RAPPORT L.NR. 6954-2016

Tiltaksrettet vannovervåking i Holmestrandsfjorden. Overvåking for NOAH Langøya 2015

Norsk institutt for vannforskning

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	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Tiltaksrettet vannovervåking i Holmestrandsfjorden. Overvåking for NOAH Langøya 2015	6954-2016	5. februar 2016
	Prosjektnr. Undernr. 15114	Sider Pris 110
Forfatter(e) Janne Gitmark, Norman Green, Bjørnar Beylich, Gunhild Borgersen, Marijana Stenrud Brkljacic, Tore Høgåsen	Fagområde Marin forurensing Marin biologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
NOAH AS v/ Marit Lægreid	Bestilling 10978-2

Sammendrag

NOAH har krav i sin tillatelse fra Miljødirektoratet til overvåkning av hvordan utslipp fra virksomheten påvirker økologisk og/ eller kjemisk tilstand i resipienten. Undersøkelsene har omfattet analyser av miljøgifter i blåskjell og i sediment, bunnsediment ved sedimentprofilfotografering (SPI) og faunasammensetningen, radionuklider i blåskjell, sediment og sjøvann, næringssalter, klorofyll a, siktdyp, oksygen, temperatur og saltholdighet, samt registreringer av alger og dyr i strandsonen og kartlegging og vurdering av ålegrasforekomstene rundt Langøya. Analyser av næringssalter og klf. a viser «god» tilstand. Oksygenmålingene viste «god» tilstand. Bløtbunnsfaunaundersøkelsene viste god tilstand på alle stasjonene. BHQ-indeksen fra analyser av SPI-bildene viste «god» og «moderat» tilstand på stasjonene. Analyser av miljøgifter i sediment viste verdier over EQS-verdien (grenseverdien) for enkelte stoffer, på enkelte stasjoner, bl.a. sink og TBT. Analyser av miljøgifter i blåskjell viste «god» tilstand på alle stasjonene. Da blåskjellstasjonene er plassert nærmere NOAHs utslipp enn sedimentstasjonene, tyder resultatene på at det kan være andre kilder enn NOAH som forårsaker de forhøyede verdiene. Analyser av radionuklider i sjøvann, sediment og blåskjell vister normale verdier. Undersøkelser av artssammensetninger i fjæresonen viste ingen store endringer fra tidligere undersøkelser. Ålegraskartleggingen viste «moderat» tilstand beregnet fra nedre voksegrense, mens kvaliteten basert på begroing og sedimentering, var god.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Langøya	1. Langøya island
2. Miljøtilstand (økologisk **og/eller** kjemisk tilstand)	2. Water status (ecological **and/or** chemical)
3. Tiltaksrettet overvåking for industri	3. Operational monitoring industry
4. Vannforskriften	4. EU Water Framework Directive

Janne Gitmark
Prosjektleder

Mats Walday
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-6689-4
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Tiltaksrettet vannovervåking

i

Holmestrandsfjorden

Overvåking for NOAH Langøya 2015

Forord

Undersøkelsene i den foreliggende rapport er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for NOAH Langøya AS.

Kontaktperson hos NOAH har vært Marit Lægreid, Toril Roberg og Helene Mathisen.

Innsamling av blåskjell, prøvetaking av sediment på grunt vann, vannprøver, CTD prøvetaking, kartlegging av ålegras og biologiske registreringer ble utført av Janne Gitmark og Maia Røst Kile (NIVA) i september 2015. Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Janne Gitmark og Marijana Stenrud Brkljacic (NIVA).

Bjørnar Beylich og Marijana Stenrud Brkljacic (NIVA) har gjennomført sedimentprofilfotografering (SPI), sedimentprøvetaking på dypt vann og bløtbunnsfaunainnsamling, ved bruk av Universitetet i Oslo sitt forskningsfartøy "Trygve Braarud". Analyser og vurderinger av SPI-bilder ble utført på NIVA av Bjørnar Beylich.

Bjørnar Beylich utførte første CTD prøvetaking og gjennomførte en opplæring av personell fra NOAH i vannprøvetaking. CTD data ble analysert av André Staalstrøm.

Bløtbunnsprøvene ble grovsortert av Siri Moy og Tage Bratrud (NIVA). Bløtbunnsfauna ble artsbestemt av Gunhild Borgersen og Marijana Stenrud Brkljacic (NIVA). Beregning av bløtbunnsindeksene ble utført av Gunhild Borgersen (NIVA).

Analysene av metaller, organiske miljøgifter, næringssalter og dioksiner er utført hos Eurofins. Radioaktivitet ble analysert hos IFE (Institutt for energiteknikk). Næringssalter og klorofyll a ble analyser på NIVA.

Trendanalysene er utført av Norman Green og Tore Høgåsen ved NIVA. Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø er utført av Jens Vedal ved NIVA.

Rapporten er kvalitetssikret av Anne Lyche Solheim, Sissel Brit Ranneklev, Mats Walday og Hartvig Christie.

Vi har hatt en prosjektgruppe, som med bidrag fra mange kolleger på NIVA, har arbeidet med utvikling av verktøy og tilrettelegging i forbindelse med den tiltaksrettede overvåkingen for industrien: Eirin Pettersen (Hovedkoordianator), Jannicke Moen (Utvikling av klassifiseringsverktøyet NIVAClass), John Rune Selvik (Utarbeidelse av mal for kartproduksjon), Eirin Pettersen, Sissel Brit Ranneklev, Mats Walday, Anne Lyche Solheim (Utarbeidelse av rapportmal), Guro Ladderud Mittet og Kathrine Berge Brekken (Dokumentstyring)

Oslo, 26. februar 2016

Janne Gitmark

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 2015 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av miljøgifter i blåskjell (*Mytilus edulis*) på 5 stasjoner (B2, B3, B4, B5, B11) rundt Langøya og ved kontrollstasjonen (BK_ny) på Mølen. Miljøgifter i sediment ble undersøkt på 5 stasjoner (S1-5). Det ble foretatt visuelle registreringer av alger og dyr i strandsonen på 3 stasjoner (B2, B6 og BK) ved snorkling. Det ble også utført en kartlegging og vurdering av ålegrasforekomstene rundt Langøya. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved sedimentprofilfotografering (SPI) og faunasammensetningen på 3 stasjoner (NOA08, NOA09, LØ-1). Det ble analysert for radionuklider i blåskjell og sediment på to stasjoner (B3 og B11) på Langøya og radionuklider i sjøvann på én stasjon (NOA06) utenfor Langøya. Det ble også gjort analyser av næringssalter, klorofyll a, siktdyp, temperatur og saltholdighet ved én stasjon (NOA06) utenfor Langøya. Okysgenmålinger ved én stasjon (OF-5), prøvetatt i ett annet overvåkingsprogram, ble også inkludert.

2015 var første år hvor det er blitt gjennomført analyser av næringssalter og klorofyll a. Det er anbefalt at tilstandsklassifisering gjennomføres på flere års data (minimum 3 år). Men første års prøvetaking viser «god» tilstand for både næringssalter og klorofyll a. Oksygenmålingene viste også «god» tilstand.

Bløtbunnsfaunaundersøkelsene viste god tilstand på alle stasjonene. BHQ-indeksen beregnet fra analyser av SPI-bildene viste «god» tilstand på to stasjoner (LØ-1 og NOA08), og «moderat» tilstand på én stasjon (NOA09).

Analyser av vannregionspesifikke stoffer i sediment viste verdier over EQS-verdien (grenseverdien) for arsen og sink på stasjon 1, og verdier over EQS-verdien av sink på stasjon 3 i 2015. Sedimentstasjon 1 og 3 er plassert lengst unna Langøya. Analyser av EU-prioriterte stoffer i sediment viste verdier over EQS-verdien for Ideno[1,2,3-cd]pyren (PAH) på alle stasjoner i 2015. Det ble også registrert forhøyete verdier av andre PAH'er på stasjon 1, 2 og 5. Konsentrasjonen av TBT på sediment stasjonene 3, 4 og 5 var over EQS-verdien i 2015.

Analysene av EU-prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell viste «god» tilstand (verdier under EQS-verdien) på alle stasjonene. Tidstrendanalysene viste at konsentrasjonene av miljøgifter i 2015 var lave og på nivå med bakgrunn (Kl.I) eller moderat forurenset (Kl.II) etter Miljødirektoratets klassifiseringssytem. I midlertid var seks oppadgående statistisk signifikante trend ble obsevert på stasjoner nær Langøya, fire for kadmium, en for bly og kvikksølv. Det ble også registrert en oppadgående trend for bly på referansestasjonen.

NOAHs utslipp til sjøen styres etter utslippstillatelse gitt av Miljødirektoratet og utslippet skjer via renseanlegg. På generelt grunnlag kan driften på Langøya bidra til noe av de overkonsentrasjoner av miljøgifter som er funnet. Da blåskjellstasjonene er plassert nærmere NOAHs utslipp enn sedimentstasjonene, tyder resultatene på at det kan være andre kilder enn NOAH som forårsaker de forhøyede verdiene av arsen og sink i sediment. Forurensningsnivået er generelt lavt og gjør det vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale.

Analyser av radionuklider i sjøvann, sediment og blåskjell viste verdier ansett å være normale for innhold av radioaktivitet.

Det er liten/ingen indikasjon på at nitrogenutslipp fra NOAH har ført til økt forekomst av hurtigvoksende alger. Undersøkelser av artssammensetninger i fjæresonen viste ingen store endringer fra

tidligere undersøkelser, med unntak av en økning i forekomsten av stillehavsøsters. Stillehavsøsters ble for første gang registrert i Norge (viltvoksende) i 2003, og er en svartlistet art i Norge. Arten har siden spredt seg raskt langs Sør-Norge. Stillehavsøsters ble registrert for første gang på Langøya i 2014 undersøkelsene. I 2015 ble det ble registrert spredte forekomster av juvenile stillehavsøsters på stasjonene på Langøya, mens det ble registrert store mengder døde stillehavsøsters på stasjonen på Mølen. Det er sannsynlig at stillehavsøsters har utkonkurrert blåskjellene på Mølen.

Ålegraskartleggingen viste «moderat» tilstand beregnet ut fra nedre voksegrense til ålegras. Kvaliteten, bestemt ut fra begroing og sedimentering på plantene, var god.

Summary

Title: Operational monitoring in Holmestrandsfjorden for NOAH Langøya.
Year: 2016
Author: Janne Gitmark, Norman Green, Bjørnar Beylich, Gunhild Borgersen, Marijana Stenrud Brkljacic, Tore Høgåsen
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6689-4

Concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), contaminants and the environmental condition in sediments, littoral zone communities, eelgrass (*Zostera marina*) distribution and condition and nutrients, chlorophyll a, secchi depth, oxygen concentration, radionuclides, temperature and salinity in seawater were investigated by NIVA in 2015. 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, and monitoring has been done annually since 1996. Results from the investigations performed in 2015 are presented in this report.

2015 was the first year in which analyses of nutrients and chlorophyll a has been performed. It is recommended that a classification uses several years of data (minimum 3 years). But the first year's sampling shows "good" condition for both nutrients and chlorophyll a. Oxygen measurements also showed "good" condition.

Investigation of soft-bottom fauna showed good condition at all stations. The BHQ-index calculated from analyses of SPI pictures showed "good" condition at two stations (LØ-1 and NOA08), and "moderate" condition on one drive (NOA09).

Analyses of river basin specific pollutants in sediment showed values above EQS-value (threshold value) for arsenic and zinc at station 1, and values above the EQS-value for zinc at station 3. Analyses of EU priority substances in sediment showed values above EQS-value for Ideno [1,2,3-cd] pyrene (PAH) in all stations in 2015. It was also recorded elevated levels of other PAH's at station 1, 2 and 5. The concentration of TBT at station 3, 4 and 5 was above the EQS-value.

The analysis of EU priority substances and river basin specific pollutants in mussels showed "good" condition (values below the EQS-value) at all stations.

The operation at Langøya can contribute to some of the elevated concentrations of pollutants that were recorded. However The blue mussel-stations are located closer to NOAHs emissions that the sediment-stations, and The results suggest that there may be other sources than NOAH causing the elevated levels of pollutants.

Analyses of radionuclides in seawater, sediment and blue mussels showed values considered to be normal for radioactivity content.

