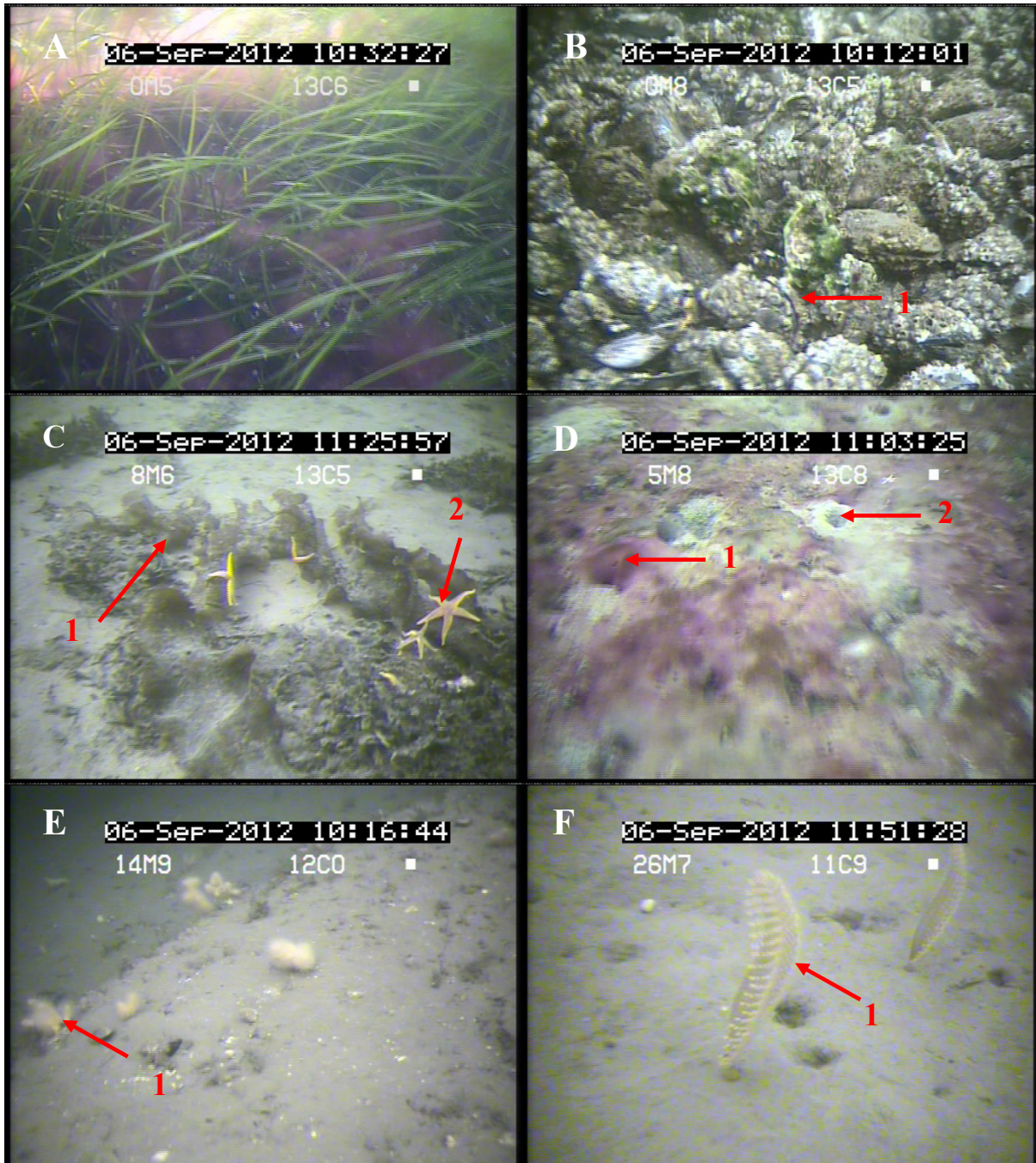


Figur 17. Forekomst av blæretang (*Fucus vesiculosus* – brune ruter), rur (*Balanus* spp. – røde kryss) og blåskjell (*Mytilus edulis* - blå sirkler) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2005 - 2012. **A.** Stasjon BK (Mølen). **B.** Stasjon B2 (Langøya). **C.** Stasjon B6 (Langøya). **D.** Juvenile blåskjell (1), rur (2) og sagtang (*Fucus serratus*) (3) på stasjon B7 i 2012.

Andre årsaker til ulikhetene i registreringene kan være at vær og vind vil kunne påvirke undersøkelsen og vannstanden kan variere. 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.

3.4 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen

Tabell 14 gir en grov oversikt over forholdene i de fem transektene. Transektplassering er vist i **Figur 6** og foto fra registreringene er vist i **Figur 18**. Det er vanskelig å gjenkjenne og skille arter fra hverandre på videoopptak. Registreringene fra undervannsfilmene ble derfor ofte notert som morfologiske grupper som f.eks. 'trådformete rødalger', eller grovere taksonomiske grupper som f.eks. sekkedyr.



Figur 18. Bilder fra videoopptak av transektene ved Langøya 2012. **A:** Ålegras (*Zostera marina*) i transekt 3. **B:** Blåskjell (*Mytilus edulis*) med rur (*Balanus* sp.) (1) i transekt 4. **C:** Sukkertare (*Saccharina latissima*) (1) og korstroll (*Asterias rubens*) (2) på sandbunn i transekt 1. **D:** Blågrønnalgebelegg (cf *Spirulina* sp.) (1) og pustehull fra gravende organismer (2) i transekt 2. **E:** Dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*) (1) på sedimentert fjell i transekt 4. **F:** Vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) (1) på bløtbunn i transekt 5.

Tabell 14. Maksimalt registreringsdyp (m) og de vanligste arter og substrat som ble registrert i september 2012 i de fem transektene rundt Langøya (se kart Figur 6). Registreringene er delt inn i tre dybdeintervaller (0 - 5 m, 5 - 20 m og >20 m). De viktigste observasjonene i transektene er uthevet i fet skrift.

Transekt	Max. reg. dyp (m)	Øverste 5 m	5 – 20 m	Dypere enn 20 m
1	40	<p>Ålegraseng fra ca. 1,9 - 4 m dyp. Spredt med bl.a. sagtang, rur, buskformede rødalger og fjærehinne ned til 1 m dyp.</p> <p>Spredt med sagtang, korstroll og belegg av blågrønnalger fra 1 – 5 m dyp. På 5 m ble det registrert et enkeltfunn av sukkertare.</p>	<p>Vanskelig å se forskjell på sand/bløtbunn og sedimentert fjell.</p> <p>Spredt med korstroll og sukkertare på sandbunn. Spredt med bl.a. dødmannshånd, korstroll, svamper og korallnelliker på fjell.</p>	<p>Spredt med begerkorall og korallnelliker, enkelte langpiggete kråkeboller, svamper og påfuglmark på sedimentert fjell.</p> <p>Spredt med vanlig sjøfjær og pustehull fra gravende organismer, enkelte haneføtter og ett par piperensere på bløtbunn.</p>
2	40,6	<p>Vanlig med blæretang og spredt med bl.a. tarmgrønsker, rur, og buskformede rødalger på stein.</p> <p>Ålegraseng fra 1 – 3,7 m. Spredt med blåskjell, korstroll og pustehull fra gravende organismer. Belegg med blågrønnalger på sanden fra 4,5 – 7,8 m dyp.</p>	<p>Belegg med blågrønnalger på sanden fra 4,5 – 7,8 m dyp. Lite synlig liv. Endel pustehull fra gravende organismer. Enkelte korstroll, dødmannshånd og skorpeformede røde kalkalger.</p>	<p>Bløtbunn med lite synlig liv. Enkelte vanlig sjøfjær og pustehull fra gravende organismer. Enkelte haneføtter, piperensere og polychaetrør dypere enn ca. 33 m.</p>
3	42	<p>Ålegraseng fra 0,8 – 2,8 m. Spredt med bl.a. blæretang, sagtang, rur, og buskformede alger på stein.</p> <p>Ganske bart på sanden; enkelte korstroll og buskformede rødalger.</p>	<p>Fin sand/bløtbunn. Lite synlig liv; kun enkelte korstroll og pustehull fra gravende organismer. En sylindranemone på 13 m dyp.</p>	<p>Lite synlig liv ned til 27 m dyp, deretter var det spredt med vanlig sjøfjær og enkelte haneføtter, rødpølser og pustehull fra gravende organismer.</p>
4	41	<p>Vanlig med blæretang og spredt med sagtang ned til 1 m dyp, og vanlig med blåskjell fra 1 – 1,5 m. Spredt med bl.a. rur og buskformede rødalger.</p> <p>Ålegras fra 2 – 3 m. Belegg med blågrønnalger i enkelte områder fra 2 m dyp. Enkelte sukkertarer fra 3,5 m dyp.</p>	<p>Vanskelig å se forskjell på sand/bløtbunn og sedimentert fjell.</p> <p>Spredt med bl.a. dødmannshånd, hydroider og skorpeformede rødalger på fjell.</p> <p>Lite synlig liv på sand/bløtbunn; kun tomme muslingskall.</p>	<p>Enkelte haneføtter, vanlig sjøfjær og mudderrør av flerbørstemark på bløtbunn.</p> <p>Spredt med bl.a. korallnellik, hydroider og påfuglmark og enkelte begerkoraller og tarmsjøpung på fjell.</p>
5	40,7	<p>Vanlig med sagtang og spredt med bl.a. rur, buskformede rødalger og tarmgrønsker på stein.</p> <p>Ett par sukkertarer og enkelte korstroll og pustehull fra gravende organismer.</p> <p>Belegg med blågrønnalger i enkelte områder mellom 2,3 – 6 m; vanlig mellom 5 – 5,5 m</p>	<p>Spredt med pustehull fra gravende organismer og enkelte sjøstjerner, sukkertarer og dødmannshånd på sand.</p> <p>Spredt med bl.a. dødmannshånd, røde skorpeformede kalkalger, hydroider og påfuglmark på fjell.</p>	<p>Spredt med mudderrør av flerbørstemark, vanlig sjøfjær og pustehull fra gravende organismer, enkelte haneføtter og en piperenser.</p>

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

Undersøkelsen av vegetasjonen i fjæresonen viste at det var god forekomst av vanlige flerårige tangarter på alle stasjonene, og ålegrasenger på fire av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. Ålegrasenger utgjør et viktig marint habitat, både som oppvekstområde og skjulested for ulike fiskeslag og andre marine dyr.

Det ble registrert ålegras (*Zostera marina*) i transekt 1, 2, 3 og 4. I 2011 ble det ikke registrert ålegras i transekt 4, mens det ble registrert en liten forekomst i transekt 5. Da de to forekomstene er små er det sannsynlig at registreringen ikke er gjort i akkurat samme område de to årene, og forekomstene derfor ikke er gjenfunnet. Dybdeutbredelsen til ålegrasengene i 2012 er lik den som ble registrert i 2011. Engene bestod av friske planter med lite påvekstalg, med unntak av engen i transekt 3. I transekt 3 var bladene litt begrodd av noe som så ut som juvenile blåskjell og det var også endel løstliggende trådformete alger i engen. I 2011 så kvaliteten på engen i transekt 3 dårligere ut, med mer påvekst av buskformete alger og juvenile blåskjell.

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. De mest forekommende artene var vanlig korstroll (*Asterias rubens*), dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*), korallnellik (*Protanthea simplex*) og begerkorall (*Caryophyllia smithii*). Pustehullene fra gravende organismer i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet, og på alle stasjonene ble det registrert enkelte forekomster av vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) og hanefot (*Kophobelemnion stelliferum*) dypere enn 20 m på bløtbunn. Det ble også registrert enkelte forekomster av piperensere (*Funiculina quadrangularis* eller *Virgularia mirabilis*) og mudderrør av flerbørstemark på bløtbunn (cf *Polydora ciliata*).

I 2012 ble det registrert et tynt rødt- og grønt algebelegg på sandbunnen (**Figur 18D**) i fire av transektene. Belegget ble registrert i flekkvise områder, enkelte steder i svært høye forekomster, mellom ca. 2 og 8 m dyp. Dette er sannsynligvis et belegg av filamentøse blågrønnalger i slekten *Spirulina* sp. *Spirulina* er en gruppe alger som kan finnes i store forekomster der det er stor tilførsel av næringssalter (eutrofiering). Da belegget kun ble registrert i begrensede areal, og det ikke ble registrert høye forekomster av andre indikatorarter for eutrofiering som f.eks. tarmgrønsker (*Ulva* spp.) og grønn dusker (*Cladophora* spp.) skyldes belegget sannsynligvis lokale tilførsler av organisk materiale.

