

Overvåking NOAH Langøya 2014.
Miljøgifter i blåskjell,
sedimentundersøkelser samt
marinbiologiske registreringer



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

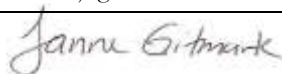
NIVA Region Vest

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

Tittel Overvåking NOAH Langøya 2014. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt marinbiologiske registreringer	Løpenr. (for bestilling) 6817-2015	Dato 15. mars 2015
	Prosjektnr. Udemr. 14113	Sider Pris 68
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 ved Marit Lægreid	Oppdragsreferanse Bestilling 10250-1
---	---

<p>Sammendrag</p> <p>Overvåkingen utenfor NOAHs anlegg på Langøya har siden starten i 1994 i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området. I 2014 ble det undersøkt metaller, organiske miljøgifter og radioaktivitet i blåskjell, metaller og radioaktivitet i sediment, tilstanden til biologiske samfunn i fjæra og i sjøsonen samt tilstanden på bløtbunn på dypere vann. Tilstanden var i 2014 for det meste god. Metaller i blåskjell viste i hovedsak ubetydelig/lite forurensing (klasse I), men med litt forhøyede nivåer av enkelte metaller som arsen, vanadium og krom (kl. II, moderat forurensing). Ingen metaller ble påvist over klasse II. Analysene av TBT viste lite forurensing på alle stasjonene, mens det ble registrert svært høye verdier av PAH-forbindelser på fire av seks stasjoner. Flere prøver viste dårlig-svært dårlig tilstand for Sum kPAH, Sum PAH og BAP. Ingen aktivitet på Langøya skulle tilsi en slik økning; det ble også påvist noe økning på kontrollstasjonen på Mølen som indikerer en påvirkning generelt for området. Langøya ligger langs skipsleden i Oslofjorden, og påvirkes av dette. Videre flyter vann fra Drammensfjorden forbi Langøya, vekselvis på øst- og vestsiden. Det arbeides med å finne kilden til de forhøyde verdier. Analyser av sediment i området utenfor bulkkaia, og lenger sør på Langøya, viste bakgrunnsverdier av både kadmium og sink. I en av prøvene nærmest kaiområdet var det en liten økning fra klasse I til klasse II (moderat forurensing) i verdiene til bly. Analyser av radioaktivitet i sediment, blåskjell og vann gav verdier som anses å være normale. Sedimentprofilfotograferingen (SPI) viste i hovedsak gode forhold på bløtbunnen rundt hele Langøya. Analyser av bløtbunnsfaunaen viste også god tilstand. Undersøkelsene av organismesamfunn i fjære- og sjøsonen tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god rundt Langøya. Det er sannsynlig at flere forurensningskilder i området enn NOAH-Langøya kan påvirke de stasjonene som undersøkes.</p>	
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Langøya 2. Marint 3. Overvåking 4. Miljøgifter 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Langøya island 2. Marine 3. Monitoring 4. Micropollutants



Janne Gitmark
Prosjektleder



Mats Waldøy
Forskningsleder

Overvåking NOAH Langøya 2014

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 Lægreid.

Hovedinnsamling av blåskjell, kartlegging av ålegras og biologiske registreringer ble utført av Janne Gitmark og Camilla Fagerli (NIVA) i oktober 2014.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Janne Gitmark.

Bjørnar Beylich (NIVA) har gjennomført sedimentprofilfotografering (SPI) og bløtbunnsfaunainnsamling, ved bruk av Universitetet i Oslo sitt forskningsfartøy ”Trygve Braarud”.

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

Bløtbunnsprøvene ble grovsortert av Hanne Edvardsen og Siri Moy (NIVA). Bløtbunnsfauna ble artsbestemt av personell ved Akvaplan-niva. Beregning av bløtbunnsindeksene ble utført av Gunhild Borgersen (NIVA).

Analysene av metaller, organiske miljøgifter og dioksiner er utført hos Eurofins. Radioaktivitet ble analysert hos IFE (Institutt for energiteknikk).

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

Oslo, 15. mars 2015

Janne Gitmark

Innhold

	1
Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya	9
2. Metodikk	10
2.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell	10
2.2 Sedimentundersøkelser	11
2.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	13
2.2.2 Bløtbunnsfauna	14
2.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment, og radioaktivitet i vannmassen ved bulkkaia	15
2.3 Strandsoneundersøkelser	16
2.4 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen	16
3. Resultater	17
3.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell	17
3.1.1 Metaller i blåskjell	17
3.1.2 Gradienter og utvikling i blåskjell	18
3.1.3 Organiske miljøgifter og radioaktivitet i blåskjell	25
3.1.4 Sedimentprofilfotografering (SPI)	26
3.1.5 Bløtbunnsfauna	28
3.1.6 Metaller og radioaktivitet i sediment, og radioaktivitet i sjøvann ved bulkkai	30
3.2 Strandsoneundersøkelser	31
3.3 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen	36
4. Referanser	39
Vedlegg A.	42
Vedlegg B.	48
Vedlegg C.	61
Vedlegg D.	62
Vedlegg E.	66
Vedlegg F.	67

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 utført årlige undersøkelser av resipienten utenfor Langøya på oppdrag for NOAH. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2014 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_ny). Fra kontrollstasjonen og fem av stasjonene på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter og tinnorganiske forbindelser. Det ble videre foretatt visuelle registreringer av alger og dyr på tre stasjoner i strandsonen ved snorkling. Det ble også utført en kartlegging og vurdering av ålegrasforekomstene rundt Langøya. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved sedimentprofilfotoografering (SPI) på 21 stasjoner og faunasammensetningen i sedimentene ble undersøkt på en stasjon. Det er også analysert for utvalgte tungmetaller i sedimenter ved 2 stasjoner, samt radioaktive nuklider i blåskjell, sediment og sjøvann.

De observerte konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell og i sedimenter er i hovedsak klassifisert iht. Miljødirektoratets (tidl. Klif) system for klassifisering av miljøkvalitet.

Alle resultater fra metallanalyser på sedimenter og i blåskjell har verdier i tilstandsklasse I eller II; tilstanden mht. metaller kan karakteriseres som god.

Av de 270 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 86,7 % (234) av klassifiseringene ubetydelig-lite forurensing (Kl. I) og 13,3 % (36) moderat forurensing (Kl. II). Metallene som sto for det meste av de forhøyede verdiene (moderat forurensing) var arsen, vanadium og krom.

Trendanalysene har avdekket syv statistisk signifikante ($p < 0,05$) lineært oppadgående trender for perioden 1996 - 2014. Konsentrasjonene av metallene med oppadgående trend er imidlertid lave og på nivå med bakgrunn (Kl.I) eller moderat forurenset (Kl.II), og viser kun en svak økning i forhold til konsentrasjonene ved oppstart. Det er først og fremst konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv, og bly i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya som har en litt høyere konsentrasjon i forhold til ved oppstart i 1996. Dette tilskrives antagelig søl under lossing og er begrenset til kaiområdet.

Den generelle utviklingen av miljøtilstanden, med hensyn til TBT i blåskjell ved Langøya er positiv. Analysene av sum kPAH, sum PAH og BAP har vist endel svingninger i konsentrasjonene fra år til år, men verdiene har hovedsakelig vist ubetydelig til moderat forurensing (Kl. I eller II), ved alle undersøkelsene, på alle stasjonene. I 2014 viste analysene av TBT ubetydelig/lite forurensing på alle stasjonene. Fire av seks prøver viste derimot svært høye verdier av PAH forbindelsene. Prøven fra østsiden av Langøya (B11) viste meget sterkt forurensing (Kl. V) for sum kPAH og BAP, og sterk forurensing for sum PAH. Med unntak av prøvene fra stasjon B6, nordvest på Langøya, viste alle prøvene svært forhøyede verdier av BAP. Det ble også registrert noe forhøyede verdier av sum kPAH og BAP på kontrollstasjonen ved Mølen. Årsaken til de høye verdiene er ukjent. NOAHs utslipp av PAH var svært lave i 2013/14, og det har ikke vært hendelser på NOAH Langøya som skulle tilsi slike høye PAH verdier. Langøya ligger langs skipsleden i Oslofjorden og i influensområdet av Drammensfjorden og ekstern påvirkning kan derfor forekomme.

Analysen 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, antagelig som følge av spill under lossing. I 2005/06 ble det satt i gang forurensningsbegrensende tiltak. Undersøkelsene gjort i etterkant av tiltakene har vist at nivået av metaller er redusert som følge av tiltakene og undersøkelsene i 2014 bekreftet dette. I 2014 var det bakgrunnsverdier av både

kadmium og sink. I prøvene fra 10 og 20 m dyp på stasjon B3 var det en liten økning i verdiene til bly (Pb), men begge prøvene viste god tilstand (Kl. II). Bariumverdiene har i alle prøvetakingsår vært langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2 litt lenger sør, og resultatene fra 2014 viser den samme trenden. Prøver fra 20 m dyp fra stasjon B2, B3 og B11 ble analysert for radioaktivitet, og verdiene er å anse som normale. En vannprøve fra 5 m dyp, like utenfor stasjon B3, ble analysert for radioaktivitet, og verdiene er i følge institutt for energiteknikk (IFE) å anse som normale.

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

Analysene av bløtbunnsfaunaen viste god tilstand i 2014. Det har vært en svak forbedring av tilstanden fra 2008 og frem til 2011. Resultatene fra 2012 og 2013 viste en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011. Årets resultat viser igjen en økning for alle indekser. Tilstanden har vært god i alle år, og forskjellene er ikke større enn det man kan forvente seg som følge av naturlig variasjon fra år til år.

Undersøkelsene av organismesamfunn i strandsonen og i sjøsonen indikerte god biologisk kvalitet i 2014. Det ble registrert spredte forekomster av juvenil stillehavsøsters på Mølen og på den sydligste stasjonen på Langøya. Arten ble også observert på stein og fjell på flere av blåskjellstasjonene. Stillehavsøsters er en svartelistet art i Norge, som er uønsket i vår natur. Den gyter om sommeren, og er avhengig av relativt høy vanntemperatur. Det er trolig den milde vinteren, og den svært høye sjøtemperaturen sommeren 2014 som har forårsaket nedslaget rundt Langøya. Det ble ikke registrert voksne individer av arten.

NOAHs utslipp til sjøen styres etter utslippstillatelse gitt av Miljødirektoratet og utslippet skjer via renseanlegg. Utslippsdata fra NOAH viser at tilførslene i hovedsak er under 50 % av utslippstillatelsen. På generelt grunnlag kan driften på Langøya bidra til noe av de overkonsentrasjoner av miljøgifter som er funnet. De målte nivåer av metaller rundt Langøya og ved referansestasjonen indikerer imidlertid at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forurensningsnivået er generelt lavt og gjør det vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale.

Summary

Title: Monitoring NOAH Langøya 2014. Littoral and sublittoral communities, micropollutants in mussels and condition of sediments

Year: 2015

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

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6552-1

Littoral and sublittoral communities, concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), and the environmental condition in sediments were investigated by NIVA in 2014. 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 done yearly since 1996. Results from the investigations performed in 2014 are presented in this report.

The environmental quality based on the analysis of metal contaminants in mussels was mostly good in 2014. Of the 270 classifications that were done 86,7 % were classified as little or non-polluted and 13,3 % as moderately. Metal pollution was mainly caused by arsenic, vanadium and chromium.

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. Action has been taken to reduce the spill.

Trend-analysis indicates a statistically significant ($p < 0.05$) time-dependent increase in the levels of cadmium, lead and mercury in mussels at the station close to the quay-area, since 1996. The concentrations of the metals, that showed a time-dependent increase, were however low and close to background levels.

The analysis of TBT showed little or no pollution at all the stations. There was some very high PAH values at four out of six stations. At one station on the eastern side of Langøya, B11, showed very strong contamination of Sum kPAH and BAP, and strongly contamination of Sum PAH. Most of the other stations also showed strong or significant contamination of PAH. The lowest values were from the station at the northeast side of Langøya (B6) and there was also some elevated levels of kPAH and BAP at the control station at Mølen (BK_ny). The reason for these elevated levels is unknown. No activity at Langøya could explain such levels, and the concentrations of PAH in the waste water released to the recipient were at or below detection limit.

The analysis of radioactivity in mussels showed normal/background values.

Analysis of photographs taken by SPI-camera (Sediment Profile Imaging) showed generally good conditions in the sediments at 22 stations around Langøya. 19 stations showed good conditions (Kl. II), and 3 stations showed moderate conditions (Kl. III). The analysis of soft-bottom fauna from one station showed good conditions.

Analysis of the sediments in shallower areas at three stations outside Langøya showed little or no pollution of cadmium and zinc. Two samples at the station closest to the quay area had slightly higher levels of lead, but both samples showed good conditions. The rest of the samples showed little or no pollution of lead. Analysis of radioactivity in samples from three stations showed normal/background values.

Investigation of species compositions in the littoral- and sublittoral zone around Langøya did not show signs of negative influence from NOAH's activities at Langøya.

1. Innledning

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

Langøya ligger i Holmestrandsfjorden, som er en åpen fjord uten terskler. Mot nordvest går den over i Sandebukta og mot sørøst går den over i Breiangen, som er et åpent område av ytre Oslofjord. 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 (*Mytilus edulis*), tar opp miljøgifter fra vannet og oppkonsentrerer disse i varierende grad. Blåskjell er ofte benyttet til miljøgiftovervåking 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 tilførselene til resipienten samt avsetningsforholdene. Forekomst av miljøgifter i sediment er normalt knyttet til finfraksjonen. Et område som har grove sedimenter indikerer erosjonsbunn, eller transportbunn. For at miljøgiftene skal lagres i sedimentene er det derfor en forutsetning at området har sedimentasjonsbunn. I motsatt fall vil miljøgiftene transporteres ut av området.

NOAHs utslipp til sjøen styres etter utslippstillatelse gitt av Miljødirektoratet, og utslippet skjer via renseanlegget. Utslippsdata fra NOAH (Tabell 1) viser at tilførselene i hovedsak er under 50 % av utslippstillatelsen. Tidligere observasjoner av metallinnholdet i blåskjell og sedimenter har 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, Gitmark *et al.* 2012, 2013 og 2014). 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.

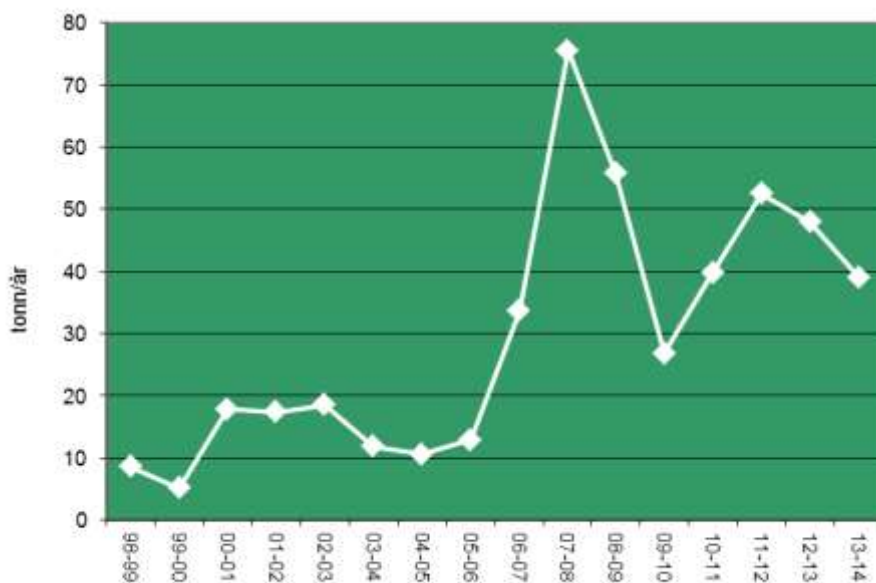
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya

NOAH-Langøya måler konsentrasjonene av blant annet metaller i sitt utslippsvann. Utslippsmengder pr. år for de metaller som analyseres i blåskjell er vist i **Tabell 1**. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var gjennomgående innenfor konsesjonsgrensene i 2013/14.

Tabell 1. Utslipp til sjø (kg/mnd. - månedsmiddel) fra NOAH Langøya AS for perioden oktober 2013 til september 2014. Tallene er oppgitt av bedriften.

	2013			2014								
	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sept
As	0,093	0,161	0,032	0,264	0,168	0,154	0,118	0,088	0,096	0,244	0,016	0,175
Ba	13,91	29,88	8,59	74,48	59,43	68,46	56,50	42,65	46,04	130,29	8,20	67,27
Cd	0,060	0,164	0,046	0,561	0,268	0,029	0,019	0,007	0,034	0,913	0,097	0,467
Co	0,215	0,475	0,098	0,462	0,277	0,128	0,039	0,029	0,042	0,236	0,022	0,094
Cr	0,031	0,054	0,011	0,072	0,054	0,051	0,039	0,029	0,032	0,078	0,005	0,058
Cu	0,078	0,134	0,027	0,223	0,135	0,128	0,099	0,073	0,098	0,718	0,065	0,184
Hg	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
Mo	9,16	16,53	3,34	24,66	22,48	24,81	23,93	24,72	24,07	52,24	3,99	41,75
Ni	0,306	0,582	0,117	0,890	0,367	0,256	0,131	0,114	0,200	0,574	0,043	0,152
Pb	0,056	0,152	0,049	0,117	0,095	0,077	0,059	0,044	0,173	0,379	0,065	0,250
Sn	0,038	0,083	0,026	0,114	0,084	0,098	0,122	0,059	0,106	0,163	0,018	0,155
Tl	0,002	0,003	0,001	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,010	0,001	0,010
V	0,031	0,054	0,011	0,072	0,087	0,147	0,092	0,099	0,101	0,219	0,038	0,105
Zn	0,857	1,108	0,291	0,690	0,380	0,525	0,304	0,193	0,601	1,710	0,243	0,427
N(tot.)	2201	4260	961	5239	4256	4123	3420	2232	2400	5735	434	3750
CN	0,078	0,134	0,027	0,180	0,135	0,128	0,099	0,073	0,080	0,182	0,013	0,146
PAH	0,018	0,029	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003	0,000	0,002
EOX	0,031	0,030	0,031	0,031	0,028	0,031	0,030	0,031	0,030	0,031	0,031	0,030

Utslippene av nitrogen har økt siden overvåkingen startet (**Figur 1**), samtidig som konsesjonsgrensen også har blitt hevet. 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 det har blitt foretatt videoundersøkelser av bunnen fra fjæra og ned til 30 – 40 m dyp.



Figur 1. Utviklingen i nitrogenutslipp (tonn/år) fra NOAH-Langøya siden 1998-99

2. Metodikk

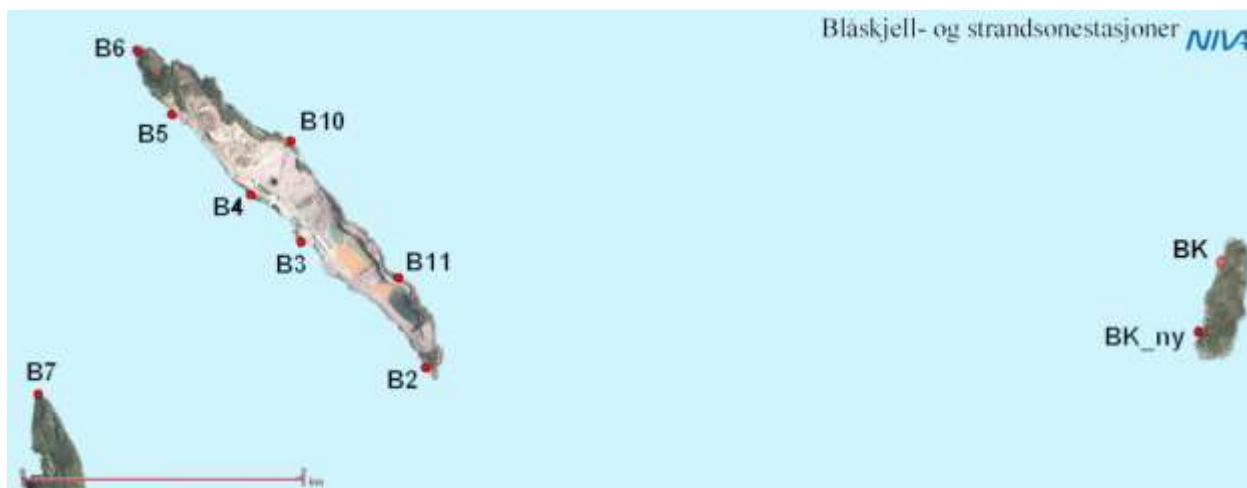
2.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell

Innsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført 1. - 2. oktober 2014 i området rundt Langøya og på en kontrollstasjon på Mølen ca. 5 km øst for Langøya (**Figur 2**). Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (**Vedlegg E**).

Blåskjell ble samlet inn fra stasjon BK_ny (kontroll) samt B2 – B11 (**Figur 2**). Tidligere har kontrollstasjonen vært på stasjon BK, men i 2014 ble det ikke funnet blåskjell på stasjonen. Det ble derfor opprettet en ny stasjon, BK_ny, ca. 500 meter lenger sør på Mølen. På hver stasjon ble det samlet inn ca. 100 skjell med en lengde på 3 - 6 cm. BK_ny ligger på samme side av Mølen som BK, og er omtrent like langt fra mulige punktkilder (over 3 km unna). Et mulig unntak er en liten båthavn som er nærmere stasjon BK_ny enn BK. Gjennomsnitt og variasjon (varians) av replikatene på miljøgift-konsentrasjonene er veldig like mellom BK_ny og BK. Med mulig unntak av PAH er det lite grunn til å tro at resultatene i blåskjell fra det nye innsamlingssted vil avvike vesentlig dersom det hadde vært mulig å samle inn prøver fra den gamle posisjonen.

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 tre prøver à ca. 30 skjell fra hver stasjon. Metallanalysene, analysene av de organiske miljøgiftene og dioksinene er utført hos Eurofins. Radionuklider er analysert hos institutt for energiteknikk (IFE).

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_ny). En prøve fra stasjon B3 og en fra stasjon B11 ble sendt til IFE hvor de ble analysert for naturlig radioaktivitet (^{226}Ra) vha alfaspektrometri.