There is little / no indication that nitrogen discharges from NOAH has led to increased incidence of fast-growing algae. Surveys of species composition in the littoral showed no major changes from previous surveys, except for an increase in the incidence of Pacific oysters. Pacific oyster was first registered in Norway in 2003 and is a blacklisted species in Norway. The species has since spread rapidly along southern Norway. It is likely that the Pacific oyster has outcompeted bluemussels on Mølen

The eelgrass mapping showed "moderate" condition calculated from the lower growth limit for eelgrass. The quality, determined from fouling and sedimentation on the plants, were good.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag **5**

Summary **7**

1 Innledning **10**
1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten 12
1.2 Vannforekomsten 13
1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten 14

2 Materiale og metoder **19**
2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram 19
2.2 Prøvetakingsmetodikk 20
2.2.1 Vann 20
2.2.2 Sediment 21
2.2.3 Blåskjell 24
2.2.4 Makroalger 25
2.2.5 Ålegraskartlegging 25
2.3 Analysemetoder 26
2.3.1 Vann 26
2.3.2 Sediment 27
2.3.3 Blåskjell 30
2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand 31
2.4.1 NIVAClass 32

3 Resultater **33**
3.1 Vann 33
3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere 33
3.1.2 Planteplankton 34
3.1.3 Radionuklider i sjøvann 34
3.2 Sediment 35
3.2.2 Radionuklider i sediment 36
3.2.3 Bunnfauna 36
3.2.4 Sedimentprofilfotografering (SPI) 41
3.3 Blåskjell 42
3.3.2 Gradienter og tidsutvikling av miljøgifter i blåskjell 44
3.3.3 Radionuklider i blåskjell 55
3.4 Makroalger 55
3.5 Ålegraskartlegging 60
3.6 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner 62

4 Konklusjoner og videre overvåking **66**
4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater 66
4.2 Vurdering av videre overvåking 68

5 Referanser **69**

Vedlegg A. **72**

Vedlegg B. **74**

Vedlegg C. **79**

Vedlegg D. **85**

Vedlegg E. **86**

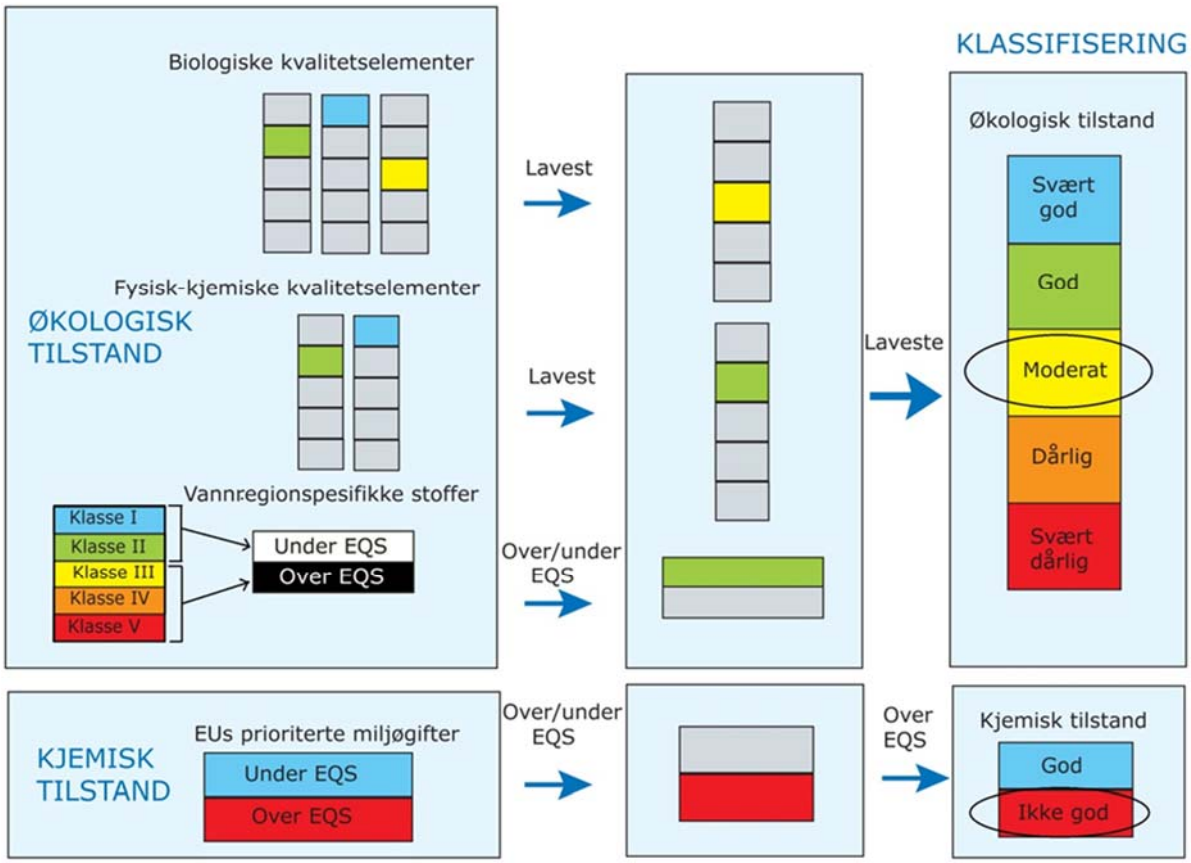
Vedlegg F. **92**

Vedlegg G. **109**

1 Innledning

NOAH har krav i sin tillatelse fra Miljødirektoratet til overvåkning av hvordan utslipp fra virksomheten påvirker økologisk og/ eller kjemisk tilstand i resipienten. Overvåkningen skal gjennomføres etter vannforskriftens bestemmelser, og skal belyse påvirkning fra pågående og tidligere utslipp fra bedriften. Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst. I **Figur 1** viser en oversikt over klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



Figur 1. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Kvalitetselementer som inngår i vurdering av økologisk tilstand og EUs prioriterte miljøgifter som inngår i kjemisk tilstandsvurdering er indikert. EQS-verdier (*Environmental Quality Standards*) angir miljøkvalitetsstandarder, også kalt grenseverdier. Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitetselementet som får dårligste tilstand styrer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gult), styrer den økologiske tilstanden. Kjemisk tilstand bestemmes ut fra om målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er under eller over gitte EQS-verdier. I figuren er dette eksemplifisert ved at målt konsentrasjon av en eller flere miljøgifter er over EQS-verdi, slik at Ikke god kjemisk tilstand oppnås (farget rødt).

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktenes beliggenheter, hydromorfologiske egenskaper[1] og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden. Som retningslinje bør overvåkningen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i **Tabell 1**, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger.

Tabell 1. Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Vannforskriften, 2015).

Kvalitetselement	**Elver**	**Innsjøer**	**Brakkvann**	**Kystvann**
Biologisk				
Planteplankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
Hydromorfologisk				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
Fysisk-kjemisk				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

[1] *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan[2] for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II i vannforskriften, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet. Alle EUs prioriterte[3] miljøgifter som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder (Vannforskriften 2015; Direktoratsgruppa 2010).

NIVA har med bakgrunn i brev datert 28.5.2014 fra Miljødirektoratet utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram i henhold til vannforskriftens krav for NOAH AS. Overvåkingsprogrammet ble godkjent av Miljødirektoratet og gjennomført/gjennomføres i løpet av 2015 og 2016.

1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

NOAH har siden 1985 hatt anlegg for behandling og sluttdisponering av farlig avfall på Langøya. 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.

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. Avfallet nøytraliseres i en prosess som tar miljøgifter ut av kretsløpet og stabiliserer det som gips til sluttdisponering i deponi. I denne prosessen bindes og stabiliseres metaller. Fordi deponiet ligger under havnivå er lekkasje fra bruddet ut til fjorden ikke mulig. Anleggets store bruddflater tar imot store mengder regnvann og sigevann fra omgivelsene.

Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig, og det tas samleprøver gjennom et døgn én gang i uka for analyse av bl.a. metallinnhold og organiske miljøgifter. Det slippes normalt ut 80-130 m^3 vann/time. Via de løpende utslippsmålingene er det klart at det foregår en tilførsel av metaller, nitrogen og organiske miljøgifter fra Langøya til resipienten. NOAH har en utslippstillatelse fra Miljødirektoratet som regulerer tilførsel av metaller, nitrogen og organiske miljøgifter fra Langøya til resipienten. **Tabell 2** viser stoffene og utslippsgrensene NOAH har i sin tillatelse fra Miljødirektoratet. Utslippsmengder pr. år for disse stoffene er vist i **Tabell 3**. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var gjennomgående innenfor konsesjonsgrensene i 2014/15.

Deponering av farlig avfall vil pågå i Sydbruddet på Langøya til ca. 2022, og deponering av ordinært avfall vil pågå noen få år lenger (2025). Avslutnings- og tildekkingsfasen pågår fortløpende og etterdriftsfasen starter deretter, og hele deponiet skal være avsluttet innen 2034.

[2] *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvalting av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

[3] Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkningen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

Tabell 2. NOAHs regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet. Data fra www. norskeutslipp.no.

Utslippskomponent	Utslippsgrenser		Gjelder fra:
	Konsentrasjon mg/liter (månedsmiddel, kalender)	Maksimalt årlig utslipp kg/år (kalenderår)	
As (Arsen)	0,03	15	8. juli 2014
Cd (Kadmium)	0,03	8,0	8. juli 2014
Cr (Krom)	0,03	15	8. juli 2014
Ni (Nikkel)	0,07	25	8. juli 2014
Pb (Bly)	0,03	15	8. juli 2014
Hg (Kvikksølv)	0,0008	0,40	8. juli 2014
SumPAH *	0,003	1,5	8. juli 2014
N(tot) (Total nitrogen)	140	73 000	8. juli 2014
PFOS	70**	0,05	8. juli 2014
PFOA	20**	0,015	8. juli 2014
6:2 FTS	20**	0,015	8. juli 2014

*Sum PAH ut fra US EPA's (United States Environmental Protection Agency) liste over 16 PAH-stoffer, som omfatter: *acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(ghi)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, naphthalene, phenanthrene* og *pyrene.*

** Konsentrasjonsgrensen for PFOS, PFOA, 6:2 FTS er i ng/liter

Tabell 3. Utslipp til sjø fra NOAH Langøya AS for perioden oktober 2014 til september 2015. Månedsmiddel: Gjennomsnittskonsentrasjon vektet på vannmengde. Tallene er gitt av bedriften.

	Arsen, As (mg/L)	Kadmium, Cd (mg/L)	Krom, Cr (mg/L)	Nikkel, Ni (mg/L)	Bly, Pb (mg/L)	Kvikksølv, Hg (mg/L)	Sum PAH (16) (mg/L)	N(tot.) (mg/L)	PFOS (ng/L)	PFOA (ng/L)	6:2 FTS (ng/L)
Konsentrasjons grenser, månedsmiddel	0,03	0,03	0,03	0,07	0,03	0,0008	0,003	140	70	20	20
Månedsmiddel Okt. 2014	0,003	0,007	0,001	0,003	0,005	0,00002	0,00007	59	7	6	9
Månedsmiddel Nov. 2014	0,003	0,014	0,001	0,004	0,005	0,00006	0,00003	60	12	8	13
Månedsmiddel Des. 2014	0,003	0,012	0,001	0,006	0,004	0,00007	0,00008	74	8	8	13
Månedsmiddel Jan. 2015	0,003	0,009	0,001	0,007	0,003	0,00004	0,00006	76	8	8	13
Månedsmiddel Feb. 2015	0,003	0,011	0,001	0,008	0,002	0,00002	0,0003	81	6	8	4
Månedsmiddel Mar. 2015	0,003	0,004	0,002	0,007	0,002	0,00003	0,00028	83	5	6	7
Månedsmiddel Apr. 2015	0,003	0,003	0,002	0,007	0,002	0,00014	0,00036	89	12	5	8
Månedsmiddel Mai 2015	0,003	0,002	0,001	0,007	0,002	0,00003	0,00013	82	10	7	11
Månedsmiddel Jun. 2015	0,003	0,022	0,004	0,01	0,013	0,00006	0	77	16	6	9
Månedsmiddel Jul. 2015	0,003	0,019	0,004	0,011	0,013	0,00007	0,00009	77	16	6	9
Månedsmiddel Aug. 2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Månedsmiddel Sept. 2015	0,003	0,002	0,002	0,007	0,004	0,00005	0,00009	36	8	8	13

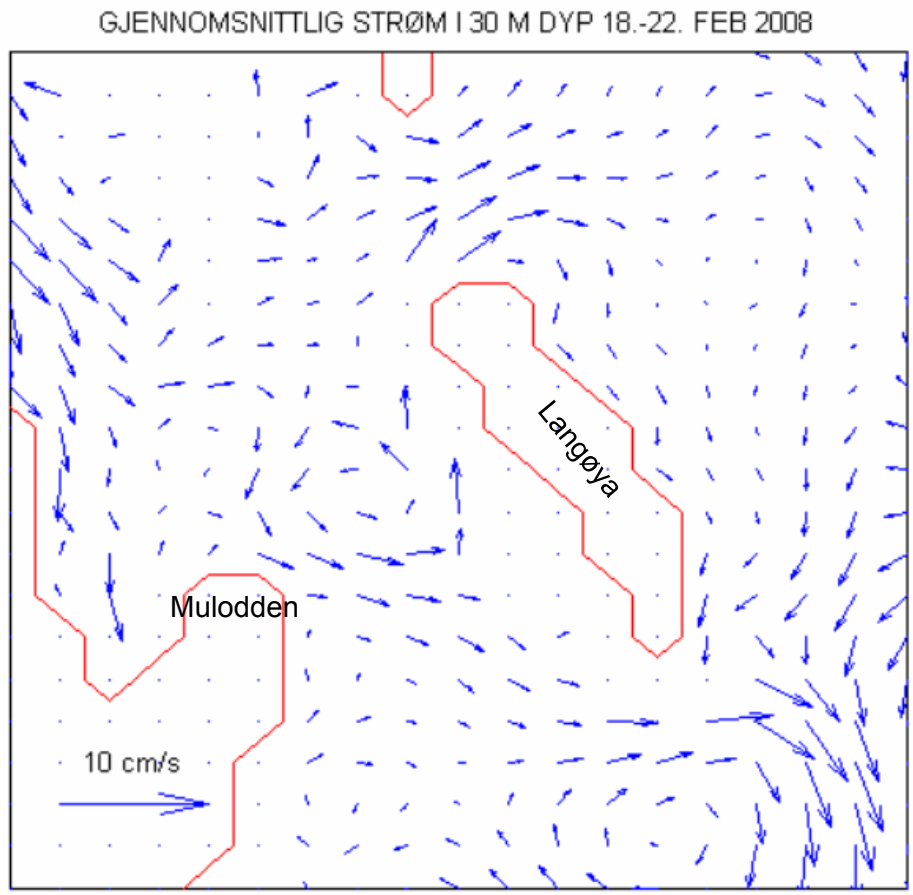
1.2 Vannforekomsten

Resipienten for bedriftens utslipp omfatter én vannforekomst. Vannforekomst Breiangen-vest (ID - NO0101021000-C) er i Vann-Nett karakterisert som en beskyttet kyst/fjord (CS3723311), og har et areal på 73,762 km². Vannforekomsten er vurdert til å ha god økologisk tilstand, og oppnår også god kjemisk tilstand. En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-Nett (www.vann-nett.no).