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.
- Bakke, T., G. Breedsveld, T. Källqvist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A., Kibsgaard, A. Helland, A & Hylland, K. 2007.** Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Veildening. SFT-veileder 2229/2007. ISBN 978-82-7655-537-0
- Bokn, T.L., Murray, S.E., Moy, F.E. og Magnusson, J.B. 1992.** Changes in fucoid distributions and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. *Acta Phytogeographica Suecica* 78, 117- 124.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009.** Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 181 s.
- Fryer, R., Nicholson, M., 1999.** Using smoother for comprehensive assessments of contaminant time series in marine biota. *ICES Journal of Marine Science*, 56:779-790.
- Gitmark J., Green N., Beylich B., Høgåsen T. 2012.** Overvåking NOAH Langøya 2011. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6306-2012. 74s.
- Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L., 2011.** Coordinated environmental monitoring programme (CEMP). Levels, trends and effects of hazardous substances in fjords and coastal waters-2011. Climate and Pollution Agency, Monitoring report no. 1111/2011 TA no. 2862/2011. Norwegian Institute for Water Research project 11106 and report no. 6239-2011, 252 pp. ISBN no. 978- 82-577-5974-2.
- 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 tønnedeponi 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, Breiangen. NIVA-rapport 3657-97, 23s.
- Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J. & J. Sørensen, 1997.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2. 36 s.
- MON, 1998.** Summary record. Ad Hoc Working Group on Monitoring, Copenhagen: 23-27 February 1998. MON 98/6/1-E.
- Nicholson M., Fryer R.J., & J.R. Larsen, 1998.** Temporal trend monitoring: A Robust Method for Analysing Trend Monitoring Data, *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences*, No. 20, 12 pp.

- 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 5978-2009. 73s.

Walday M., Green N., Gitmark J., Høgåsen T., Beylich B. 2011. Overvåking NOAH Langøya 2010. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6117-2011. 73s.

Vedlegg A.

Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996 - 2012

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
Class	Klif-klasse (kfr. Molvær <i>et al.</i> 1997)
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	Prosjektert "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 6466-2013

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	2011	2012	OC	Class	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	8.47	11	m	II	--	m	14
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	6.96	12.8	m	II	--	m	14
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	8.94	18.1	7.74	10.7	17	10.7	12.4	m	II	--	m	15
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	10.1	17.9	6.71	11	13.2	8.39	10.6	m	II	--	m	13
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.3	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	8.01	12.3	19.1	7.63	13	m	II	--	m	16
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	18	7.86	9.72	15.7	14.4	14	m	II	--	m	19
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.93	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	8.57	19.3	12.6	14.9	21	12.9		m	II	--	m	18

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	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	3.87	5.68	11.1	2.58	2.49	4.52	2.37	1.46	1.63	2.29	9.08	6.78	12.7					m		--	m	16
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.95	3.35	44.7	3.65	3.62	12.7	3.79	2.71	3.59	5.96	14.5	8.23	20.3					m		--	m	23
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.55	5.65	20.1	3.59	3.15	6.88	4.27	2	2.87	3.67	13.8	8.59	19.3					m		--	m	18
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	3.11	3.82	18.4	1.87	1.99	7.44	4.42	1.28	1.57	3.87	10.1	9.09	14.7					m		--	m	21
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	3.47	3.62	11.2	3.5	2.19	5.1	3.17	1.57	1.52	3.05	11.8	6.12	11.5					m		--	m	18
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31	1.24	3.2	9.73	9.8	10.6					m		--	m	21
BK	MYTI	EDU	SB	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	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.787	0.814	0.811	1.73	1.24	1.11	1.95	1.35	1.06	1.33	1	1.9	1.35	1.43	1.65	1.94	1.33	no	I	--	no	11
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.695	0.799	1.08	2.15	1.92	2.38	3.63	2.25	1.84	2.52	1.65	1.56	1.34	2.5	1.66	2.22	1.85	no	I	UY	1.1	10
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.843	1.22	0.993	2.4	1.65	1.82	1.53	0.853	0.823	1.02	1.03	3	1.74	1.74	1.39	2.13	1.69	no	I	--	no	12
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.706	1.12	1.24	1.89	1.01	1.47	1.13	1.45	0.915	1.88	1.25	2.36	1.79	1.79	1.87	1.89	1.81	no	I	U-	no	10
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.853	1.13	1.11	1.93	1.19	1.21	1.4	1.04	0.796	1.15	1.09	2.21	0.895	1.58	1.39	1.4	1.13	no	I	--	no	11
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	0.971	1.21	1.86	1.62	no	I	--	1.1	10
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.766	0.965	1.14	1.53	1.33	1.53	1.16	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.01	0.726	0.988	1.75	1.67	no	I	UY	1.2	9

NIVA 6466-2013

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	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.37	0.214	0.331	0.602	0.437	0.676	0.471	0.413	0.44	0.601	0.394	0.423	0.264	0.453	0.475	0.694	0.457	m	---	m	15
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.898	0.359	0.321	0.429	0.369	0.418	0.338	0.441	0.317	0.652	0.441	0.286	0.444	0.441	0.629	0.633	0.5	m	---	m	12
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.37	0.53	0.386	0.957	0.46	0.737	0.394	0.44	0.471	0.832	0.594	0.361	0.591	0.548	0.634	0.813	1.23	m	---	m	13
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.62	0.923	1.34	1.73	0.507	0.933	0.901	0.734	0.738	1.22	0.683	0.4	0.468	0.685	1.11	0.709	0.731	m	---	m	13
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.12	0.49	0.543	0.642	0.567	0.597	0.473	0.503	0.373	0.664	0.468	0.386	0.421	0.533	0.582	0.735	0.616	m	---	m	10
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.211	0.377	0.3	0.387	0.265	0.345	0.247	0.26	0.406	0.568	0.721	m	---	m	12
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.211	0.377	0.3	0.387	0.265	0.345	0.247	0.26	0.406	0.568	0.721	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	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.04	3.03	1.34	8.66	7.2	7.2	2.16	3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	4.58	2.4	3.39	1.96	no	I	no	17
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	9.07	1.23	1.27	6.62	2.99	2.99	2.16	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	4.67	2.09	2.13	4.62	5.82	1.9	I	1.9	19
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.98	2.24	1.34	24.5	4.42	4.42	1.46	5.29	4.93	15.5	5.17	3.11	10	6.51	3.5	9.84	77.3	26	V	26	24
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.18	4.46	1.57	4.72	5.04	5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	2.81	7.09	4.9	2.2	no	I	no	19
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67	3.15	3.15	3.24	3.24	2.35	9.67	4.05	0.929	6.84	4.14	3.77	2.21	3.16	1.1	I	1.1	19
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.16	10	2.01	2.16	2.16	2.16	0.92	1.21	2.19	2.44	0.625	1.19	2	4.59	4.95	2.02	no	I	no	2	18
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.211	0.377	1.83	1.07	0.714	0.4	1.58	0.957	1.25	1.82	3.66	1.2	I	1.2	20

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	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.07	6.02	11.4	8.27	7.95	8.32	7.09	6.05	6.99	9.72	7.41	9.31	3.99	6.49	8	6.94	7.67	no	I	no	10
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.68	6.02	9.64	8.82	7.43	7	7.75	6.82	6.64	8.73	7	5.67	6.05	6.67	7.72	7.59	8.18	no	I	no	7
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	7.38	8.95	no	I	no	9
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.45	6.02	12.4	9.45	10.8	8.24	7.68	6.86	6.52	10.3	7.46	6.5	4.52	7.47	8.16	7.09	7.12	no	I	no	10
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	5.82	6.02	9.63	8.26	7.64	6.56	7.3	6.59	5.94	9.53	8.12	6.64	3.84	6.95	7.02	6.62	6.39	no	I	no	10
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.94	6.81	7.23	7.14	5.49	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.58	7.23	7.22	7.36	7.08	no	I	no	7
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.94	6.81	7.23	7.14	5.49	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.58	7.23	7.22	7.36	7.08	no	I	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	2011	2012	OC	Class	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	0.182	0.307	1.5	II	UY	1.9	13
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.027	0.037	0.108	0.132	0.0577	0.116	0.143	0.156	0.129	0.222	0.0986	0.0762	0.07	0.125	0.106	0.146	0.35	1.7	II	UY	2.1	14
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.0535	0.085	0.108	0.188	0.0795	0.129	0.106	0.0789	0.0851	0.13	0.0764	0.0889	0.0645	0.107	0.0857	0.164	0.413	2.1	II	UY	2.4	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	0.147	0.424	2.1	II	UY	2.4	14
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.059	0.0735	0.156	0.193	0.104	0.105	0.139	0.0956	0.105	0.149	0.0987	0.107	0.0737	0.133	0.142	0.125	0.394	2	II	UY	2.1	12
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt				0.0545	0.0545	0.055	0.0759	0.0536	0.144	0.105	0.046	0.0688	0.0983	0.069	0.0922	0.225	0.413	2.1	II	U-	2.8	14
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.0383	0.0354	0.0667	0.101	0.028	0.0472	0.0575	0.0574	0.0938	0.12	0.045	0.045	0.0667	0.0565	0.0688	0.123	0.407	2	II	U-	2.3	15

Annual median concentration of MO (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																						
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt										1.1	0.769	0.692	1.04	0.72	0.847	0.552	m		m	m	10	
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt					0.857	0.655	0.476	0.973	0.662	0.539	1.16	1.1	m							m	m	12
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt					2.48	1.1	0.667	1.82	1.3	0.889	1.64	1.0.5	m							m	m	20
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt					1.4	1.57	0.611	0.65	0.822	1.35	0.709	0.631	m							m	m	14
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt					2.02	0.891	0.571	1.16	1.02	0.877	0.735	0.752	m							m	m	13
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					0.808	0.567	0.5	0.427	0.621	0.959	0.99	0.62	m							m	m	12
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt					0.84	0.6	0.7	0.579	0.757	0.688	0.545	1.06	m							m	m	10

Annual median concentration of NI (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																						
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.994		0.201	6.3	1.24	4.12	1.67	1.93	4.46	2.53	2.38	0.615	1.7	3.26	1.76	2.7	1.78	no	I	--	no	23
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.66	0.191	4.41	4.41	1.44	1.94	1.45	1.52	2.46	2.69	2.08	0.524	2.84	1.18	1.31	2.89	3.97	no	I	--	1.1	23
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.72	0.201	18.2	18.2	1.18	2.96	1.64	2.85	3.65	10.7	3.97	1.28	6.18	4.52	2.74	6.56	45.1	9	III	--	7.3	>25
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.5	0.236	2.56	2.56	4.53	2.94	1.21	2.51	2.5	5.14	6.12	0.611	1.91	1.99	5.18	2.8	1.95	no	I	--	no	23
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.46	0.222	2.75	2.75	2.08	1.88	1.55	2.1	1.71	6.7	2.2	0.643	3.95	3.05	2.81	1.47	2.48	no	I	--	no	22
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					1.82	1.21	1.25	0.797	1.45	2	1.19	0.625	0.794	1.38	3.15	3.96	1.86	no	I	--	1	15
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.877			1.3	0.87	5.87	1.03	0.831	2.04	1.15	0.619	0.5	0.789	1.13	1.69	1.64	2.85	no	I	--	no	18

NIVA 6466-2013

Annual median concentration of PB (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																						
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	OC	Class	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.999	0.62	1.74	3.01	1.94	1.84	1.92	1.65	1.58	2.22	1.65	1.62	0.951	1.67	1.6	2.88	1.1	no	I	--	no	13
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.879	0.821	4.33	4.86	16.3	12.8	16.5	11.9	14.7	16.9	6.98	2.33	2.5	5.81	4.56	6.96	4.73	1.6	II	UY	no	15
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.56	2.14	2.57	6.25	7.82	4.22	2.45	3.53	2.7	3.8	3.3	2.22	2.01	3.15	2.96	3.59	2.73	no	I	--	no	12
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.02	1.38	2.28	2.38	2.5	2.29	1.3	1.95	1.31	2.66	2.61	0.944	0.935	2.19	1.65	3.42	1.46	no	I	--	no	14
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.42	1.47	2.89	2.75	2.08	1.59	1.64	1.54	1.16	1.89	1.84	1.29	1	2.25	1.58	2.24	1.26	no	I	--	no	12
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					1.21	1.21	0.879	1.85	2.44	1.37	0.935	0.938	1.75	0.971	1.3	4.31	1.74	no	I	--	1.2	15
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	1.31	1.7	no	I	U-	no	11

Annual median concentration of V (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																						
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	OC	Class	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	2.46	3.38	0.951	1.53	2.92	1.69	3.29	m		--	m	18
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	1.9	5.28	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	3.12	4.92	m		--	m	17
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	2.8	2.79	m		--	m	17
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	2.04	4.09	m		--	m	20
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	2.94	5.35	m		--	m	23
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	7.38	1.85	9.54	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	2011	2012	OC	Class	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	118	92.6	no		I	--	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	165	117	no		I	--	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	131	121	no		I	--	no	9	
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	69.9	110	128	123	no		I	--	no	9	
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	67.4	114	116	118	no		I	--	no	11	
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					97	68.5	94.3	90.5	145	114	86.4	88.1	70.2	91	129	128	no		I	--	no	9	
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	121	121	107	no		I	--	no	9

Vedlegg B.

Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2010 - 2012

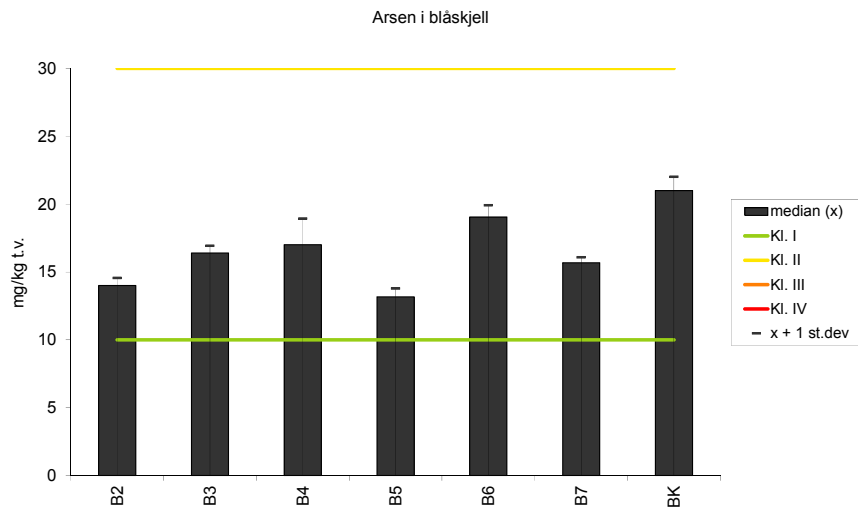
I rekkefølge*:

Arsen (As) – Figur 19
Barium (Ba) – Figur 20
Kadmium (Cd) – Figur 21
Kobolt (Co) – Figur 22
Krom (Cr) – Figur 23
Kobber (Cu) – Figur 24
Kvikksølv (Hg) – Figur 25
Molybden (Mo) – Figur 26
Nikkel (Ni) – Figur 27
Bly (Pb) – Figur 28
Vanadium (V) – Figur 29
Sink (Zn) – Figur 30

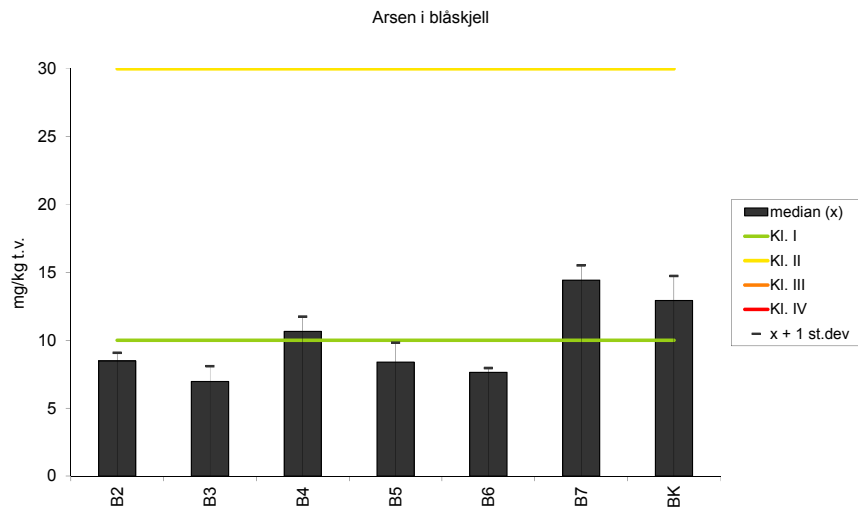
*) suspekterte verdier ikke tatt med

MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)

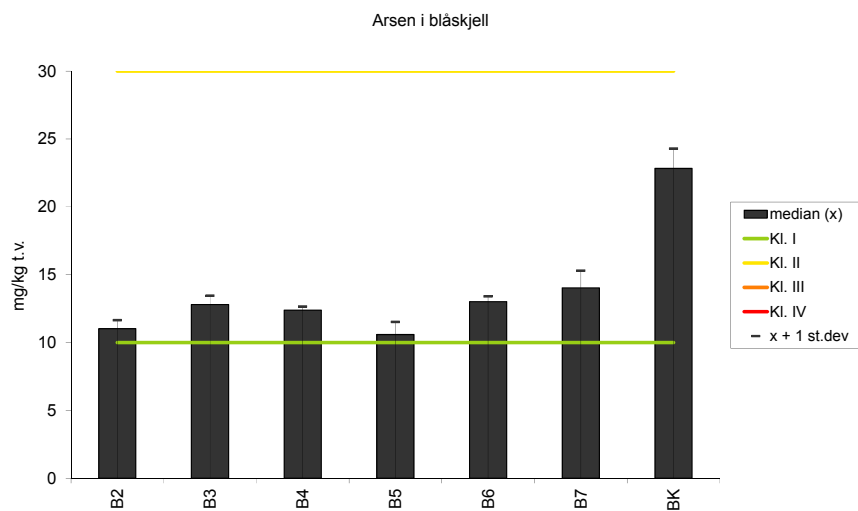
A



B

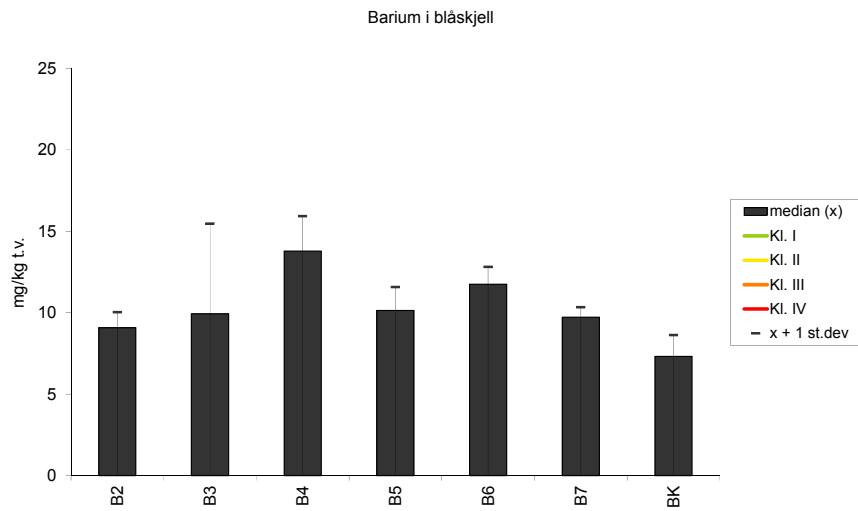


C

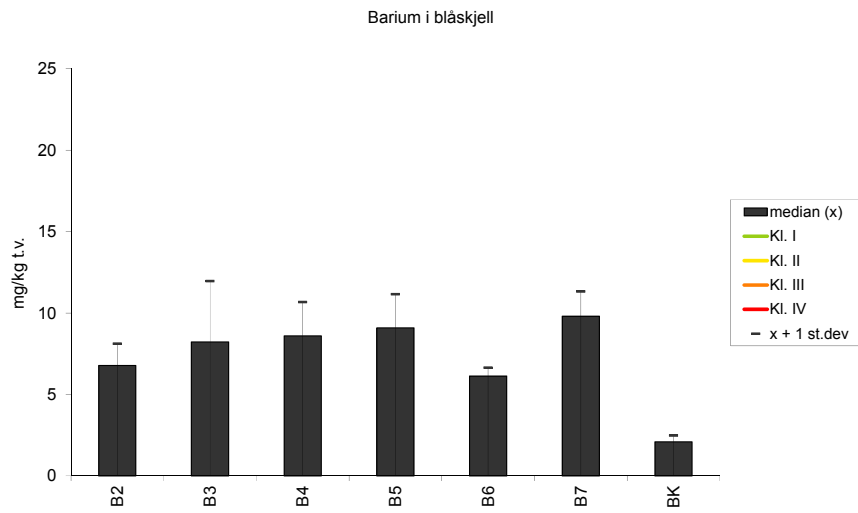


Figur 19. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

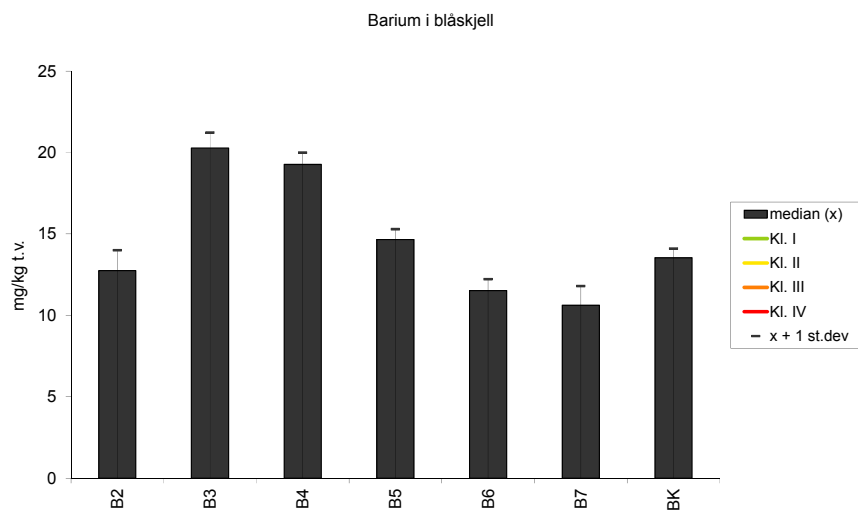
A



B

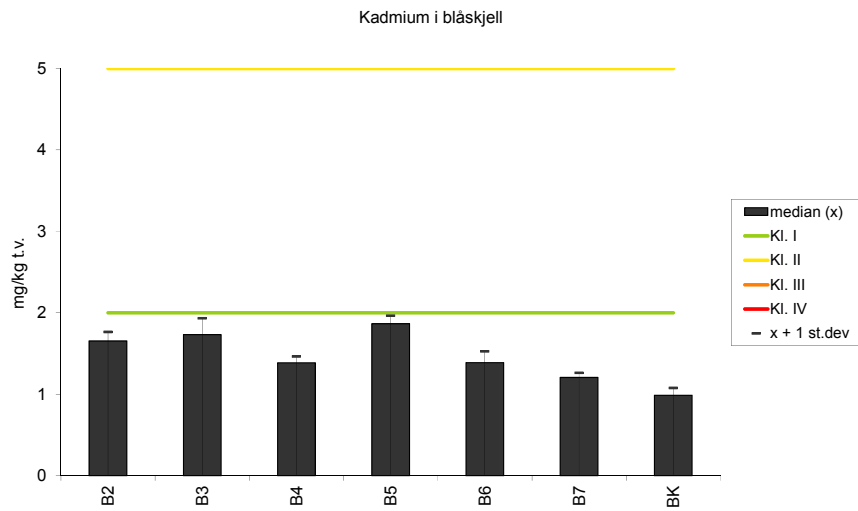


C

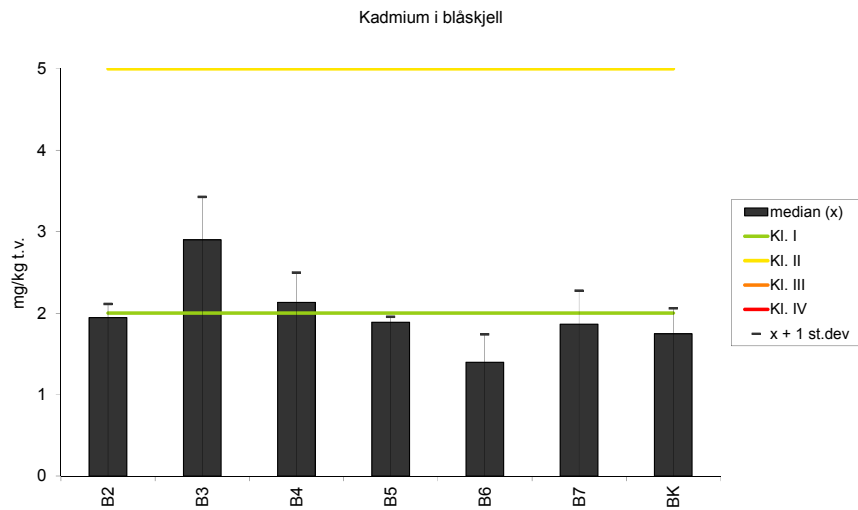


Figur 20. Median og standard avvik konsentrasjon for barium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