Figur 2. Langøya med plassering av blåskjellstasjoner (B2, B3, B4, B5, B6, B7, B10, B11 og BK_ny). 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. Miljødirektoratets (tidl. Klif) 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. Miljødirektoratets 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 As/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

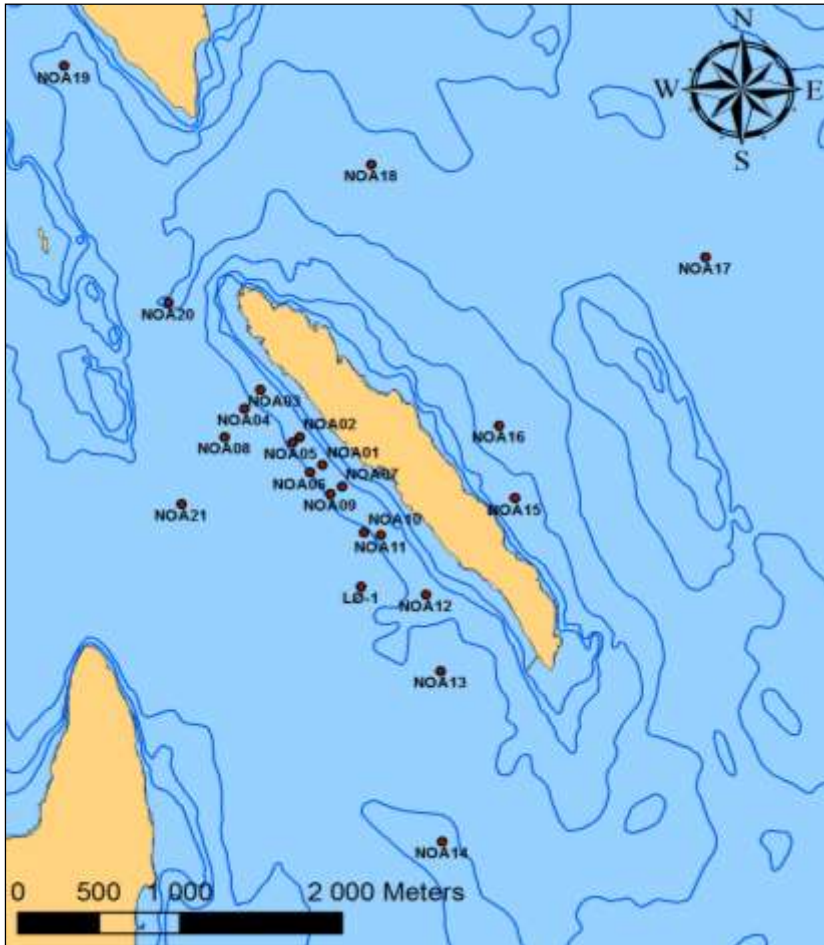
¹ Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

Trendanalyse av metaller i blåskjell

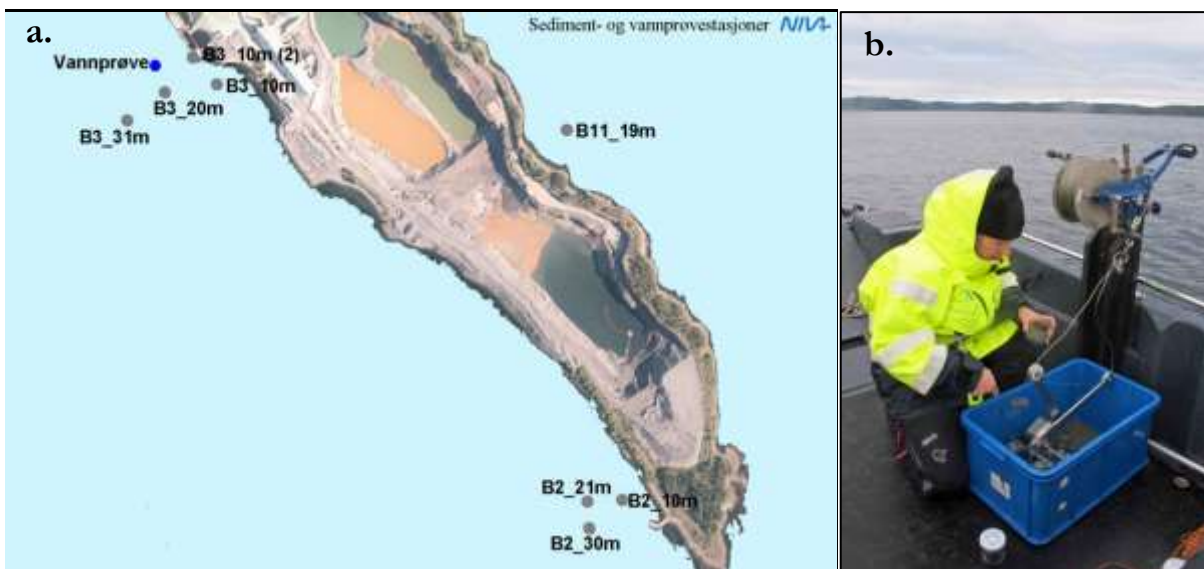
En enkel 2-parameters lineær modell har blitt utviklet for å vurdere tidstrender basert på median konsentrasjon av miljøgifter i blåskjell (ASMO 1994). Metoden for beregning av glattet middelværdi er beskrevet i MON (1998) og av Nicholson *et al.* (1998) med revisjoner av Fryer & Nicholson (1999). Glattemetoden 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.* (1998).

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 12 og 13. mai 2014. Undersøkelser av bunnsedimentene ved sedimentprofilfoto ble gjort på 22 stasjoner og prøver av bløtbunnsfauna ble samlet inn på stasjon LØ-1 (**Figur 3**). Sedimentprøver fra bunnen utenfor bulkkaia (B3) og litt lenger sør nær stasjon B2 (**Figur 4a**) ble tatt 2. oktober 2014.



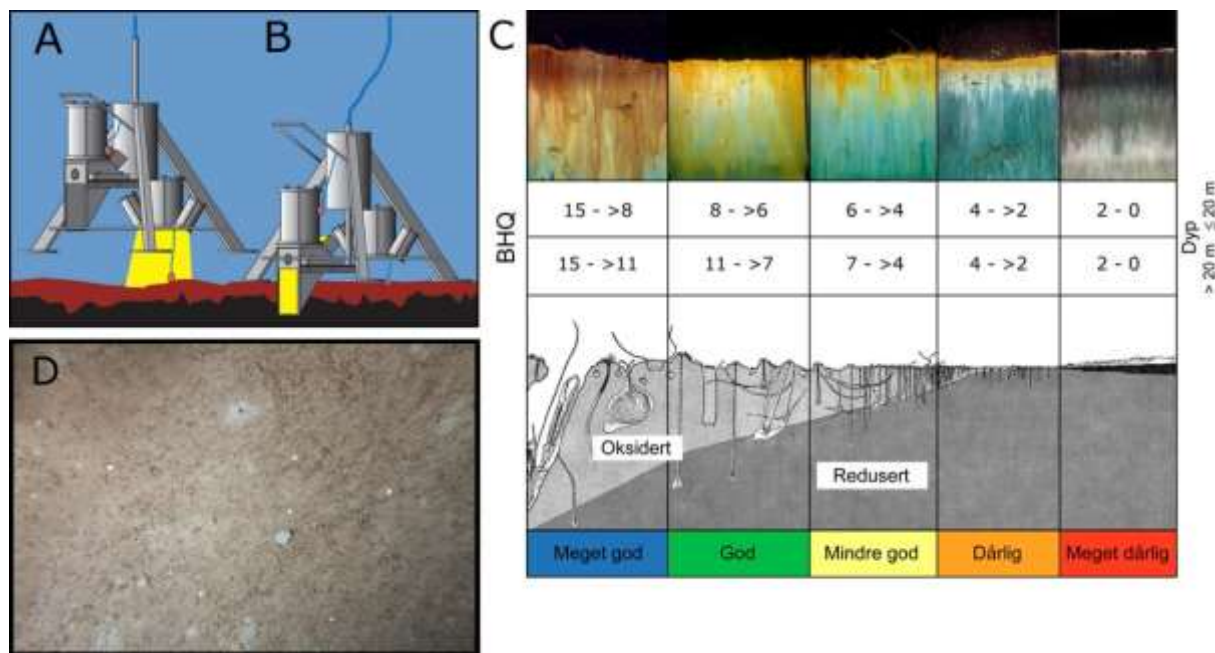
Figur 3. Stasjonsplassering for SPI-undersøkelser i 2014, LØ-1 prøvetas også for fauna



Figur 4. a. Sedimentprøvestasjoner (grå prikker) på ca. 10, 20 og 30 m dyp utenfor B2 og B3 og utenfor B11 på ca. 20 m dyp. Vannprøvestasjon (blå prikk) på ca. 5 m dyp utenfor B3. b. Sedimentprøvetaking

2.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. 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 vandndyp ≤ 20 meter og > 20 m i samme skala som benyttes for marine sedimenter i EUs vanndirektiv (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg *et al.* 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 suksesjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i samme skala som benyttes i EUs vanndirektiv (Rosenberg *et al.* 2004). BHQ-indeksen har god korrelasjon med parameterne brukt i tradisjonelle bunnfaunaundersøkelser (Rosenberg *et al.* 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 LØ1 (**Figur 3**). Bløtbunnsprøvene ble tatt med en van Veen grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m², og det ble tatt tre parallelle grabbprøver på stasjonen. Hver prøve ble kontrollert for å se etter forstyrrelse av sedimentet, og gitt en visuell beskrivelse av sedimentets karakter (farge, lukt, konsistens). Sedimentvolum ble målt til nærmeste cm fylling i grabben og deretter ble prøven vasket forsiktig gjennom sifter med henholdsvis 5 mm og 1 mm runde hull. Sikteresten ble så konservert i en 4 - 10 % formalinløsning nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa for å gjøre sorteringen lettere. I laboratoriet ble sikteresten grovsortert under stereolupe og alle dyr plukket ut og lagret på 80 % sprit. Alle dyr ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt.

Prøvetaking, sortering og identifisering ble utført iht. standarden ISO 16665:2005 (Water quality. Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna) og NIVAs interne akkrediterte prosedyrer.

Beregninger av bløtbunnsindekser

Bløtbunnsfauna karakteriseres ved total antall arter, total antall individer og artssammensetning. Ut fra artslistene beregnes indekser iht. Veileder 02:2013. 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_{2012} og NSI
- kvalitetsindeksen NQI_1 , en sammensatt indeks som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet
- DI som er en indeks for individtetthet

Klassifiseringssystemet for bløtbunnsfauna bruker samme indekser og grenseverdier for de forskjellige typer av påvirkning, og for alle regioner og vann typer. Indeksverdier utregnes for hver enkelt indeks pr. grabb, og det beregnes gjennomsnitt av disse pr. indeks. I tillegg gjøres beregningen for hele stasjonens datamateriale (kumulerte data fra grabbene) for hver enkelt indeks. Ut fra grabbgjennomsnittet beregnes *grabbverdien* av $nEQR$ (normalisert EQR ; «Environmental Quality Ratio») for hver enkelt indeks. Basert på kumulerte grabbdata beregnes *stasjonsverdien* av $nEQR$ for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenenes $nEQR$ -verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulerte grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdi ($nEQR$) på stasjonen. Klassifiseringssystemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra svært god (Klasse I) til svært dårlig tilstand (Klasse V) (**Tabell 3**). Vanddirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå god tilstand (Klasse II).

Tabell 3. Oversikt over klassegrenser og referanstillstand for de ulike indeksene som benyttes for klassifisering av bløtbunnsfauna (Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann).

Indeks	Type indeks	Økologisk tilstandsklasse basert på bunnfauna i sediment				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI_1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES_{100}	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI_{2012}	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	normEQR	1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0

2.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment, og radioaktivitet i vannmassen ved bulkkaia

Ved stasjon B2, B3 og B11 ble det tatt sedimentprøver med en liten van Veen-grabb (0,025 m²) som ble operert fra NIVAs lettboat (**Figur 4b**). På stasjon B2 og B3 ble det tatt tre grabber i en dybdegradient (ca. 10 m, 20 m og 30 m dyp). I den første sedimentprøven på 10 m dyp, på stasjon B3, var sedimentet helt hvitt, og det ble derfor tatt en ekstra prøve på 10 m. Begge prøvene ble analysert (prøven med hvitt sediment er merket B3-1 (2)) Det var ikke tilstrekkelig sediment i prøven fra B3_2 (20 m), og prøvene ble supplert med materiale fra prøvene fra 10 og 30 m dyp (blandprøve). På stasjon B11 ble det tatt en grabb på ca. 20 m dyp. Det ble tatt ut prøver av overflatesedimentene (0 - 2 cm) som ble analysert for metaller og radioaktivitet.

Analyse av radioaktivitet i sjøvann

En vannprøve, tatt på 5m dyp, utenfor stasjon B3 (**Figur 4a**) ble sendt til IFE hvor det ble analysert for naturlig radioaktivitet (²³⁸U) med alfaspektrometri etter oppkonsentrering og separasjon vha. resin.

Analyse av radioaktivitet i sedimenter

Tre sedimentprøver ble sendt til IFE hvor de ble analysert for naturlig radioaktivitet (²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²²⁸Th, ²¹⁰Pb, ⁴⁰K) 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 Miljødirektoratets 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 Miljødirektoratets 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 Miljødirektoratets 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

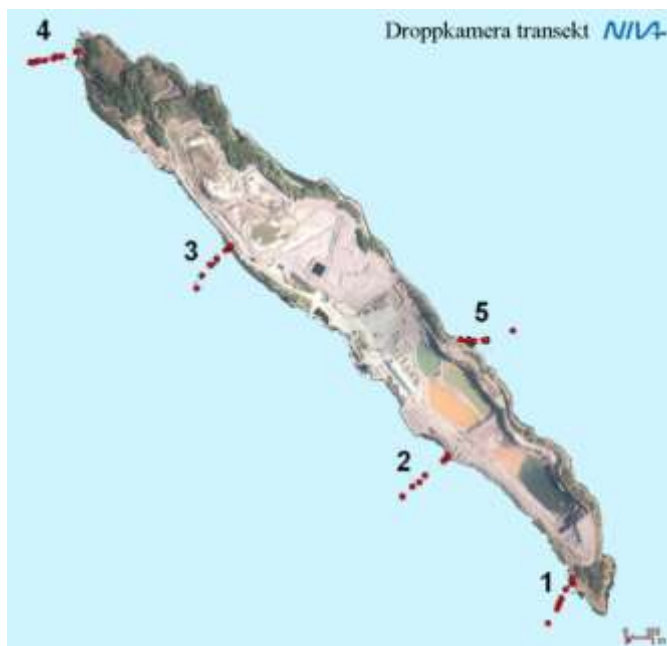
Dyr og alger i strandsonen er blitt undersøkt ved to stasjoner på Langøya (B2 og B6), og ved en kontrollstasjon på Mølen (BK) siden 1996 (**Figur 2** og **Vedlegg D**). I 2014 ble undersøkelsen gjennomført 1. oktober.

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. De artene som ikke kunne identifiseres i felt, ble tatt med for nærmere artsbestemmelse under mikroskop/lupe. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (% dekningsgrad):

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (0 - 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

2.4 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen

1. oktober 2014 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) og ned til rundt 40 m dyp på 5 stasjoner (**Figur 6**).



Figur 6. Videoregistreringer av bunnforhold langs 5 transekter ved Langøya 1. oktober 2014

En tabell med GPS-posisjoner, dyp, substrat, terrenguro og evt. merknader er gitt i **Vedlegg E**. 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.

3. Resultater

3.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell

3.1.1 Metaller i blåskjell

Tilstanden for metallinnhold i de undersøkte blåskjellene (**Tabell 5**) var i hovedsak god i 2014. Av de 270 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 86,7 % (234) av klassifiseringene ubetydelig-lite forurensing (Kl. I) og 13,3 % (36) moderat forurensing (Kl. II). Ingen prøver viste dårligere tilstand enn klasse II.

Tabell 5. Torrstoff 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), sink (Zn) og vanadium (V) i blåskjell fra 8 stasjoner ved Langøya i Holmestrands-fjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK_ny) i 2014. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997), øvrige metaller etter Miljødirektoratets klassifisering (Molvær *et al.* 1997).

	Dato	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
B2 I	01.okt	15	9,33	3,33	1,40	0,60	1,47	6,47	0,10	<0,67	1,53	0,93	<1,33	100
B2 II	01.okt	17	8,82	2,94	1,18	0,57	1,71	5,59	0,10	<0,59	1,65	1,06	<1,18	112
B2 III	01.okt	14	10,00	4,29	1,36	0,61	1,43	6,93	0,11	<0,71	1,57	1,21	<1,43	100
B3 I	01.okt	19	10,00	6,32	1,63	0,63	1,37	6,32	0,12	<0,53	1,16	4,47	1,58	116
B3 II	01.okt	15	14,00	7,33	2,27	0,87	4,13	7,33	0,19	0,67	2,93	5,47	2,00	120
B3 III	01.okt	17	11,76	7,65	1,76	0,65	1,65	6,47	0,18	<0,59	1,35	5,18	1,76	106
B4 I	02.okt	14	12,14	5,00	2,07	0,79	3,21	6,36	0,15	<0,71	2,36	2,36	1,43	93
B4 II	02.okt	15	11,33	3,33	1,87	0,73	4,00	5,80	0,13	<0,67	2,53	2,00	1,33	87
B4 III	02.okt	14	12,14	6,43	1,79	0,71	2,86	6,00	0,14	<0,71	1,93	2,07	2,14	86
B5 I	02.okt	18	6,67	1,67	0,94	0,52	0,83	6,11	0,07	<0,56	1,00	0,78	<1,11	89
B5 II	02.okt	18	7,78	1,67	0,94	0,56	0,72	6,67	0,07	<0,56	1,00	0,78	<1,11	89
B5 III	02.okt	19	7,37	1,05	0,89	0,53	1,79	6,32	0,07	<0,53	1,58	0,68	<1,05	84
B6 I	02.okt	14	12,14	4,29	1,29	0,71	2,07	6,43	0,12	<0,71	1,93	1,21	1,43	100
B6 II	02.okt	14	14,29	2,14	1,43	0,79	3,57	7,86	0,14	<0,71	2,71	1,50	<1,43	107
B6 III	02.okt	14	13,57	5,71	1,36	0,79	5,71	7,14	0,14	<0,71	3,93	1,64	2,14	100
B7 I	02.okt	14	10,00	2,86	1,64	0,71	1,86	7,86	0,10	<0,71	1,79	1,86	<1,43	93
B7 II	02.okt	15	10,67	<1,33	1,53	0,66	3,53	8,00	0,10	<0,67	2,13	1,33	<1,33	100
B7 III	02.okt	15	10,00	2,67	1,40	0,58	1,53	7,33	0,09	<0,67	1,53	1,27	<1,33	87
B10 I	02.okt	13	13,08	3,08	1,54	0,85	2,31	7,62	0,12	<0,77	1,77	1,23	<1,54	85
B10 II	02.okt	13	13,08	6,15	1,46	0,77	6,08	7,38	0,14	<0,77	3,92	1,23	2,31	100
B10 III	02.okt	13	13,08	3,08	1,38	0,66	4,62	6,31	0,13	<0,77	3,08	1,08	<1,54	100
B11 I	02.okt	18	9,44	2,78	1,00	0,72	1,50	6,67	0,08	<0,56	1,56	0,94	<1,11	89
B11 II	02.okt	16	10,63	3,13	1,00	0,69	1,38	6,88	0,10	<0,63	1,63	0,94	<1,25	100
B11 III	02.okt	16	10,63	3,13	1,13	0,69	2,69	6,88	0,10	<0,63	2,19	0,88	1,25	94
BK I	02.okt	16	8,75	1,25	0,81	0,61	1,06	5,56	0,07	0,63	1,75	0,56	<1,25	94
BK II	02.okt	17	10,59	<1,18	0,88	0,59	1,47	5,35	0,08	0,59	1,76	0,65	<1,18	88
BK III	02.okt	16	11,25	<1,25	1,06	0,59	1,75	5,19	0,10	<0,63	2,00	0,75	<1,25	88

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

For kobolt (Co), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn) viste samtlige prøver ubetydelig-lite forurensning (Kl. I), det samme gjaldt for samtlige prøver fra stasjon B5. Metallforurensningen var hovedsakelig forårsaket av arsen (As), krom (Cr) og vanadium (V). Arsen (og vanadium) har i en rekke av undersøkelsesårene vært i klasse II på alle stasjonene inkludert kontrollstasjonene, og dette indikerer et generelt forhøyet nivå av disse elementene i resipienten og at forurensningsbildet antagelig ikke kan tilskrives aktivitetene ved Langøya.

Analysene viste at metallinnholdet målt i 2014 var lavere i stort sett alle prøvene sammenliknet med 2013 (Gitmark *et al.* 2013).

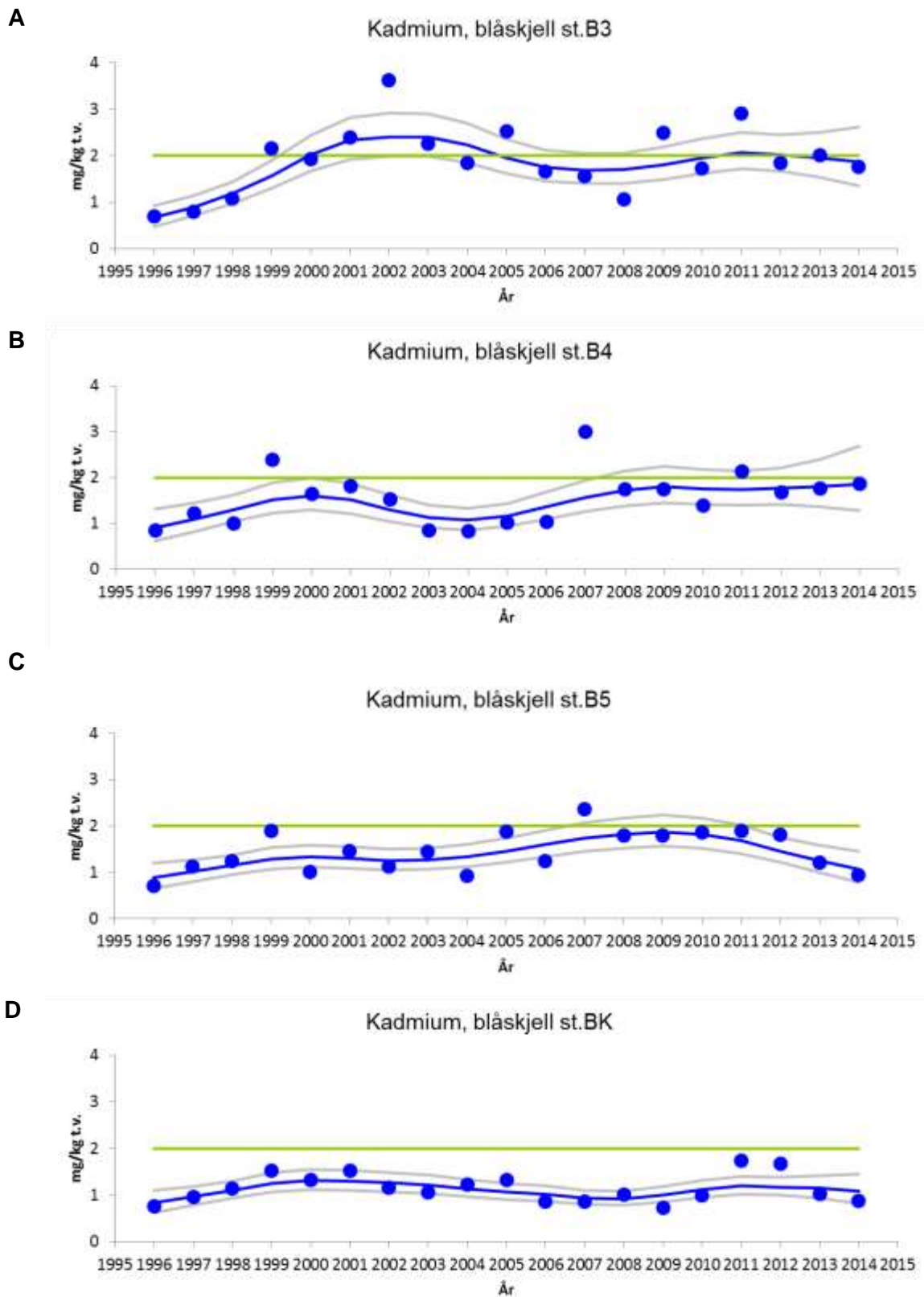
3.1.2 Gradienter og utvikling i blåskjell

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/-fjordens influensområde, samtidig som nærheten til industrien i Holmestrand, Sandebukta, Tofte, Horten og Moss også kan ha, eller har hatt en påvirkning på området. Det er også mulig at diffus utlekking av miljøgifter fra forurensede sedimenter ute i resipienten, så kalt "gamle synder", fra disse påvirkningene bidrar.