1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten

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 ca. 38 m dyp utenfor det nordre kaianlegget (**Figur 3**). Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. Utslippet fra NOAH innlagres på 32 – 40 m dyp (Staalstrøm *et al.* 2008).

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. Strømbildet rundt Langøya er dominert av virvler som endrer seg med tidevannssyklusen. Det ligger en virvel mellom Langøya og Mulodden som fører vann inn mot utslippet (**Figur 2**). Strømmen går i snitt nordover langs Langøya nord for utslippet, og sørover sør for utslippet. Sporstofforsøk hvor fargestoffet Fluorescein (MS-200) ble dosert i avløpsvannet fra anlegget viste at sporstoffet spredde seg langs 30 m konturlinjen rundt Langøya. Nordover kom sporstoffet rundt nordenden av øya og videre sørover. Målingene ga ikke klare svar på om sporstoffet vil bre seg rundt sørenden av øya (Staalstrøm *et al.* 2008).

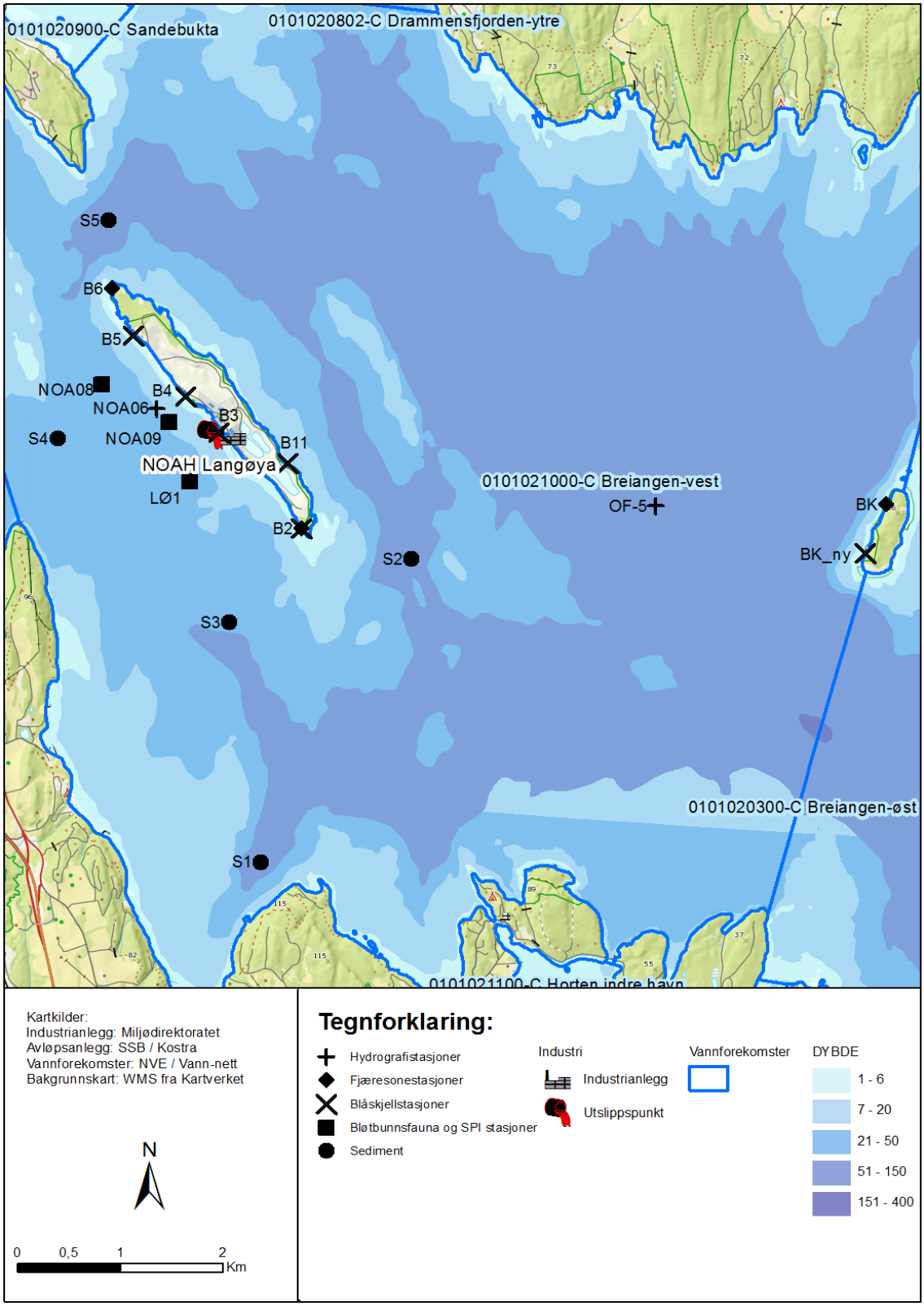


Figur 2. Strøm fra 30 meters dyp hentet fra met.no sin modell over Oslofjorden. Kystlinja i modellen er tegnet inn med rød linje (Staalstrøm *et al.* 2008).

NIVA har foretatt årlige undersøkelser av området rundt Langøya, siden 1996, for å kartlegge om driften av anlegget har påvirket, eller påvirker, miljøet i sjøen i dette området av Holmestrandsfjorden (f.eks. Gitmark *et al.* 2015). Det har blitt foretatt undersøkelser av:

- Metaller, tørrstoff, organiske miljøgifter i blåskjell på 10 stasjoner og radioaktivitet (2 stasjoner).
- Metaller, tørrstoff, totalt organisk karbon og organiske miljøgifter i dype sediment på 7 stasjoner.
- Metaller, tørrstoff, kornfordeling og radioaktivitet i grunne sediment på 2 stasjoner
- Radioaktivitet i sjøvann på 2 stasjoner
- Sedimentprofilfotografering av bløtbunn på 22 stasjoner
- Bløtbunnsfauna på én stasjon.
- Undersøkelser av flora og fauna i strandsonen på 3 stasjoner
- Kartlegging av ålegras rundt Langøya.
- Videoregistrering av bunnforholdene i 5 dybdetransekt rundt Langøya.

Programforslaget og stasjonsvalget er basert på krav fra Miljødirektoratet, samt erfaringene fra NIVAs undersøkelser rundt Langøya. Alle prøvetakingsstasjonene fra programmet i 2015/16 er vist i **Figur 3** og posisjoner er gitt i **Tabell 4**.



Figur 3. Kart med prøvetakingsstasjoner i Holmestrandsfjorden. Det ble tatt sedimentprøver på 5 stasjoner (S1-S5), blåskjellprøver fra 6 stasjoner (B2, B3, B4, B5, B11 og BK_ny), bløtbunnsfaunaprøver og SPI bilder på tre stasjoner (NOA08, NOA09 og LØ-1), vannprøver og CTD analyser på én stasjon (NOA06), oksygenprøver på én stasjon (OF-5) samt foretatt fjæresoneundersøkelser på tre stasjoner (B2, B6 og BK). Utslippspunkt, merket rødt, ligger like utenfor stasjon B3.

Tabell 4. Stasjonsnavn, prøvetaking/undersøkelsestype, dyp og posisjoner til stasjoner prøvetatt i programmet i 2015/16.

Stasjon	Prøvetaking/ Undersøkelse	Dyp (m)	Lat	Lon
B2	Blåskjell Fjæresone	0-1	N59.48240	E10.39785
B3	Blåskjell Sediment	0-1 20	N59.49058 N59.49004	E10.38245 E10.38108
B4	Blåskjell	0-1	N59.49364	E10.37627
B5	Blåskjell	0-1	N59.49884	E10.36656
B6	Fjæresone	0-1	N59.50298	E10.36224
B11	Blåskjell Sediment	0-1 20	N59.48820 N59.48844	E10.39466 E10.39548
BK	Fjæresone	0-1	N59.48809	E10.49791
BK_ny	Blåskjell	0-1	N59.48359	E10.49499
S1	Sediment	128	N59.45190	E10.39490
S2	Sediment	118	N59.48033	E10.41697
S3	Sediment	98	N59.47350	E10.38650
S4	Sediment	93	N59.48908	E10.35475
S5	Sediment	108	N59.50912	E10.36080
LØ-1	Bløtbunnsfauna SPI bilder	68 65	N59.48595 N59.48587	E10.37783 E10.37787
NOA08	Bløtbunnsfauna SPI bilder	88 87	N59.49427 N59.49420	E10.35722 E10,36166
NOA09	Bløtbunnsfauna SPI bilder	47 46	N59.49123 N59.49124	E10.37388 E10.37372
NOA06	Hydrografi	50	N59.49240	E10.37150
OF-5*	Oksygen	190	N59.48660	E10.45830

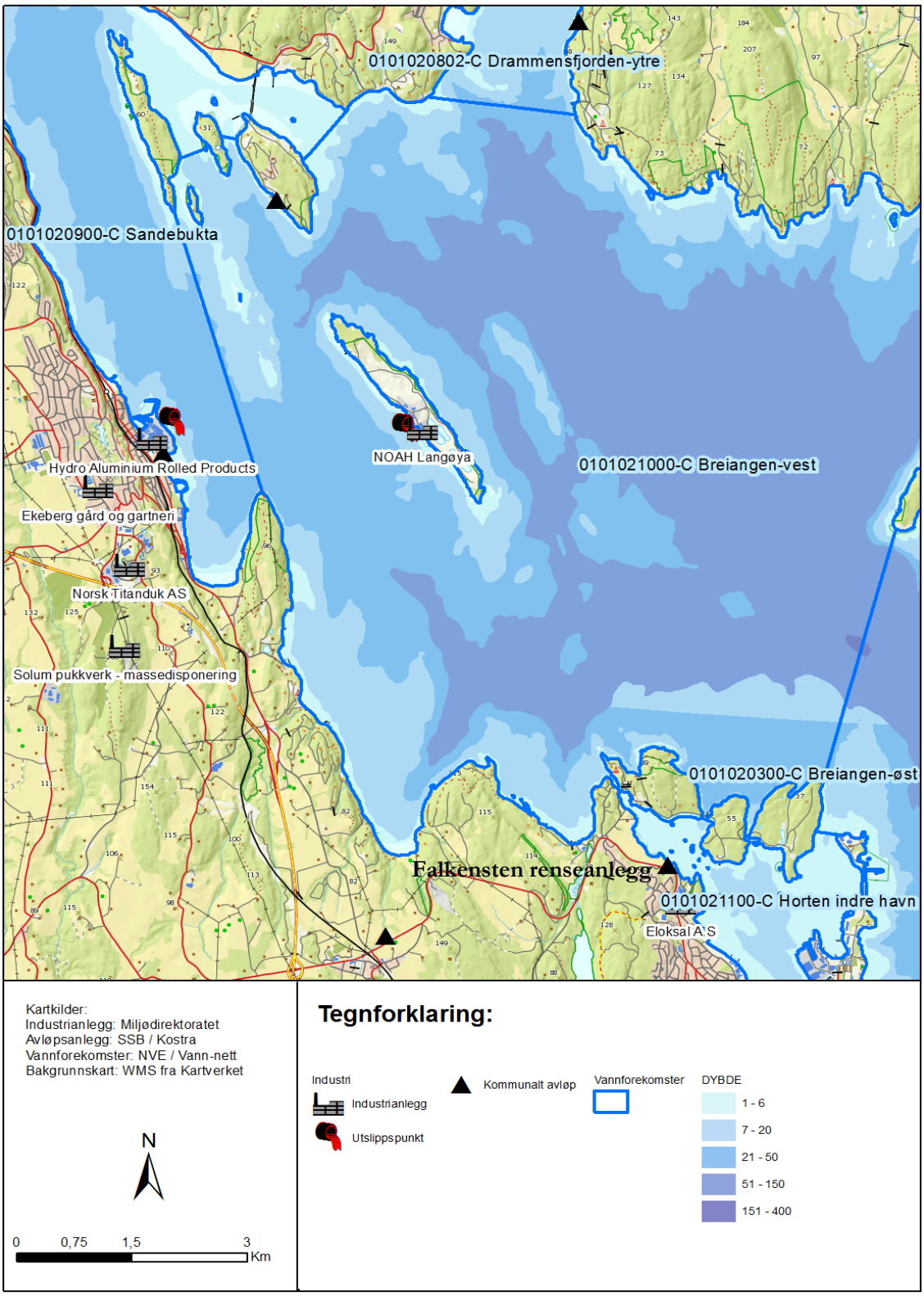
*Stasjon OF-5 blir prøvetatt i programmet "Eutrofiovervåking i Ytre Oslofjord 2014-2018" for Fagrådet i Ytre Oslofjord.