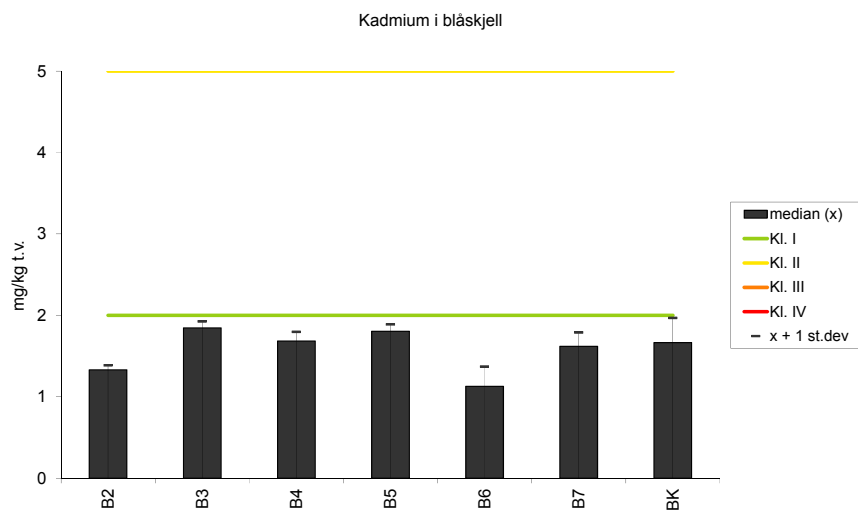
A



B

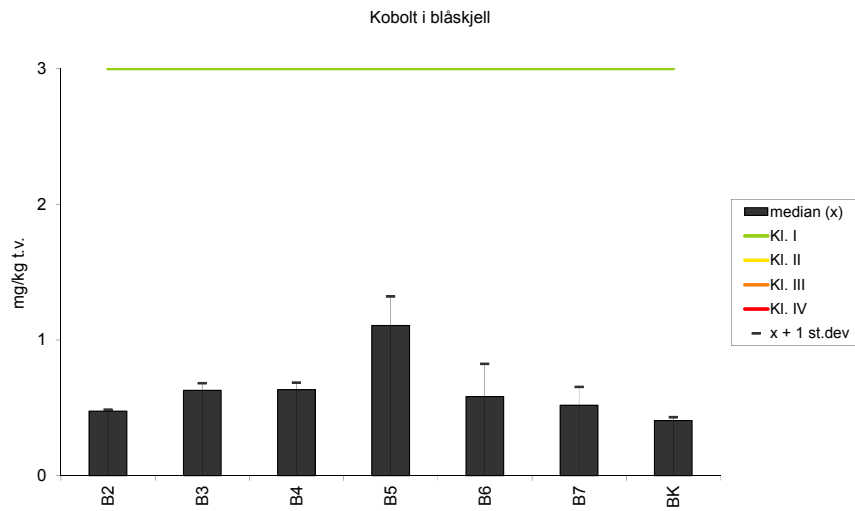


C

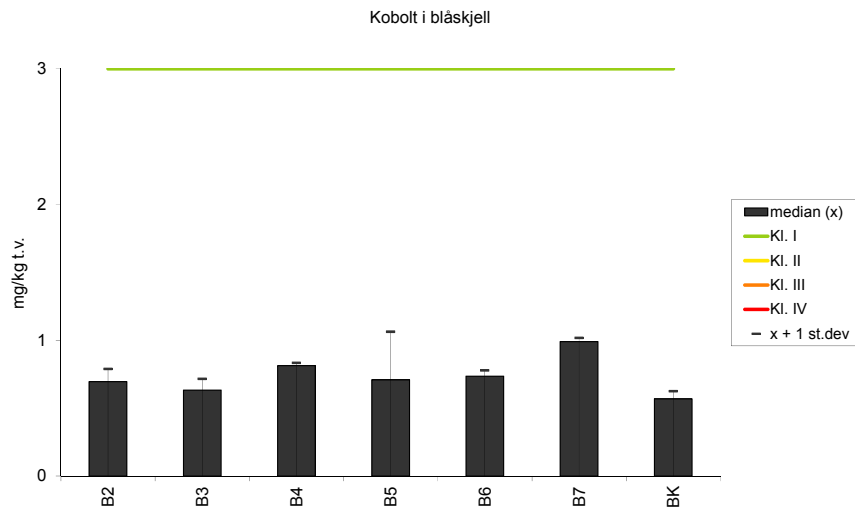


Figur 21. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kadmium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

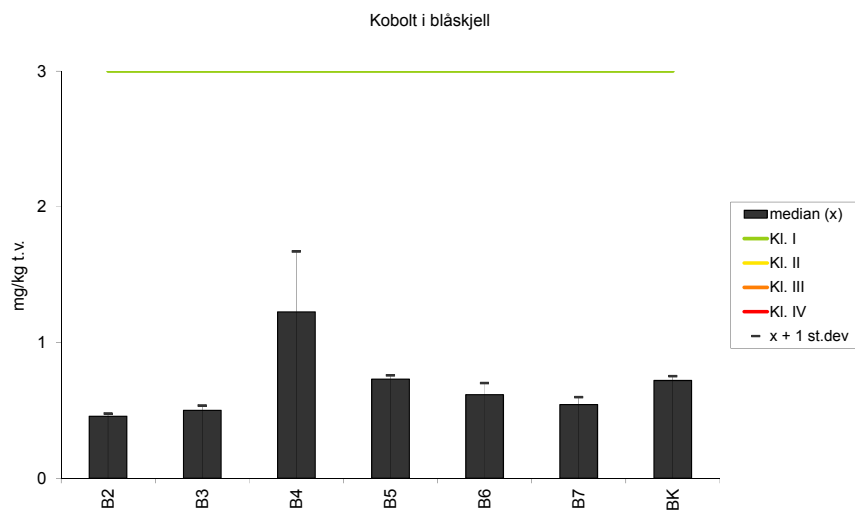
A



B

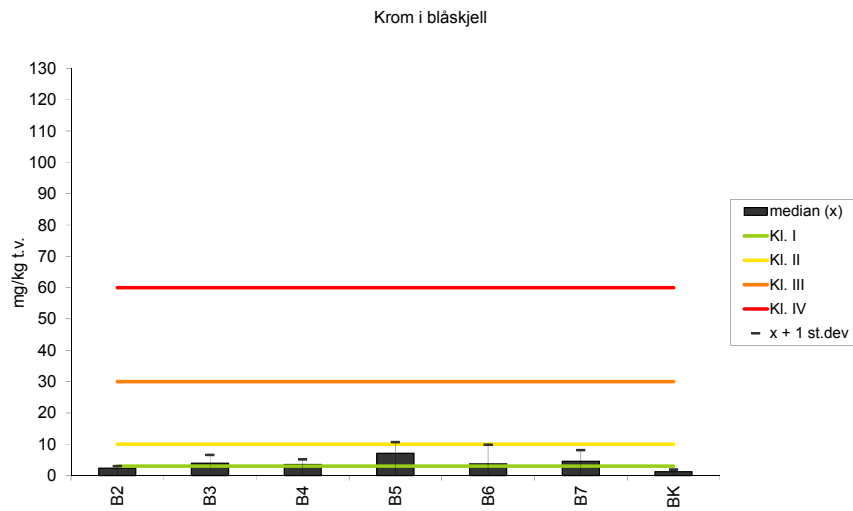


C

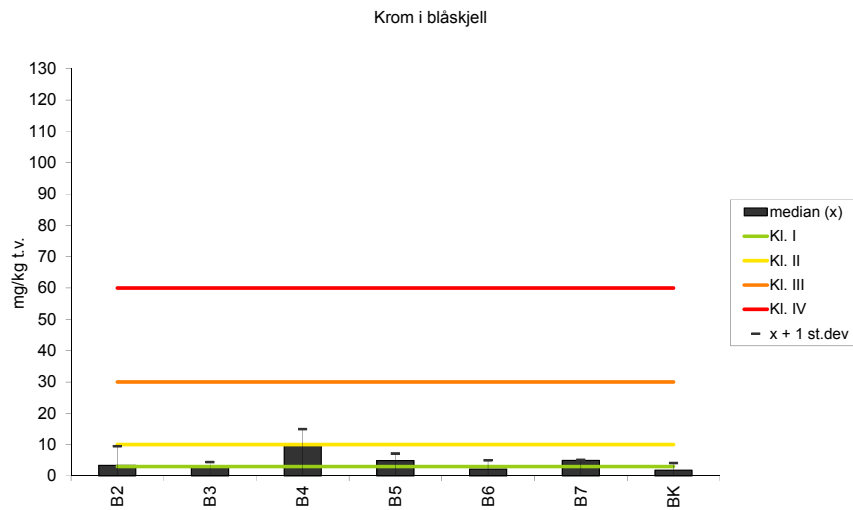


Figur 22. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kobolt i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