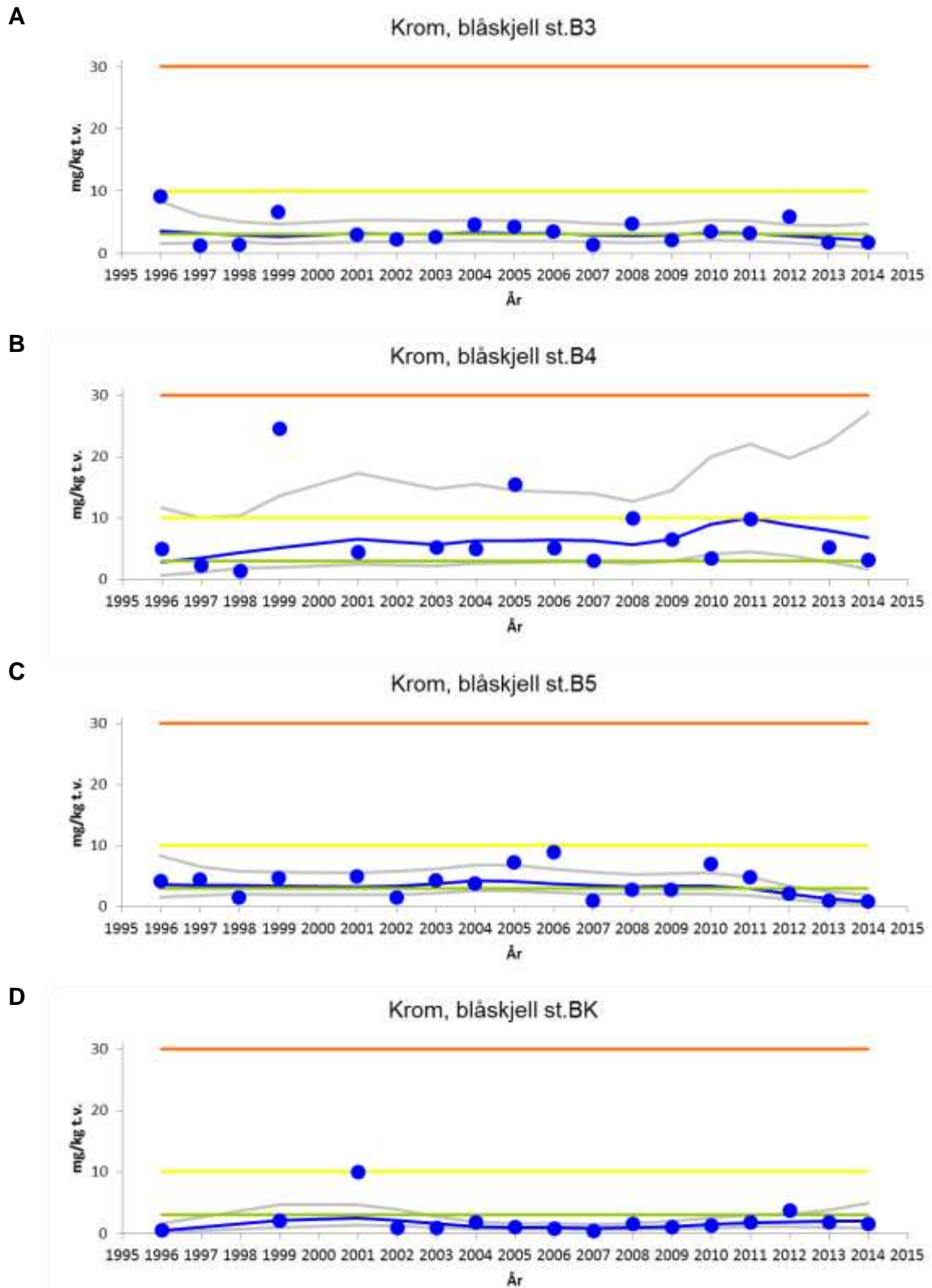
Trendanalysene (**Figur 7 - Figur 12** og **Vedlegg A**) har avdekket syv statistisk signifikante ($p < 0,05$) lineært oppadgående trender for perioden fra 1996-2014. Konsentrasjonene av metallene med oppadgående trend var imidlertid lave og på nivå med bakgrunn (Kl.I) eller moderat forurenset (Kl.II), og viser kun en svak økning i forhold til konsentrasjonene ved oppstart. Det er først og fremst konsentrasjoner av kadmium (**Figur 7**), kvikksølv (**Figur 9**), og bly (**Figur 11**) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya som har en litt høyere konsentrasjon i forhold til ved oppstart. Ingen trend ble registrert på kontrollstasjonen BK/BK_ny for disse tre metallene. For kadmium ble det også funnet en svakt oppadgående trend på stasjonene B4 og B5, og videre for kobolt på stasjon B6 og B7. 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, dvs i klasse I (ubetydelig-lite forurenset) eller klasse II (moderat forurenset). Figurer for samtlige metaller er vist i **Vedlegg B**.

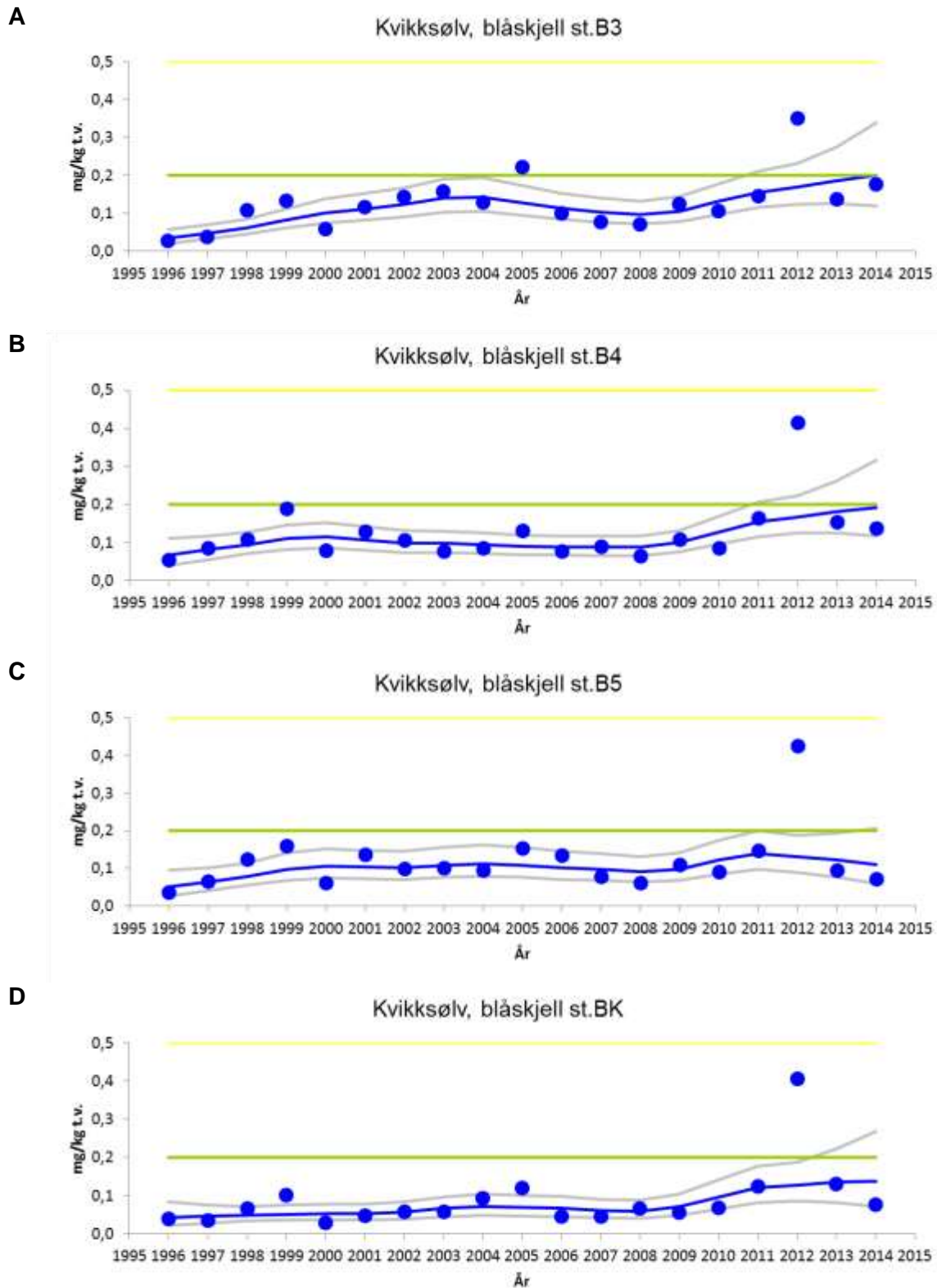
I 2014 var median kvikksølvkonsentrasjon i klasse I på samtlige stasjoner. Median kadmiumkonsentrasjon var i 2014 i klasse I på samtlige stasjoner unntatt B3 som var i klasse II. Bly var i klasse I for alle prøvene i 2014, bortsett for B3 som var i klasse II.



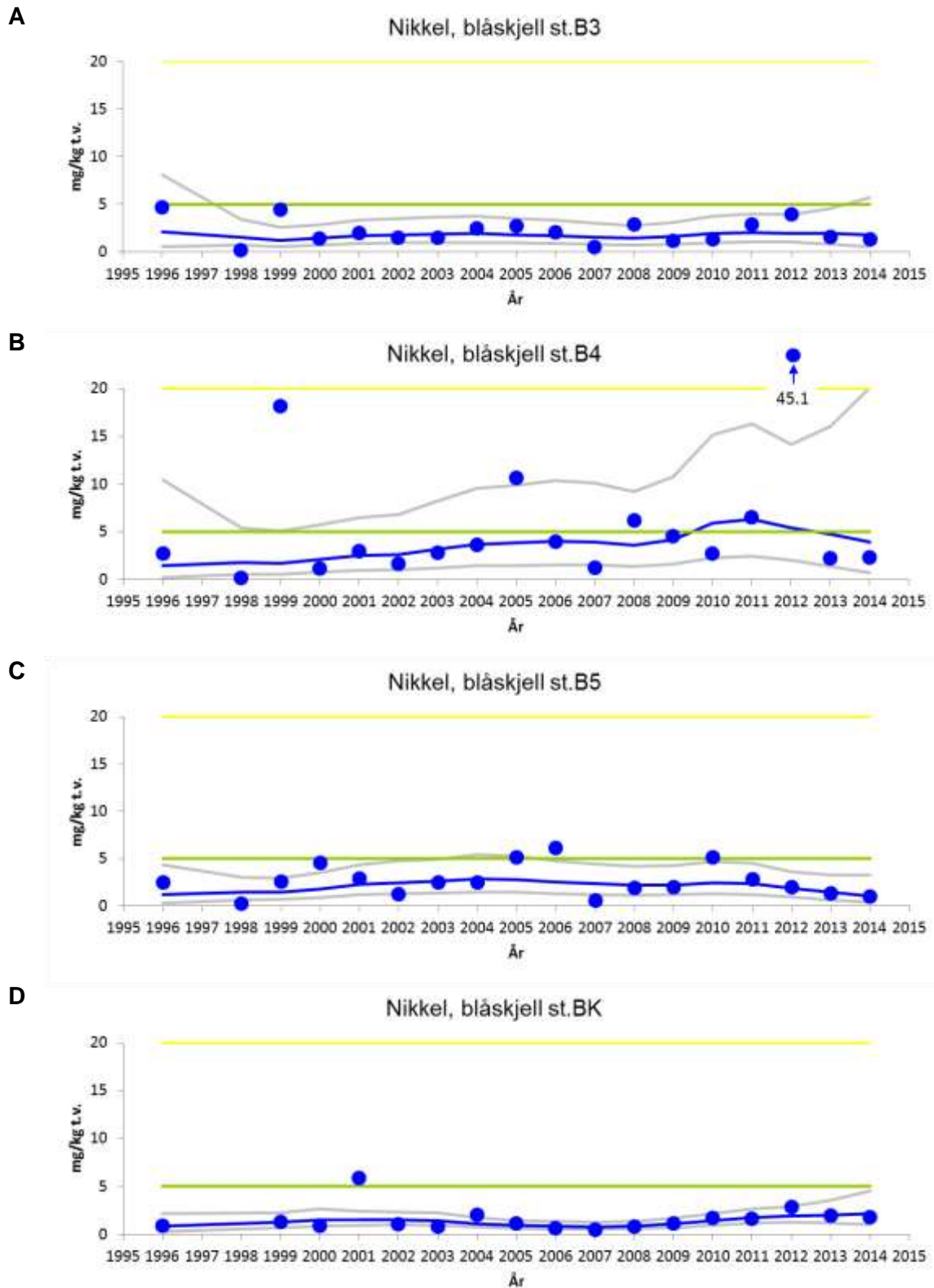
Figur 7. Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), som viser en oppadgående trend, og referansestasjonen på Mølen (BK) som ikke gjør det. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt på en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK.



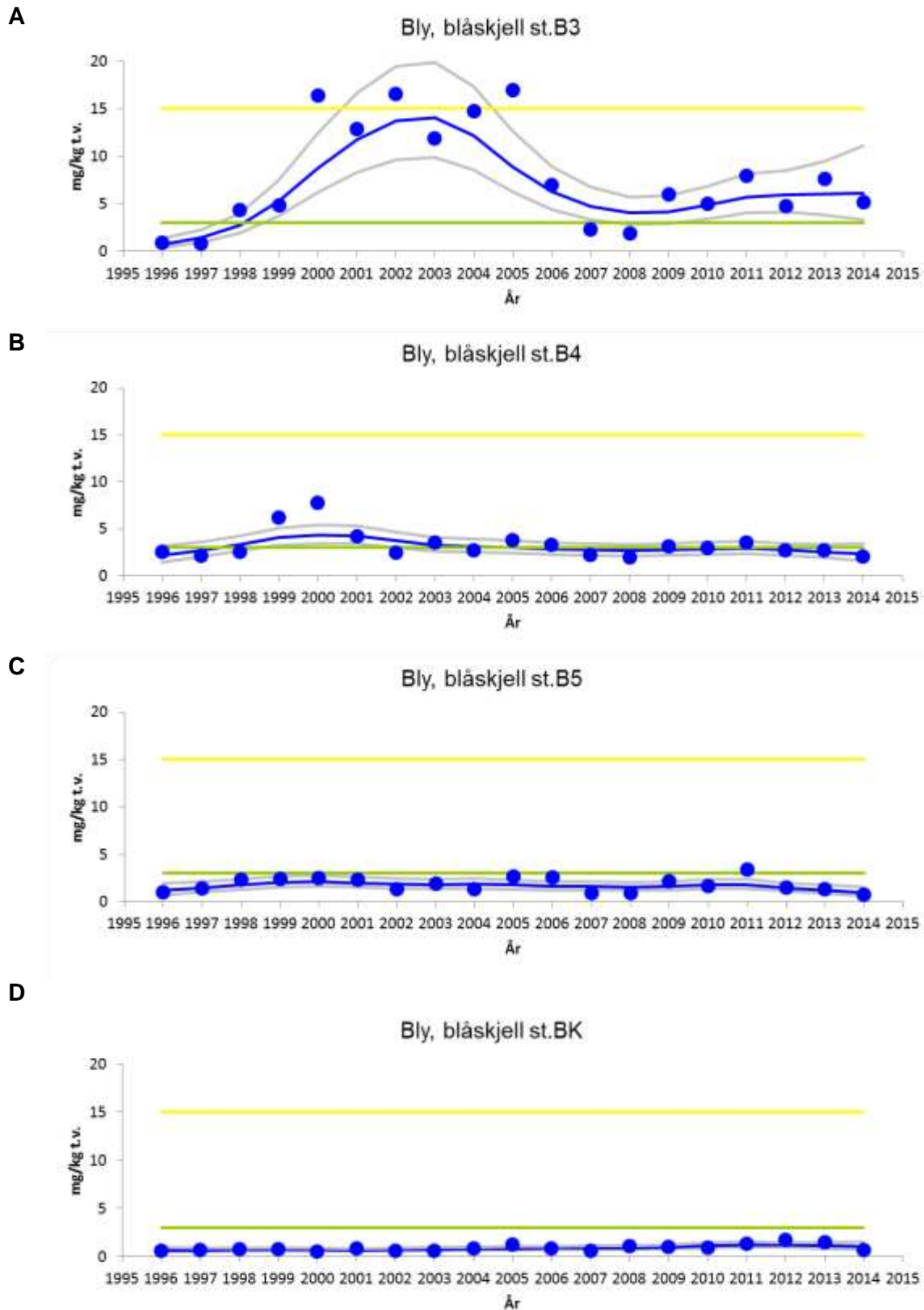
Figur 8. Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB. Suspekte verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er ikke tatt med i motsetning til tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrendanalysen for perioden 1996 - 2014. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt på en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK.



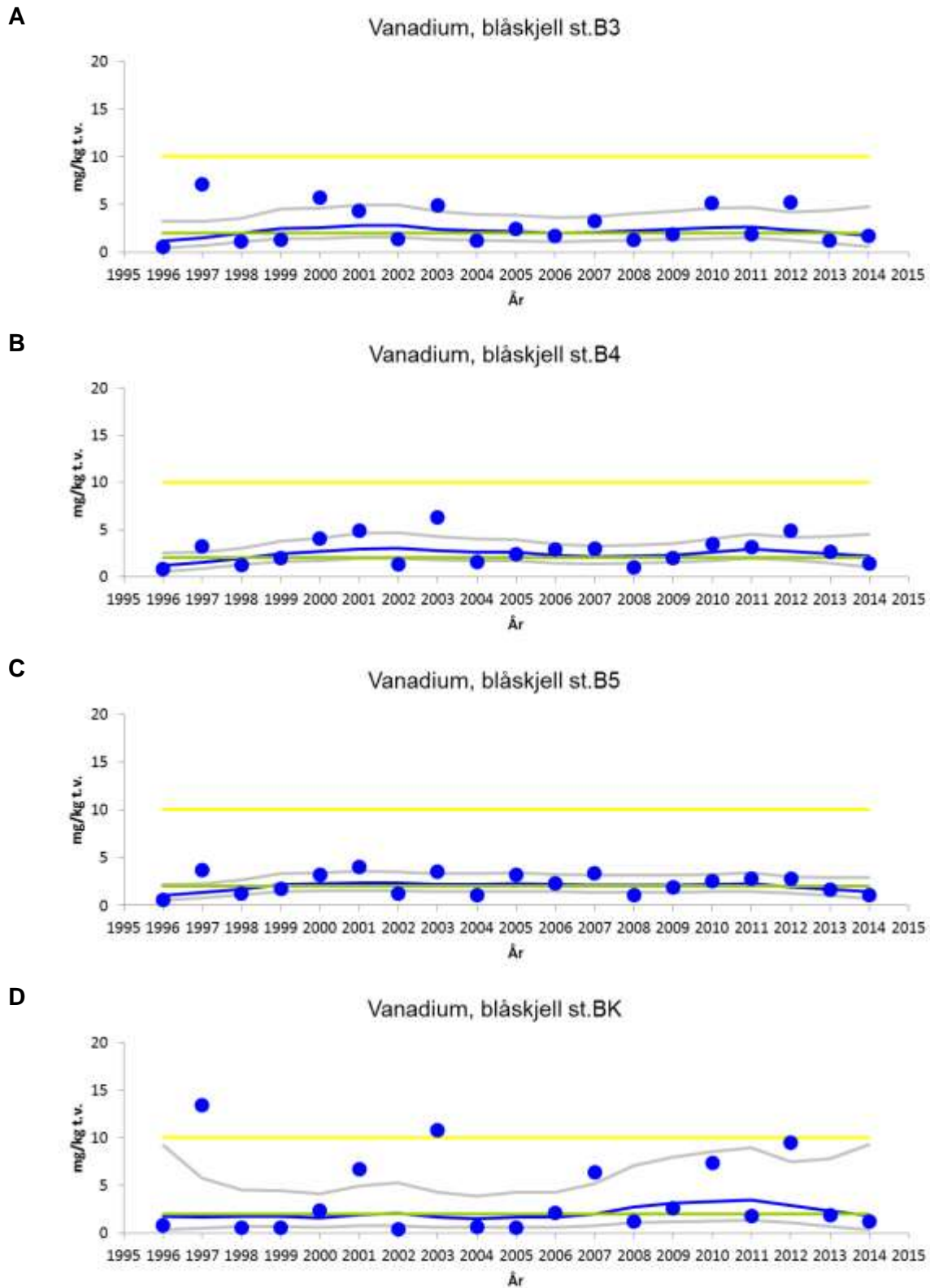
Figur 9. Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). Verdiene på B3 viser en oppadgående trend. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt på en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK.



Figur 10. Median nikkel (Ni) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK.



Figur 11. Median bly (Pb) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). Verdiene på B3 viser en oppadgående trend. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK.



Figur 12. Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK.

3.1.3 Organiske miljøgifter og radioaktivitet i blåskjell

Konsentrasjoner av organiske miljøgifter og TBT i blåskjell er blitt målt årlig siden 2003/04 på stasjon B2, B3 og BK, og siden 2007 også på stasjon B4, B7 og B11. Resultatene fra alle de tidligere undersøkelsene er vist i **Vedlegg C**. Den generelle utviklingen av miljøtilstanden, med hensyn til TBT i blåskjell ved Langøya er positiv. Analysene av sum kPAH, sum PAH og BAP har vist endel svingninger i konsentrasjonene fra år til år, men verdiene har hovedsakelig vært i klasse I eller II, ved alle undersøkelsene, på alle stasjonene.

I 2014 viste alle analysene av TBT ubetydelig/lite forurensing. Enkelte av prøvene viste derimot svært høye verdier av PAH forbindelsene. Prøvene fra B11 viste meget sterkt forurensing (Kl. V) for sum kPAH og BAP, og sterk forurensing for sum PAH (**Tabell 6**).

Tabell 6. Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) fra 2010 til 2014. 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 (TEQ, ng/kg v.v.), sum-PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) og nonortho-PCB (Sum av PCB77, 81, 126 og 169) (ng/kg v.v.). Miljødirektoratets klassifisering (Molvær *et al.* 1997). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i Miljødirektoratets klassifisering.

Stasjon-år	TBT molekyl	Sum kPAH	Sum PAH	BAP	PCB 'seven Dutch'	TEQ PCDF/D	Sum PCB	nonortho-PCB
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
B2 -13	78	<4,46	<11,56	<0,5	<1,35	0,09	<1,35	0,08
B2 -14	34	159,6	304,86	26	-	0,031*		7,15**
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
B3 -13	50	<6,08	<20,48	<0,5	1,66	0,11	1,66	0,1
B3 -14	38	213,6	<389,64	35	-	0,135*		11,98**
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
B4 -13	92	<5,55	<15,71	<0,5	1,63	0,07	1,63	0,11
B4 -14	64	98,7	<149,6	17	-	0,014*		16,44**
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	-
B6 -13	46	<5,61	<14,91	<0,5	<1,02	-	<1,02	-
B6 -14	46	<22,9	<37,56	0,61	-	0,027*		10,49**
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	-
B11 -13	50	<4,59	<12,29	<0,5	<1,06	-	<1,06	-
B11 -14	37	1451,8	3248,8	280	-	0,041*		8,59**
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
BK -13	41	<4,6	<12	<0,5	0,98	0,09	0,98	0,08
BK_ny-14	25	<23,9	<38	3,6	-	0,031*		7,59**

* For 2014 er TEQ verdiene oppgitt i TE(nordic):2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model. Fra 2014 er TEQ verdiene oppgitt etter TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model. Inkl. LOQ.

** For 2014 er TE nonortho-PCB verdiene oppgitt i Sum TE-PCB. Fra 2014 er verdiene oppgitt i konsentrasjon (ng/kg)

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

Med unntak av prøvene fra stasjon B6 viste alle prøvene rundt Langøya, svært forhøyede verdier av BAP (Kl. IV eller V). De høyeste konsentrasjonene ble registrert på østsiden av øya, lengst unna NOAHs kaianlegg og utslippspunkt. Det ble også registrert noe forhøyede verdier av sum kPAH og BAP på kontrollstasjonen BK_ny. Årsaken til dette er ukjent, men Langøya ligger langs skipsleden i Oslofjorden, og kan påvirkes av dette. Videre flyter vann fra Drammensfjorden forbi Langøya, vekselvis på øst- og vestsiden.

NOAHs utslipp av PAH var svært lave i 2013/14, og det har ikke vært hendelser på NOAH Langøya som skulle tilsi slike høye PAH verdier (Marit Lægreid, NOAH, pers. medd.). Undersøkelser av blåskjell fra andre fjordområder utsatt for PAH-forurensning har vist at konsentrasjoner kan variere mye over kort tid. Videre overvåking kan avdekke om problemet er vedvarende. NOAH prøver å finne årsaken til de forhøyde verdiene. Det vil bli foretatt nye blåskjellanalyser av PAH.

Grunnet en feil i analyserekvisisjonen ble ikke PCB 'seven Dutch' og Sum PCB analysert i 2014. I 2011 viste PCB 'seven dutch' analysene moderat forurensning på stasjon B3, men ellers har alle prøvene siden programmets oppstart vist ubetydelig-lite forurensning av PCB 'seven Dutch'.

En blåskjellprøve fra stasjon B3, og en fra stasjon B11 ble analysert for radioaktivitet ved Institutt for energiteknikk (IFE) (**Tabell 7**). Det finnes lite datamateriale å sammenlikne verdiene målt rundt Langøya med. Verdiene målt på de to stasjonene på Langøya ligger noe over de verdiene som er målt i blåskjell fra Nordsjøen (20-60 mBq/kg ferskvekt). Da dette er første året blåskjell ble analysert for radioaktivitet rundt Langøya, og det ikke finnes referansemateriale fra området, er det vanskelig å si om det skyldes forurensning eller naturlig bakgrunnskonsentrasjoner (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 7. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i blåskjellprøver ved stasjon B3 og B11 i 2014.

		²²⁶ Ra (mBq/kg ferskvekt)
B3	1. oktober	123±22
B11	2. oktober	76±10

3.1.4 Sedimentprofilografering (SPI)

Det ble i 2014 analysert 77 bilder fordelt på de 22 stasjonene (2-5 bilder pr stasjon)

Det ble hovedsakelig observert god tilstand (Kl. II) på bløtbunn rundt hele Langøya (**Figur 13, Tabell 8**). Tre stasjoner hadde mindre god tilstand (Kl. III). Stasjonsposisjoner er gitt i **Vedlegg E**.