Langøya ligger i Holmestrandsfjorden, i økoregion "Skagerrak", i vannforekomst "0101021000-C Breiangen-Vest" (www-vann-nett.no). I følge vann-nett er forurensingspåvirkningen på vannforekomsten: Utslipp fra industri, utslipp fra renseanlegg, avrenning fra byer/tettsteder, avrenning fra fulldyrket mark og langtransportert forurensing.

Falkensten renseanlegg holder til på Falkensten (**Figur 4**), og har utslipp i en annen vannforekomst (0101021100-C Horten indre havn), men det er sannsynlig at utslippet fra anlegget kan påvirke miljøet i resipienten utenfor NOAHs anlegg. Anlegget har utslipp til vann av: Arsen (As), biokjemisk nedbrytbart stoff som måles i biokjemisk oksygenforbruk (BOF5), bly (Pb), fosfor (P-tot), kadmium (Cd), kjemisk nedbrytbart stoff som måles i kjemisk oksygenforbruk (KOF), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn) (www.norskeutslipp.no).

Hydro Aluminium Rolled Products og Holmestrand avløpsanlegg holder til i Holmestrand (**Figur 4**), og har utslipp i vannforekomst (0101020900-C Sandebukta), men det er sannsynlig at utslippet fra anleggene kan påvirke miljøet i resipienten utenfor NOAHs anlegg. Hydros anlegg har utslipp til vann av: aluminium (Al), bly (Pb), fosfor (P-tot), kadmium (Cd), krom (Cr-tot), olje, sink (Zn) og suspendert stoff (SS). Avløpsanlegget har utslipp til vann av: biokjemisk nedbrytbart stoff som måles i biokjemisk oksygenforbruk (BOF5), fosfor (P-tot) og kjemisk nedbrytbart stoff som måles i kjemisk oksygenforbruk (KOF) (www.norskeutslipp.no).

Det kan også bli tilført næringssalter og partikulært materiale med forurensing fra Drammensfjorden og fra andre områder i Oslofjorden.



Figur 4. Kart med markeringer av industrianlegg og kommunale avløp i og i nærheten av vannområde Breiangen-vest.

2 Materiale og metoder

2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 5** og **Tabell 6**.

I tillegg til undersøkelsene gjort etter vannforskriftens bestemmelser (**Tabell 5**) ble det foretatt enkelte tilleggsundersøkelser (**Tabell 6**). Det ble gjennomført SPI fotografering for å sammenlikne undersøkelsesmetoden med undersøkelser av bløtbunnsfauna. Det ble foretatt fjæresoneundersøkelser i stedet for undersøkelser av nedre voksegrense for makroalger da substratet rundt Langøya er uegnet for makroalger (se. kap. 2.2.4. Makroalger). Det ble også foretatt prøvetaking av blåskjell, sediment og sjøvann for analyser av radionuklider. NOAH mottar alunskifer og i tillatelsen fra Statens strålevern av 20.12.2013 er det krav om overvåking av radionuklider i miljøet rundt Langøya.

Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet.

I februar 2015 ble det kun gjennomført én prøvetaking av klorofyll a, og oktober-prøven av klorofyll a ble tatt for sent (5. november 2015). Det ble gjort en feil i analysebestillingen, og vanadium ble ikke analysert i blåskjell. Ellers er det er ingen avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen.

Tabell 5. Oppsummering av utført overvåkingsprogram for NOAH Langøya. Undersøkelser gjort i hht. vannforskriften

	Regulerte utslipps-komponenter	Kvalitets-element	Indeks/ parameter	Habitat/ Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr år)	Tidspkt.
Økologisk tilstand	Nitrogen	Bløtbunns-fauna	H' (log_2), ES_{100}, ISI, NQI1 og NQI2	Bløtbunn	3	1	Mai
	As, Ba, Co, Cr, Cu, Li, Mo, V, Zn, TTS, ∑kPAH, ∑PAH16, PFOS, PFOA	Vannregion-spesifikke stoffer	As, Ba, Co, Cr, Cu, Li, Mo, V, Zn, TTS, ∑kPAH, ∑PAH16, PFOS, PFOA	Sediment Blåskjell	5 6	1 1	Mai Sept
	Nitrogen	Plante-plankton i sjøvann	Klf. a	Sjøvann	1	11	Feb-Okt
	Nitrogen	Oksygen-forhold*	Oksygen*	Sjøvann	1	7	Jan-Nov
	Nitrogen	Næringssalter	Tot-N, NO_3, NH_4, **	Sjøvann	1	6	Jun-Aug
	Nitrogen	Ålegras-forekomster	Nedre voksegrense ***	Bløtbunn	-	1	Sept
Kjemisk tilstand	Cd, Hg, Ni, Pb, TBT, Benzo-a-pyrene (B(a)P)	EUs prioriterte miljøgifter	Cd, Hg, Ni, Pb, TBT, B(a)P	Sediment Blåskjell	5 6	1 1	Mai Sept

*Oksygen måles på en stasjon (OF-5) som tilhører programmet "Eutrofiovervåking i Ytre Oslofjord 2014-2018" for Fagrådet for Ytre Oslofjord.
** Fosfor (Tot-P og PO_4) ble også målt, da både nitrogen og fosfor er relevante støtteparametere for planteplankton.
***Det er foreløpig ingen interkalibrerte metoder for bruk av ålegras til klassifisering av økologisk tilstand i norske vannforekomster. Veileder 02:2013 foreslår en nasjonal metodikk for bruk av ålegras til klassifisering av økologisk tilstand. For Norge er det utviklet 5 nasjonale indekser for ålegras (Veileder 02:2013), men det er kun oppgitt grenseverdier for ålegrasets nedre voksedyp.

Tabell 6. Oppsummering av utført overvåkingsprogram for NOAH Langøya. Undersøkelser som ikke er gjort i hht. vannforskriften.

	Undersøkelse	Analyser	Indekser	Medium/ Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr år)	Tidspkt
Andre undersøkelser	SPI fotografering	Sedimentprofil-fotografering	BHQ*	Bløtbunn	3	1	Mai
	Makroalger: Fjæresone-undersøkelser	Arts-forekomster	Vurdering av funn**	Hardbunn	3	1	Sept
Pålegg fra Statens strålevern	Radionuklider i sjøvann, sediment, blåskjell***	Ra-226, Ra-228, Th-232, Pb-210, U-238	Radionuklider	Sjøvann Sediment Blåskjell	1 2 2	2 1 1	Feb-sep Sept Sept

*BHQ indeksen er ikke en interkalibrert indeks i vanndirektivet
** MSMDI (Nedre voksegrense indeks) ikke kunne beregnes pga. uegnet substrat for makroalger (se kap. 2.2.4 Makroalger). Fjæresoneindeksen (RSLA) er foreløpig ikke godkjent for bruk i Skagerrak..
***NOAH mottar alunskifer og i tillatelsen fra Statens strålevern av 20.12.2013 er det krav om overvåking av radionuklider i miljøet rundt Langøya.

2.2 Prøvetakingsmetodikk

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet.

2.2.1 Vann

Det har blitt samlet inn vannprøver for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere og klorofyll a. Klorofyll a er et indirekte mål for algebiomasse. Inntil videre benyttes kun klorofyll a konsentrasjon som parameter for kvalitetselementet planteplankton. Det ble også gjennomført målinger av saltholdighet og temperatur med en CTD. Oksygenmålinger fra en stasjon som er prøvetatt i overvåkingsprogrammet "Eutrofiovervåking i Ytre Oslofjord 2014-2018", for Fagrådet for Ytre Oslofjord, er inkludert.

2.2.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Siktdyp

Ved hver prøvetaking på stasjon NOA06 (**Figur 3**, **Tabell 4**) ble det målt siktdyp. Siktdyp ble målt ved å senke en hvit Secchi-skive, festet på et tau med dybdemarkeringer, ned i vannet på skyggesiden av båten. Secchi-skiven ble senket sakte ned, mens den ble observert nøye. Siktdypet ble rapportert som det dypeste dyp hvor secchi-skiven er synlig. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ble så notert ved ½ siktdyp.

Næringssalter

Næringssalter ble prøvetatt på stasjon NOA06 (**Figur 3**, **Tabell 4**). Det ble prøvetatt sjøvann på 0 m, 5 m, 10 m og 15 m dyp to ganger per måned fra juni – august. Prøvene ble tatt ved å senke en vannhenter (Limnos, kapasitet(3,4l)) til de aktuelle dypene ved hjelp av dybdeoppmerket tau. Ved prøvetakingsdypene ble vannhenteren utløst med et slipplodd. Vannprøven ble hentet opp til overflaten og det ble tatt ut vann til analyser av nitrogen og fosfor. Prøvene ble tatt av personell fra NOAH, som deretter sendte prøvene direkte til NIVAs laboratorium hvor de ble analysert etter akkreditert metode.

Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-9A.

Temperatur og saltholdighet
Det ble foretatt målinger av saltholdighet og temperatur vha. en profilerende CTD-sonde (Saiv SD 204) på stasjon NOA06 (**Figur 3**, **Tabell 4**). Sonden ble senket sakte ned fra overflaten og ned til ca. 50 m dyp mens den målte temperatur og saltholdighet (konduktivitet) kontinuerlig. Målingene ble foretatt 26. februar og 9. september.

Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-9A.

Oksygen
Programmet "Eutrofiovervåking i Ytre Oslofjord 2014-2018" for Fagrådet for Ytre Oslofjord har en stasjon (OF-5) som er plassert i vannområde Breiangen-vest, mellom Langøya og Mølen (**Figur 3**, **Tabell 4**). På stasjonen blir det utfør prøvetaking av næringssalter, klorofyll a, oksygen og bløtbunnsfauna. I programforslaget ble det skrevet at relevante resultater fra undersøkelser på stasjonen vil inkluderes i rapporten for NOAH. Resultater fra bløtbunnsfaunaundersøkelsene foreligger ikke ennå, og innsamlingen av næringssalter og klorofyll gjøres ikke i hht. vannforskriften. Det inkluderes derfor kun resultater fra oksygenmålingene i foreliggende rapport.

Innsamling er foretatt av Havforskningsinstituttet med FF G. M. Dannevig med en oksygensonde som ble senket ned i vannsøylen. Det ble gjort 7 målinger av oksygen på 190 m dyp. Målingene ble foretatt 16. januar, 5. februar, 16. juni, 6. juli, 14. august, 26. september og 12. november 2015.

2.2.1.2 Planteplankton
Klorofyll a ble prøvetatt på stasjon NOA06 (**Figur 3**, **Tabell 4**). I følge Veileder 02:2013 anbefales det at innsamlingen starter i februar og avsluttes i utgangen av oktober, og at de to første månedene gjøres innsamlinger hver 14. dag og månedlige prøvetakinger resten av perioden. Det ble prøvetatt fra februar til og med november (prøven som skulle tas i oktober ble tatt i starten av november ved en feiltakelse). I mars ble det gjort to prøvetakinger, mens i februar var det ikke anledning til å foreta to prøveinnsamlinger. Prøvene ble hentet fra 5 m dyp med en vannhenter (Limnos, kapasitet(3,4l)) ved hjelp av et dybdeoppmerket tau. Vannhenteren ble utløst med et slipplodd. En vannprøve på 1l ble tatt ut og oppbevart i en lystett prøveflaske. Prøvene ble tatt av personell fra NOAH, som deretter sendte prøvene direkte til NIVAs laboratorium for analyse.

2.2.1.3 Radionuklider i sjøvann
Det ble samlet inn en vannprøve ved én stasjon (NOA06) i mai og september for analyse av radionuklider (**Figur 3**, **Tabell 4**). Vannprøven ble tatt på 5m dyp vha. en vannhenter (Limnos, kapasitet(3,4l)) og overført til en 25 l kanne. Det ble tatt 6 prøver for å fylle opp vannkannen. Prøven ble sendt til IFE for analyse.

2.2.2 Sediment
Det har blitt samlet inn sedimentprøver i sjøvann for analyse av miljøgifter, vannregionspesifikke stoffer og radionuklider, i tillegg til prøver for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna. Det ble også gjennomført undersøkelser med sedimentprofilfoto for sammenlikning med bunnfaunaundersøkelsene.