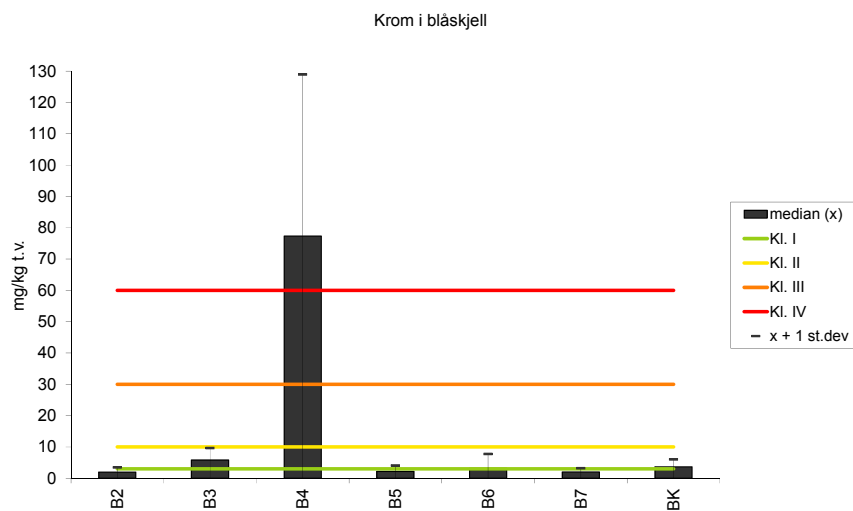
A



B

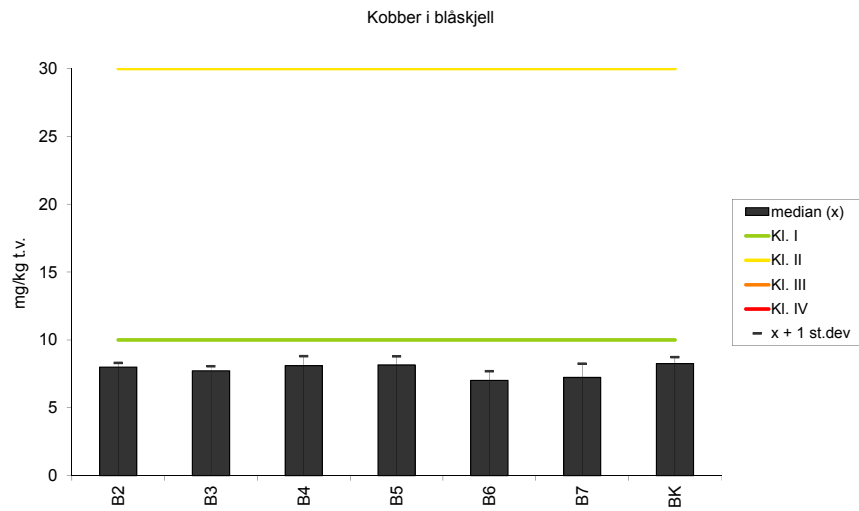


C

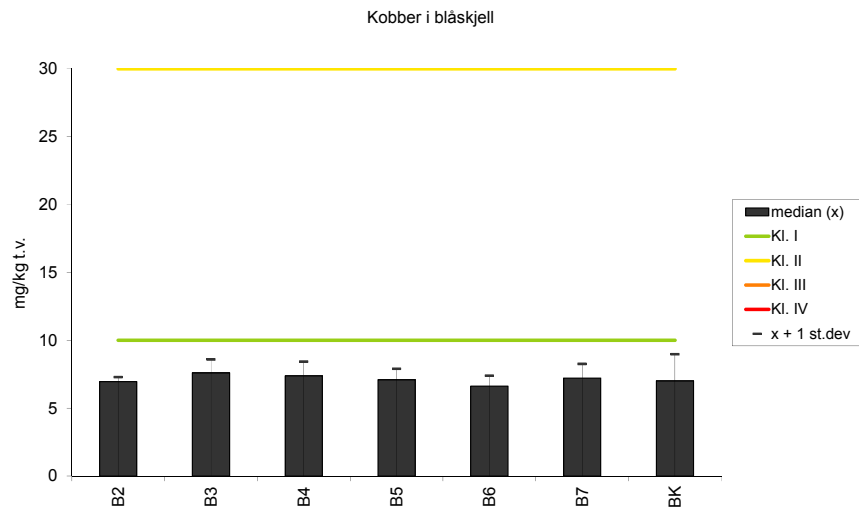


Figur 23. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

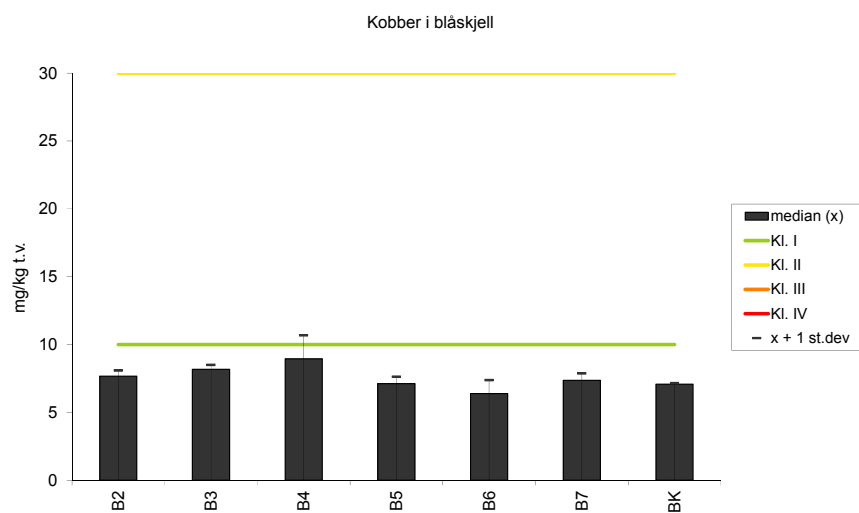
A



B

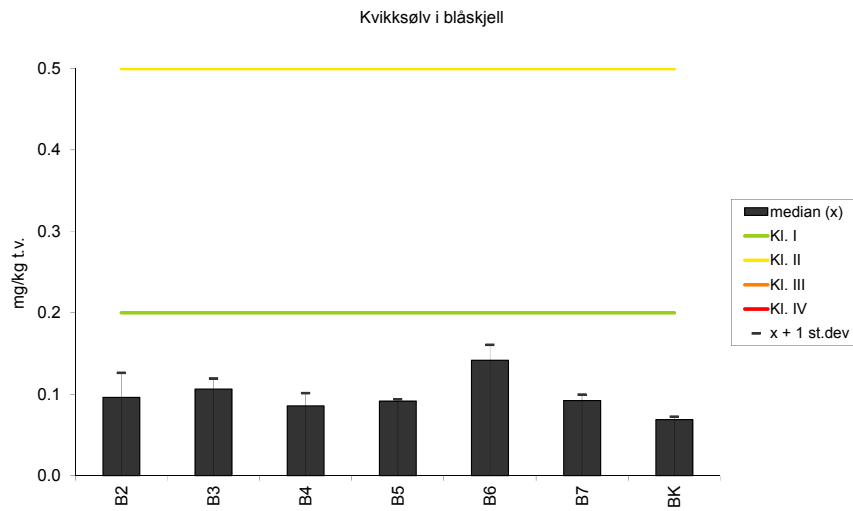


C

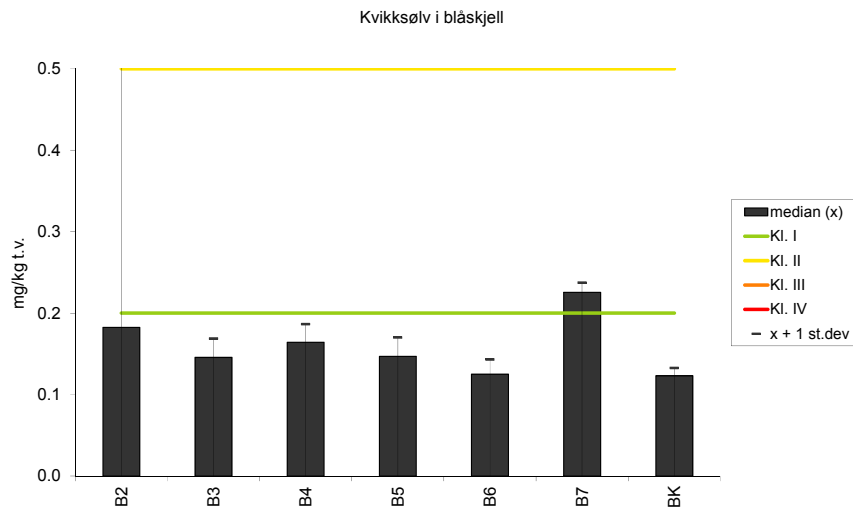


Figur 24. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

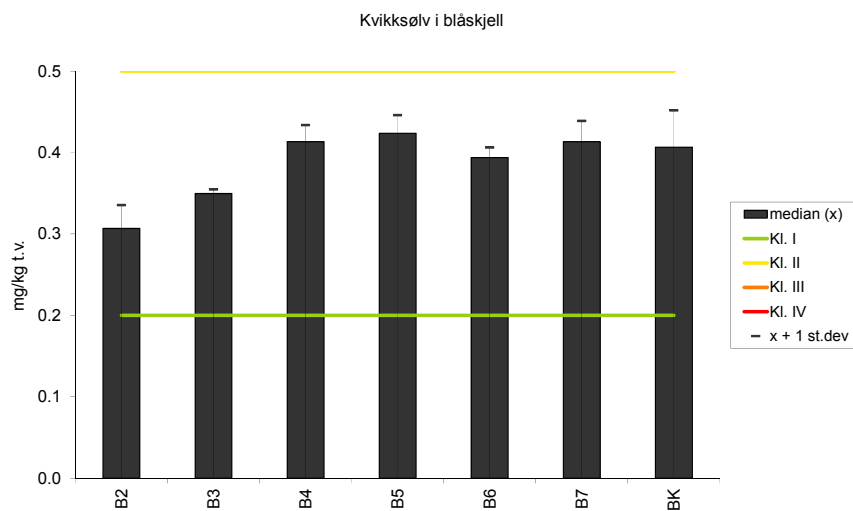
A



B

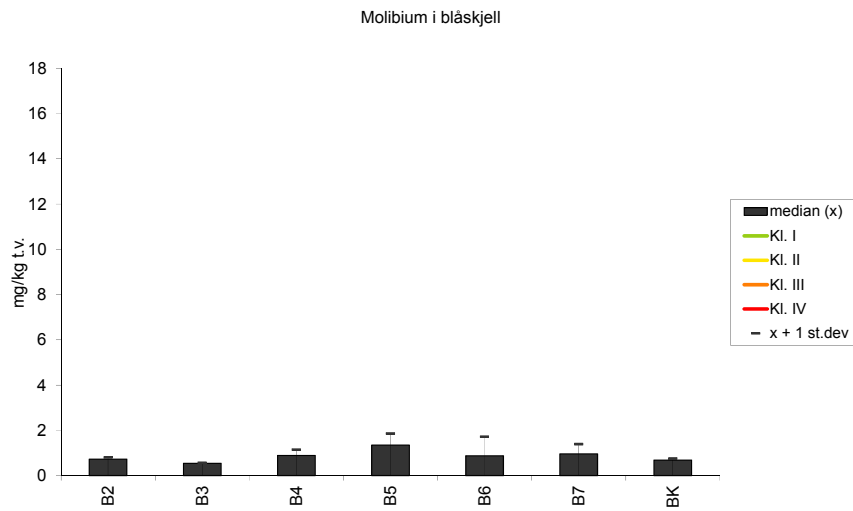


C

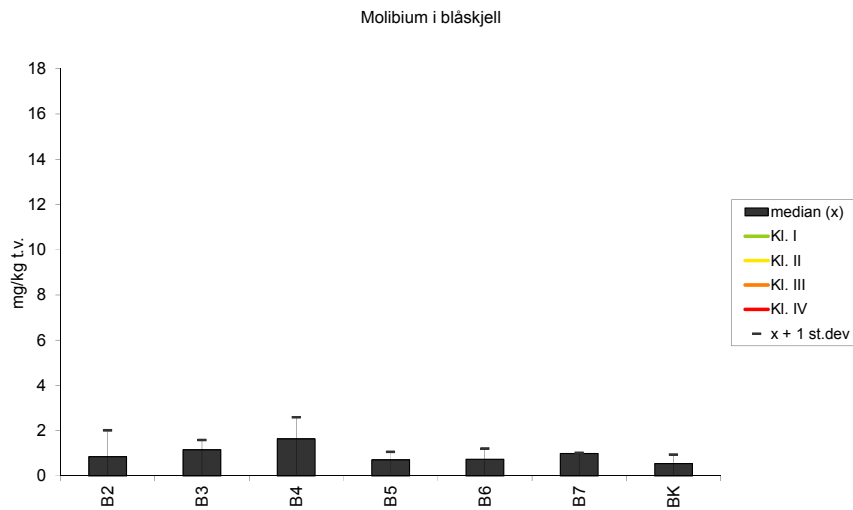


Figur 25. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

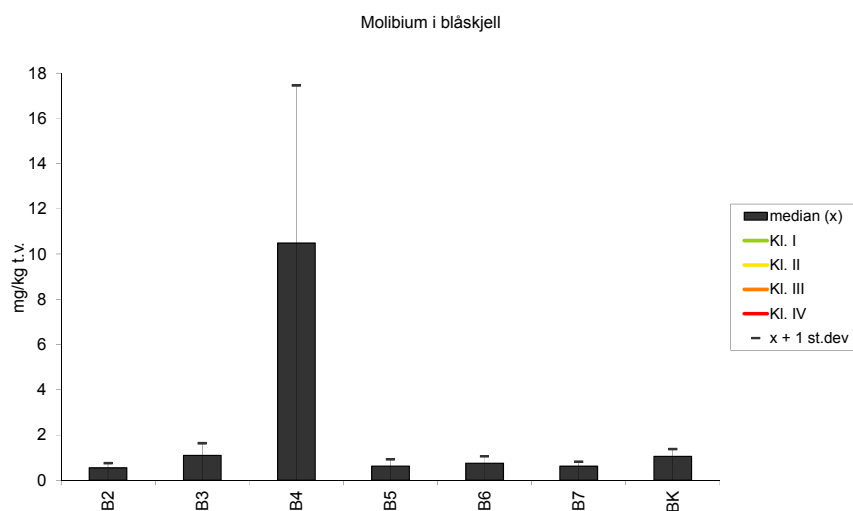
A



B

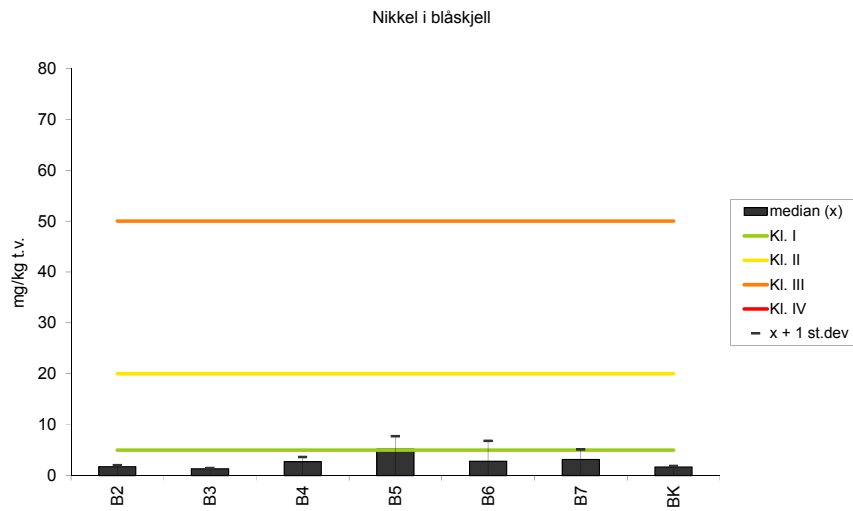


C

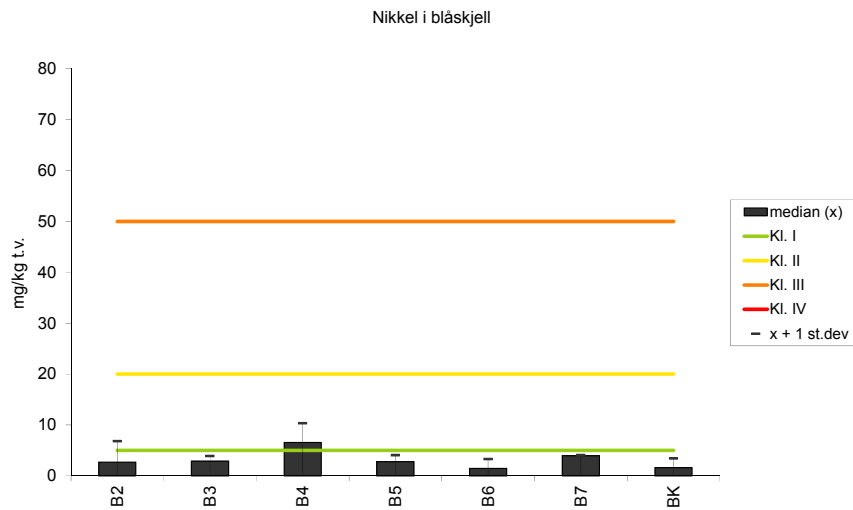


Figur 26. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for molybden i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (A), 2011 (B) and 2012 (C), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