Figur 13. Tilstandsklasser av bløtbunnsfauna i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg *et al.* 2004) i 2014. Blå= meget god tilstand, grønn= god tilstand, gul = mindre god tilstand.

Tabell 8. Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter (stasjonsplassering er vist i **Figur 3**). Dyp (m), Benthic Habitat Quality (BHQ) - indeks basert på SPI - bilder for årene 2008 til 2014.

Stasjon	Dyp (m)	BHQ 2008	BHQ 2009	BHQ 2010	BHQ 2011	BHQ 2012	BHQ 2013	BHQ 2014	
LØ-1	68	10	11,3	10	9,5	9,5	8,3	7,6	
NOA01	39	9,3	11	7	9,5	9,3	8,0	8,8	
NOA02	38	10	10	8,3	10	8,5	8,0	8,5	
NOA03	37	8,5	8,7	8,5	9,3	8,5	7,0	9,0	
NOA04	75	10,7	9,5	8	11	10,3	*	*	9,7
NOA05	48	10,3	-	7	10	9,0	8,7	8,5	
NOA06	50	8,3	8	7	9,3	10,5	8,0	7,0	
NOA07	32	8	8	6,5	*	*	6,7	7,0	6,5
NOA08	88	10	11	11	9,3	10,0	10,0	9,7	
NOA09	47	-	11	10	*	9,0	7,0	8,7	
NOA10	56	9	10	9	9	10,7	8,7	8,7	
NOA11	45	10	8	8	8	8,0	7,7	9,5	
NOA12	44	9	9,7	9,3	10	9,0	8,5	9,0	
NOA13	64	9,7	10,3	8,5	9	8,3	9,5	9,4	
NOA14	101	10,5	9,5	9	9,5	10,8	10,2	9,3	
NOA15	45	10,3	10,5	7	9,8	8,7	8,5	8,8	
NOA16	68	9,7	9,5	9,5	8,3	8,8	8,5	7,0	
NOA17	178	10,3	9,3	10	8,3	10,2	8,7	8,5	
NOA18	115	9,7	9,7	10	9	9,0	8,8	8,7	
NOA19	54	11	11,3	8	8,8	8,7	9,3	9,3	
NOA20	100	10,5	10	9,3	10,3	8,8	11,7	8,3	
NOA21	93	9	11,5	11	10,3	11,2	-	9,5	

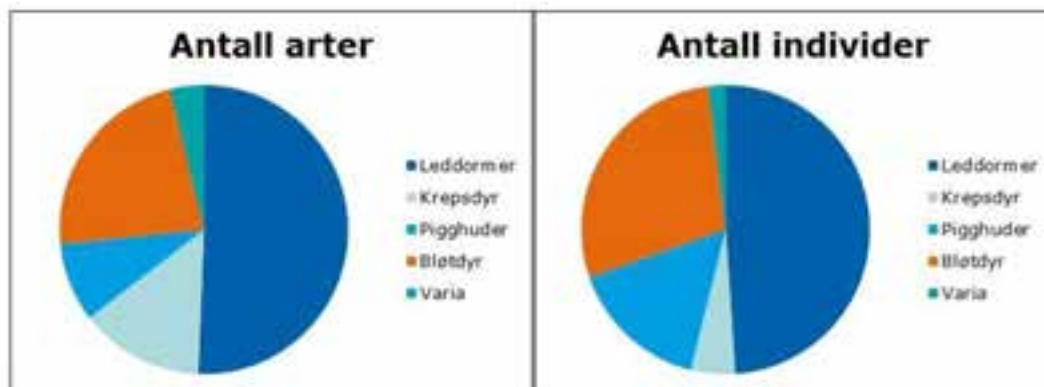
* Bildene forstyrret pga leirklumper, eller helling som gjør at kameraet sklir. De er derfor skjønnsmessig bedømt, fargen angir antatt tilstandsklasse og en kombinasjon av gult og grønt er brukt for å indikere tilstandsklasse god/mindre god.

- Bilde ikke tatt/mistet

	Meget god tilstand		God tilstand		Mindre god tilstand
--	--------------------	--	--------------	--	---------------------

3.1.5 Bløtbunnsfauna

Det ble funnet totalt 79 arter og 985 individer (3283/m²) på stasjon LØ-1. Faunaen er dominert av leddormer (flerbørstemark), som utgjør ca. halvparten av antall individer og arter (**Figur 14**). Den nest største gruppen er bløtdyr (hovedsakelig små muslinger).



Figur 14 Antall arter og antall individer fordelt på de fem hovedgruppene (LØ-1 2014).

En oversikt over de ti mest tallrike artene i 2014 er gitt i **Tabell 9**. Flesteparten av de vanligste artene tilhører gruppen flerbørstemark (Polychaeta), men også slangestjernen *Amphiura chiajei* (Ophiuroidea) og muslingen *Ennucula tenuis* (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* og *Pholoe pallida*. Høy forekomst av enkelte opportunistiske/tolerante flerbørstemarkarter som *Chaetozone* sp. og *Heteromastus filiformis* trekker imidlertid tilstandsklassifiseringen noe ned. Dette er arter som øker i antall ved organisk beriking.

Fullstendige artslistene for bløtbunnsfauna er gitt i **Tabell 19, Vedlegg D**.

Tabell 9. De ti mest tallrike artene funnet på LØ1 i 2014 (total antall per 0,3m²).

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	ANTALL
Flerbørstemark	Spionidae	<i>Prionospio cirrifera</i>	113
Slangestjerne	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	104
Musling	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>	91
Flerbørstemark	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>	56
Flerbørstemark	Cirratulidae	<i>Chaetozone</i> sp.	55
Flerbørstemark	Pholoidae	<i>Pholoe pallida</i>	49
Musling	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	45
Flerbørstemark	Flabelligeridae	<i>Diplocirrus glaucus</i>	42
Flerbørstemark	Lumbrineridae	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	40
Musling	Thyasiridae	<i>Thyasira equalis</i>	39

Tabell 10 gir en oversikt over alle bløtbunnsindeksene per grabbprøve, for grabbgjennomsnittet og for stasjonsverdien (kumulerte stasjonsdata). Tilstanden bestemmes ut fra normalisert EQR av den gjennomsnittlige grabbverdien og stasjonsverdien for alle indekser. Tilstanden for bløtbunnsfauna på LØ-1 i 2014 er klassifisert til god (tilstandsklasse II). Alle indeksene viste entydig god tilstand, med unntak av DI (indeks for individtetthet).

Tabell 10. Bløtbunnsindekser for 2014 for stasjon LØ-1. Indeksene er beregnet enkeltvis for hver grabb, gjennomsnitt av grabbverdiene for hver indeks, samt total for stasjonen (kumulerte data). nEQR er beregnet for grabbgjennomsnittet og stasjonsverdien for hver indeks. Gjennomsnittet for alle indeksenes nEQR brukes til å fastsette tilstanden. NQI1 (norsk kvalitetsindeks), $H'(\log_2)$ (Shannon - Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks), ISI₂₀₁₂ og NSI (norske ømfintlighetsindekser), og DI (indeks for individtetthet).

Stasjon	Grabb	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	DI	Tilstandsklasse
LØ1	G1	0,749	4,656	30,260	9,490	24,369	0,466	
LØ1	G2	0,729	4,620	30,529	8,683	23,706	0,454	
LØ1	G3	0,762	4,655	31,273	8,318	23,767	0,479	
Gj.sn. grabbverdi for indeksen		0,747	4,643	30,687	8,830	23,947	0,466	
nEQR for gj.sn. grabbverdi		0,723	0,783	0,761	0,727	0,758	0,567	0,720
Stasjonsverdi for indeksen		0,760	4,841	31,476	8,980	23,942	0,466	
nEQR for stasjonsverdien		0,737	0,809	0,770	0,741	0,758	0,567	0,730

	Meget god tilstand		God tilstand		Moderat tilstand
--	--------------------	--	--------------	--	------------------

Stasjon LØ-1 har vært undersøkt årlig av NIVA siden 2008 (**Tabell 11**). Tilstanden har vært god (klasse II) hvert år, og det har vært en svak forbedring i tilstand fra 2008 til 2011. Resultatene fra 2012 og 2013 viste en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011. Årets resultat viser igjen en økning/bedring for alle indekser. Forskjellene er imidlertid ikke større enn det man kan forvente seg som følge av naturlig variasjon fra år til år.

Grenseverdiene i veileder 02:2013 er noe endret fra veileder 01:2009. Etter interkalibrering med Sverige i Skagerrak ble grensen mellom god og svært god tilstand hevet fra 0,72 til 0,82 for NQI1. Tilsvarende ble grensen god/svært god hevet for alle de andre indeksene. Dette medfører at enkelte indekser som i tidligere rapporter er vist med svært god tilstand nå er vist med god tilstand.

Tabell 11. Bløtbunnsindekser for LØ1 fra 2008 - 2014. Indeksene er grabbgjennomsnitt for hvert år for NQI1 (norsk kvalitetsindeks), $H'(\log_2)$ (Shannon - Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks), ISI₂₀₁₂ og NSI (norske ømfintlighetsindekser), og DI (indeks for individtetthet).

År	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	DI	normEQR
2008	0,635	3,787	24,099	8,560	20,624	0,568	0,624
2009	0,667	4,248	28,046	9,088	21,255	0,431	0,687
2010	0,710	4,585	29,688	8,763	23,426	0,530	0,692
2011	0,745	4,608	31,247	8,179	23,883	0,464	0,709
2012	0,704	4,353	28,268	9,262	23,843	0,581	0,684
2013	0,687	4,126	27,238	8,579	23,472	0,594	0,659
2014	0,747	4,643	30,687	8,830	23,947	0,466	0,720

	Meget god tilstand		God tilstand		Moderat tilstand
--	--------------------	--	--------------	--	------------------

3.1.6 Metaller og radioaktivitet i sediment, og radioaktivitet i sjøvann ved bulkkai

En sedimentprøve fra stasjon B2 (21 m dyp), B3 (20 m dyp) og B11 (19 m dyp), samt en vannprøve fra stasjon B3 (5 m dyp) ble analysert for radioaktivitet (**Tabell 12**). Verdiene er å anse som normale for innhold av radioaktivitet (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 12. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i sedimentprøver ved stasjon B2, B3 og B11 i 2014.

Stasjon	Dyp	Dato	Målt aktivitet Bq/kg tørrvekt					Målt aktivitet (mBq/liter)
			Sediment					Sjøvann
			²²⁶ Ra	²³⁸ U	²²⁸ Th	²¹⁰ Pb	⁴⁰ K	²³⁸ U
B2	21 m	1. oktober	21±11	17±5	23,0±2,5	58±20	260±50	
B3	20 m	1. oktober	21,8±2,1	28±5	28,4±1,8	70±9	650±50	
B11	19 m	1. oktober	13±10	28±5	25,5±1,9	54±26	590±40	
B3	5 m	1. oktober						25±6

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 (Gitmark *et al.* 2014). I 2005/06 ble det satt i gang forurensningsbegrensende tiltak. Undersøkelsene gjort i etterkant av tiltakene har vist at nivået av metaller er redusert som følge av tiltakene, og undersøkelsene gjort i 2014 bekreftet dette (**Tabell 13**). Tabell med resultater fra 2003 - 2011 finnes i Gitmark *et. al* 2012.

I 2014 var det bakgrunnsverdier (Kl. I) av både kadmium og sink. I blandprøven fra 20 m dyp (B3-2) på stasjon B3 var det en liten økning i verdiene til bly (Pb), men prøven viste god tilstand (Kl. II). Verdien lå like over grenseverdien mellom bakgrunnsverdi og god tilstand (30). Bariumverdiene har i alle prøvetakingsår vært langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2, og resultatene fra 2014 viser den samme trenden.

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

Tabell 13. Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold av barium (Ba), kadmium (Cd), bly (Pb), sink (Zn) og molybden (Mo) i sedimenter (0 - 2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2012 - 2014. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Det ble tatt en ekstra prøve på stasjon B3 (B3-1 (2)). Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Miljødirektoratets klassifisering (Bakke *et al.* 2007). Barium og molybden inngår ikke i Miljødirektoratets tilstandsklassifisering. Posisjoner er gitt i wgs84.

Stasjon	Dato	Dyp	N	Ø	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
2012											
B2-1	13. sep	10	59,48269	10,39651	64	22	26	<0,25	8,2	33	0,34
B2-2	13. sep	19	59,48247	10,39581	63	45	42	<0,25	12	43	0,34
B2-3	13. sep	33	59,48243	10,39489	65	53	36	<0,25	11	41	0,30
B3-1	13. sep	11	59,49010	10,38279	61	40	560	<0,25	18	73	0,41
B3-2	13. sep	20	59,48998	10,38155	66	47	310	<0,25	21	73	0,40
B3-3	13. sep	32	59,49025	10,37960	63	52	55	<0,25	12	47	0,27
2013											
B2-1	25. sep	14	59,4823	10,39636	40	16	63	0,35	21	92	2,4
B2-2	25. sep	20	59,48206	10,3957	75	11	34	<0,25	10	37	<0,14
B2-3	25. sep	36	59,48201	10,39532	68	12	37	<0,25	10	40	0,16
B3-1	25. sep	10	59,49023	10,38227	61	6	450	0,28	17	91	0,77
B3-2	25. sep	22	59,48981	10,38094	67	14	100	<0,25	13	49	0,20
B3-3	25. sep	33	59,48966	10,37997	65	19	56	<0,25	13	54	0,17
2014											
B2-1	1. okt	10	59,48285	10,39611	69,7	6,5	38	0,033	11	39	<2,0
B2-2	1. okt	21	59,48284	10,39500	69,9	7,8	44	0,069	11	39	<2,0
B2-3	1. okt	30	59,48242	10,39498	68,4	9,3	41	0,032	12	39	<2,0
B3-1	1. okt	10	59,49001	10,38280	65	11,5	140	0,12	16	59	<2,0
B3-2	1. okt	20*	59,48989	10,38111	50,4	22,1	210	0,16	33	98	<2,0
B3-3	1. okt	31	59,48946	10,38024	63,5	24,5	75	0,041	17	59	<2,0

*Det var ikke tilstrekkelig sediment i prøven fra 20 m på B3, og prøven måtte dermed suppleres med materiale prøvene fra 10 og 31 m dyp

Miljødirektoratets 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 (Gitmark *et al.* 2014).

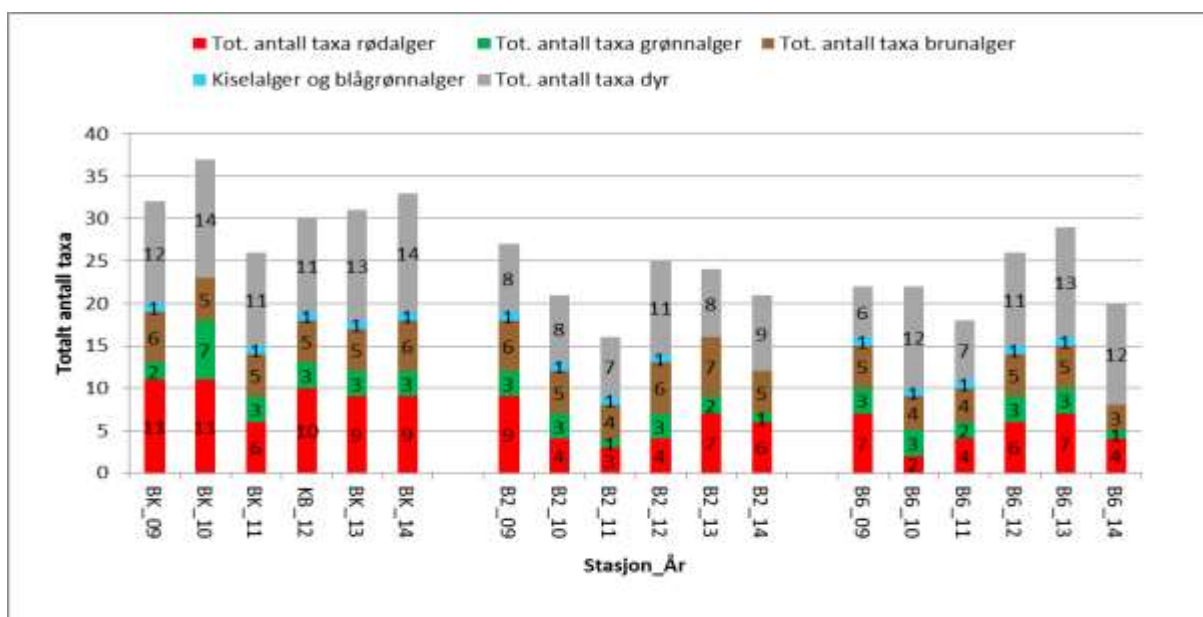
Det er generelt en økende andel finpartikler med avstand fra land (Tabell 13). Årsaken er sannsynligvis at sedimenter på de grunne bunnområdene nær land er utsatt for oppvirvling blant annet fra skipspropeller, slik at finere partikler resuspenderes og forsvinner fra området.

3.2 Strandsonundersøkelser

En oversikt over arter/taxa registrert på to stasjoner på Langøya (B2 og B6) og på kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2014 er gitt i

Tabell 14. Det ble registrert flest taxa av alger på kontrollstasjonen (BK), mens det ble registrert færrest på stasjon B6, lengst nord på Langøya. Det ble registrert like mange dyretaxa på kontrollstasjonen og B6, mens det ble registrert færrest på B2. Artslistene for undersøkelsene utført mellom 2002 og 2014 er gitt i **Tabell 17** og **Tabell 18** i **Vedlegg D**.

En oversikt over antall registrerte taxa på de tre stasjonene fra 2009 – 2014 viser at det ikke har skjedd store endringer i antall registrerte alge- og dyretaxa på stasjon BK og B2 i 2014, sammenliknet med 2013. På stasjon B6 ble det registrert relativt få algetaxa i 2014 sammenliknet med 2013. (Figur 15). I 2013 ble det registrert en flatøsters (*Ostrea edulis*) på stasjon B6. Det er første gang denne arten er registrert i fjæresoneundersøkelsene. Denne ble ikke gjenfunnet i 2014, men det ble derimot registrert spredte forekomster av juvenile stillehavsøsters (*Crasostera gigas*) på BK og B2 (Figur 16). Arten ble også observert på stein og fjell på flere av blåskjellstasjonene. Stillehavsøsters er en svartelistet art i Norge, som er uønsket i vår natur. Den gyter om sommeren, og er avhengig av relativt høy vanntemperatur. Det er trolig den milde vinteren, og den svært høye sjøtemperaturen sommeren 2014 som har forårsaket spredningen av arten. Det ble ikke registrert voksne individer av arten.



Figur 15. Antall taxa registrert på stasjonene BK, B2 og B6 i 2009 - 2014. Søylen viser totalt antall taxa registrert, fordelt på rødalger (rød), grønnalger (grønn), brunalger (brun), kisel/blågrønnalger (blå) og dyr (grå).



Figur 16. Juvenil stillehavsøsters (*Crasostera gigas*).

Tabell 14. Forekomst av dyr og alger i fjæra på tre stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 1.oktober 2014. Artsregistreringen er semikvantitativ, i det artens forekomst blir angitt etter en 6-delt subjektiv skala: 1= enkeltfunn, 2= spredt, 3=frekvent, 4=vanlig, 5=betydelig, 6=dominerende.

Alger	BK	B2	B6	Dyr	BK	B2	B6
<i>Ahnfeltia plicata</i>	3	-	2	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	2	3	2
Blågrønn og kisel alger på fjell og alger	3	-	-	<i>Asterias rubens</i> juvenil	2	-	2
Brunt på fjell	4	4	3	<i>Balanus improvisus</i>	-	4	4
<i>Callithamnion corymbosum</i>	2	-	-	<i>Balanus</i> sp juvenil	-	4	3
<i>Ceramium cf tenuicome</i>	2	-	-	<i>Botryllus schlosseri</i>	2	-	-
<i>Ceramium rubrum</i>	3	2	-	<i>Campanularia johnstonii</i>	2	2	2
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	-	2	<i>Crassostrea gigas</i> juvenil	2	2	-
<i>Chondrus crispus</i>	3	2	2	<i>Dynamena pumila</i>	2	-	-
<i>Cladophora albida</i>	2	-	-	<i>Electra pilosa</i>	3	2	2
<i>Cladophora rupestris</i>	-	1	-	<i>Laomedea geniculata</i>	-	2	2
<i>Elachista fucicola</i>	2	2	-	<i>Laomedea</i> sp	-	-	-
<i>Fucus serratus</i>	4	6	6	<i>Littorina littorea</i>	2	4	3
<i>Fucus vesiculosus</i>	3	4	6	<i>Littorina obtusata</i>	2	-	-
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	-	1	-	<i>Littorina saxatilis</i>	2	-	2
<i>Hildenbrandia rubra</i>	4	2	2	<i>Littorina</i> sp. juvenil	2	-	2
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	3	1	2	<i>Membranipora membranacea</i>	3	-	2
<i>Polysiphonia fucoides</i>	2	-	-	<i>Metridium senile pallidus</i>	2	-	-
<i>Porphyra umbilicalis</i>	-	2	-	<i>Mytilus edulis</i>	-	-	1
<i>Pylaiella littoralis</i>	2	2	-	<i>Mytilus edulis</i> juvenil	4	-	3
<i>Rhizoclonium riparium</i>	2	-	-	<i>Palaemon elegans</i>	-	2	-
Rød skorpeformet kalkalge	2	-	-	<i>Semibalanus balanoides</i>	2	3	3
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	2	-	-	Skorpeformet bryozo på fjell	-	2	3
<i>Ulva intestinalis</i>	3	-	-	Antall taxa	15	11	15
Antall taxa	19	12	8				

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.

Årsaken til 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 (gjødslingseffekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begünstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter. Nitrogen er ved siden av fosfor det viktigste næringsstoffet som forårsaker algevekst i sjøvann. I 2013/2014 var det en nedgang i nitrogenutslippet fra NOAH sammenliknet med 2012/13 (**Figur 1**).

I 2014 ble registreringen gjort etter en 6- delt semikvantitativ skala, mens de tidligere undersøkelsene er gjort etter en 4- delt semikvantitativ skala. For å kunne sammenlikne resultatene fra de ulike årene, er den 6- delte skalaen konvertert til en 4-delt skala (**Tabell 15**).