Undersøkelser av ble utført fra F/F Trygve Braarud tilhørende Universitetet i Oslo den 19.mai 2015. Det ble foretatt undersøkelser av bunnsedimentene ved sedimentprofil (SPI)-foto på 3 stasjoner (NOA08, NOA09, LØ-1) (**Figur 3**, **Tabell 4**). På de samme stasjonene ble det også tatt prøver av

faunasammensetningen. SPI-foto og bløtbunnsfaunaprøvene ble ikke tatt på nøyaktig samme punkt, men avstanden mellom prøvepunktene er minimale, og det blir derfor regnet som samme stasjon. Sedimentprøver for analyse av miljøgifter ble prøvetatt på 5 stasjoner (S1-S5) (**Figur 3**, **Tabell 4**). Sedimentprøver for analyse av radionuklider ble prøvetatt på ca. 20 m dyp utenfor stasjon B3 og ved stasjon B11 (**Figur 3**, **Tabell 4**) i september 2015.

2.2.2.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Prøver til analyse av EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment ble tatt med Gemini-corer. Det ble tatt tre parallelle prøver på hver stasjon. Prøvene ble snittet med spesialtilpasset utstyr slik at overflatesedimentet (0-1 cm) kunne overføres til «pre-cleaned» 250 ml glassbeholdere (glødet ved 550 °C) og frosset ned ved -25 °C umiddelbart etter snitting. Alle analysene ble utført på frysetørket sediment. De kjemiske analysene er utført hos Eurofins

Prøvetaking ble utført iht. NS-EN ISO 5667-19.

2.2.2.2 Radionuklider i sediment

Ved stasjon B3 og B11 (**Figur 3**, **Tabell 4**) ble det tatt en sedimentprøve på ca. 20 m dyp med en liten van Veen-grabb (0,025 m^2) som ble operert fra NIVAs lettbåt (**Figur 5**). Det ble tatt ut prøver av overflatesedimentene (0 - 2 cm) som ble analysert for naturlig forekommende radioaktive stoffer.

Figur 5. Sedimentprøver fra bunnen utenfor bulkkaia (B3)

2.2.2.3 Bunnfauna

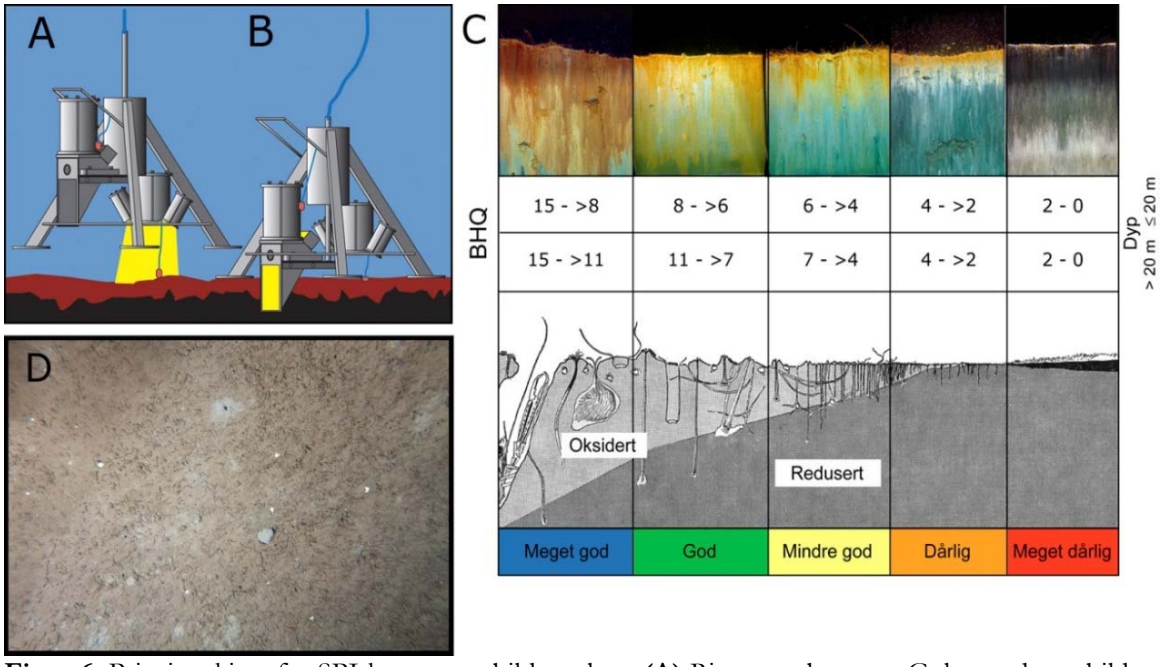
Faunaprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m^2. Det ble tatt tre parallelle prøver på hver av stasjonene. Hver prøve ble inspisert gjennom grabbens toppluke, sedimentvolum i grabben ble målt med en målepinne og fargen på sedimentet ble klassifisert iht. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Hver prøve ble beskrevet visuelt mht. sedimentets karakter (for eksempel konsistens, lukt og tilstedeværelse av synlige dyr). Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter plassert i vannbad. Sikteresten ble så konservert i en 10-20 % formalin-sjøvanns-løsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa.

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling og innhold av total organisk karbon (TOC) ble tatt med Gemini-corer eller fra en separat grabbprøve med uforstyrret sedimentoverflate. Prøver for TOC-analyser ble tatt fra sjiktet 0-1 cm, mens prøver til kornfordelingsanalyser ble tatt fra sjiktet 0-5 cm. TOC er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen, men inngår ikke i den endelige klassifiseringen. Sedimentfraksjonen gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er. Ytterligere informasjon om prøvetakingen (dyp, koordinater og eventuelle avvik) samt en visuell beskrivelse av sedimentets karakter, er gitt i toktrapporten i **Vedlegg B.**

Prøvetaking ble utført iht. standardene NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19.

2.2.2.4 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 6**). Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil 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 (≈1/4m²) av sedimentoverflaten rett før riggen når den.



Figur 6. 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 vanndyp ≤ 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.

2.2.3 Blåskjell

Det er samlet inn prøver av blåskjell for analyse av EUs prioriterte miljøgifter, vannregionspesifikke stoffer og radionuklider.

Innsamlingen ble gjennomført 9. september 2015 på 5 stasjoner på Langøya (B2, B3, B4, B5, B11) og på en kontrollstasjon på Mølen (BK_NY) ca. 5 km øst for Langøya (**Figur 3**, **Tabell 4**). Blåskjell ble samlet inn i fjæra ved snorkling.

Det ble samlet inn minst 100 skjell, med skall-lengde 3-6 cm, fra hver stasjon. Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Blåskjellprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling.

Blåskjellene ble samlet inn om høsten for å unngå sesongmessige variasjoner. Innsamlingen og håndteringen av blåskjellene er utført på en mest mulig skånsom måte og med minst mulig kontakt med annet materiale for å hindre kontaminering av potensielle miljøgifter. Prøvetakingen følger retningslinjer gitt i OSPAR (2012).

Før opparbeiding ble blåskjellene tatt ut av fryser til tining. På laboratoriet ble det brukt engangshansker under opparbeidelsen av blåskjellene. På hver stasjon ble blåskjellene fordelt på tre ulike prøver (paralleller). Skall-lengder ble målt for å sørge for en jevn størrelsesfordeling på de ulike parallellene. Skallene ble skrapt rene for begroing med en kniv eller skalpell. Skjellene ble deretter åpnet skånsomt med skalpell med minst mulig kutt i de bløte delene og satt med den åpne siden ned i noen minutter for å la en del væske renne ut av skjellene (**Figur 7**). Blåskjellinnmaten ble skrapet ut med en skalpell og samles i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet.

Figur 7. Foto fra opparbeidelse av blåskjellprøver. Foto (NIVA).

2.2.4 Makroalger

For fastsittende alger er det foreløpig utviklet to indekser for påvirkningstypen eutrofiering og organisk belastning (Nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) og fjæreindeksen (RSLA/RSL)). For vanntypene i økoregion Skagerrak er foreløpig kun indeksen basert på nedre voksegrense for utvalgte arter godkjent for bruk (Direktoratsgruppa 2013). Nedre voksegrense for alger vil påvirkes av reduksjoner i lysgjennomtrengelighet i vannsøylen, som har en klar sammenheng med graden av overgjødsling. En av forutsetningene for bruk av nedre voksegrenseindeksen er at artene ikke må være begrenset av substrattilgjengelighet eller dykkedyp. Basert på erfaringer fra undersøkelser med nedsenkbart videokamera rundt Langøya, består bunnsubstratet hovedsakelig av svært sedimentert fjell og bløtbunn (Gitmark *et al.* 2015). Det er observert svært lite algevegetasjon i droppkameratransektene. Det er svært sannsynlig at det er manglende egnet substrat som er begrensende faktor for nedre voksegrense, og ikke reduksjon i lysgjennomtrengelighet. Slak helning på bunnen gjør også at en må relativt langt fra land (ofte mer enn 100 m) for å nå dyp større enn 20 m. Nedre voksegrenseindeksen er derfor ikke egnet for bruk rundt Langøya. I stedet for nedre voksegrense for utvalgte alger ble det gjennomført registrering av alger og dyr i fjæresonen.

Artssammensetningen i fjæresonen kan påvirkes av konsentrasjonen av næringssalter.
Svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødslingseffekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begunstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter. Nitrogen er ved siden av fosfor det viktigste næringsstoffet som forårsaker algevekst i sjøvann.

Dyr og alger i fjæresonen er blitt undersøkt ved to stasjoner på Langøya (B2 og B6), og ved en kontrollstasjon på Mølen (BK) siden 1996 (**Figur 3**, **Tabell 4**). I 2015 ble undersøkelsen gjennomført 9. september.

Undersøkelsen ble utført ved snorkling. På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 m av strandlinjen, fra supralittoralen til øvre del av sublittoralen (NS-EN ISO 19493:2007). Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsomt bevegelige dyr ble registrert. De artene som ikke kunne identifiseres i felt, ble tatt med for nærmere artsbestemmelse under mikroskop/lupe. Forekomsten av organismer ble anslått etter en 6-delt semi-kvantitativ skala, hvor 1 er enkeltfunn og de 5 verdiene beskriver prosentvis økende dekning fra 2 – 6.

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 %)

Undersøkelsesmetoden som benyttes er lik den som brukes ved undersøkelser for beregning av fjæreindeksen (RSLA/RSL) i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013). I tillegg til registreringen av organismer ble også fjæras fysiske egenskaper beskrevet. Stasjonene ble også dokumentert med bilder over og under vann.

2.2.5 Ålegraskartlegging

Det er foreløpig ingen interkalibrerte metoder for fastsetting av økologisk tilstandbasert utbredelse og kvalitet av ålegras (*Zostera marina*) for norske vannforekomster. Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) foreslår en nasjonal metodikk for bruk av ålegras til klassifisering av økologisk tilstand, basert på vanndirektivmetoder i Europa. For Norge er det utviklet 5 nasjonale indekser for

ålegras (Direktoratsgruppa 2013), men det er kun oppgitt grenseverdier for nedre voksedyp for ålegras (**Tabell 7**). Grenseverdiene er foreløpige og basert på kunnskap hentet fra Naturtypekartleggingen og på ekspertvurderinger (Direktoratsgruppa 2013). Klassegrensene er foreløpig kun foreslått for økoregion Skagerrak.

Tabell 7. Dybdegrenser for ålegras i 3 vanntyper definerte i økoregion Skagerrak. Grenseverdiene gir nedre grense for tilstandsklassen (Direktoratsgruppa 2013).

Region Skagerrak	Vanntype	Svært god	Naturtilstand God	Moderat	Dårlig
IC NEA10	Åpen eksponert kyst	9	7	5	3
IC NEA8a	Moderat eksponert	7	5	4	3
IC NEA9	Beskyttet kyst/fjord	5	4	3	2

Kartleggingen av ålegras ble utført vha. et nedsenkbart undervannsvideokamera fra NIVAs lettbåt. Kartleggingen ble gjennomført 9. september.

De tidligere registrerte ålegrasforekomstene rundt Langøya strekker seg fra ca. 1 – 4 m dyp. Videokameraet filmet kontinuerlig bunnen på ca. 2 m dyp langs hele sørvestsiden av Langøya. På nordøstsiden ble registreringene gjort i de største buktene. Ved jevne mellomrom ble det tatt GPS posisjoner hvor bl.a. dyp, substrat, bunnens helningsgrad, tilstedeværelse/fravær av ålegras ble notert. Der hvor det ble registrert ålegras ble også høyden og kvaliteten (basert på mengden sedimentering og påvekst på bladene) til de registrerte ålegrasforekomstene anslått. Der hvor det ble registrert større ålegrasforekomster ble det tatt enkelte dybdetransekt for å kartlegge nedre og øvre voksegrense til ålegrasengene.

2.3 Analysemetoder

Under følger informasjon om analysemetoder som er benyttet for analyse av biota, sediment og vannprøver

2.3.1 Vann

Det har blitt samlet inn vannprøver for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere og klorofyll a. Det har også blitt samlet inn vannprøver for bestemmelse av radionuklider.

2.3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Næringssalter
Næringssaltene nitrat (NO3-N), ortofosfat (PO4-P), total fosfor, total nitrogen og ammonium (NH4-N), bestemmes alle ved autoanalysator iht. de respektive standardene NS 4746, NS 4724, NS 4725, NS 4743 og NS 4746.

Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013), se **Tabell 8**.

Tabell 8. Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktdyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 (Direktoratsgruppa 2013).