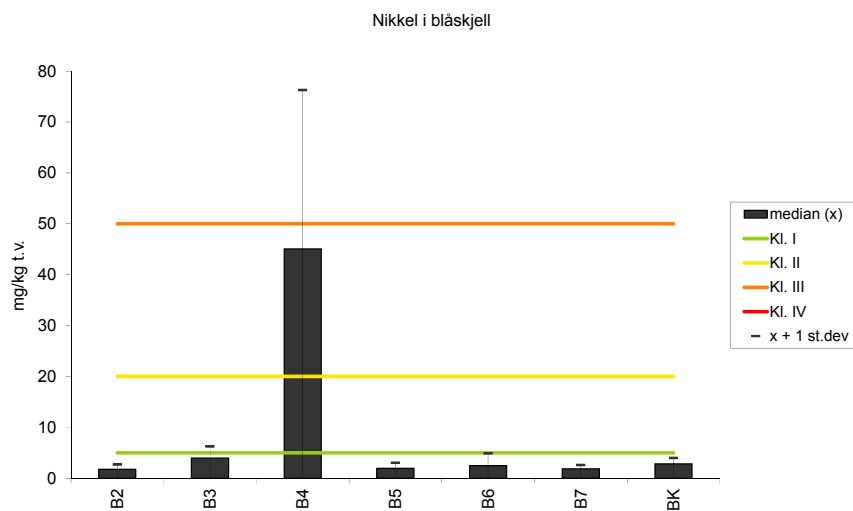
A



B

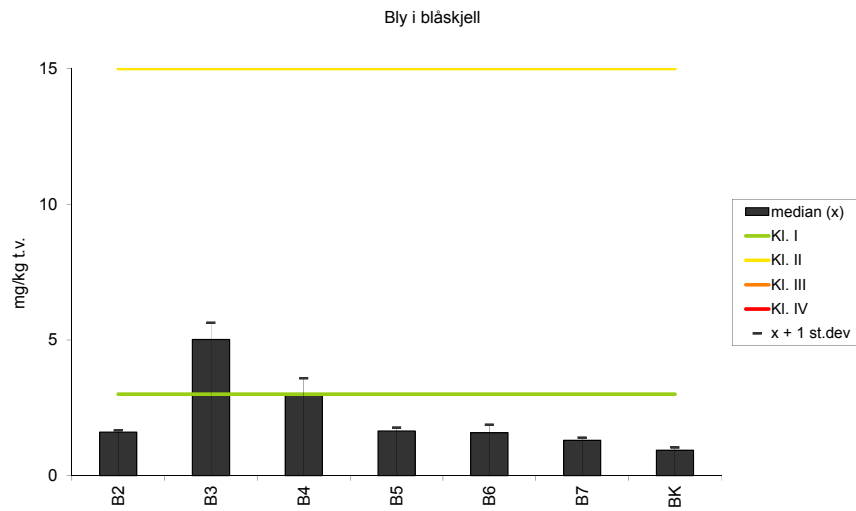


C

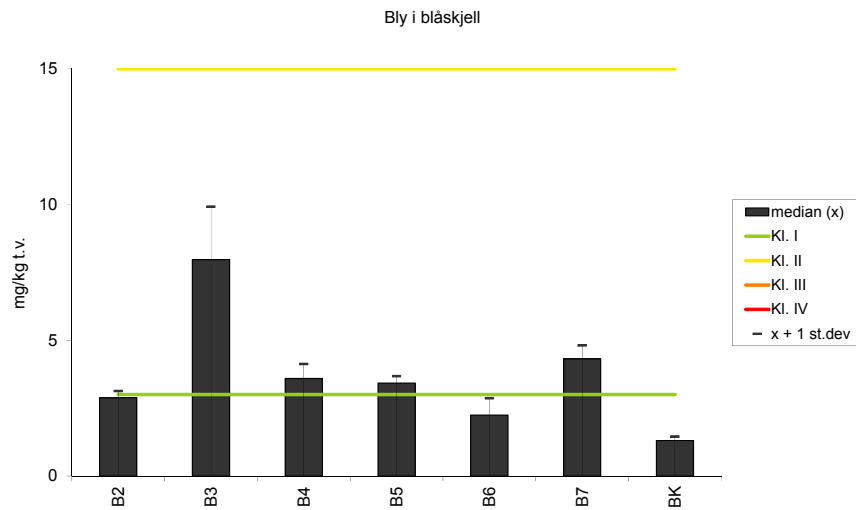


Figur 27. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

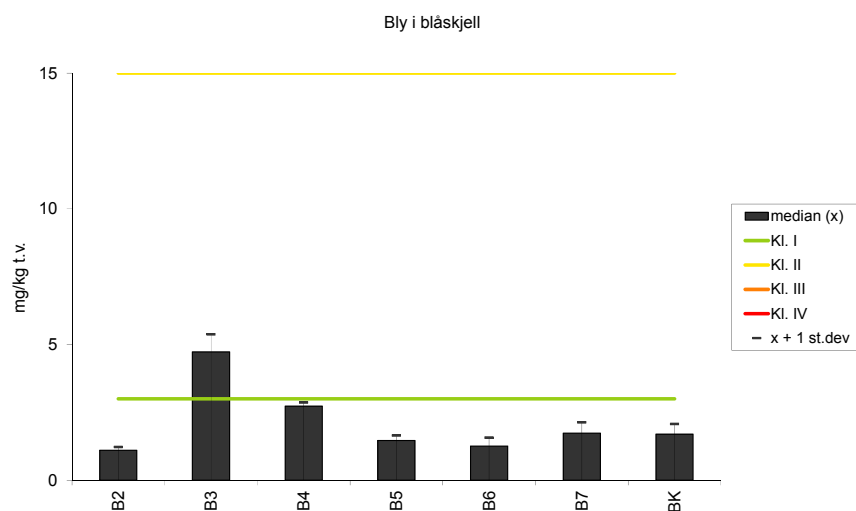
A



B

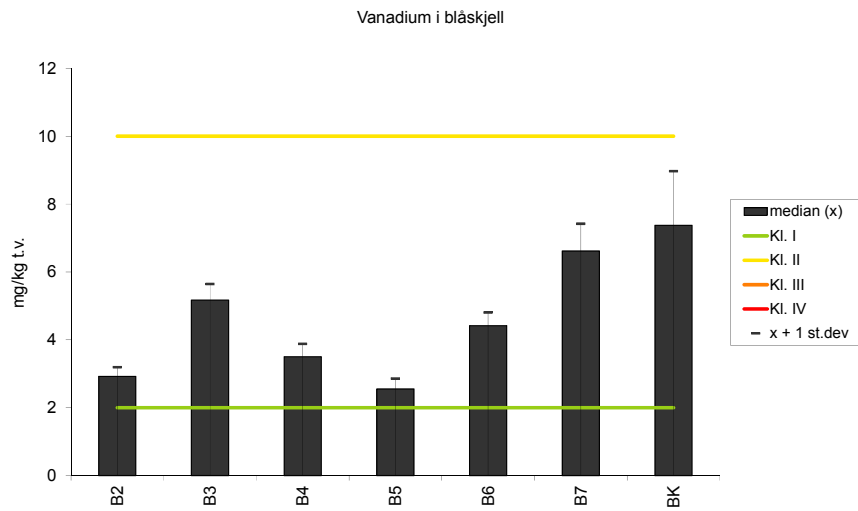


C

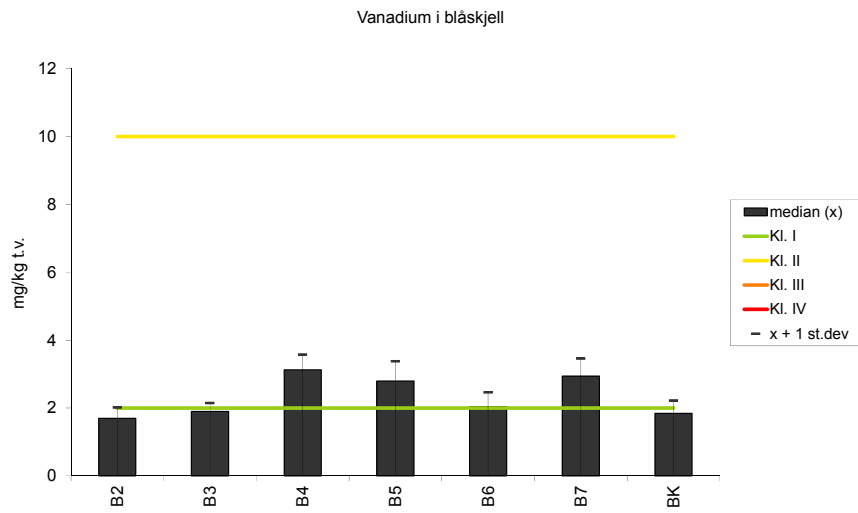


Figur 28. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (A), 2011 (B) and 2012 (C), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

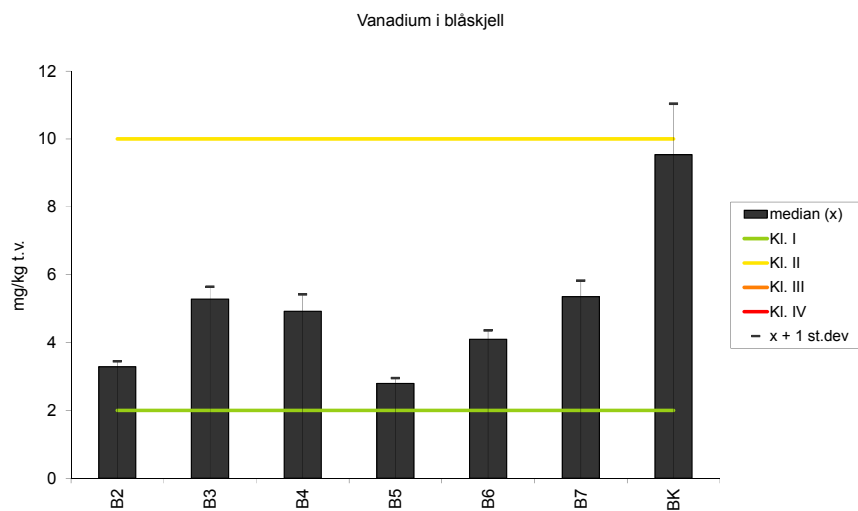
A



B

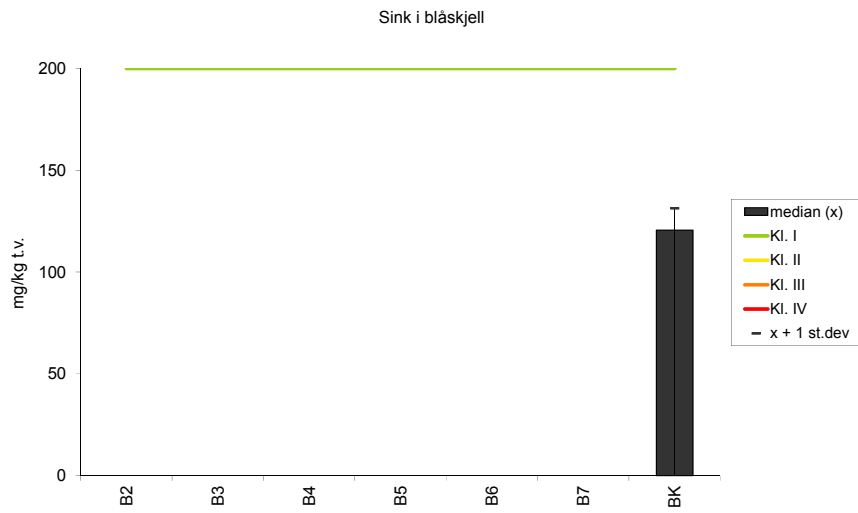


C

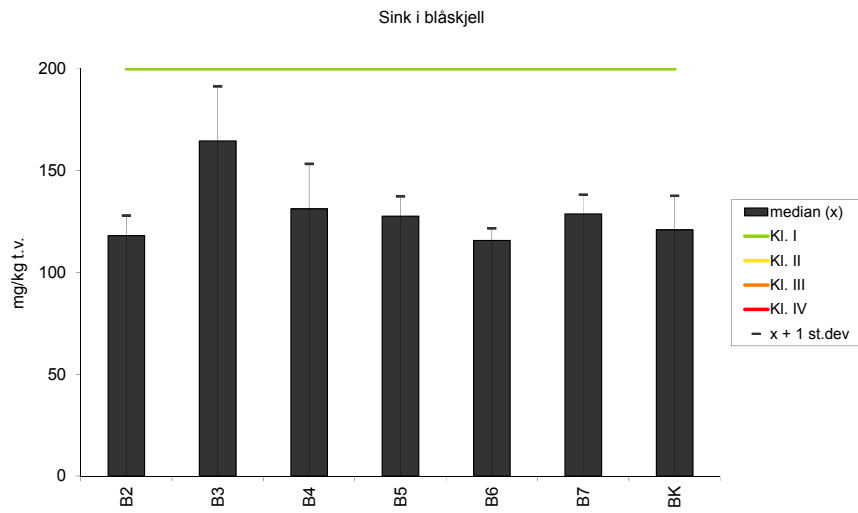


Figur 29. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II og III konsentrasjon for vanadium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (**A**), 2011 (**B**) and 2012 (**C**), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