Tabell 15. Konvertering av 6-delt semikvantitativ skala til 4-delt semikvantitativ skala

1 - enkeltfunn	1 - enkeltfunn
2 - spredt forekomst	2 - spredt forekomst
	3 - frekvent forekomst
3 - vanlig forekomst	4 - vanlig forekomst
	5 - betydelig forekomst
4 - dominerende forekomst	6 - dominerende forekomst

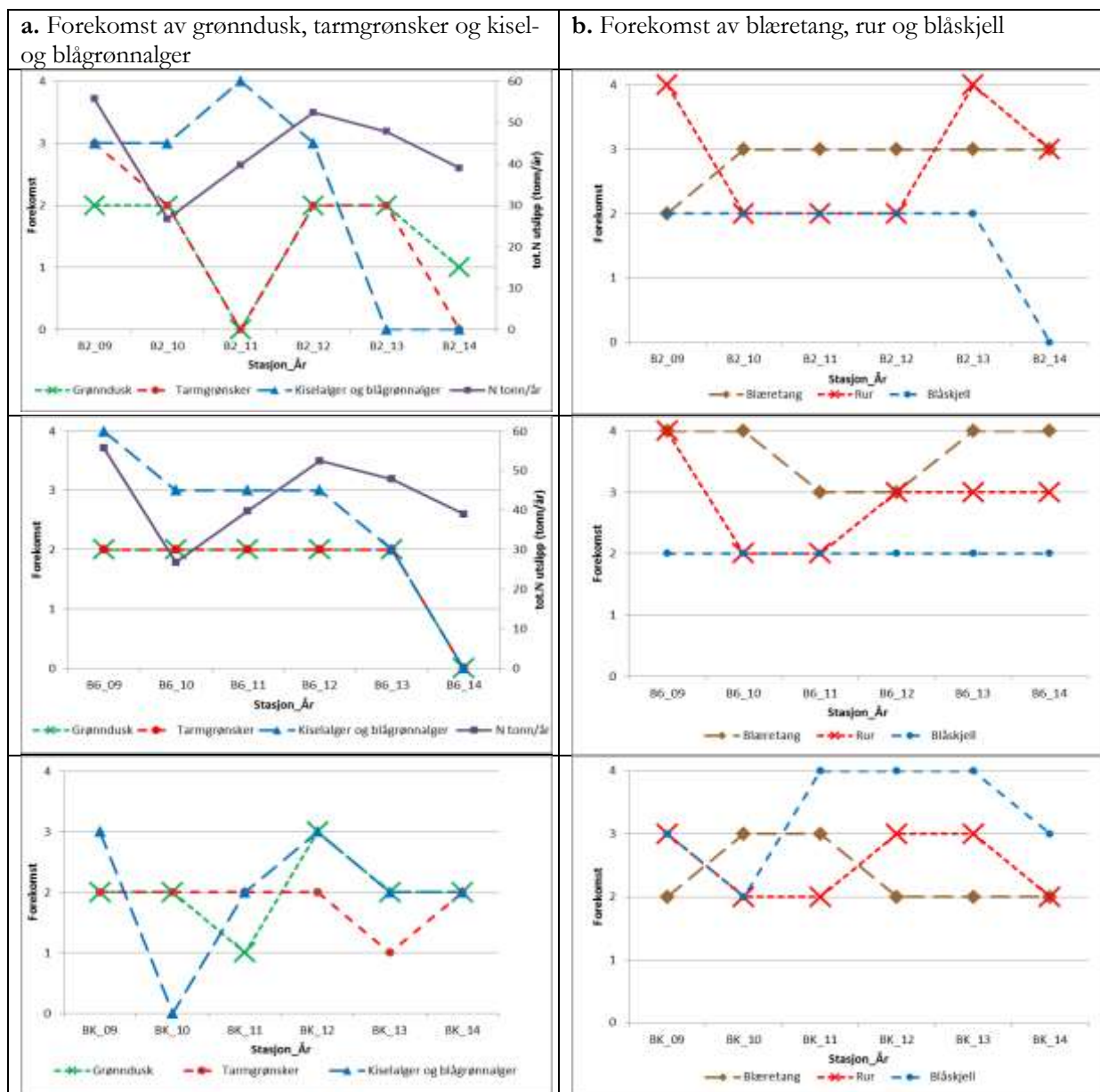
Grønndusk (*Cladophora* spp.), tarmgrønster (*Ulva* spp.) og blågrønn- og kiselalger er alle hurtigvoksende alger som ofte finnes i store forekomster i områder med høye konsentrasjoner av næringssalter. Dersom nitrogenutslippet fra NOAH påvirker organismesamfunnet rundt Langøya, vil en forvente å finne 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 (**Figur 17a**).

På stasjon B6 har det blitt registrert spredte forekomster av grønndusker og tarmgrønster siden 2009, mens i 2014 ble det hverken registrert tarmgrønster, grønndusker eller blågrønn- og kiselalger. På stasjon B2 varierer forekomsten mer mellom de ulike undersøkelsesårene (**Figur 17a**) og det er en viss sammenheng mellom nitrogenutslipp og mengden av tarmgrønster og grønndusk, men det er ikke registrert høye forekomster av disse algegruppene. Det er tidligere registrert høyere forekomster av kisel- og blågrønnalger rundt Langøya enn ved Mølen. Det er mulig at bølgepåvirkningen er større ved Mølen og hemmer dannelsen av kisel- og blågrønnalgebelegg, men i 2014 ble det kun registrert kisel- og blågrønnalger på stasjonen på Mølen.

Blant de vanligste, og mest dominerende artene registrert i strandsoneundersøkelsene er blæretang (*Fucus vesiculosus*), blåskjell (*Mytilus edulis*) (hovedsakelig juvenile) og rur (*Balanus* spp.) (**Figur 17b**). Det har i perioder vært store årlige variasjoner i forekomsten til de tre artene.

På stasjon B2 har forekomstene av blæretang vært stabil siden 2010. Forekomsten av blåskjell har vært stabil (spredt forekomst) fra 2009 - 2013, mens det i 2014 ikke ble registrert blåskjell på stasjonen (**Figur 17b**). På stasjon B6 har blåskjellforekomsten vært stabil siden 2009, forekomsten av rur har vært stabile i de tre siste årene, mens det var en liten økning i blæretangforekomsten i siden 2012 (**Figur 17b**).

På stasjon BK på Mølen har det siden 2011 vært dominerende forekomster av juvenile blåskjell (**Figur 17b**), men i 2014 var det en liten nedgang i mengden blåskjell på stasjonen. Det var også en liten nedgang i mengden rur sammenliknet med 2013, mens mengden blæretang har vært stabil siden 2012.



Figur 17. a. Forekomst av grønndusk (grønne kryss), tarmgrønsker (røde sirkler) og kisel- og blågrønnalger (blå trekanter) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2009 - 2014, på stasjon BK (Mølen), stasjon B2 (Langøya) og stasjon B6 (Langøya). Figuren viser også totalt nitrogen (tot. N) utslipp (tonn/år) fra NOAH (lilla firkanter). **b.** Forekomst av blæretang (brune ruter), rur (røde kryss) og blåskjell (blå sirkler) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2009 - 2014, på stasjon BK (Mølen), stasjon B2 (Langøya) og stasjon B6 (Langøya).

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. Det er trolig værforhold som i stor grad påvirker forekomsten av de ulike 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 suksessjonsfaser, og forekomsten av ulike arter avhenger bl.a. av artenes suksess i etableringsfasen og i konkurransen om plass. Andre årsaker til ulikhetene i registreringene kan være at vær og vind vil kunne påvirke undersøkelsen og vannstanden kan variere. Artsmangfoldet og mengdeforholdet mellom artene tyder på god miljøtilstand rundt Langøya.

3.3 Undersøkelser av bunnforhold i sjøsonen

Tabell 16 gir en grov oversikt over forholdene i de fem transektene. Videotransektene 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 2014. Dyp merket øverst til venstre i bilde. **A:** Sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) i transekt 3. **B:** Hanefot (*Kophobelemnion stelliferum*) i transekt 5. **C:** Gul tarmsjøpung (*Ciona intestinalis*) på fjell i transekt 1. **D:** Fin sandbunn med pustehull fra gravende organismer i transekt 5. **E:** Sukkertare (*Saccharina latissima*) på stein i transekt 5. **F:** Ålegras (*Zostera marina*) i transekt 3.

Tabell 16. Maksimalt registreringsdyp (m) og de vanligste arter og substrat som ble registrert i oktober 2014 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.

Trans sekt	Max. dyp (m)	Øverste 5 m	5 – 20 m	Dypere enn 20 m
1	34	Fjell øverst i fjæra, stein fra ca. 1m dyp, og sand fra ca. 2 m dyp. Spredt med bl.a. sagtang, rur, buskformete rødalger, juvenile blåskjell, blæretang og strandsnegl ned til ca. 1,5 m dyp Ålegraseng fra ca. 1,3 - 4 m dyp. Spredt med sagtang og buskformete rødalger i ålegrasengen.	Bløtbunn/sand ned til ca. 13 m dyp. Deretter sedimentert fjell. Vanskelig å se forskjell på sand/bløtbunn og sedimentert fjell. På bløtbunn/sand spredt med tarmsjøpunger og trådformete rødalger, endel dødt organisk materiale. Enkelte piperensere, sjøstjerner, sekkedyr og dødmannshånd. Spredt med polychaetrør og tarmsjøpunger. På rundt 15 m var det flekkvis svært store forekomster av tarmsjøpunger. De første opprette algene ble registrert på ca. 13 m. dyp.	Hovedsakelig sedimentert fjell ned til ca. 30 m. Bløtbunn dypere. Vanskelig å se forskjell på sand/bløtbunn og sedimentert fjell. Spredt med begerkorall og korallnelliker, påfuglmark og en langpigget kråkebolle på sedimentert fjell. Spredt med vanlig sjøfjær og enkelte haneføtter på bløtbunn. Enkelte torskefisker og leppefisker ble observert i vannsoylen
2	40	Stein øverst i fjæra. Sand/Bløtbunn fra ca. 4 m dyp. Dominerende - spredt med rur og spredt med strandsnegl og blåskjell øverst i fjæra. Lite område med mye blåskjell på ca. 4 m. Vanlig med tomme muslingskall og enkelte strømgarn.	Hovedsakelig bløtbunn/sand, men noe sedimentert fjell og stein. Vanskelig å se forskjell. Lite synlig liv. Endel pustehull fra gravende organismer. Enkelte korstroll og en sukkertare på ca. 6m dyp. På fjellet var det bl.a. spredt med tarmsjøpung, hydroider og dødmannshånd.	Bløtbunn med lite synlig liv. Tre langpiggete kråkeboller på ca. 20 m. Enkelte korstroll og tarmsjøpunger ned til ca. 30 m. Enkelte vanlig sjøfjær, haneføtter, piperensere og polychaetrør dypere enn ca. 30 m.
3	43	Stein øverst i fjæra, sand dypere. Rur, strandsnegl og sagtang øverst i fjæra. Ålegraseng fra 0,6 – 3 m. Spredt med trådformete alger i mellom ålegraset. Enkelte avfallshauger fra fjæremark.	Fin sand/bløtbunn. Lite synlig liv. Spredt med sukkertare på ca. 6 m dyp. Endel algevegetasjon på fjellet. Endel tomme muslingskall og enkelte tarmsjøpunger på bløtbunn/sand dypere enn ca. 9 m.	Fin bløtbunn/sand. Lite synlig liv. Lite synlig liv ned til ca. 35 m dyp. Enkelte løse revne alger og tarmsjøpunger. Dypere var det enkelte sjøfjær, haneføtter og piperensere.
4	59	Fjell den øverste meteren, deretter en blanding av sand og fjell. Sagtang dominerende øverst i fjæra, spredt med diverse trådformete alger. Områder med dominerende forekomster av blåskjell. Spredt med strømgarn fra ca. 3,5 m. Endel algevegetasjon.	Sedimentert fjell og bløtbunn/sand. Vanskelig å se forskjell. Spredt med bl.a. dødmannshånd, hydroider og skorpeformete rødalger på fjell. Lite synlig liv på sand/bløtbunn; kun tomme muslingskall.	Hovedsakelig sedimentert fjell, men noe bløtbunn innimellom. Vanskelig å se forskjell. Spredt med bl.a. korallnellik, påfuglmark og enkelte begerkoraller på fjell. En rød kråkebolle og en langpigget kråkebolle. Enkelte haneføtter, vanlig sjøfjær og mudderrør av flerbørstemark på bløtbunn.
5	44	Steinbunn. Endel sagtang ned til ca. 3 m. Rur og blæretang øverst i fjæra, også endel kisel/blågrønnalgebelegg og spredt med trådformete alger øverst i fjæra. Enkelte sukkertarer fra 3 - 5 m.	Bløtbunn/sand ned til ca. 15m. Lite synlig liv på bløtbunn/sand. Endel pustehull fra gravende organismer, enkelte korstroll og tarmsjøpunger, og endel løse revne alger. På rundt 15 m var det flekkvis svært store forekomster av tarmsjøpunger. Tarmsjøpunger, korallnelliker og påfuglmark på fjell.	Sedimentert fjell og bløtbunn. Vanskelig å se forskjell. Spredt med korallnellik, tarmsjøpung, begerkorall og påfuglmark på fjell. Enkelte piperensere, haneføtter og sjøfjær.

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

Undersøkelsen av vegetasjonen i fjæresonen viste at det var god forekomst av vanlige flerårige tangarter på alle stasjonene, med unntak av transekt 2. Det ble registrert ålegrasenger på to 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, og 3. I 2012 ble det ikke registrert ålegras i transekt 1 - 4, og 2011 ble det registrert ålegras i transekt 1, 2, 3 og 5. Ålegrasregistreringen utført i 2013 viste at det er ålegras langs stort sett hele vestsiden av Langøya. Men det er stedvis svært flekkvis forekomst. Ålegrasutbredelsen endrer seg fra år til år, og registreringene blir ikke gjort på nøyaktig samme område hvert år. Det kan være årsaken til at tidligere registrerte ålegrasforekomster ikke er gjenfunnet i 2014. Dybdeutbredelsen i 2014 er lik det som er blitt registrert tidligere. Ålegraset i transekt 1 hadde lange skudd, men bladene var noe begrodd av trådformete alger og det ble registrert endel snegl på bladene. Ålegraset i transekt 3 var kortere, men lite begrodd.

Det ble registrert enkelte sukkertarer i transekt 2, 4 og 5. Den dypeste registreringen av sukkertare ble gjort på 6,3 m dyp. Ellers var det lite algevegetasjon i sjøsonen. Den dypeste algerregistreringen var et enkeltfunn av hummerblekke (*Coccolytus truncata*), på ca. 12, 5 m dyp i transekt 1. Det ble også registrert svært spredte forekomster av strømgarn (*Dasya baillouiana*) på ca 3 - 5 m dyp i transekt 2 og 4. I transekt 1 ble det registrert et tynt rødt algebelegg på bunnen, i flekkvise områder mellom ca. 10 og 15 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. tarmgrønnsker (*Ulva* spp.) og grønndusker (*Cladophora* spp.), skyldes belegget sannsynligvis lokale tilførsler av organisk materiale. Det ble registrert endel løsevne alger i transekt 2, 3 og 5, og endel dødt organisk materiale i transekt 1.

Alle de fem undersøkte områdene var preget av sandbunn/bløtbunn og nedslammet fjellbunn. 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 tarmsjøpung (*Ciona intestinalis*), påfuglmark (*Sabella pavonina*), dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*), korallnellik (*Protanthea simplex*), vanlig korstroll (*Asterias rubens*) og begerkorall (*Caryophyllia smithii*). De fleste artene ble registrert i spredte/svært spredte forekomster, med unntak av tarmsjøpung. Det ble registrert svært store forekomster av tarmsjøpung på rundt 15 m dyp i transekt 1 og 5. Arten ble registrert i alle transektene, og er også registrert ved alle de tidligere undersøkelsene. I 2009 ble det også registrert svært høye forekomster av tarmsjøpung i transekt 1, 4 og 5. Arten er svært vanlig på hardbunn, og sitter ofte i store ansamlinger.

Pustehullene fra gravende organismer i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet. Det ble også registrert enkelte forekomster av vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) og hanefot (*Kophobelemnon stelliferum*) dypere enn 30 m på bløtbunn. I fire av transektene (transekt 1, 2, 3 og 5) ble det også registrert enkelte forekomster av piperensere (cf *Funiculina quadrangularis*) på bløtbunn/ sedimentert fjell, dypere enn 20 m.

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 Suecia* 78, 117- 124.

Direktoratsgruppen Vanddirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann.

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, 74 s.

Gitmark J., Green N., Beylich B., Høgåsen T. 2013. Overvåking NOAH Langøya 2012. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6466-2013, 69 s.

Gitmark J., Green N., Beylich B., Høgåsen T. 2014. Overvåking NOAH Langøya 2013. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6623-2014, 65 s.

Kopp, S.J., Perry, H.M., Felixsik, J.M., Erlanger, M. and Perry, E.F. 1985. Cardiovascular dysfunction and hypersensitivity to sodium pentobarbital induced by chronic barium chloride ingestion. *Toxicol.appl.Pharmacol.* 77, 303-314.

Knutzen J. & J. Skei. 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport 2540, 139 s.

Konieczny R.M. & E.M. Brevik. 1997. Kartlegging av et tønneponi i sjøen utenfor Aspond, Indre Oslofjord 1996. Utbredelse, tilstand og miljøgifter. NIVA-rapport 3586-96, 56 s.

Magnusson J., Hackett B. & Ø. Sætra. 1997. Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangen. NIVA-rapport 3657-97, 23 s.

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, 26 s.
- 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.
- Triadafilopoulos, G., Tsang, H.P. and Segall, G.M. 1998.** Hot water swallows improve symptoms and accelerate esophageal clearance in esophageal motility disorders. *J Clin Gastroenterol.* 26, 239-244.
- Walday M. & A. Helland, 1994.** Orienterende undersøkelse av metallinnhold i sediment og blåskjell utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden. NIVA-rapport 3057, 22 s.
- Walday M. 1997.** Overvåking NOAH Langøya. Strandsoneregistreringer samt metaller i sediment og blåskjell. NIVA-rapport 3664-97, 26 s.
- Walday M. 1998.** Overvåking NOAH-Langøya 1997 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 3825-98, 22 s.
- Walday M. 1999.** Overvåking NOAH-Langøya 1998 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 4040-99, 33 s.
- 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, 44 s.
- Walday M., Helland A. & T. Kroglund. 2002.** Overvåking NOAH-Langøya 2001. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4575-2002. 47 s.
- Walday M., Kroglund T. & T. Chr. Mortensen. 2003.** Overvåking NOAH Langøya 2002. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4701-2003. 33 s.
- Walday M., Norderhaug K.M., & N.W. Green. 2004.** Overvåking NOAH Langøya 2003. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38 s.
- Walday M., Green N.W. & A. Pedersen. 2005.** Overvåking NOAH Langøya 2004. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38 s.
- Walday M., Green N.W. & A. Pedersen. 2006.** Overvåking NOAH Langøya 2005. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5272-2006. 47 s.

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

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. 65 s.

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. 73 s.

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. 73 s.

Vedlegg A.

Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996 - 2014

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)
 PCB «seven dutch» (sum av enkelte forbindelser 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) (CB_S7)
 Benzo-a-pyren (BAP)
 Kreftfremkallende PAH (PK_S)
 Sum PAH (P_S)
 MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)
 Tse (vev) = SB – bløtdeler

OC	Overkonsentrasjon uttrykket som forholds tall for konsentrasjon for siste år mot nedre grense for Miljødirektoratet klasse II
Class	Miljødirektoratet-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	Prosjektet "OC" om tre år ("?" dersom Miljødirektoratet-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 %.
BK_ny	I 2014 ble det opprettet en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Tidstrendanalysene har benyttet resultatene fra både stasjon BK og BK_ny.

Annual median concentration of As (ppm)																											
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	ANALYSIS				
				d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	OC	Cla	TRI
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	117	26.8	12.6	9.26	24.8	6.65	10.1	14	8.47	11	10.3	9.33	9.33	m	I	--	m	14
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	115	29.5	9.52	7.68	14.8	8.48	11.2	16.4	6.96	12.8	8.81	11.8	11.8	m	II	--	m	13
B4	MYTIEDU	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	10.7	12.4	10.2	12.1	12.1	m	II	--	m	15
B5	MYTIEDU	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	6.76	7.37	m	I	--	m	13
B6	MYTIEDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	113	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	8.01	12.3	19.1	7.63	13	13.6	13.6	m	II	--	m	15
B7	MYTIEDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	8.57	19.3	12.6	14.9	21	12.9	22.8	8.94	10.6	m	II	--	m	18
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	8.57	19.3	12.6	14.9	21	12.9	22.8	8.94	10.6	m	II	--	m	18

Annual median concentration of Ba (ppm)																										
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	ANALYSIS			
				d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	OC	Cla
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	3.87	5.68	11	2.58	2.49	4.52	2.37	146	163	2.29	9.08	6.78	12.7	3.77	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	m	--	m	17
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	4.95	3.35	44.7	3.65	3.62	12.7	3.79	2.71	2.85	6.05	8.88	8.23	20.3	7.19	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	m	--	m	22
B4	MYTIEDU	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	6.85	5	5	5	5	5	m	--	m	18
B5	MYTIEDU	SB	d.wt	3.11	3.82	18.4	187	199	7.44	4.42	128	157	3.87	10.1	9.09	14.7	5	167	5	5	5	5	m	--	m	22
B6	MYTIEDU	SB	d.wt	3.47	3.62	112	3.5	2.19	5.1	3.17	157	152	3.05	11.8	6.12	11.5	7.75	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	m	--	m	17
B7	MYTIEDU	SB	d.wt	6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	131	124	3.2	9.73	9.8	10.6	4.79	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	m	--	m	20
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	0.87	2.08	9.09	0.652	0.48	0.887	0.714	0.45	0.526	1.64	7.31	2.09	13.5	4	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	m	--	m	23

Annual median concentration of Cd (ppm)																											
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	ANALYSIS				
				d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	d.wt	OC	Cla	TRI
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	0.787	0.814	0.811	173	124	1.11	1.95	1.35	1.06	1.33	1	19	1.35	1.43	1.65	1.94	1.33	1.87	1.36	no	I	--	no	10
B3	MYTIEDU	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	1.06	2.49	1.73	2.9	1.85	2.01	1.76	no	I	UY	no	11
B4	MYTIEDU	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	1.76	1.87	no	I	U	no	12
B5	MYTIEDU	SB	d.wt	0.706	1.12	1.24	1.89	1.01	1.47	1.3	1.45	0.915	1.88	1.25	2.36	1.79	1.79	1.87	1.89	1.81	1.21	0.944	no	I	UY	no	10
B6	MYTIEDU	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	1.75	1.36	no	I	--	no	11
B7	MYTIEDU	SB	d.wt	0.766	0.965	1.4	1.53	1.33	1.53	1.6	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.01	0.726	0.988	1.75	1.67	1.03	0.882	no	I	--	no	10
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	0.766	0.965	1.4	1.53	1.33	1.53	1.6	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.01	0.726	0.988	1.75	1.67	1.03	0.882	no	I	--	no	10

Annual median concentration of Co (ppm)															ANALYSIS												
St.	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	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	0.588	0.6	m	--	m	14	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	0.898	0.359	0.321	0.429	0.369	0.418	0.338	0.441	0.37	0.652	0.441	0.286	0.444	0.441	0.629	0.633	0.5	0.543	0.647	m	--	m	11	
B4	MYTIEDU	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	0.769	0.733	m	--	m	13	
B5	MYTIEDU	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	0.569	0.526	m	--	m	13	
B6	MYTIEDU	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	0.762	0.786	m	UY	m	10	
B7	MYTIEDU	SB	d.wt					0.606	0.455	0.313	0.356	0.362	0.508	0.291	0.319	0.218	0.372	0.518	0.99	0.543	0.529	0.66	m	UY	m	11	
BK	MYTIEDU	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	0.455	0.588	m	--	m	12	

Annual median concentration of Cr (ppm)															ANALYSIS												
St.	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	1.04	3.03	1.34	8.66		7.2	3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	4.58	2.4	3.39	1.96	3.25	1.47	no	I	--	no	17	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	9.07	1.23	1.27	6.62		2.99	2.16	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	4.67	2.09	3.52	3.16	5.82	1.75	1.65	no	I	--	no	19
B4	MYTIEDU	SB	d.wt	4.98	2.24	1.34	24.5		4.42	5.29	4.93	5.5	5.7	3.11	10	6.51	3.5	9.84	77.3	5.26	3.21	1.1	II	--	13	25	
B5	MYTIEDU	SB	d.wt	4.18	4.46	1.57	4.72		5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	2.81	7.09	4.9	2.2	1.06	0.833	no	I	--	no	19
B6	MYTIEDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67		3.15	3.24	2.35	9.67	4.05	0.929	6.84	4.14	3.77	2.21	3.16	1.92	3.57	1.2	II	--	no	19	
B7	MYTIEDU	SB	d.wt						2.16	1.21	2.19	2.44		0.625	1.19	2	4.59	4.95	2.02	2.93	1.86	no	I	--	no	16	
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	0.478			2.01		10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	1.58	0.957	1.25	1.82	3.66	1.74	1.47	no	I	--	no	19

Annual median concentration of Cu (ppm)															ANALYSIS												
St.	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	6.07		11.4	8.27	7.95	8.32	7.09	6.05	6.99	9.72	7.41	9.31	3.99	6.49	8	6.94	7.67	6.85	6.47	no	I	--	no	10
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	6.68		9.64	8.82	7.43	7	7.75	6.82	6.64	8.73	7	5.67	6.05	6.67	7.72	7.59	8.18	17	6.47	no	I	--	11	10
B4	MYTIEDU	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	7.46	6	no	I	--	no	9
B5	MYTIEDU	SB	d.wt	6.45		12.4	9.45	10.8	8.24	7.68	6.86	6.52	10.3	7.46	6.5	4.52	7.47	8.16	7.09	7.12	6.87	6.32	no	I	--	no	9
B6	MYTIEDU	SB	d.wt	5.82		9.63	8.26	7.64	6.56	7.3	6.59	5.94	9.53	8.12	6.64	3.84	6.95	7.02	6.62	6.39	7.08	7.14	no	I	--	no	10
B7	MYTIEDU	SB	d.wt					7.27	7.44	7.72	6.43	9.32	8.35	6.9	6.75	7.91	6.45	7.23	7.22	7.36	6.53	7.86	no	I	--	no	7
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	6.94	6.81	7.23	7.14	5.49	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.58	6.48	8.25	7	7.08	6.43	5.35	no	I	--	no	7