Parameter		Tilstandsklasser I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Overflatelag Sommer (Juni-August)	Total fosfor (µg P/l)*	< 11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat-fosfor (µg P/l)*	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen (µg N/l)*	< 250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen (µg N/l)*	< 12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen (µg P/l)*	< 19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktdyp (m)	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Overflatelag Vinter (Desember-Februar)	Total fosfor (µg P/l)*	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor (µg P/l)*	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen (µg N/l)*	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen (µg N/l)*	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen (µg P/l)*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen (ml O_2/l)**	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metning (%)***	>65	65-50	50-35	35-20	<20

* Omregningsfaktor til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.** Omregningsfaktor til mgO_2/ er 1,42.*** Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

2.3.1.2 Planteplankton

Klorofyll a bestemmes ved filtrering av vannprøve på glassfiberfilter. Prøven ekstraheres i 100 % metanol og bestemmes spektrofotometrisk ved bølgelengde 665±1 nm. Metoden tilsvarer NS4767, bortsett fra at filteret ikke tørkes i tørkeskap etter filtrering. Metoden korrigerer ikke for Klorofyll b, Klorofyll c og nedbrytningsprodukter (pheaopigmenter). Metoden utføres av NIVA.
Klassifiseringen ved bruk av klorofyll a skal gjøres etter beregning av 90-persentil for klorofyll a for hele innsamlingsperioden (Direktoratsgruppa 2013). Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013), se **Tabell 9**.

Tabell 9. Referanseverdi og klassegrenser for klorofyll a (µg/l) i økoregion Skagerrak, vanntype beskyttet kyst/fjord (Direktoratsgruppa 2013).

Region	Vann-type	Salinitet	Referanse -tilstand	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
				Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
Skagerrak	Beskyttet	>20	2,0	<3	3 - <6	6 - <9	9 - < 18	>18

2.3.1.3 Radionuklider

Vannprøvene ble sendt til Institutt for energiteknikk (IFE) hvor de ble analysert for innhold av naturlig forekommende radioaktive stoffer (^{238}U). Vannprøvene ble analysert for innhold av uran med alfaspektrometri etter oppkonsentrering og radiokjemisk separasjon vha. UTEVA-Resin.

2.3.2 Sediment

Det har blitt samlet inn sedimentprøver i sjøvann for analyse av EUs prioriterte miljøgifter, vannregionspesifikke stoffer og radionuklider, i tillegg til prøver for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna. Det ble også gjennomført undersøkelser med sedimentprofilfoto for sammenlikning med bunnfaunaundersøkelsene.

2.3.2.1 EU prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, som tilfredsstiller de krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i sedimenter

Ved beregning av gjennomsnitt er halve kvantifikasjonsgrensen benyttet som konsentrasjonsverdi dersom en eller flere av måleverdiene for enkeltforbindelser av vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter er under kvantifikasjonsgrensen. For vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter hvor konsentrasjonsverdien oppgis som sum av flere forbindelser (for eksempel isomere og kongenere), ble konsentrasjonsverdier av den enkelte forbindelsen under kvantifikasjonsgrensen satt til null for beregning av totalsum.

Grenseverdier (EQS-verdier) for de analyserte EU prioriterte miljøgiftene og vannregionspesifikke stoffene er gitt i **Tabell 15** og **Tabell 16**.

2.3.2.2 Radionuklider

Sedimentprøvene ble sendt til IFE hvor de ble analysert for naturlig radioaktivitet (^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{210}Pb) ved hjelp av høyoppløselig gammaspektrometri. Innholdet av ^{210}Pb ble bestemt direkte, mens innholdet av ^{226}Ra og ^{228}Ra ble bestemt via døtrene ^{214}Pb/^{214}Bi og ^{228}Ac, henholdsvis. Det ble tatt hensyn til selvabsorpsjon i prøvene. Et separat uttak av sedimentprøvene ble tilsatt utbyttebestemmere, og Th- og U- isotoper i prøven ble så analysert med alfaspektrometri etter oppkonsentrering og radiokjemisk separasjon vha. UTEVA-Resin.

2.3.2.3 Bunnfauna

Sikteresten fra grabbprøvene ble grovsortert i hovedgrupper ved NIVAs biologilaboratorium, og overført til 80 % sprit. All sortert fauna ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt.

Sortering og artsidentifisering ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013.

På grunnlag av artslister og individtall ble følgende indekser[4] for bunnfauna beregnet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI_{2012} (Indicator Species Index, versjon 2012) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian Quality Index, versjon 1), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksene ble beregnet for hver grabbprøve, og ut fra dette er det beregnet gjennomsnittsverdier for hver stasjon. Basert på kumulerte grabbdata ble det også beregnet stasjonsvise verdier («samfengt»). De absolutte indeksverdiene (både gjennomsnitt og samfengte stasjonsverdier) ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

*Normalisert EQR = (observert absoluttverdi av Indeks – nedre klassegrense for absoluttverdi av indeks)/(øvre klassegrense–nedre klassegrense for absoluttverdi av indeks)*0.2 + nedre klassegrense for normalisert EQR*

[4] Indeksen for individtetthet, DI (Density Index), inngår ikke i klassifiseringen da erfaring har vist at denne indeksen kun er egnet i helt spesielle tilfeller og ofte avviker vesentlig fra de øvrige indeksene.

Det ble så beregnet gjennomsnittet av indeksenes nEQR-verdier på stasjonen. Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013), se **Tabell 10**.

Tabell 10. Klassegrenser for bløtbunnsindekser, inkl. normalisert EQR (nEQR) fra Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
NQI1	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
nEQR		0,8-1	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

Støtteparameter til det biologiske kvalitetselementet bunnfauna
TOC er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen, men inngår ikke i den endelige klassifiseringen. Sedimentfraksjonen gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er, noe som har betydning for faunaens sammensetning og som kan brukes ved tolkning av resultatene.

Sedimentfraksjonen <63 µm ble bestemt ved våtsikting og brukes ved beregning av normalisert TOC. Totalt organisk karbon (TOC) ble analysert med en elementanalysator etter at uorganiske karbonater er fjernet i syredamp.
Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\textit{Normalisert TOC} = \textit{målt TOC} + 18\ (1\text{-}F),$$

hvor F er andelen finstoff (partikkelstørrelse < 63 µm).
Klassegrensene for normalisert TOC er gitt i **Tabell 11**.

Tabell 11. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) fra veileder SFT97:03 (Molvær *et al.* 2007). Inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand.

Parameter		Tilstandsklasser				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

2.3.2.4 Sedimentprofilfotografering (SPI)
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.

2.3.3 Blåskjell

Det er samlet inn prøver av blåskjell for analyse av EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer fra seks stasjoner, og radionuklider fra to stasjoner.

2.3.3.1 EU prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell

Det ble foretatt analyser av metaller på tre prøver fra hver stasjon, mens analyser av organiske miljøgifter ble foretatt på én prøve fra hver stasjon.

Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, som tilfredsstiller de krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i biota.

Ved beregning av gjennomsnitt er halve kvantifikasjonsgrensen benyttet som konsentrasjonsverdi dersom en eller flere av måleverdiene for enkeltforbindelser av vannregionspesifikke stoffer og EUs miljøgifter er under kvantifikasjonsgrensen. For vannregionspesifikke stoffer og EUs miljøgifter hvor konsentrasjonsverdien oppgis som sum av flere forbindelser (for eksempel isomere og kongenere), ble konsentrasjonsverdier av den enkelte forbindelsen under kvantifikasjonsgrensen satt til null for beregning av totalsum.

Grenseverdier (EQS-verdi) for analyserte EU prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffene er gitt i **Tabell 27** og **Tabell 28**.

2.3.3.2 Trendanalyser av metaller i blåskjell

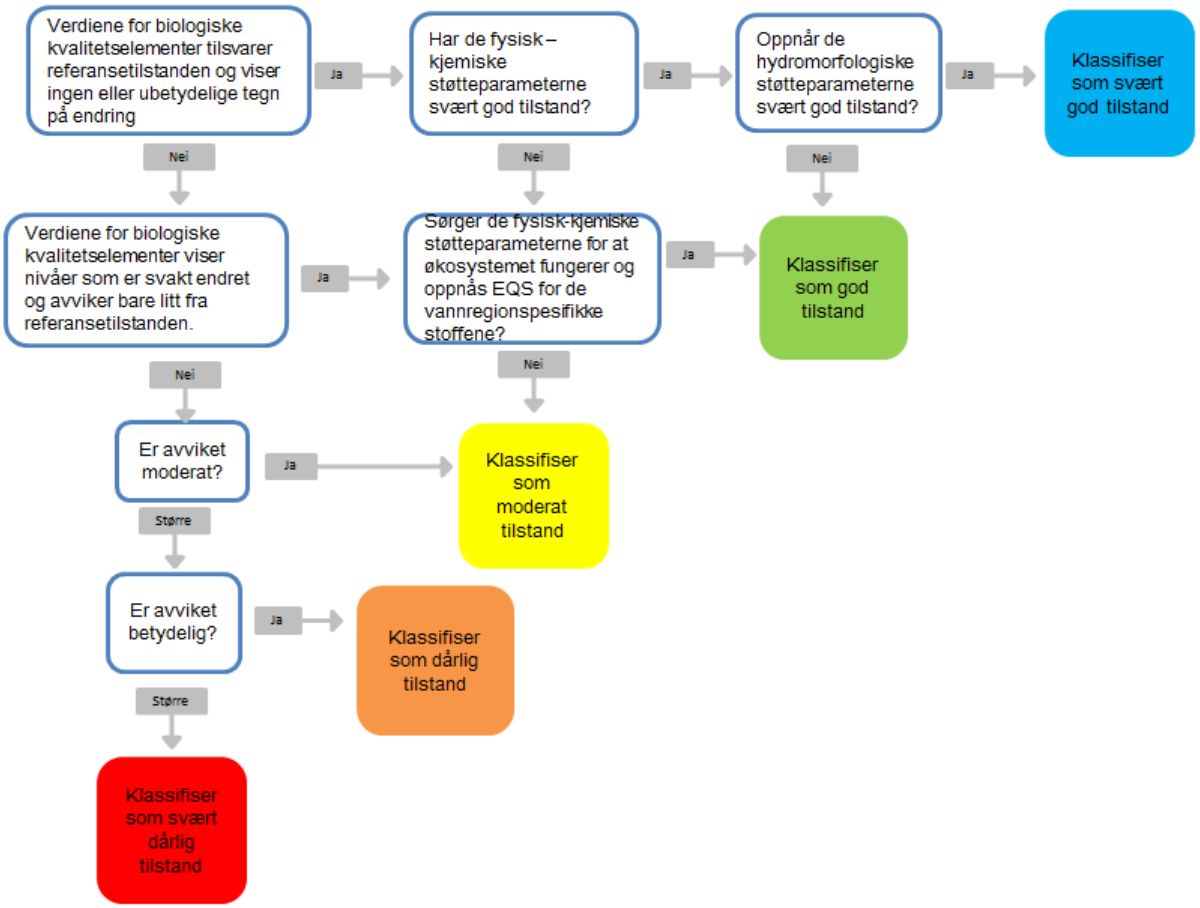
En enkel 2-parameters lineær modell har blitt utviklet for å vurdere tidstrender basert på median konsentrasjon av miljøgifter i blåskjell (ASMO 1994). Metoden for beregning av glattet middelverdi er beskrevet av Nicholson *et al.* (1991, 1994, og 1997) med revisjoner av Fryer & Nicholson (1999). Glattemetoden er basert på løpende syv-års intervall og er en ikke-parametrisk kurve tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn syv år er ingen glattemetode benyttet. Tidstrendanalysen er gjort der det er data for fem eller flere år. 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).

2.3.3.3 Radionuklider i blåskjell

Blåskjellprøver fra to stasjoner (B3 og B11) ble sendt til IFE hvor de ble analysert for naturlig radioaktivitet (^{226}Ra). Blåskjellene (innmaten) ble tørket, forasket ved 600 °C, og deretter behandlet med kongevann og H2O2 etter tilsetting av ^{133}Ba som utbyttebestemmer. Radium ble videre renseparert ved bly- og bariumsulfatfellinger før aktiviteten av ^{226}Ra ble bestemt vha. alfaspektrometri.

2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

Den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt etter flytdiagrammet som vist i **Figur 8**



Figur 8. Flytdiagram som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i **Figur 9** dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» oppnås dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn EQS-verdier gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015).

Figur 9. Prinsippskisse for bestemmelse av kjemisk tilstand.

2.4.1 NIVAClass

For så sikre oss at klassifiseringen utføres korrekt har NIVA utviklet sitt eget klassifiseringsverktøy, NivaClass. Her plotter man inn beregnede indekser og målte konsentrasjoner av fysisk kjemiske støtteparameter, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter, slik at tilstandsklassene for økologisk og kjemisk tilstand bestemmes automatisk.

De trinnvise prinsippene bak NivaClass er som følgende:
1. For EUS prioriterte miljøgifter benyttes de grenseverdier og føringer som er gitt i Lovdata (Vannforskriften 2015) for vann, sediment og biota (fisk i hovedsak).