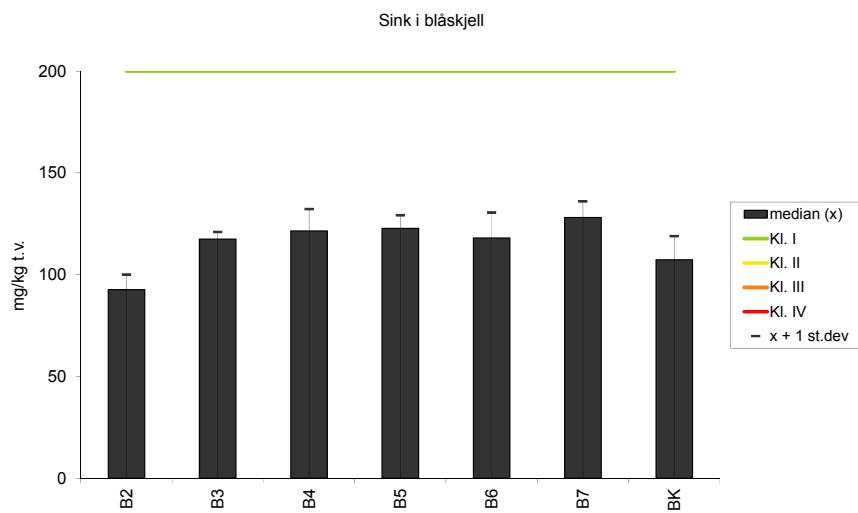
A



B



C



Figur 30. Median, standard avvik og nedre grense til Klif Klasse II konsentrasjon for sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2010 (A), 2011 (B) and 2012 (C), ppm. (mg/kg) tørrvekt.

Vedlegg C.

Artslister:

Dyr i strandsonen på stasjon B2, B6 og BK (Tabell 15)
Alger i strandsonen på stasjon B2, B6 og BK (Tabell 16)
Bløtbunnsfauna på stasjon LØ-1 (Tabell 17)

Tabell 15. Artsliste for dyr i strandsonen på Mølen (bk) og Langøya (b2 og b6) fra 2002 - 2012.
 1=enkeltpfunn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig forekomst, 4=dominerende forekomst.

	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	bk 11	b2 11	b6 11	bk 12	b2 12	b6 12			
Acmaea sp.	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Actinaria indet.	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Alyconidium gelatinosum	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	-	2	2	3	3	3	3	3	-	2	3	3	2	-	2	2	2	2	-	2	-	2	-	2	-		
Alyconidium hirsutum	1	-	-	-	-	3	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-		
Asterias rubens	2	1	2	2	2	2	-	1	1	1	-	2	1	2	2	-	2	1	1	1	-	1	2	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Asterias rubens juv.	2	2	2	2	1	2	2	1	2	-	-	-	-	1	1	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-			
Asteroidea indet. juv.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Balanus cf improvisus	-	-	-	-	-	-	-	4	3	4	2	3	3	-	2	2	-	2	3	-	2	2	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Botryllus schlosseri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Campanularia johnstoni	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Carcinus maenas	1	1	2	2	2	2	-	2	2	2	1	2	2	2	2	-	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	1	1			
Caridea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ciona intestinalis	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Clava multicornis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-		
Dynamena pumila	2	-	-	2	-	3	-	3	-	-	2	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	3	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-		
Eggmasse	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Electra pilosa	3	2	3	3	2	3	3	2	2	-	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	-	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	2	2	2		
Halicondria panacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
cf.Halicondria panicea	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Hinia reticulata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Hydroida indet.	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Lacuna vineta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1		
Laomedea geniculata	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	1	-	2	2	3	2	1	2	-	-	-	1	1	2	2	2	2	-	2	3	3	-	2	2	-	2	2	-	2	1	2	2	2		
Laomedea sp.	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
cf Laomedea flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Leptasterias mülleri	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Littorina littorea	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Littorina obtusata	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
Littorina saxatilis	2	-	-	2	-	3	-	3	2	2	1	2	-	2	3	2	2	3	2	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Littorina cf saxatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	
Littorina sp. juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Membranipora membranacea	3	-	1	2	-	1	1	-	-	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
Metridium senile var. pallidus	3	-	1	2	-	1	3	2	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mytilus edulis	2	4	2	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	3	2	4	3	3	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Mytilus edulis juv.	-	-	-	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	4	2	2	2
Semibalanus balanoides	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	-	3	2	2	3	2	2	2	2	2	1	-	2	3	2	2	4	4	2	3	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3		
Skorpeformet bryozo på fjell	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	2	2	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	2	1	3	2	-	2	-	-	-	-	2	-	2	2	2	2	-	2	2		
Spirorbis borealis	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tubularia larynx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabell 17. Artsliste bløtunnfauna stasjon LØ-1, grabb 2 - 4, prøvetatt 22. mai 2012.

STA	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G2	G3	G4
LØ1	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.			1
LØ1	ANTHOZOA		Kophobelemnion stelliferum	1		
LØ1	PLATYHELMINTHES		Turbellaria			1
LØ1	NEMERTEA		Nemertea	11	11	14
LØ1	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	8	2	3
LØ1	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana amondseni		1	
LØ1	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.	1		
LØ1	POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona		1	
LØ1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	3	1	1
LØ1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	25	14	16
LØ1	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.		1	1
LØ1	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) verugera	2	1	6
LØ1	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	11	2	4
LØ1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	2	1	2
LØ1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa		1	
LØ1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum	3	2	1
LØ1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera rouxii	2		
LØ1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera unicornis		1	
LØ1	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2	4	5
LØ1	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	25	16	10
LØ1	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	14	6	10
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice bahusiensis			1
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	94	45	82
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	8	19	17
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	4	4	9
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata		1	1
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri		2	4
LØ1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta mcintoshii			1
LØ1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella killariensis		1	7
LØ1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	15	12	13
LØ1	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa			1
LØ1	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	5	13	6
LØ1	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa			2
LØ1	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cylindricaudata		1	
LØ1	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	89	53	68
LØ1	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	8	25	23
LØ1	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	8	7	8
LØ1	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	1		2
LØ1	POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni			1
LØ1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae	1		1
LØ1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	1	1	
LØ1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Pterolysippe vanelli			1
LØ1	POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite affinis			1
LØ1	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	8	4	2
LØ1	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.		3	1
LØ1	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.		1	1
LØ1	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philine sp.	1		
LØ1	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna sp.			1
LØ1	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	1	2	1
LØ1	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	6	7	10

Tabell 17. forts.

LØ1	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula cf. sulcata	4	1	10
LØ1	BIVALVIA	Pectinidae	Chlamys sp.			2
LØ1	BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus	1		
LØ1	BIVALVIA	Pectinidae	Pseudamussium peslutrae	1	2	
LØ1	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	2	2	6
LØ1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. obsoleta			1
LØ1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	14	21	24
LØ1	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella		1	
LØ1	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum		1	
LØ1	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	6	6	6
LØ1	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba		1	1
LØ1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata			1
LØ1	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	2		
LØ1	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella hirsuta			3
LØ1	CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis costata			1
LØ1	CUMACEA	Lampropidae	Hemilamprops roseus		2	1
LØ1	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta		1	
LØ1	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serratus			2
LØ1	AMPHIPODA		Amphipoda	1		
LØ1	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	3	7	6
LØ1	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula		2	
LØ1	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.	3	2	1
LØ1	AMPHIPODA	Isaeidae	Gammaropsis cf. sophiae			1
LØ1	SIPUNCULIDA		Golfingiida	1		
LØ1	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	52	44	42
LØ1	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	5	7	17
LØ1	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica			2
LØ1	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiocten cf. affinis		1	

Vedlegg D.

Registreringer med videokamera i sjøsonen 6. september 2012.

Område: Langøya				Dato: 6. september 2012				
Trans ekt nr	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro		Mærknad
		LAT	LONG					
1	27	59,4834	10,3965	0,5	Stein	S	R	balaz - s, litz - s, hilru - s, fucse - s, røde buskf. alger - s, porpz - s
				0,9	Sand + Stein	S	R	fucse - d, balaz - s, røde buskf. alger - s
	28	59,4834	10,3964	1,5	Sand	S	J	fucse - s, balaz - s, røde buskf. alger - s, cf cladz - e
				1,9	"	S	J	zosma - v (tynn ålegraseng, men skuddene er friske), fucse - s
				2,2	"	S	J	zosma - s, cf spirulina - s, røde buskf. alger - s, fucse (løst?) - s
				3,2	"	S	J	zosma - ev, cf spirulina - s, astru - ev, musva - s, fucse (løst?) - s
	29	59,4833	10,3963	3,8	Fin sand	S	J	musva - s, pustehull - ev, løseve alger (fucse) - s. Slutt på ålegraseng (4,2 m)
				5,2	"	S	J	sacra - e (løsevet?), musva - s, pustehull - ev, røde buskf. alger - ev
				7	Sand/Bløtbunn	S	J	pustehull - s, røde buskf. alger - ev, sacra - e (8,1m, løst?), astru - ev
				9	"	S	J	delsa - e. Et lite område med astru - s, salca - s (løst?) og løsevet fucse - s
	30	59,4829	10,3959	10	"	S	J	astru - ev, pustehull - s
				10	Fj m/ mye sediment	S	J	corax - s, alcdi - ev, delsa - ev, astru - ev, røde buskf. alger - ev. Sterkt sedimentert fjell, mye "bløtbunnsgrøper"
				12,5	"	S	J	alcdi - ev, astru - ev, corax - ev. Lite synlig liv. Sterkt sedimentert fjell, ser mest ut som bløtbunn, men det er fjell under.
				18	"	S	J	alcdi - ev, astru - ev, corax - ev, prosj - ev, hvit svamp (traktform) - ev. Lite liv. Sterkt sedimentert fjell.
31	59,4825	10,3954	20	"	S	J	hvit svamp - ev, cf sabpa - ev, ascix - e, corax - ev, echac - e, astru - e,	
			21	Bløtbunn	F	J	pustehull - ev. Lite synlig liv	
32	59,4824	10,3950	23,8	Fj m/ mye sediment	S	R	carsm - s, corax - s, cf brachiopoder - ev, prosj - s, sabpa - ev, hvit svamp - e	
			27	"	S	J	carsm - s, corax - ev, echac - ev, astru - ev, cf sabpa - ev, stitr - e, hvit svamp - e	
33	59,4824	10,3950	30	Bløtbunn	S	J	pustehull - ev/s, penph - ev/s (fom 31m)	
			35	"	S	J	pustehull - ev/s, penph - s, stitr - e, cf kopst - ev, funqu/virmi - e (36m)	
34	59,4820	10,3942	40	"	S	J	pustehull - ev, kopst - e, cf funqu/virmi - e. Lite synlig liv	
2	20	59,4881	10,3876	0,2	Stein	S	R	fucse - v, elafu - s, balaz - s, ulvaz - s, røde og brune buskf. alger - s, porpz - s, litz - s, cladz - ev
				0,4	Sand + Stein	S	R/J	musva - s, myted - s, røde buskf. alger - s, cladz - s, balaz - s, fucse - s
	21	59,4881	10,3874	1	Sand	S	J	zosma - v/d (start - frisk og fin ålegraseng), musva - s, røde buskf. alger - s,
				2	"	S	J	zosma - v/d, røde buskf. alger - s/v, astru - e
				2,5	"	S	J	zosma - s (ålegraseng blir "tynnere"), røde buskf. alger - s, musva - s, myted - s, astru - ev, cf spirulina - s
	22	59,4876	10,3875	3,7	Sand/Bløtbunn	S	J	cf spirulina - s, musva - s, myted - s, pustehull - ev, astru - ev. Slutt på
				4,5	"	S	J	pustehull - s/v, cf spirulina - v, astru - ev. Lite synlig liv
				6,5	"	S	J	pustehull - s, cf spirulina - s, astru - ev. Lite synlig liv
				7,8	"	S	J	pustehull - s, astru - ev. Slutt på cf spirulina. Lite synlig liv
	23	59,4870	10,3864	9,6	Bløtbunn/Sand	S	J	pustehull - s, musva - s, alcdi - s, corax - s (på småstein), astru - ev,
				14,5	"	S	J	pustehull - ev, cf funqu/virmi - e, musva - s, astru - ev, alcdi og corax - s på stein
24	59,4865	10,3858	20,5	"	S	J	musva - s, stitr - e, pustehull - ev. Lite synlig liv	
			25,2	Bløtbunn	S	J	penph - ev, pustehull - ev, musva - ev, astru - e	
25	59,4863	10,3853	29,6	"	S	J	penph - ev, pustehull - ev	
			33,5	"	S	J	kopst - ev, flyndre - e, penph - ev, funqu/virmi - ev, pustehull - ev, polychaetrør - ev	
26	59,4859	10,3848	40,6	"	S	J	dårlig film	
3	11	59,4954	10,3728	0,2	Stein	S	R	balaz - s, cf fucse - s
				0,3	Sand + Stein	S	J	fucse - s, balaz - s, cladz - s, musva - s, arema - s, røde buskf. alger - s
	12	59,4953	10,3727	0,8	Sand	S	J	zosma - v/d (start på eng- noe begroing av skjell på bladene, men ser frisk ut, endel trådf. alger i enga), røde buskf. alger - s (løse?)
				1,5	"	S	J	zosma - s, musva - s, myted - s, arema - s, astru - ev
				2,8	"	S	J	musva - s, astru - ev. Lite synlig liv. Slutt på ålegraseng
	13	59,4952	10,3726	3,6	"	S	J	musva - s, astru - ev, røde buskf. alger - ev. Lite synlig liv
				6	Sand/Bløtbunn	S	J	musva - s, røde buskf. alger - ev, pustehull - s, astru - ev. Lite synlig liv
	14	59,4948	10,3725	10	"	S	J	pustehull - ev, musva - ev. Lite synlig liv
				13,3	Bløtbunn/Sand	S	J	cerlo - e, musva - ev, astru - ev. Lite synlig liv
	15	59,4944	10,3719	19,8	"	S	J	musva - ev, pustehull - ev, alcdi - e (på liten stein). Lite synlig liv
	16	59,4940	10,3716	27	Bløtbunn	S	J	penph - ev, pustehull - s, funqu/virmi - e, stitr - ev (fra 28,5m), prosj - e
				29	"	S	J	penph - s, pustehull - s, stitr - e, prosj - e
	17	59,4940	10,3716	32	"	S	J	penph - s, musva - ev, pustehull - ev, kopst - ev
	18	59,4940	10,3717	29,2	"	S	J	Batteriet på opptaker døde. Byttet
			34	"	S	J	penph - ev, pustehull - ev, kopst - ev, stitr - e (39m),	
19	59,4936	10,3711	42	"	S	J	kopst - e. Dårlig film	