Annual median concentration of Hg (ppm)															ANALYSIS												
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	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	0.177	0.1	no	I	--	no	14
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	0.027	0.037	0.108	0.132	0.0577	0.16	0.43	0.156	0.129	0.222	0.0986	0.0762	0.07	0.125	0.106	0.146	0.35	0.138	0.176	no	I	U	12	14
B4	MYTIEDU	SB	d.wt	0.0535	0.085	0.108	0.188	0.0795	0.129	0.106	0.0769	0.0851	0.13	0.0764	0.0889	0.0645	0.107	0.0857	0.164	0.413	0.154	0.136	no	I	--	12	14
B5	MYTIEDU	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	0.0941	0.0722	no	I	--	no	16
B6	MYTIEDU	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	0.177	0.136	no	I	--	10	13
B7	MYTIEDU	SB	d.wt					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	0.143	0.1	no	I	--	no	16
BK	MYTIEDU	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	0.131	0.0765	no	I	--	no	16

Annual median concentration of MO (ppm)															ANALYSIS												
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt										11	0.769	0.692	0.652	1.04	0.72	0.847	0.552	0.462	0.667	m	--	m	10	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt										0.857	0.655	0.476	0.973	0.662	0.539	1.16	1.1	0.313	0.588	m	--	m	15	
B4	MYTIEDU	SB	d.wt										2.48	1.1	0.667	1.82	1.3	0.889	1.64	10.5	0.5	0.714	m	--	m	24	
B5	MYTIEDU	SB	d.wt										14	1.57	0.611	0.65	0.822	1.35	0.709	0.631	0.333	0.556	m	--	m	14	
B6	MYTIEDU	SB	d.wt										2.02	0.891	0.571	1.16	1.02	0.877	0.735	0.752	0.538	0.714	m	--	m	13	
B7	MYTIEDU	SB	d.wt										0.808	0.567	0.5	0.427	0.621	0.959	0.99	0.62	0.5	0.667	m	--	m	11	
BK	MYTIEDU	SB	d.wt										0.84	0.6	0.7	0.579	0.757	0.688	0.545	1.06	0.617	0.625	m	--	m	10	

Annual median concentration of Ni (ppm)															ANALYSIS													
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR	
B2	MYTIEDU	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	3.25	1.57	no	I	--	no	22	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	4.66		0.191	4.41	1.44	1.94	1.45	1.52	2.46	2.69	2.08	0.524	2.84	1.18	1.31	2.89	3.97	1.56	1.35	no	I	--	no	23	
B4	MYTIEDU	SB	d.wt	2.72		0.201	16.2	1.18	2.96	1.64	2.85	3.65	1.7	3.97	1.28	6.18	4.52	2.74	6.56	45.1	2.23	2.36	no	I	--	no	>25	
B5	MYTIEDU	SB	d.wt	2.5		0.236	2.56	4.53	2.94	1.21	2.51	2.5	5.14	6.12	0.611	1.91	1.99	5.18	2.8	1.95	1.33	1	no	I	--	no	22	
B6	MYTIEDU	SB	d.wt	1.46		0.222	2.75	2.08	1.88	1.55	2.1	1.71	6.7	2.2	0.643	3.95	3.05	2.81	1.47	2.48	2.08	2.71	no	I	--	no	21	
B7	MYTIEDU	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	1.93	1.79	no	I	--	no	14	
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	0.877				1.3	0.87	5.87	10.3	0.831	2.04	1.15	0.619	0.5	0.789	1.13	1.69	1.64	2.85	2	1.76	no	I	--	no	17

Annual median concentration of Pb (ppm)															ANALYSIS												
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	0.999	0.62	1.74	3.01	1.94	184	192	165	158	2.22	165	162	0.951	167	16	2.88	11	154	106	no	I	--	no	13
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	0.879	0.821	4.33	4.86	16.3	12.8	16.5	119	14.7	16.9	6.98	2.33	187	5.97	5.01	7.97	4.73	7.63	5.18	17	I	UY	2.1	16
B4	MYTIEDU	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	2.77	2.07	no	I	--	no	12
B5	MYTIEDU	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	1.29	0.778	no	I	--	no	13
B6	MYTIEDU	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	2.08	1.5	no	I	--	no	11
B7	MYTIEDU	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	0.938	1.75	0.971	1.3	4.31	1.74	1.79	1.33	no	I	--	no	14
BK	MYTIEDU	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	0.938	1.75	0.971	1.3	4.31	1.74	1.79	1.33	no	I	--	no	12

Annual median concentration of V (ppm)															ANALYSIS												
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	0.423	3.57	1.07	1.73	3.51	5.07	2.03	5.88	1.53	1.78	2.45	3.38	0.951	1.53	2.92	1.69	3.29	1.38	1.33	m	--	m	18	
B3	MYTIEDU	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	1.25	1.76	m	--	m	21	
B4	MYTIEDU	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	2.62	1.43	m	--	m	17	
B5	MYTIEDU	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	1.65	1.11	m	--	m	17	
B6	MYTIEDU	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	2.25	1.43	m	--	m	19	
B7	MYTIEDU	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	1.91	1.25	m	--	m	22	
BK	MYTIEDU	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	1.91	1.25	m	--	m	>25	

Annual median concentration of ZN (ppm)															ANALYSIS													
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR	
B2	MYTIEDU	SB	d.wt	95.1	101	122	205	86.1	101	152	117	117	134	94.1	121	68.1	118	118	92.6	206	100	100	no	I	--	no	12	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt	74.3	85.1	115	129	74.3	105	156	155	120	149	117	71.9	65.4	123	165	117	164	16	16	no	I	--	no	11	
B4	MYTIEDU	SB	d.wt	120	121	120	191	107	93.8	116	93.5	97.1	118	106	85.6	68.1	109	131	121	122	86.7	86.7	no	I	--	no	9	
B5	MYTIEDU	SB	d.wt	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	69.9	110	128	123	111	88.9	111	88.9	no	I	--	no	9
B6	MYTIEDU	SB	d.wt	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	67.4	114	116	118	128	100	100	no	I	--	no	11	
B7	MYTIEDU	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	108	88.2	no	I	--	no	9	
BK	MYTIEDU	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	108	88.2	no	I	--	no	9	

Annual median concentration of CB_S7 (ppb)														ANALYSIS													
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt													7.43	8.57	162	18.6	8.01	17.2		11	II	--	12	23
B3	MYTIEDU	SB	d.wt													8.6	7.3	115	32	10.1	10.4		no	I	--	no	18
B4	MYTIEDU	SB	d.wt	8.16	13.9	11.7	9.69	7.3	28.4							9.1	20.5	16	3.14	7.57	13.6		no	I	--	no	22
B6	MYTIEDU	SB	d.wt													10.2	10.2	17.4	17.4	6.97	8.29		no	I	--	no	13
BK	MYTIEDU	SB	d.wt	10.7	16.5	12.5	14.6	5.52	7.32	6.97	8.2	6.06	12.3	4.91	5.86	9.45	6.96	5.63	5.77	9.53	6.99		no	I	--	no	12

Annual median concentration of BAP (ppb)														ANALYSIS													
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt													6.5	3.33	3.85	3.47	6.49	186		37.1	V	--	14.9	>25
B3	MYTIEDU	SB	d.wt													6.3	3.33	6.25	10.4	3.13	206		412	V	--	11.3	>25
B4	MYTIEDU	SB	d.wt													12.4	3.33	3.57	4.16	4.17	121		24.3	IV	--	8.2	>25
B6	MYTIEDU	SB	d.wt													9.17	6.25	4.17	3.82	4.17	4.36		no	I	--	no	11
BK	MYTIEDU	SB	d.wt													5.33	2.27	3.13	4.55	22.5	22.5		4.5	III	-?	? ?	18

Annual median concentration of PK_S (ppb)														ANALYSIS													
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt													35.4	16.5	42.9	26.4	24.9	9.18		18.4	--	7.3	>25	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt													134	24.7	90.8	115	19.3	1010		20.1	--	6.2	>25	
B4	MYTIEDU	SB	d.wt													105	30	32.1	63.9	23.8	586		117	--	4.3	>25	
B6	MYTIEDU	SB	d.wt													82.5	39.1	30.8	23.5	27.2	38.1		no	--	no	14	
BK	MYTIEDU	SB	d.wt													39.4	6.82	12.6	13.6	112	112		2.2	--	? ?	25	

Annual median concentration of P_S (ppb)														ANALYSIS													
St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	OC	Cla	TRI	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB	d.wt													123	65.5	160	139	111	2150		8.6	III	--	4.8	25
B3	MYTIEDU	SB	d.wt													372	90.3	321	121	112	2280		9.1	III	--	5.0	>25
B4	MYTIEDU	SB	d.wt													324	10	163	373	110	1040		4.2	III	--	2.5	23
B6	MYTIEDU	SB	d.wt													212	12	121	118	103	154		no	I	--	no	11
BK	MYTIEDU	SB	d.wt													122	39.4	618	117	222	222		no	I	-?	? ?	18

Vedlegg B.

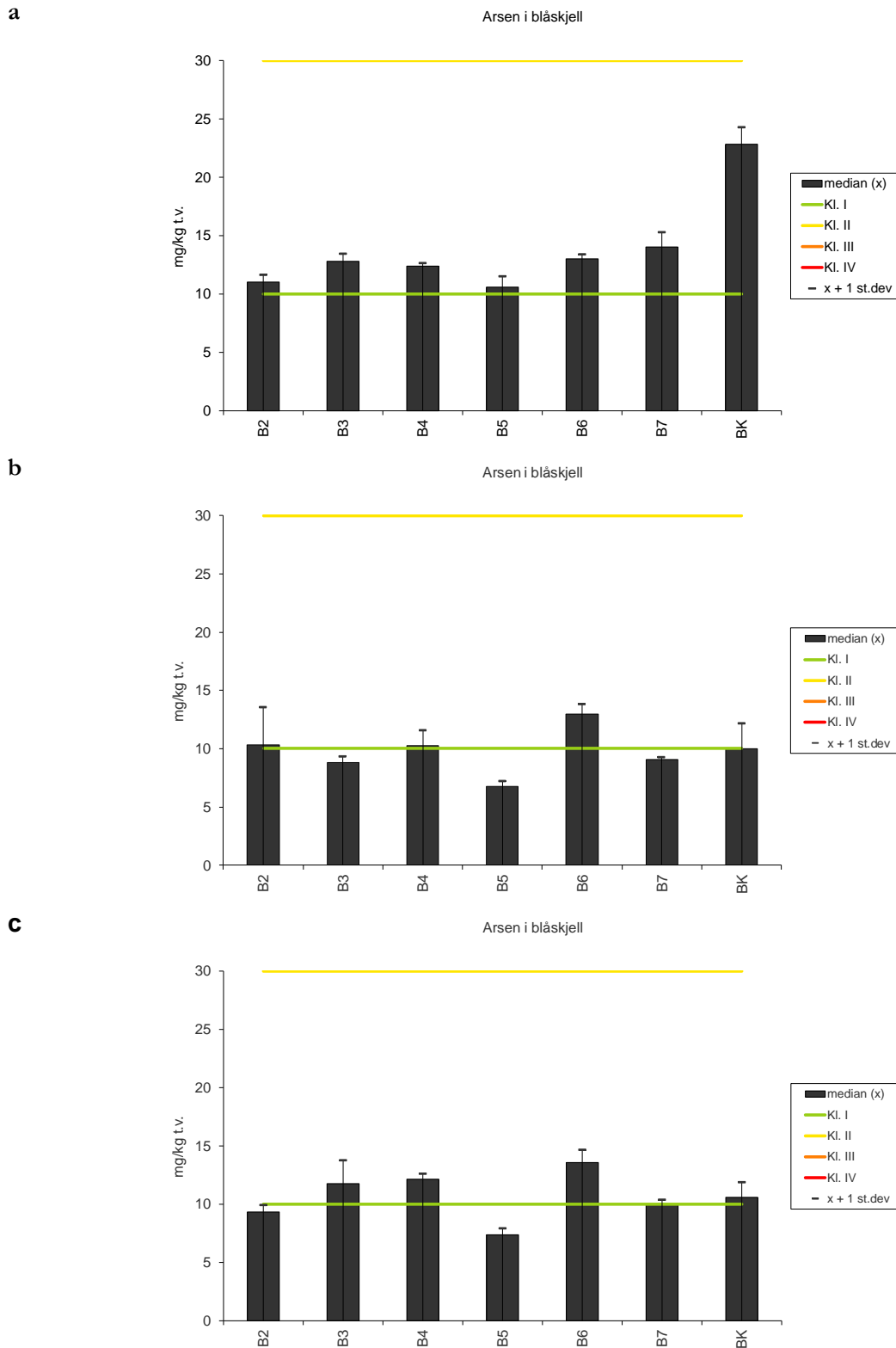
Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2012 - 2014

I rekkefølge*:

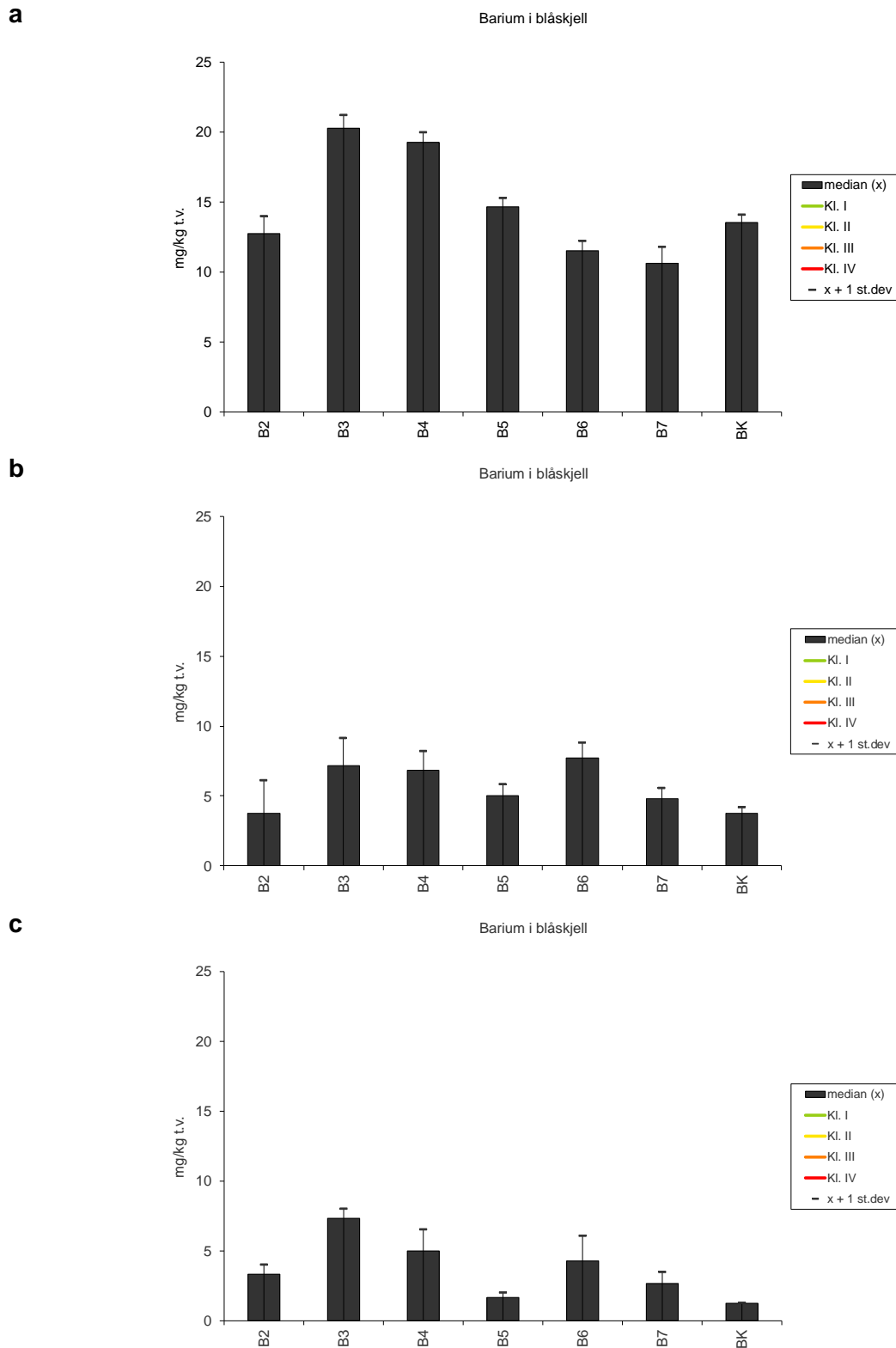
Arsen (As) – Figur 20
Barium (Ba) – Figur 21
Kadmium (Cd) – Figur 22
Kobolt (Co) – Figur 23
Krom (Cr) – Figur 24
Kobber (Cu) – Figur 25
Kvikksølv (Hg) – Figur 26
Molybden (Mo) – Figur 27
Nikkel (Ni) – Figur 28
Bly (Pb) – Figur 29
Vanadium (V) – Figur 30
Sink (Zn) – Figur 31

*) suspekterte verdier ikke tatt med

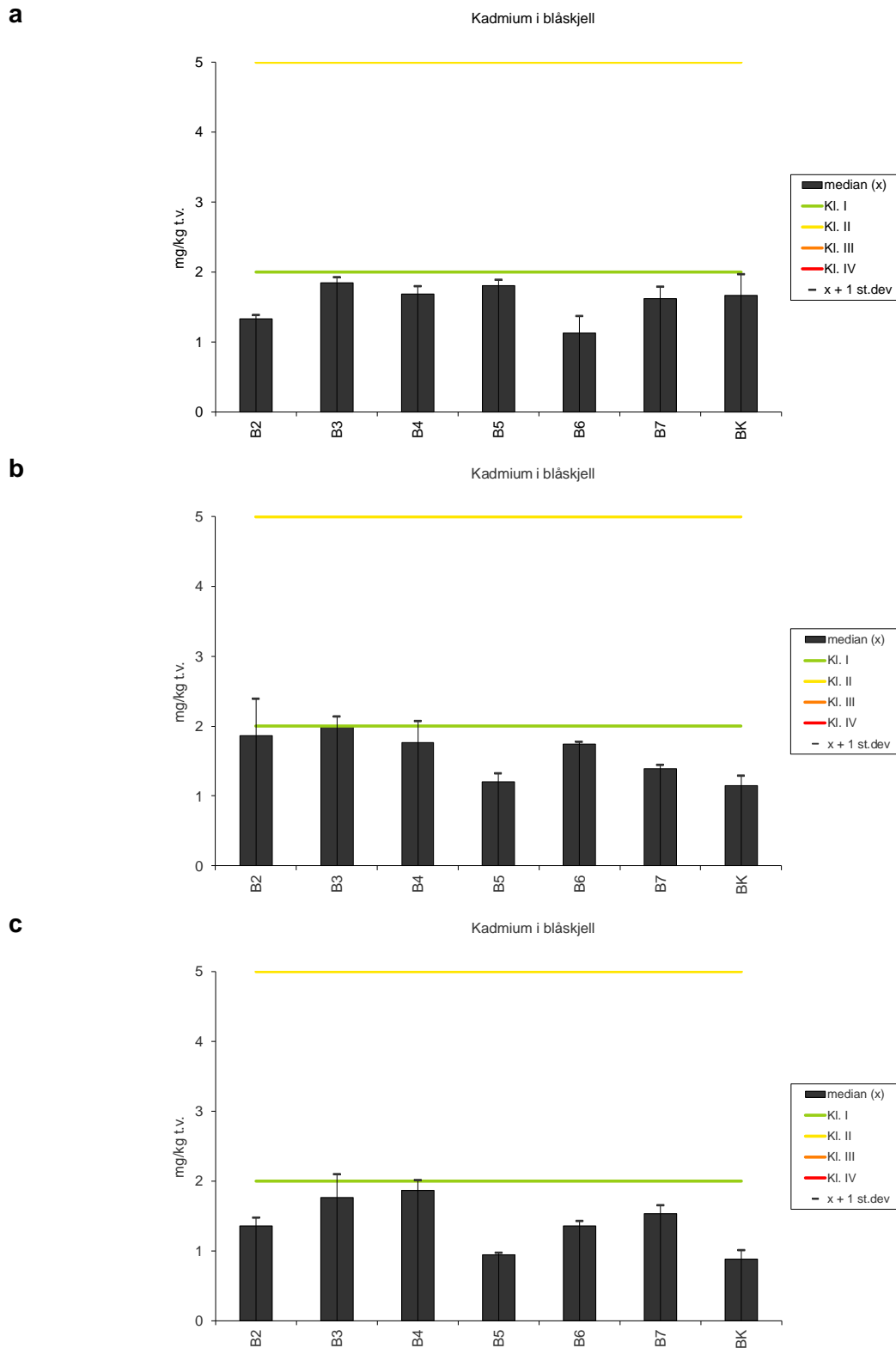
MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)
I 2014 figurene er stasjon BK = BK_ny



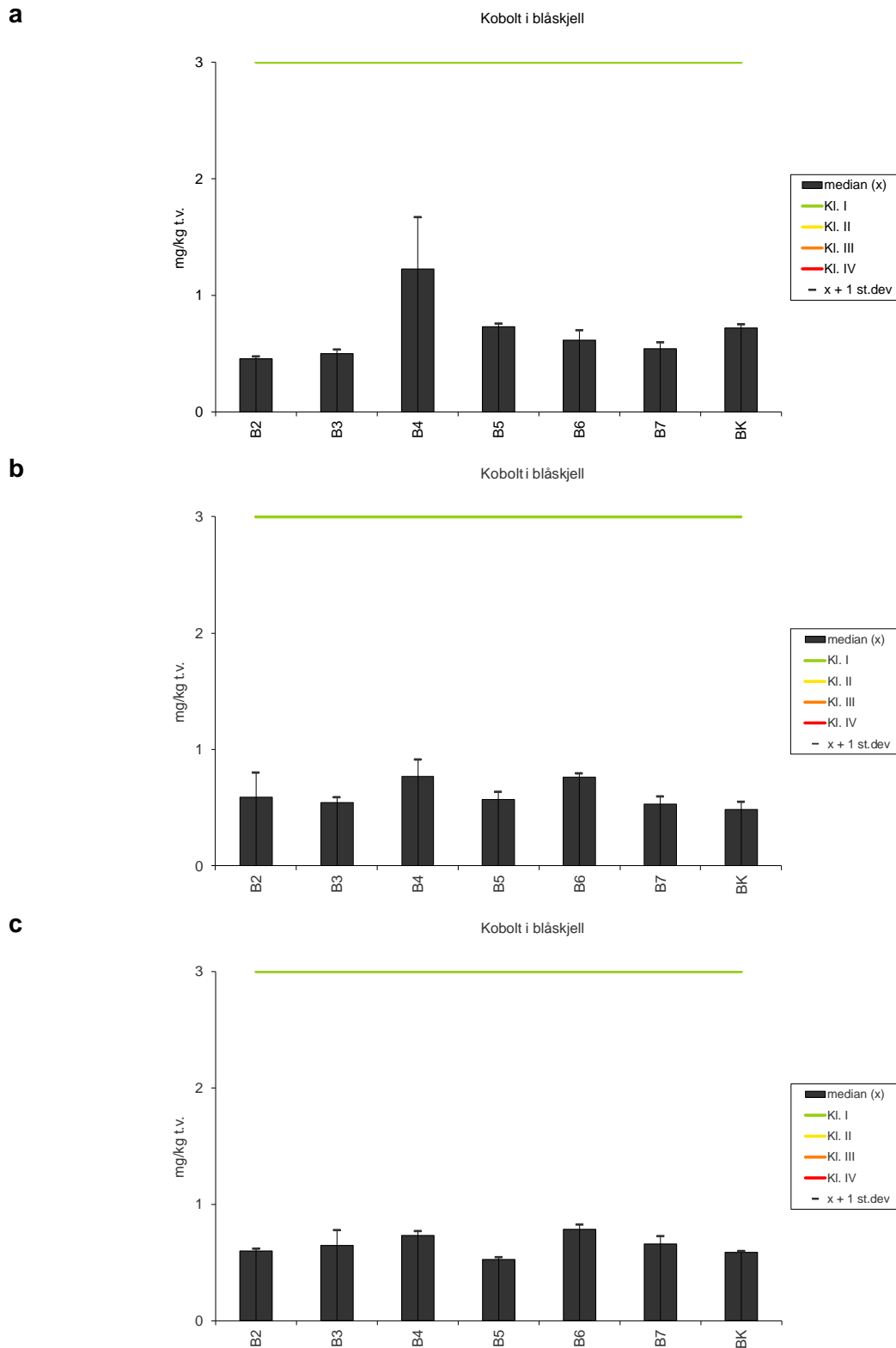
Figur 19. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for arsen (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