2. For vannregionspesifikke stoffer benyttes grenseverdier gitt i M-241 (Arp *et al.* 2014) for vann, sediment og biota (fisk i hovedsak). Klasse I og II tilsvarer god til stand for disse stoffene.

For stoffer og miljøgifter hvor man ikke har funnet grenseverdier etter at 1. og 2. har vært benyttet for vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter, har NIVA benyttet andre veiledere:

3. TA-2229/2007 (Bakke *et al.* 2007) for marint. Klasse I og II tilsvarer god tilstand for disse stoffene og miljøgiftene.

4. For blåskjell benyttes de føringer som er gitt i vannforskriften, dvs at Molvær 1997 + Lovdata (Vannforskriften 2015) for BaP, PAH (PAH16 eller PAH_16[5]) og kreftfremkallende PAH (PK_S[6]) og fluoranten i blåskjell benyttes. Klasse I og II tilsvarer god tilstand for disse stoffene.

[5] PAH16 av de såkalt EPA PAH16 som omfatter: *acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(ghi)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, naphthalene, phenanthrene* og *pyrene*. For å anvende Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Molvær *et al.* 1997) er det brukt sum av disse minus det eneste disyklisk PAH forbindelse naftalen, Vurdering av resultatene med (PAH16) eller uten naftalene (PAH15) har oftest ingen utslag I klassifiseringen.

[6] PAHK er de kreftfremkallende PAH og av de EPA PAH16 består av: *benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene* og *indeno(1,2,3-cd)pyrene*.

3 Resultater

3.1 Vann

3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Basert på næringssaltverdiene målt to ganger i måneden fra juni – august viser at det er «god» økologisk tilstand for de fysisk-kjemiske kvalitetselementene (**Tabell 12**). Total nitrogen, total fosfor og fosfat viser «svært god» tilstand på stasjonen. Ammonium viser god tilstand og nitrat-nitritt viser moderat tilstand.

Siktdypet er klassifisert som dårlig tilstand (det ble glemt å registrere siktdyp ved en prøvetaking i juli). Siktdypet er på omtrent likt dyp som det målt ved andre stasjoner i området (3 – 6 m) i 2014, i programmet "Eutrofiovervåking i Ytre Oslofjord 2014-2018" for Fagrådet for Ytre Oslofjord (Walday *et al.* 2015). Bunnsubstratet rundt Langøya består hovedsakelig av svært sedimentert fjell og bløtbunn. Det er mulig at suspendert stoff i vannmassene fører til det lave siktdypet. Sol- og værforhold kan også påvirke siktdypet. Målingene av siktdyp ble gjort i oppholdsvær, med havblikk (0 m bølgehøyde) – svak sjø (0,3 – 1 m bølgehøyde). Målingene ble gjort på ettermiddagen.

Analysene er utført på sommerverdiene målt i juni – august 2015. I veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013) anbefales det å benytte 3 års data for klassifisering for økt sikkerhet. Analysene av oksygen på stasjon OF-5 viser god økologisk tilstand.

For å sjekke om det har forekommet gjennomslag av ammonium til overflaten, er det sett nærmere på analyseresultatene for ammonium. Én prøve tatt i juli var i tilstandsklasse III (moderat) (**Vedlegg B**). De andre konsentrasjonene av ammonium ligger i innenfor tilstandsklasse I (svært god) og II (god) (**Vedlegg B**).

Tabell 12. Økologisk tilstand for hver stasjon for de fysisk-kjemiske kvalitetselementene. Beregnede middelverdier (totalresultat) for hver stasjon styrer tilstanden. Blå=ubetydelig-lite forurenset, grønn=moderat forurenset, gul=markert forurenset, oransje=sterkt forurenset og rød=meget sterkt forurenset.

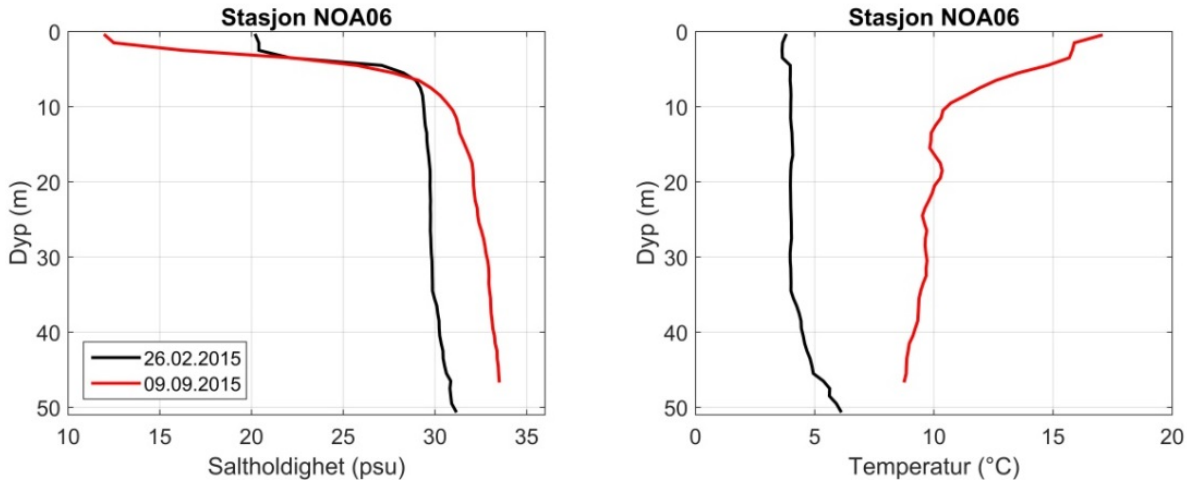
Parameter	Enhet	Stasjonskode		Stasjonskode	
		NOA06		OF-5	
Oksygen	ml O_2/l	-	-	3,75	0,65
Siktdyp	M	4	0,35		
Næringssalter		Middelverdi	nEQR	Middelverdi	nEQR
Tot N	µgN/l	223	0,90		
Tot P	µgP/l	9	0,90		
PO_4-P	µg/l	2	0,90		
NO_3-N	µgN/l	26	0,59		
NH_4-N	µgN/l	32	0,72		
Totalresultat			**0,73**		**0,65**

CTD analyser med relevans for validering av vanntype

Hydrografi, det vil si profiler av saltholdighet og temperatur ble målt på stasjon NOA06 ved to anledninger i 2015, 26. februar og 9. september. Resultatene er vist i **Figur 10**. I følge Vann-nett er denne stasjonen lokalisert i vanntypen «1-Beskyttet fjord/kyst». Veileder 02:2013 sier at for denne vanntypen er gjennomsnittlig saltholdighet i de øvre 10 m større enn 25 psu.

Ved første prøvetaking (svart kurve i **Figur 10**) var gjennomsnittlig saltholdighet 25,5 psu. Ved andre prøvetaking var gjennomsnittlig saltholdighet 23,6 psu. Stasjon NOA06 befinner seg dermed på grensen til

å tilhøre vanntypen «5-Sterkt ferskvanns-påvirket». I region S (Skagerrak) er ikke vanntype 5 definert for tilstandsklassifisering av vannsøylen, fastsittende alger eller ålegras.



Figur 10. Profiler av saltholdighet (til venstre) og temperatur (til høyre) på stasjon NOA06.

3.1.2 Planteplankton

Målinger gjort av klorofyll a på stasjon NOA06 viste «god» tilstand på stasjonen (**Tabell 13**). Det må merkes at klassifiseringen er gjort på målinger fra ett år. I Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013) anbefales det å bruke datasett fra seks, minimum tre år, til klassifiseringen.

Tabell 13. Økologisk tilstand for stasjon NOA06 for de undersøkte biologiske kvalitetselementene. 90 persentilen for alle målingene gjort på stasjonen styrer tilstanden. Grønn farge=«god» tilstand.

	Stasjon	
Kvalitetselement/Indeks	NOA06	
Planteplankton	90 persentil	nEQR
Klorofyll a	3,96	0,736
Totalresultat		**0,736**

3.1.3 Radionuklider i sjøvann

Én vannprøve fra stasjon NOA06 (5m dyp) ble analysert for radioaktivitet ved Institutt for energiteknikk (IFE) (**Tabell 14**). Verdiene er å anse som normale for innhold av radioaktivitet (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 14. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i sjøvann på stasjon NOA06 i 2015.

Måleresultater sjøvann (mBq/liter)			
Stasjon	**Dyp**	**Dato**	**^{238}U**
NOA06	5 m	26.2	28 ± 6
NOA06	5 m	9.9	24 ± 5

3.2 Sediment

3.2.1.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Tabell 15 viser kjemisk tilstand for de fem undersøkte sedimentstasjonene (S1-5) beregnet fra resultatene av de EUs prioriterte miljøgifter. Den gitte verdien er middelverdien av de tre parallelle prøvene. Alle stasjonene viser «ikke god» kjemisk tilstand, da enkelte miljøgifter overskrider EQS-verdien.

Indeno[1,2,3-cd]pyren overskrider EQS-verdien på alle stasjonene, mens Benzo[b]fluoranten overskrider EQS-verdien på stasjon S1, S2 og S5, mens på stasjon S4 er målt middelverdi akkurat på grenseverdien. På stasjon S5 overskrider også Benzo[g,h,i]perylen EQS-verdien.

TBT overskrider EQS-verdien på stasjon S3, S4 og S5. På stasjonS1 og S2 er kvantifiseringsgrensen for TBT høyere enn EQS-verdien, og det er derfor ikke mulig å vite om TBT verdiene overskrider EQS-verdien. Det er flere stoffer som ikke lar seg klassifisere fordi kvantifiseringsgrensen er høyere enn EQS-verdien, bla. PFOS og antracen (**Tabell 15**). NOAH hadde i 2015 et totalutslipp på 4 g (Helene Mathisen, NOAH, pers. medd.).

Det ble ikke gjort undersøkelser av biologiske kvalitetselementer på stasjonene hvor vannregionspesifikke stoffer ble analysert. Man kan derfor ikke klassifisere økologisk tilstand. Dersom noen av de vannregionspesifikke stoffene overskrider EQS-verdien, vil økologisk tilstand automatisk klassifiseres til «moderat», og miljømålet om «god» økologisk tilstand er da ikke nådd. I beste fall har man da «moderat» tilstand» på stasjonen, gitt at biologien har «god» eller «svært god» tilstand.

Tabell 16 viser resultatene fra analysene av de vannregionspesifikke stoffene på de fem undersøkte sedimentstasjonene (S1-5). Den gitte verdien er middelverdien av de tre parallelle prøvene. På stasjon 2, 4 og 5 overskrider ingen av de analyserte stoffene EQS-verdien. På stasjon 1 er konsentrasjonen av arsen (As) og sink (Zn) høyere en EQS-verdien. På stasjon 3 er konsentrasjonen av sink høyere enn EQS-verdien. Miljømålene om «god» økologisk tilstand er dermed ikke nådd på stasjon 1 og 3.

Tabell 15. Kjemisk tilstand for EUs prioriterte stoffer målt i sediment. Beregnede middelverdier (fra 3 paralleller) for hver parameter er oppgitt for hver stasjon. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. TS=tørrstoff. Blå=God tilstand, Rød=Ikke god tilstand. Grå celler indikerer ukjent tilstand*.

Parameter	Grenseverdi EQS (Arp *et al.* 2014)	Stasjonskode S1	Stasjonskode S2	Stasjonskode S3	Stasjonskode S4	Stasjonskode S5
EUs prioriterte miljøgifter i sediment, tilstandsklasse						
Hg	0,52 mg/kg TS	0,149	0,124	0,139	0,116	0,116
Pb	150 mg/kg TS	52	43	50	39	42
Cd	2,5 mg/kg TS	0,088	0,066	0,044	0,047	0,05
Ni	42 mg/kg TS	41	31	32	27	28
Antracen	4,8 µg/kg TS	<20	<13,3	<16,7	<10	<10,3
Benzo[a]pyren	183 µg/kg TS	42	45	30	42	49
Benzo[b]fluoranten	140 µg/kg TS	150	163	107	140	147
Benzo[g,h,i]perylen	84 µg/kg TS	69	81	68	83	86
Benzo[k]fluoranten	138 µg/kg TS	49	50	36	47	46
Fluoranten	400 µg/kg TS	70	76	54	75	85
Indeno[1,2,3-cd]pyren	63 µg/kg TS	79	92	75	91	97
Naftalen	27 µg/kg TS	<20	13	<16,7	11	<10,3
PFOS	0,23 µg/kg TS	<2,3	<2,4	<2,5	<2,4	<2,4
Tributyltinn (TBT)	0,002 µg/kg TS	<2,48	<2,07	2,82	9,91	2,36
Totalresultat		**Ikke god**	**Ikke god**	**Ikke god**	**Ikke god**	**Ikke god**

*Kvantifiseringsgrensen for stoffet er høyere enn EQS-verdien, og det er derfor ikke mulig å vite om verdiene overskrider EQS-verdien.

Tabell 16. Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer på sedimentstasjonene. Beregnede middelverdier (fra 3 paralleller) for hver parameter er oppgitt for hver stasjon. TS=tørrstoff, tv.=tørrvekt. Stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift.