Registreringer med videokamera i sjøsonen 6. september 2012.

4	1	59,5024	10,3623	0,1	Fjell	S	J	balaz - s, fucve - v, røde buskf. alger - s
				0,6	Stein + Sand	S	R	balaz - s, fucve - s, fucse - s, røde buskf. alger - s, musva - s, cf diakj - s
				0,8	Sand	F	J	musva - v, fucse - s, myted - s, balaz - s (blåskjell og tang vanlig i flekker)
	2	59,5023	10,3614	1	"	F	J	musva - s fucse - s, myted - v, balaz - v (blåskjell dominerende i flekker)
				2	"	S	J	zosma - v/s (start på eng - tynn eng, men friske skudd), musva - s, astru - ev, cf
	3	59,5022	10,3612	2,5	"	S	J	musva - s, zosma - ev
				3	"	S	J	musva - s, astru - ev. Slutt på zosma
	4	59,5022	10,3610	3,5	Sand + Fjell m/ sediment	S	J	musva - s, cf prosii - e, astru - ev, sacla - ev, cf spirulina - s, røde buskf. alger - ev, delsa - e (7m). Det ser ut som det fjell under sand
	5	59,5021	10,3606	10,2	Sand/Bløtbunn + Fjell m/sediment	S	J	musva - s, cf delsa - ev, alcdi - ev (fra 13m), astru - ev, corax - ev, div rødalger - ev, cf hydrz - s
	6	59,5022	10,3600	16	Fjell m/ sediment	S	J	alcdi - s, corax - s, div rødalger - ev, musva - s, astru - ev, cf hydrz - s
				19	Bløtbunn/Sand	S	J	musva - s. Lite synlig liv
	7	59,5023	10,3594	25,2	"	S	J	musva - ev, penph - s, cf echac - e, kopst - ev (fra 27,5m), astru - ev
	8	59,5023	10,3591	30	"	S	J	kopst - ev, musva - ev, penph - ev
				31	Fjell m/ sed	B	R	prosi - v, hydrz - s, cf sabpa - s, carsm - ev
9	59,5023	10,3591	34	Fjell	B/S	R	prosi - s, cf sabpa - s, carsm - ev, svamp - ev, cioin - ev	
			37	Bløtbunn + Fjell	S	J	kopst - ev, polychaetrør - s, penph - e	
			39	Fjell m/ sed	S/B	J	polychaetrør - s, svamp - e, cioin - e, carsm - e. Mye sediment på fjellet	
10	59,5025	10,3588	40	Bløtbunn	S	J	kopst - ev, polychaetrør - s	
			41	"	S	J	kopst - ev, penph - e, polychaetrør - s	
5	35	59,4918	10,3890	0,4	Stein	S	R	ulvaz - s, diakj - s, røde buskf. alger - s, fucve - s, balaz - s, fucse - s, cf cladz - v,
				0,5	"	S	R	fucse - d, røde buskf. alger - s, balaz - s, ectoz - ev, chochr - e, sacla - e, ulva - e
				2,3	Sand	S	J	musva - s, cf spirulina - s, astru - ev, røde buskf. alger - s (løstrevet?)
				5	"	S	J	astru - ev, cf spirulina - ev (v fra 5-5,5m), sacla - e, musva - s, pustehull - s/v. cf spirulina borte på 6 m
	36	59,4921	10,3898	10	"	S	J	pustehull - s/v, astru - ev, sacla - ev (løst?), alcdi - ev
				13	Fjell	S/B	R	alcdi - s, corax - s, hydrz - s, delsa - e, cf sabpa - s
	37	59,4922	10,3906	14	"	S/B	R	alcdi - s, corax - s, hydrz - s, delsa - e, cf sabpa - s, gul svamp - ev
	38	59,4922	10,3907	20	Bløtbunn	S	J	polychaetrør - s, penph - ev (s- fra 25), astru - e, pustehull - ev
	39	59,4925	10,3915	30	"	S	J	penph - s, funqu/virmi - e, pustehull - s, flyndre - e, kopst - ev (fra 33m), polychaetrør - ev
	40	59,4926	10,3925	40,7	"	S	J	penph - s, pustehull - ev
S = skrånende, J = jevnt, R = ruglete, e = enkeltfunn, ev = enkeltvis, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende, cf = likner på								
ALGER: chochr = Chondrus crispus (krusfluk), cladz = Cladophora sp (grønnbusk), corax = Corallinaceae (rød skorpef. kalkalge), delsa = Delesseria sanguinea (fagerving), diakj = diatomekjeder (kiselalger), ectoz = Ectocarpales (brunsti), elafu = Elachista fucicola (tanglo), fucuz = Fucus sp (tang), fucse = Fucus serratus (sagtang), fucve = Fucus vesiculosus (blæretang), hilru = Hildenbrandia rubra, porpz = Porphyra sp (fjærehinne), sacla = Saccharina latissima (sukkertare), spirulina (blågrønnalgebelegg), ulva = Ulva lactuca (havsalat), ulvaz = Ulva sp (tarmgrønske), zosma = Zostera marina (ålegras) DYR: alcdi = Alcyonium digitatum (dødmannshånd), arema = Arenicola marina (fjæremark), ascix = Ascidiacea (sekkedyr), astru = Asterias rubens (korstroll), balaz = Balanus sp (rur), brachiopoder = armføttinger, carsm = Caryophyllia smithii (begerkorall), cerlo = Cerianthus lloydii (sylanderanemone), cioin = Ciona intestinalis (tarmsjøpung), echac = Echinus acutus (langpigget kråkebolle), funqu/virmi = Funiculina quadrangularis/Virgularia mirabilis (piperenser), hydrz = Hydroidea (hydroider), kopst = Kophobelemnon stelliferum (hanefot), litz = Littorina sp (strandsnegl), musva = tomme muslingeskall, myted = Mytilus edulis (blåskjell), penph = Pennatula phosphorea (vanlig sjøfjær), prosii = Protanthea simplex (korallnellik), pustehull (hull i sand/bløtbunn fra gravende organismer), sabpa = Sabella pavolina (påfuglmark), stitr = Stichopus tremulus (rødpølse).								

Vedlegg E.

Stasjoner: Stasjoner for innsamling av blåskjell og strandsoneregistreringer (Tabell 18) SPI-stasjoner (Tabell 19)

Tabell 18. 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. Koordinater i WGS84.

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	+	-
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	+	-

Tabell 19. SPI-Stasjoner i NOAHs overvåkningsprogram for 2012. Koordinater i WGS84, Dyp i meter, aRPD (Apparent Redox Potential Discontinuity) i cm, BHQ-indeks, Tilstandsklasse (TK SPI), gjennomsnittsverdi for tilstandsklasse, n antall bilder og kamerats penetrasjonsdyp i cm.

Stasjon	Longitud	Latitud	Dyp (m)	aRPD (cm)	BHQ	TK SPI	middels TK	n	Penetrasjonsdyp (cm)
NOA01	10,3728	59,4929	39	3,5	9,3	2	2,3	3	11,5
NOA02	10,37017	59,4945	38	3,2	8,5	2	2,5	2	11,5
NOA03	10,36533	59,49702	37	2,4	8,5	2	2,0	4	10,1
NOA04	10,36373	59,4959	75	3,3	10,3	2	2,0	4	15,0
NOA05	10,36932	59,49412	48	3,3	9,0	2	2,0	3	14,0
NOA06	10,37153	59,49238	50	2,8	10,5	2	2,0	2	14,0
NOA07	10,3751	59,4917	32	3,2	6,7	3	3,0	3	12,1
NOA08	10,36185	59,49422	88	3,8	10,0	2	2,0	4	16,9
NOA09	10,37388	59,4912	47	3,2	9,0	2	2,0	2	13,9
NOA10	10,37777	59,48905	56	3,4	10,7	2	1,7	3	15,9
NOA11	10,37972	59,48893	45	3,8	8,0	2	2,0	2	8,4
NOA12	10,385	59,48554	44	3,4	9,0	2	2,0	3	12,6
NOA13	10,38704	59,48103	64	3,0	8,3	2	2,0	4	17,0
NOA14	10,3885	59,47093	101	3,7	10,8	2	1,8	4	15,7
NOA15	10,39388	59,4917	45	2,7	8,7	2	2,3	3	14,9
NOA16	10,39183	59,49587	68	2,8	8,8	2	2,0	4	17,6
NOA17	10,4123	59,5068	178	5,7	10,2	2	1,8	5	22,7
NOA18	10,37568	59,51125	115	3,6	9,0	2	2,0	4	17,8
NOA19	10,34152	59,51568	54	3,5	8,7	2	2,3	3	14,7
NOA20	10,35483	59,502	100	3,6	8,8	2	2,3	4	14,6
NOA21	10,3575	59,49008	93	3,7	11,2	1	1,6	5	17,2
LØ-1	10,378	59,486	68	3,8	9,5	2	2,3	4	14,6

Vedlegg F.

Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold av barium (Ba), kadmium (Ca), bly (Pb), sink (Zn) og molybden (Mo) i sedimenter (0 - 2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2003 - 2007. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Klif's klassifisering (Bakke *et al.* 2007). Barium og molybden inngår ikke i Klif's tilstandsklassifisering.

Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
2003											
B2-1	30. okt.	10	28,945	23,807	58,2	27	42,1	0,24	13	52,0	-
B2-2	30. okt.	12	28,948	23,790	54,8	38	49,7	0,19	15	54,4	-
B2-3	30. okt.	15	28,942	23,778	53,5	48	98,9	0,16	20	72,6	-
B3-1	30. okt.	6	29,450	22,923	43,6	60 ¹⁾	339	78,5	2410	5920	-
B3-2	30. okt.	10	29,450	22,913	71,6	51	431	1,7	105	315	-
B3-3	30. okt.	15	29,443	22,890	66,1	54	1050	0,54	42,8	155	-
2004											
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	-
2005											
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
2006											
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	-
2007											
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	-

¹⁾ Prøven hadde en del sammenkloggede klumper av kalk. Resultatet på 60 % skal sannsynligvis være høyere. Finner ikke hvor/hva kommentaren knyttes til

Klif's tilstandsklasser / Tilstand:		Klasse 3	Moderat
Klasse 1	Bakgrunnsverdi	Klasse 4	Dårlig
Klasse 2	God	Klasse 5	Svært dårlig

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 • post@niva.no