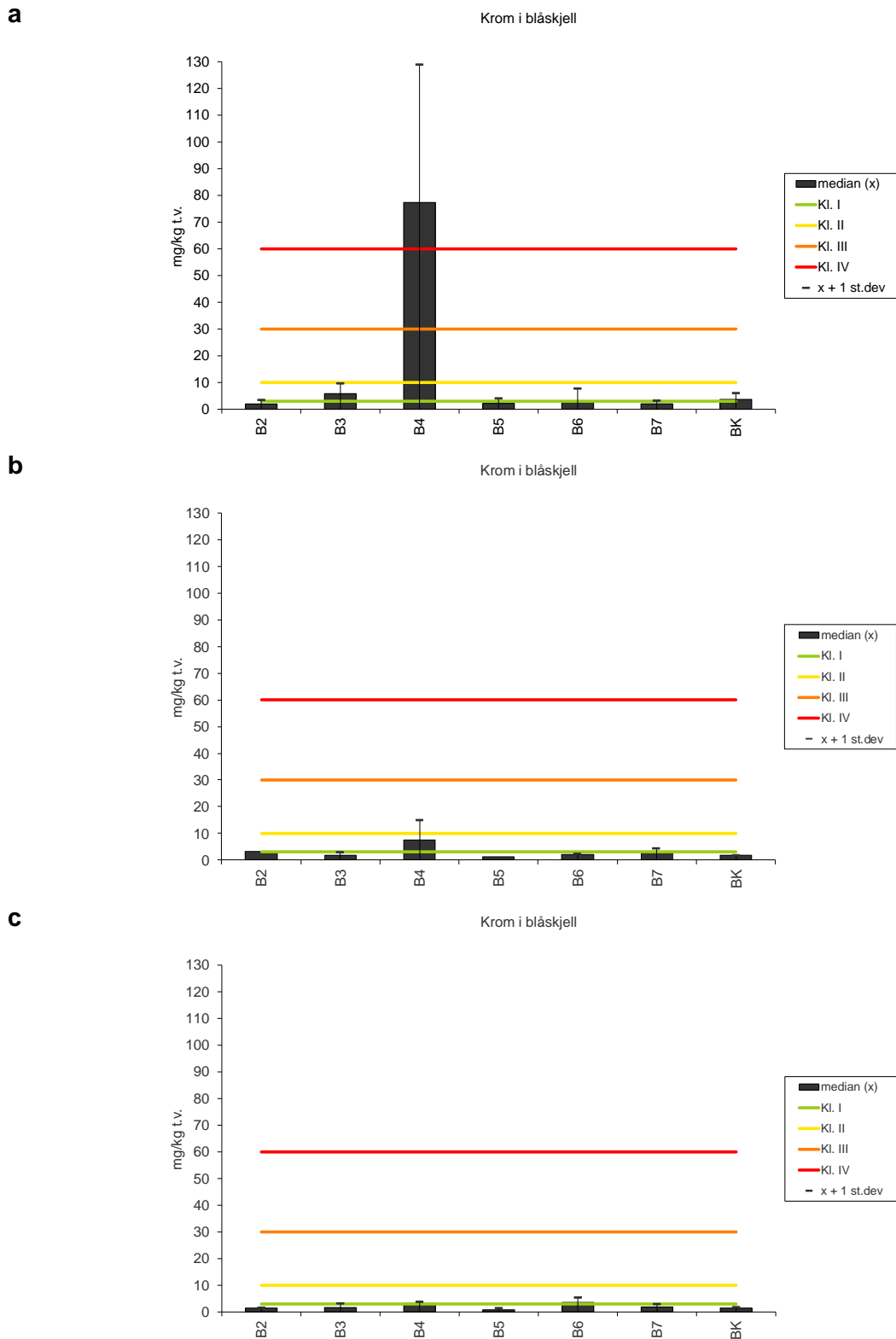
Figur 20. Median og standard avvik konsentrasjon for barium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



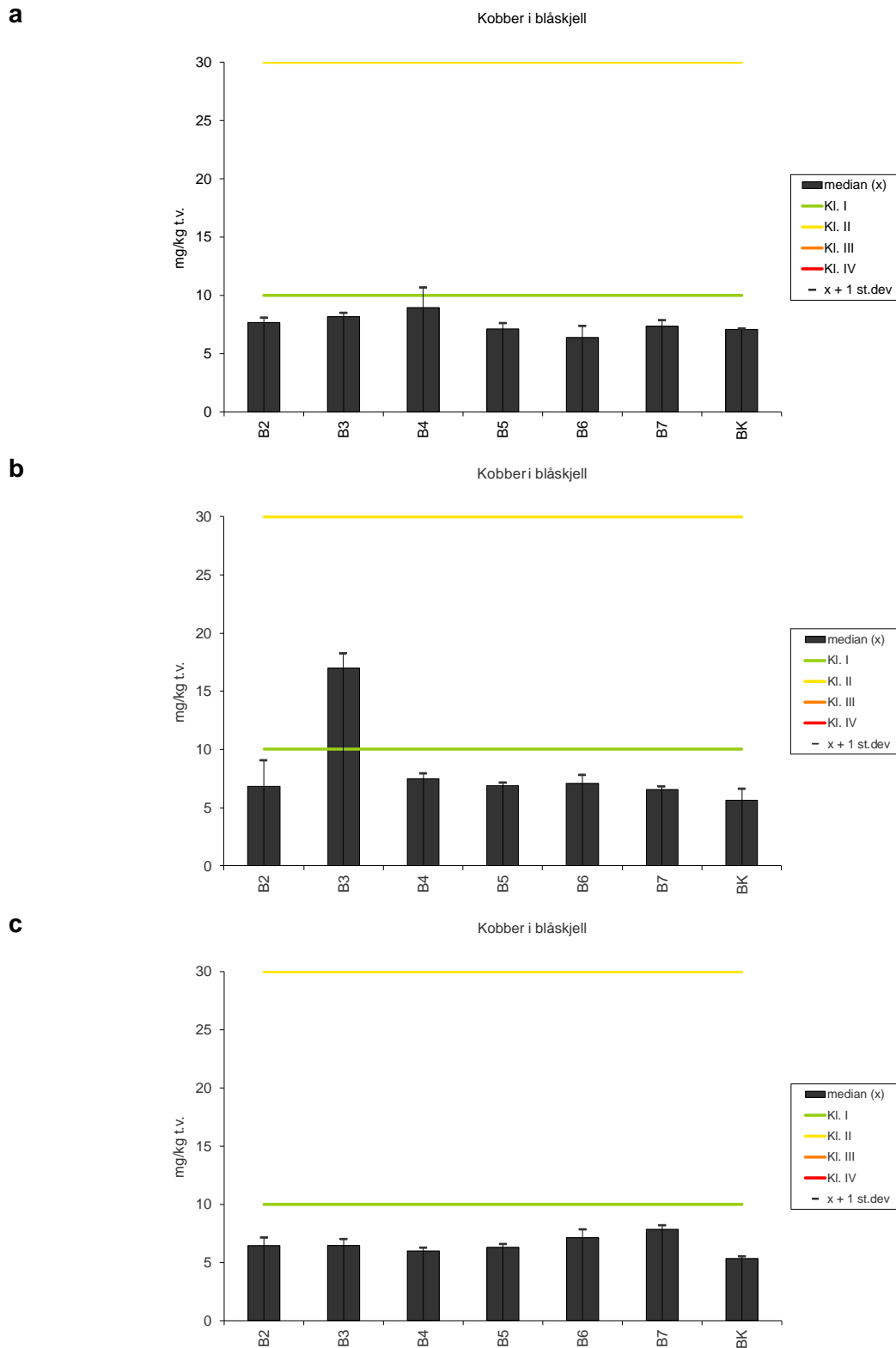
Figur 21. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kadmiuim (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



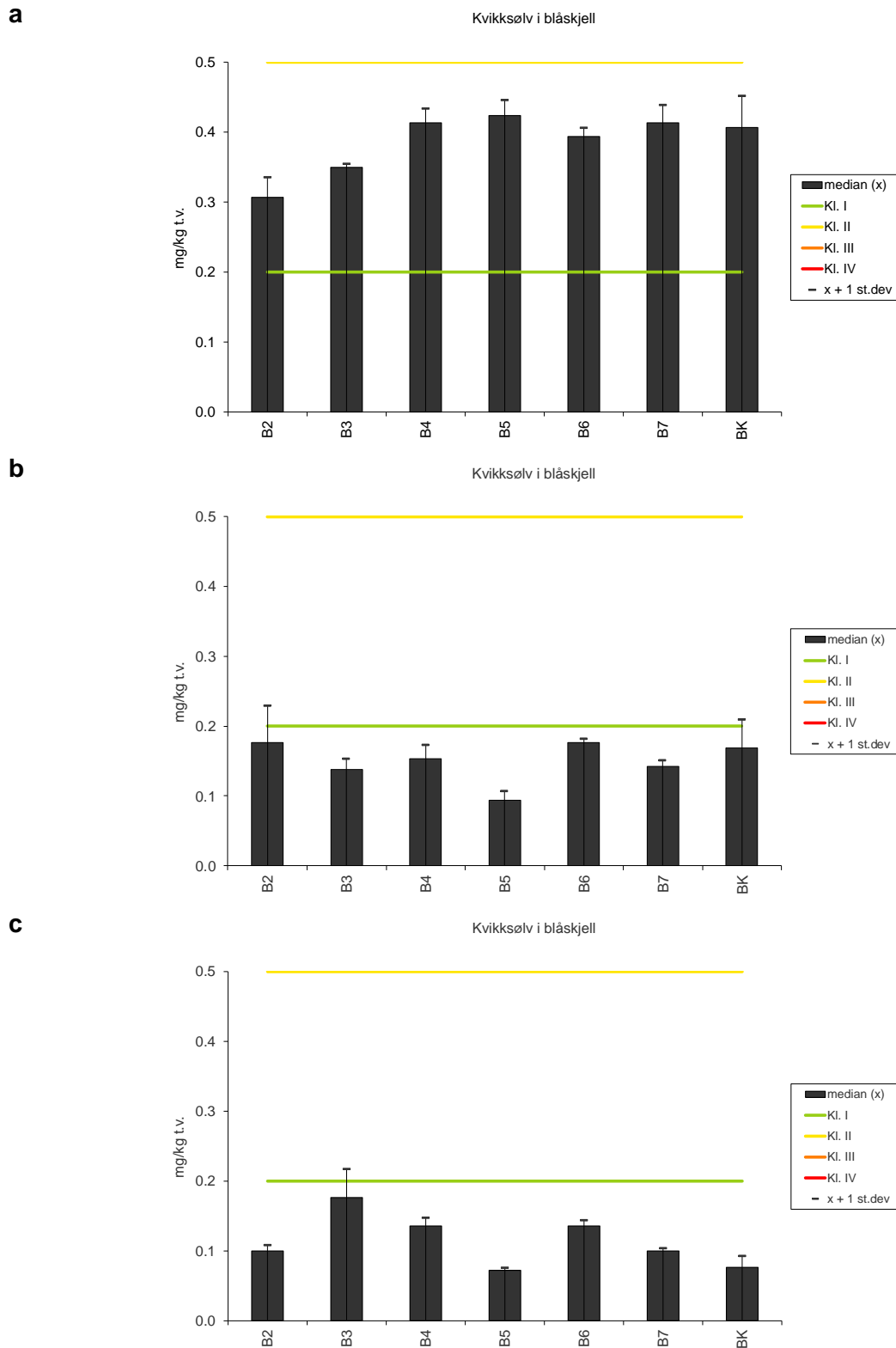
Figur 22. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kobolt (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



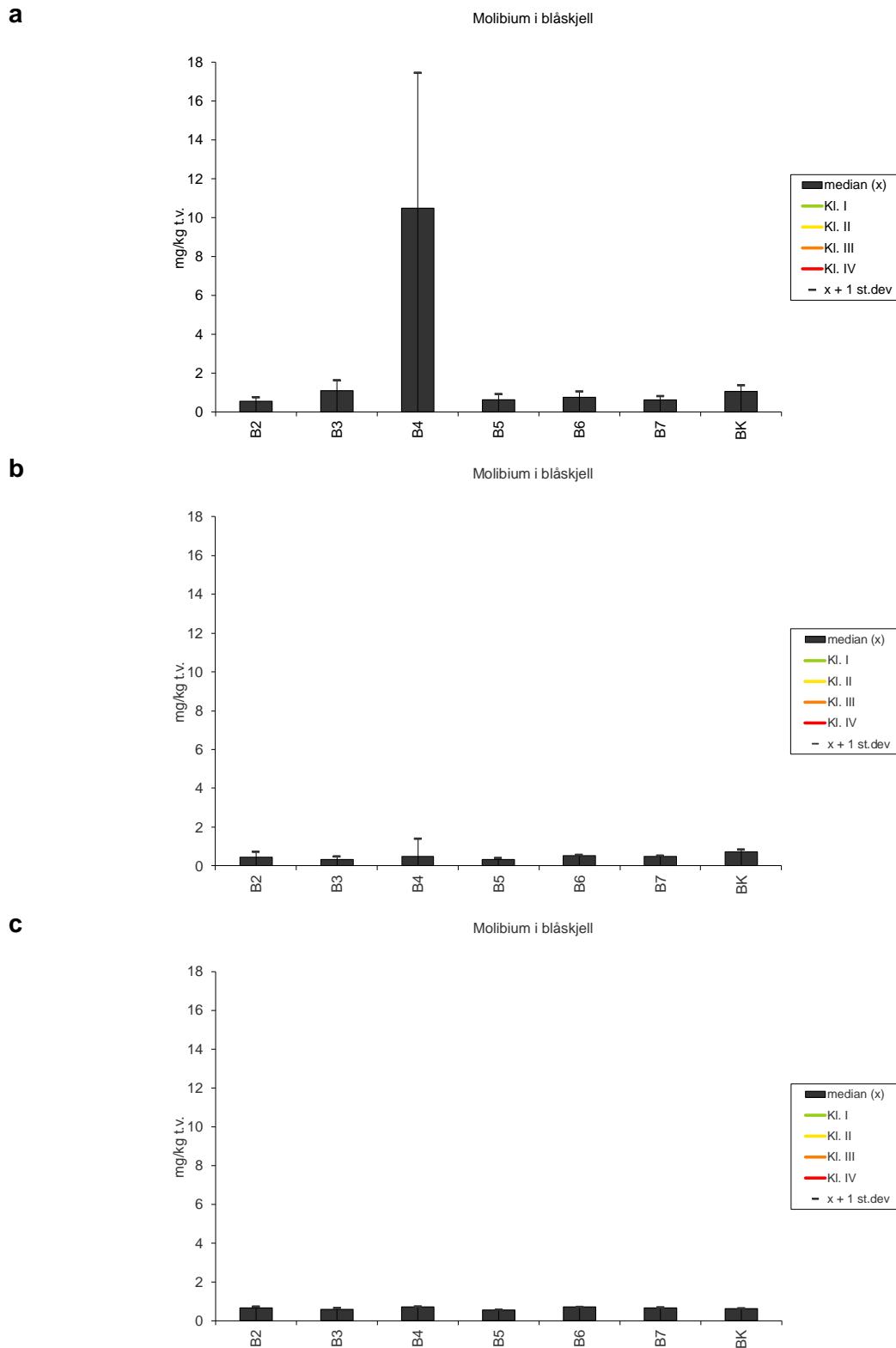
Figur 23. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



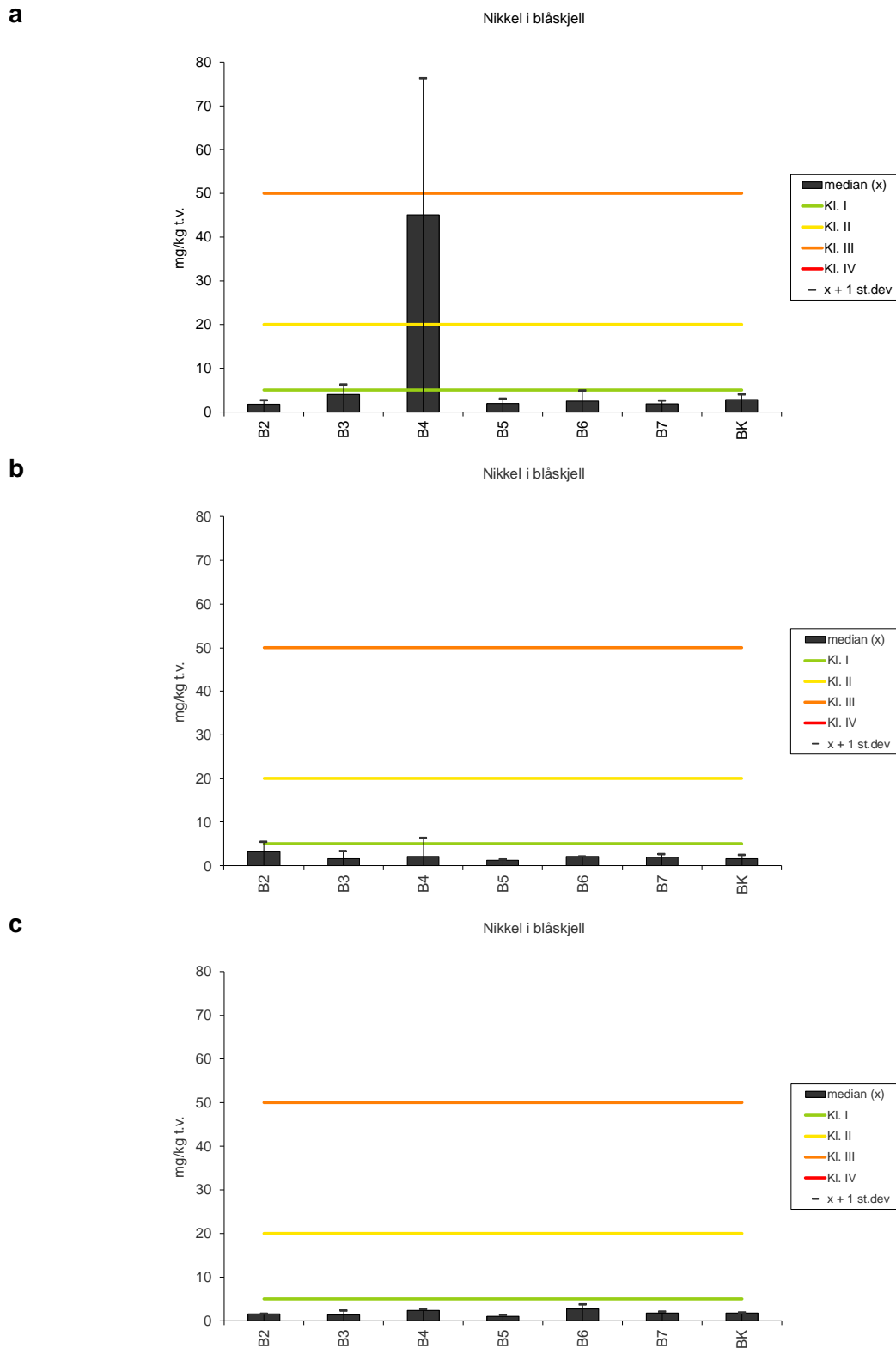
Figur 24. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kobber (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



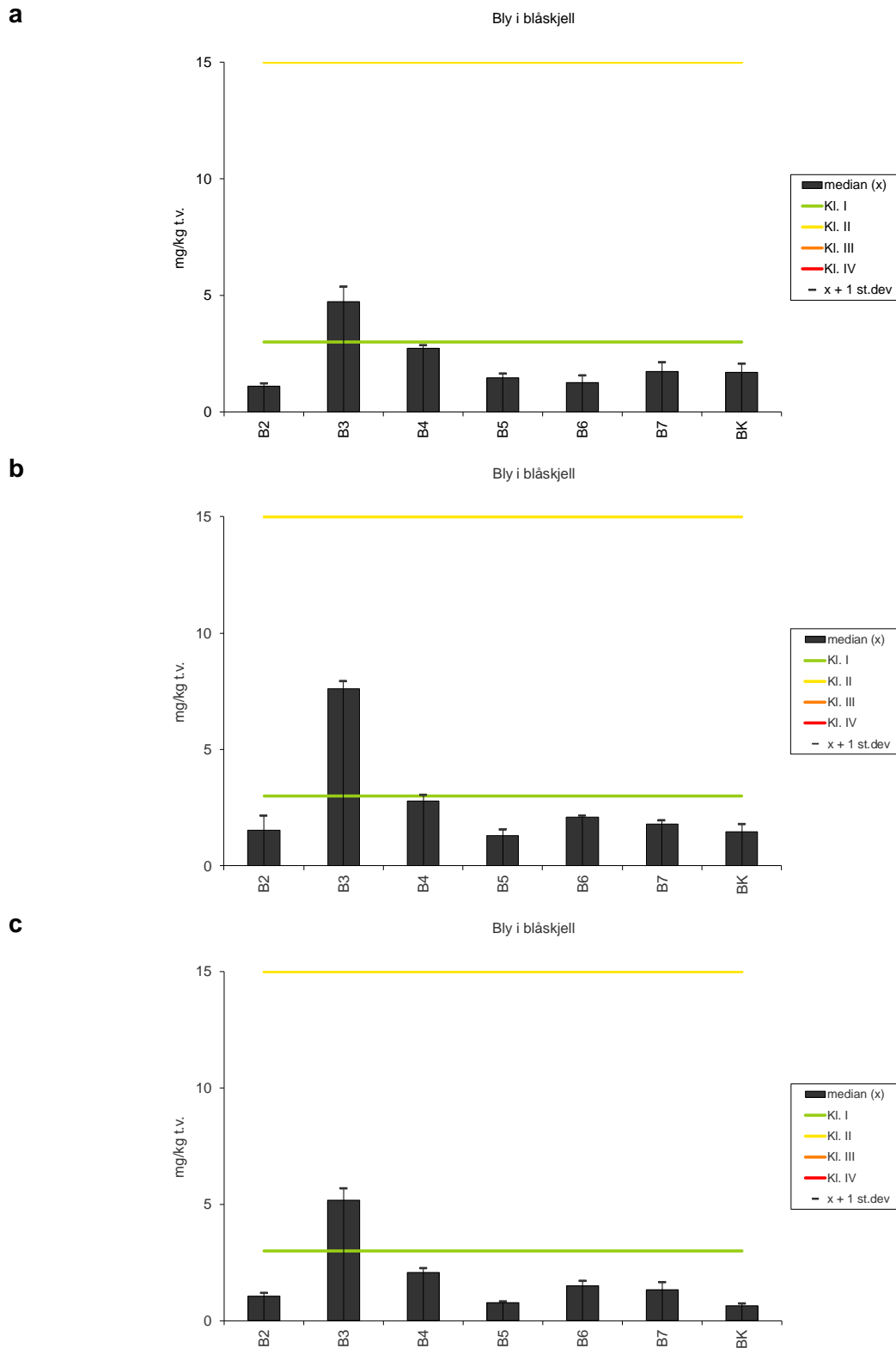
Figur 25. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



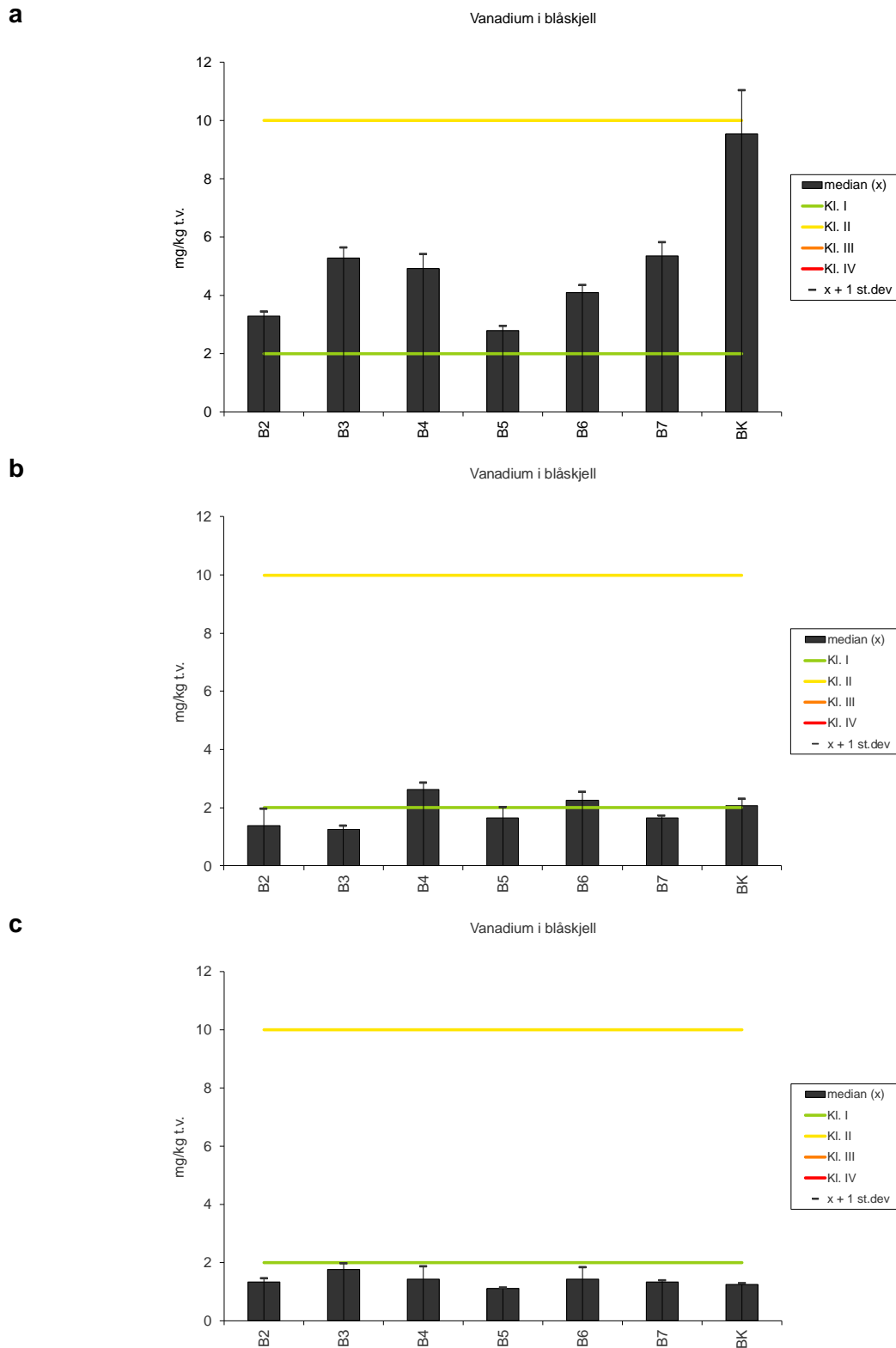
Figur 26. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for molybden (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



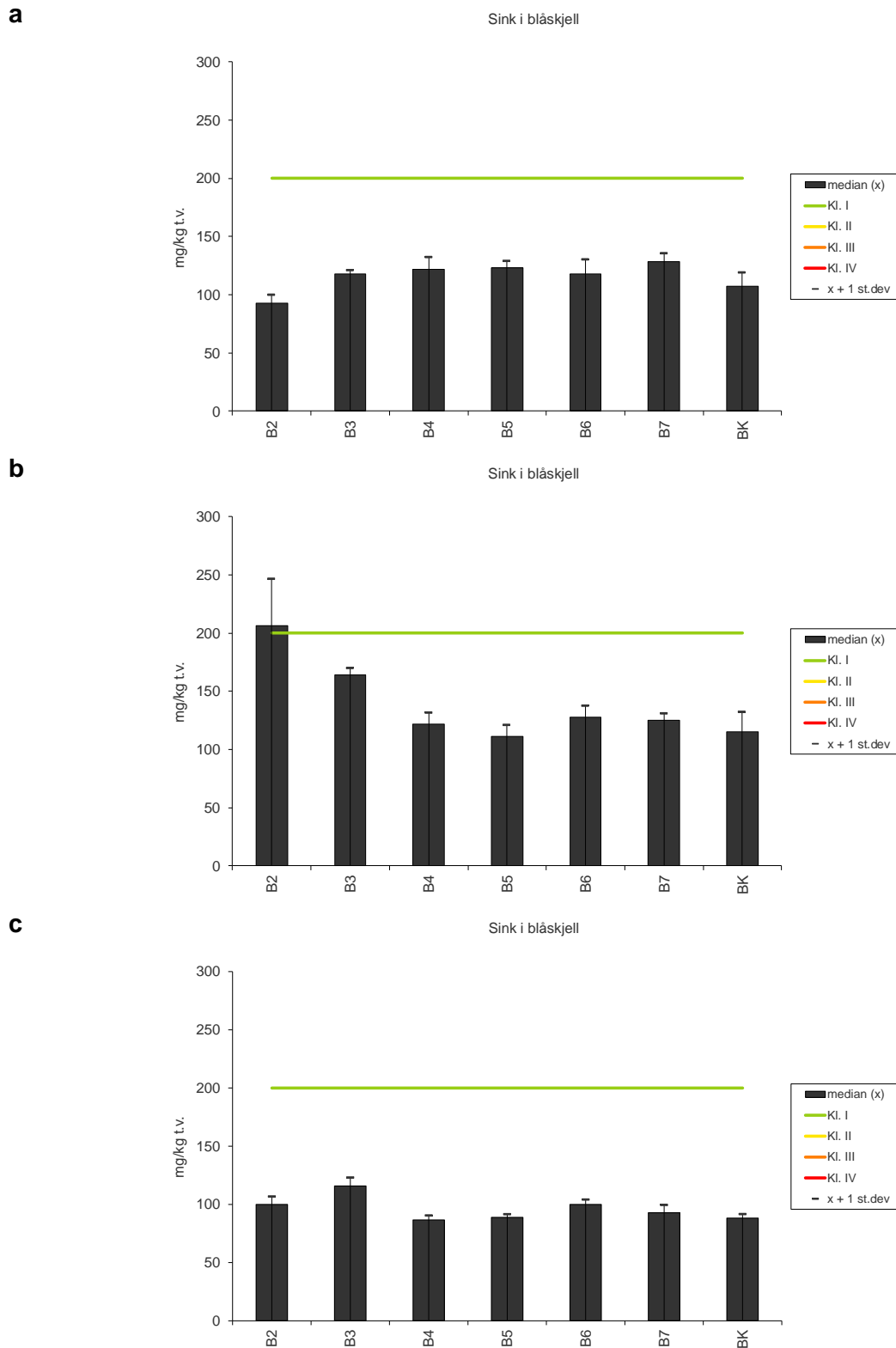
Figur 27. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for nikkel (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



Figur 28. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



Figur 29. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for vanadium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.



Figur 30. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II konsentrasjon for sink (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2012, **b.** 2013 **c.** 2014.

Vedlegg C.

Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) fra oppstart av årlig prøvetaking på stasjonen (2003, 2004, 2007) til 2011. 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'	TEQ PCDF/D	Sum PCB	nonortho-PCB
B2 -04	179	1,2	8,3	<0,5	0,79	0,21	0,79	0,17
B2 -05	127	7,54	19,3	<0,5	0,85	0,41	0,91	0,18
B2 -06	206	1,84	24,13	<0,5	1,36	0,17	1,43	0,09
B2 -07	177	1,3	12,57	<0,5	1,67	0,07	1,67	0,16
B2 -08	59	<9,46	<21,26	0,91	1,22 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
B3 -03	660	9,25	40,9	0,78	2,59 ¹⁾	0,19	2,77 ¹⁾	0,11
B3 -04	348	4,54	60,4	<0,5	1,66	0,24	1,77	0,17
B3 -05	200	21,4	112	1,6	2,74	0,22	2,99	0,1
B3 -06	-	125,1	572	16	3,28 ¹⁾	0,24	3,45 ¹⁾	0,15
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
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
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	-
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	-
BK -03	280	0,79	33,9	<0,5	1,44	0,1	1,55	0,09
BK -04	128	4,48	25	<0,5	1,26 ¹⁾	0,16	1,33 ¹⁾	0,13
BK -05	88	11,03	23,1	0,83	1,41	0,27	1,53	0,11
BK -06	110	0,53	56,25 ¹⁾	<0,5	1 ²⁾	0,1	1 ²⁾	0,07
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

Tabell 19. Artsliste for bløtbunnsfauna fra stasjon LØ1 i 2014.

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	LØ1_G1	LØ1_G2	LØ1_G3
NEMERTEA		<i>Nemertea</i>	4	5	8
POLYCHAETA	Amphinomidae	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	2	3	3
POLYCHAETA	Polynoidae	<i>Bylgides</i> sp.	1		
POLYCHAETA	Polynoidae	<i>Polynoidae</i> indet		2	
POLYCHAETA	Polyodontidae	<i>Panthalis oerstedii</i>	1		1
POLYCHAETA	Sigalionidae	<i>Parastbenelais hibernica</i>	2		
POLYCHAETA	Phyllodocidae	<i>Eteone longa</i>			1
POLYCHAETA	Pholoidae	<i>Pholoe baltica</i>	1	2	
POLYCHAETA	Pholoidae	<i>Pholoe pallida</i>	22	13	14
POLYCHAETA	Hesionidae	<i>Oxydromus flexuosus</i>			1
POLYCHAETA	Pilargidae	<i>Glyphobesione klatti</i>			1
POLYCHAETA	Syllidae	<i>Exogone (Exogone) verugera</i>	2		
POLYCHAETA	Syllidae	<i>Trypanosyllis</i> sp.			2
POLYCHAETA	Nereidae	<i>Ceratocephale loveni</i>		1	3
POLYCHAETA	Nephtyidae	<i>Nephtys ciliata</i>			1
POLYCHAETA	Nephtyidae	<i>Nephtys incisa</i>		2	3
POLYCHAETA	Sphaerodoridae	<i>Sphaerodorum gracilis</i>			1
POLYCHAETA	Glyceridae	<i>Glycera unicornis</i>	3	2	2
POLYCHAETA	Goniadidae	<i>Goniada maculata</i>		3	4
POLYCHAETA	Lumbrineridae	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	22	10	8
POLYCHAETA	Paraonidae	<i>Levinsenia gracilis</i>	2	4	1
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio cirrifera</i>	31	44	38
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Spionidae</i> indet	1	1	
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Spiophanes kroyeri</i>			1
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Aphelocheata</i> sp.		1	
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone</i> sp.	25	16	14
POLYCHAETA	Flabelligeridae	<i>Diplocirrus glaucus</i>	9	14	19
POLYCHAETA	Scalibregmidae	<i>Polyphysia crassa</i>	5	1	1
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>	15	14	27
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Asychis biceps</i>			1
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Euclymene affinis</i>	8	8	3
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Maldanidae</i> indet	1	3	3
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Rhodine loveni</i>	5	7	5
POLYCHAETA	Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i>		4	1
POLYCHAETA	Pectinariidae	<i>Lagis koreni</i>			1
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Ampharete octocirrata</i>			1
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Amythasides macroglossus</i>	2		1
POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Pterolysippe vanelli</i>		1	
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Amaeana trilobata</i>	1		
POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Neoamphitrite affinis</i>	1		

POLYCHAETA	Sabellidae	<i>Chone</i> sp.			2
OPISTHOBANCHIA	Pyramidellidae	<i>Odostomia</i> sp.		1	
OPISTHOBANCHIA	Retusidae	<i>Retusa</i> sp.	2	1	
OPISTHOBANCHIA	Philinidae	<i>Philine</i> sp.		1	1
BIVALVIA		<i>Bivalvia</i> indet			3
BIVALVIA	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>	20	28	43
BIVALVIA	Nuculidae	<i>Nucula nucleus</i>	3	4	7
BIVALVIA	Limidae	<i>Limatula</i> sp.			1
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Adontorbina similis</i>	3	2	
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Mendicula ferruginosa</i>	10	10	11
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira equalis</i>	9	28	2
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp.	14	4	18
BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	1		
BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Tellimya tenella</i>			2
BIVALVIA	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	16	16	13
BIVALVIA	Kelliellidae	<i>Kelliella miharis</i>	1		
BIVALVIA	Corbulidae	<i>Corbula gibba</i>		1	
BIVALVIA	Cuspidariidae	<i>Cuspidaria</i> sp.			1
BIVALVIA	Cuspidariidae	<i>Tropidomya abbreviata</i>	2	1	
CUMACEA	Leuconidae	<i>Eudorella</i> sp.	3	2	2
CUMACEA	Nannastacidae	<i>Campylaspis costata</i>	1	2	
CUMACEA	Nannastacidae	<i>Campylaspis rubicunda</i>	1		
CUMACEA	Lampropidae	<i>Hemilamprops roseus</i>	1		
CUMACEA	Diastylidae	<i>Diastylis cornuta</i>	3	2	2
AMPHIPODA	Gammaridea	<i>Gammaridea</i> indet			1
AMPHIPODA	Melitidae	<i>Eriopisa elongata</i>	2	5	1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	<i>Synchelidium</i> sp.			1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	<i>Westwoodilla caecula</i>	1		
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	<i>Harpinia</i> sp.	3	5	10
AMPHIPODA	Pardaliscidae	<i>Nicippe tumida</i>			1
SIPUNCULIDA		<i>Golfingia</i> sp.	1		
SIPUNCULIDA		<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>		1	
OPHIUROIDEA		<i>Ophiuroidea juvenil</i>	10	6	1
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	41	30	33
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	12	6	5
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura</i> sp.			6
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	<i>Ophiocten affinis</i>		2	
ECHINOIDEA	Brissidae	<i>Brissopsis lyrifera</i>	1		1
HOLOTHUROIDEA	Cucumariidae	<i>Leptopentacta elongata</i>	1		

Vedlegg E.

Stasjoner: Stasjoner for innsamling av blåskjell og strandsoneregistreringer SPI - stasjoner

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

SPI - stasjoner i NOAHs overvåkningsprogram for 2014. Koordinater i wgs84, Dyp i meter.

Stasjon	Longitud	Latitud	Dyp (m)
LØ-1	10.37787	59.48590	68
NOA01	10.37268	59.49290	39
NOA02	10.37007	59.49452	38
NOA03	10.36537	59.49708	37
NOA04	10.36367	59.49593	75
NOA05	10.36927	59.49413	48
NOA06	10.37150	59.49240	50
NOA07	10.37500	59.49167	32
NOA08	10.36178	59.49423	88
NOA09	10.37382	59.49120	47
NOA10	10.37772	59.48903	56
NOA11	10.37962	59.48892	45
NOA12	10.38480	59.48557	44
NOA13	10.38707	59.48103	64
NOA14	10.38863	59.47087	101
NOA15	10.39398	59.49170	45
NOA16	10.39158	59.49588	68
NOA17	10.41233	59.50685	178
NOA18	10.37567	59.51115	115
NOA19	10.34143	59.51573	54
NOA20	10.35475	59.50198	100
NOA21	10,35750	59,49008	93

Vedlegg F.

Registreringer med videokamera i sjøsonen 1. oktober 2014.

Område: Langøya		Dato: 1. oktober 2014						
Trans ekt nr	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro		Merknad
		LAT	LONG					
1	22	59,4813	10,3953	34	Bløtbunn	S/F	R	PENPH-ev/s, KOSPT-ev,
				30,5	Bløtbunn + Småstein	S	F	ASTEX-e,
	23	59,4818	10,3959	30	Fjell m/ sediment	S/F	R	PROSI-s, CARSM-s, ECHAC-e, CORAX-s, SABPA-s (fullstendig dekket av sedim)
	24	59,482	10,396	26	Fjell m/ sediment	B	R	PROSI-s, CARSM-s/v, FISK (torskefisk og leppefisk) (dårlig film)
				18,5	Fjell m/ sediment	S	R	CIOIN-s, POLYCHAETRØR-s, (fullstendig dekket av sedim.)
	25	59,4821	10,3962	16	Fjell m/ sediment	S	J	CIOIN-s, VIRMI/FUNQU-ev, ALCDI-ev, POLYCHAETRØR-s, (fullstendig dekket av sedim.)
	26	59,4822	10,3962	14	Fjell m/ sediment	S	R	CIOIN-v (flekks), ALCDI-ev, POLYCHAETRØR-s, ASTEX-e, CORAX-s, ASCIX-ev,
				12,7	Fjell m/ sediment	S	R	COCTR-e, CIOIN-v/s, POLYCHAETRØR-s, ASCIX-ev, ALCDI-ev, cfSPIRULINA-ev, CORAX-s, HYDRX-s, cfCALLZ-E
				13,5	Bløtbunn	S	J	Endel dødt organisk materiale, CIOIN-s,
	27	59,4826	10,3966	10	Bløtbunn/Sand	S	J	CIOIN-s, cfCALLZ-s, MYTED-e,
				7,5	Bløtbunn/Sand	S	J	cfCALLZ-s, endel dødt organisk materiale,
	28	59,4828	10,3972	3,8	Sand	F	J	ZOSMA-s (start)
				2,7	Sand	F	J	ZOSMA-d, ganske lange skudd, noe brune skudd og litt begroing og småsnegl på
				2	Sand	F	J	ZOSMA-v, FUCSE-s (løst), cfCERRU-s
29	59,4829	10,3971	1,3	Stein	S	R	Slutt på ZOSMA, FUCSE-s, BALAZ-v, LITZ-s, DIV. RØDALGER-s	
30	59,483	10,3971	0	Fjell	S	R	MYTED-j, LITZ-s, FUCVE-v, BALAZ-v	
2	16	59,4861	10,385	40	Bløtbunn	S	R	KOPST-ev, PENPH-ev, FUNQU-ev,
	17	59,4864	10,3858	30	Bløtbunn	S	R	KOPST-ev, PENPH-ev
				25	Bløtbunn	F	J	ASTRU-ev,
	18	59,4866	10,3862	20	Bløtbunn	F	J	ECHAC-ev (3stk), ASTRU-e, CIOIN-ev (Lite liv)
				15	Bløtbunn + Stein	F	J	CIOIN-s, ALCDI-ev
	19	59,4868	10,3867	10,8	Fjell m/ sediment	S	R	CIOIN-s, ASCIX (rød)-s, ALCDI-s, HYDRX-s
				10	Bløtbunn/Sand	F	J	ASTRU-ev, Lite synlig liv. Huller i sedimentet-v, SACLA-e(6,3m-løstrevet?)
	20	59,4873	10,388	5,2	Sand/Bløtbunn	F	J	Løse alger-s, ASTRU-e, Lite synlig liv. DASBA-e
			4	Sand/Bløtbunn	F	R	MYTED-s, KALKRØRSMARK-s, MUSVA-v, DASBA-ev	
			1,9	Stein	S	R	BALAZ-d, LITZ-s, MYTED-s, KALKRØRSMARK-s	
21	59,4875	10,3883	0	Stein	S	R	BALAZ-s, LITZ-s	
3	9	59,4938	10,3705	43	Bløtbunn	S	R	KOPST-ev, cfFUNQU-ev, PENPH-ev,
	10	59,4943	10,371	36	Bløtbunn	S	R	KOPST-ev, PENPH-ev, FUNQU/VIRMI-ev
	11	59,4947	10,3716	25	Bløtbunn	F	J	Bar bløtbunn med noe løse alger
				21	Bløtbunn	F	J	CIOIN-ev. Bar bløtbunn med noe løse alger
	12	59,4949	10,372	15	Bløtbunn	F	J	Bar bløtbunn
				13	Bløtbunn/Sand	F	J	CIOIN-ev, SACLA-e (løstrevet?)
				10	Bløtbunn/Sand	F	J	cfPHYLZ-e, MUSVA-s, løse alger
				6	Sand	S	J	MUSVA-s, AREMA-ev,
				3	Sand	S	J	ZOSMA-e, AREMA-ev
				2	Sand	F	J	ZOSMA-v (relativt korte, men lite begroede skudd), cfCERRU-s, cfECTOZ-s, DIV. TRADF. ALGER-s
	13	59,4952	10,3727					
	14	59,4953	10,373	0,6	Sand + Stein	F	J	Slutt på ZOSMA, FUCSE-s, BALAZ-s, LITZ-s
				0,2	Stein	S	R	LITZ-s, BALAZ-s,
15	59,4953	10,3731	0	Stein	S	J	BALIM-s	

4	1	59,5022	10,359	59	Fjell m/ sediment	S/B	R	SABPA-s, POLYCHAETRØR-v, PROSI-s, cfECHAC-e (dårlig film)
	2	59,5022	10,3591	46	Fjell m/ sediment	B	R	POLYCHAETRØR-s, ECHES-e, PROSI-s (dårlig film)
				42	Bløtbunn + Fjell	S	R	KOPST-ev, PENPH-ev
				38	Fjell m/ sediment	S	R	PROSI-s, SABPA-s, POLYCHAETRØR-s, cfCARSM-ev, KOPST-ev (dårlig film)
	3	59,5022	10,3596	30	Bløtbunn	F/S	J	PENPH-ev, ASTEX-e, MUSVA-s,
	4	59,5023	10,36	20	Bløtbunn	F/S	J	CIOIN-s, MUSVA-s, ASTEX-e,
	5	59,5023	10,3606	9	Bløtbunn/Sand	F/S	J	CIOIN-ev, MUSVA-s,
	6	59,5024	10,3608	6	Fjell (skjær)	S	R	SACLA-s, DIVERSE ALGER-d (nedslammet), CORAX-s, FURLU-e, HYDRX-s, cfPOMTR-s,
				3,5	Fjell + Sand	F	R	MUSVA-d på sand, DIVERSE ALGER-d, DASBA-s, SMÅFISK-s,
				1,5	Fjell	S	R	DIVERSE TRÁDF.-v, FUCUZ-d, SMÅFISK-s,
	7	59,5024	10,3612	1	Sand	F	J	MUSVA-d, MYTED-s,
				0,9	Fjell	S	R	FUCSE-d, cfCERRU-s, ECTOZ-s,
8	59,5025	10,3622	0	Fjell	S		FUCSE-d, FUCUZ-d, DIVERSE RØDALGER- (cfCERRU)-s, BALAZ_s	
5	31	59,492	10,3932	44	Bløtbunn	F/S	R	KOPST-ev, PENPH-ev, ASTEX-e, cfFUNQU-e, (dårlig film)
	32	59,4917	10,3913	30	Bløtbunn	S	R	POLYCHAETRØR-s,
				29	Fjell m/ sediment	B	R	CARSM-s, SABPA-s, PROSI-s
	33	59,4917	10,3911	28	Bløtbunn	F	R	POLYCHAETRØR-s, cfFUNQU-e, ACTIX-ev
				22,3	Fjell m/ sediment	B	R	PROSI-v, CIOIN-s, SABPA-s
	34	59,4917	10,3904	20	Fjell m/ sediment	B	R	PROSI-v, CIOIN-s, SABPA-s
				15	Fjell m/ sediment	B	R	PROSI-s, CIOIN-v, ASTEX-ev (dårlig film)
				13,5	Bløtbunn	S	J	ASTEX-ev, Endel løstrevne alger, HULLER I BUNN-s, CIOIN-ev,
	35	59,4917	10,39	9	Bløtbunn/Sand	F	J	HULLER I BUNN-s, CIOIN-ev, ASTEX-ev, Endel løstrevne alger
				6	Bløtbunn/Sand	F	J	MUSVA-d, ASTEX-ev
				4,5	Stein	S	R	SACLA-eV (nedbrutt), DIV. TRÁDF. RØDALGER-s, CHOCCR-s
				3	Stein	S	R	FUCSE-s, SACLA-e, cfCERRU-s, cfFURLU-e,
			1,5	Stein	S	R	FUCSE-d, cfCERRU-s, BALAZ-s	
36	59,4917	10,3894	0	Stein	S	R	FUCVE-s, BALAZ-v, ULVIN-s, cfDIAKJ-v, cfCERRU-s, cfECTOZ-s	
S = skrånende, J = jevnt, R = ruglete, e = enkeltfunn, ev = enkeltvis, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende, cf = likner på								
ALGER: chochr = Chondrus crispus (krusflik), cladz = Cladophora sp (grønnbusk), corax = Corallinaceae (rød skorpef. kalkalge), dellsa = Delesseria sanguinea (fagerving), diakj = diatomekjeder (kiselalger), ectoz = Ectocarpales (brunslie), 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 (tarmgrønnske), 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 (sylinderanemone), cioin = Ciona intestinalis (tarmsjøpung), echac = Echinus acutus (langpigget kråkebolle), funqu/virmi = Funiculina quadrangularis/Virgularia mirabilis (piperenser), hydrz = Hydroidea (hydroider), kopst = Kophobelemnon stelliferum (hanefot), littz = Littorina sp (strandsnegl), musva = tomme muslingskall, myted = Mytilus edulis (blåskjell), penph = Pennatula phosphorea (vanlig sjøfjær), prosi = Protanthea simplex (korallnellik), pustehull (hull i sand/bløtbunn fra gravende organismer), sabpa = Sabella pavolina (påfuglmark), stitr = Stichopus tremulus (rødpølse),								

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