Parameter	EQS (Grenseverdi) (Arp *et al.* 2014) (Bakke *et al.* 2007)	Stasjon	Stasjon	Stasjon	Stasjon	Stasjon
		S1	S2	S3	S4	S5
Vannregionspesifikke stoffer i sediment, tilstandsklasse						
As	18 mg/kg TS	28	16	15	17	15
Cu	84 mg/kg TS	29	22	23	20	21
Cr	660 mg/kg TS	45	35	36	31	32
Zn	139 mg/kg TS	177	129	143	127	127
Acenaften	0,096 mg/kg TS	<0,020	<0,013	<0,017	<0,010	<0,010
Acenaftylen	0,033 mg/kg TS	<0,020	<0,013	<0,017	<0,010	<0,010
Benzo[a]antracen	0,060 mg/kg TS	0,032	0,036	0,024	0,032	0,034
Dibenzo[a,h]antracen	0,027 mg/kg TS	<0,020	<0,019	<0,017	0,016	0,018
Fenantren	0,78 mg/kg TS	0,029	0,031	0,022	0,030	0,032
Fluoren	0,15 mg/kg TS	<0,020	<0,013	<0,017	<0,010	<0,010
Krysen+Trifenylen	0,28 mg/kg TS	0,056	0,052	0,040	0,047	0,050
Pyren	0,084 mg/kg TS	0,058	0,064	0,046	0,062	0,069
PFOA	71 µg/kg tv.	<2,27	<2,43	<2,5	<2,4	<2,4

3.2.2 Radionuklider i sediment

Én sedimentprøve fra stasjon B2 (21 m dyp), B3 (20 m dyp) og B11 (20 m dyp) ble analysert for radioaktivitet ved Institutt for energiteknikk (IFE) (**Tabell 17**). Verdiene er å anse som normale for innhold av radioaktivitet (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 17. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i sedimentprøver ved stasjon B3 og B11 i 2015.

Målte resultater sediment Bq/kg tørrvekt							
Stasjon	**Dyp**	**Dato**	**^{226}Ra**	**^{228}Ra**	**^{232}Th**	**^{210}Pb**	**^{238}U**
B3	20 m	9.9	22,9 ± 1,6	23,4 ± 2,9	91 ± 16	55 ± 12	33 ± 10
B11	20 m	9.9	18,9 ± 1,5	16,6 ± 3,2	44 ± 13	65 ± 15	32 ± 14

3.2.3 Bunnfauna

Analyser av bløtbunnsfauna på stasjonene NOA08, NOA09 og LØ-1 viser «god» tilstand på alle tre stasjonene (**Tabell 18**). På stasjon NOA09 viste H' indeksen «svært god» tilstand mens på stasjon LØ1 viste indeksen ISI_{2012} «svært god» tilstand.

Tabell 18. Økologisk tilstand for hver stasjon for de undersøkte biologiske kvalitetselementene. Totalresultatet for hver stasjon og biologiske kvalitetselement angir middelverdien dersom det er benyttet flere indekser. Blå farge=«svært god» tilstand, Grønn farge=«god» tilstand.

	Stasjon	**Stasjon**	**Stasjon**
Kvalitetselement/Indeks	NOA08	NOA09	LØ-1
Bunnfauna, nEQR			
NQI1	0,737	0,710	0,743
H'	0,767	0,808	0,745
ES_{100}	0,720	0,789	0,781
ISI_{2012}	0,732	0,774	0,814
NSI	0,796	0,706	0,780
Totalresultat	**0,750**	**0,757**	**0,773**

3.2.3.1 Datagrunnlag for indeksberegningene

Fullstendige artslister fra stasjonene er gitt i **Vedlegg D**, og indeksverdier for hver grabbprøve i **Vedlegg E**. En oversikt over totalt antall arter og individer per stasjon er gitt i **Tabell 19.** Gjennomsnittlige grabbverdier, samfengte stasjonsverdier og normaliserte EQR-verdier er gitt i **Tabell 20**.

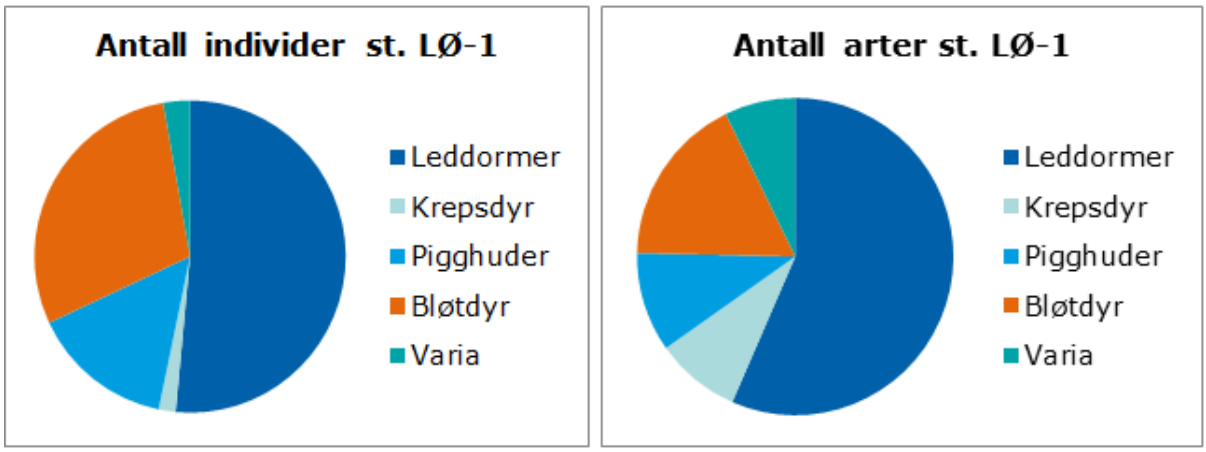
Tabell 19. Totalt antall arter og individer per stasjon (0,3 m²), og antall individer/m².

Stasjon	**Antall arter**	**Antall individer**	**Individer/m2**
LØ-1	68	1082	3607
NOA08	99	1364	4547
NOA09	42	289	963

Tabell 20. Bløtbunnsindekser for NOAH Langøya 2015, både gjennomsnitt av grabbene og samfengt stasjonsverdi for alle indekser, og normalisert EQR (nEQR). NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES100=Hurlberts diversitetsindeks, ISI2012=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 10**.

NOAH 2015						
Stasjon: LØ-1	**NQI1**	**H'**	**ES100**	**ISI2012**	**NSI**	**Gj.snitt nEQR**
Gjennomsnittlig grabbverdi	0,760	4,501	27,192	8,887	24,891	
nEQR for gj.sn. grabbverdi	0,737	0,767	0,720	0,732	0,796	**0,750**
Stasjonsverdi	0,772	4,662	28,032	9,051	24,898	
nEQR for stasjonsverdi	0,750	0,785	0,730	0,748	0,796	**0,762**
Stasjon: NOA08						
Gjennomsnittlig grabbverdi	0,734	4,835	33,057	9,329	22,660	
nEQR for gj.sn. grabbverdi	0,710	0,808	0,789	0,774	0,706	**0,757**
Stasjonsverdi	0,745	5,038	34,203	9,735	22,665	
nEQR for stasjonsverdi	0,721	0,853	0,803	0,808	0,707	**0,778**
Stasjon: NOA09						
Gjennomsnittlig grabbverdi	0,766	4,305	29,178	9,841	24,499	
nEQR for gj.sn. grabbverdi	0,743	0,745	0,781	0,814	0,780	**0,773**
Stasjonsverdi	0,771	4,617	29,594	9,926	24,523	
nEQR for stasjonsverdi	0,748	0,780	0,748	0,819	0,781	**0,775**

Stasjon LØ-1
Bløtbunnsfauna på stasjon LØ-1 viste «God» tilstand (klasse II). Det ble funnet totalt 68 arter og 1082 individer (3607/m²) på stasjon LØ-1. Faunaen er dominert av leddormer (flerbørstemark), som utgjør over halvparten av antall individer og arter (**Figur 11**). Den nest største gruppen er bløtdyr (hovedsakelig små muslinger) etterfulgt av pigghuder (hovedsakelig slangestjerner).



Figur 11. Antall arter og antall individer fordelt på de fem hovedgruppene (LØ-1 2015). Varia består av andre dyregrupper enn de nevnte (f.eks. pølseormer).

En oversikt over de ti mest tallrike artene på stasjon LØ-1 i 2015 er gitt i **Tabell 21**. 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*, muslingen *Mendicula ferruginosa* og flerbørstemarkene *Priospio dubia* og *Pholoe pallida*. Det er imidlertid også høy forekomst av enkelte opportunistiske/tolerante flerbørstemarkarter som *Heteromastus filiformis* og *Chaetozone* sp. Dette er arter som øker i antall ved organisk beriking.

Tabell 21. De ti mest tallrike artene funnet på stasjon LØ-1 i 2015 (total antall per 0,3m²).

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	ANTALL
SLANGESTJERNE	Amphiuridae	*Amphiura chiajei*	121
MUSLING	Nuculidae	*Ennucula tenuis*	98
MUSLING	Nuculidae	*Nucula sp.*	88
FLERBØRSTEMARK	Spionidae	*Prionospio dubia*	78
MUSLING	Thyasiridae	*Thyasira sp.*	68
FLERBØRSTEMARK	Pholoidae	*Pholoe pallida*	64
FLERBØRSTEMARK	Capitellidae	*Heteromastus filiformis*	64
FLERBØRSTEMARK	Maldanidae	*Praxillella affinis*	53
FLERBØRSTEMARK	Cirratulidae	*Chaetozone sp.*	51
MUSLING	Thyasiridae	*Mendicula ferruginosa*	47

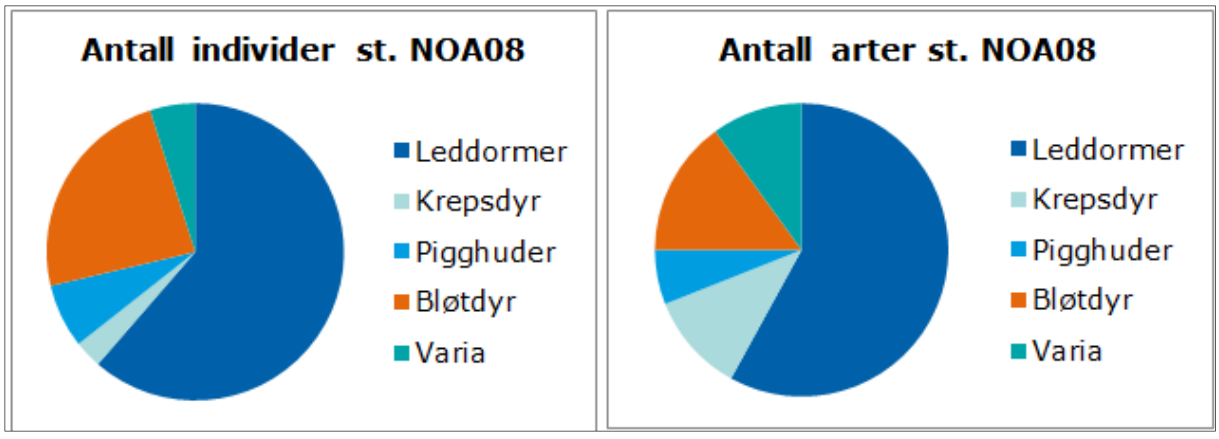
Stasjon LØ-1 har vært undersøkt årlig av NIVA siden 2008 (**Tabell 22**). Tilstanden har vært god (klasse II) hvert år, og det har vært en svak forbedring i tilstand fra 2008 til 2011. Resultatene fra 2012 og 2013 viste en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011. Årets resultat viser igjen en økning/bedring for alle indekser med unntak av Shannons diversitetsindeks H' og diversitetsindeksen ES(100). Forskjellene er imidlertid ikke større enn det man kan forvente seg som følge av naturlig variasjon fra år til år.

Tabell 22. Bløtbunnsindekser for LØ-1 fra 2008 - 2015. Indeksene er grabbgjennomsnitt for hvert år for NQI1 (norsk kvalitetsindeks), H'(log_2) (Shannon - Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks), ISI_{2012} og NSI (norske ømfintlighetsindekser),).

År	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	normEQR
2008	0,635	3,787	24,099	8,560	20,624	0,660
2009	0,667	4,248	28,046	9,088	21,255	0,702
2010	0,710	4,585	29,688	8,763	23,426	0,733
2011	0,745	4,608	31,247	8,179	23,883	0,737
2012	0,704	4,353	28,268	9,262	23,843	0,736
2013	0,687	4,126	27,238	8,579	23,472	0,709
2014	0,747	4,643	30,687	8,830	23,947	0,750
2015	0,760	4,501	27,192	8,887	24,891	0,750

Stasjon NOA08

Bløtbunnsfauna på stasjon NOA08 viste «God» tilstand (klasse II). Det var en svært artsrik fauna på stasjonen. Totalt ble det funnet 99 arter og 1364 individer (4547/m^2) på stasjonen hvorav leddormer (flerbørstemark) er den dominerende gruppen både mht. antall arter og antall individer (**Figur 12**).



Figur 12. Antall arter og antall individer fordelt på de fem hovedgruppene (NOA08, 2015). Varia består av andre dyregrupper enn de nevnte (f.eks. pølseormer).

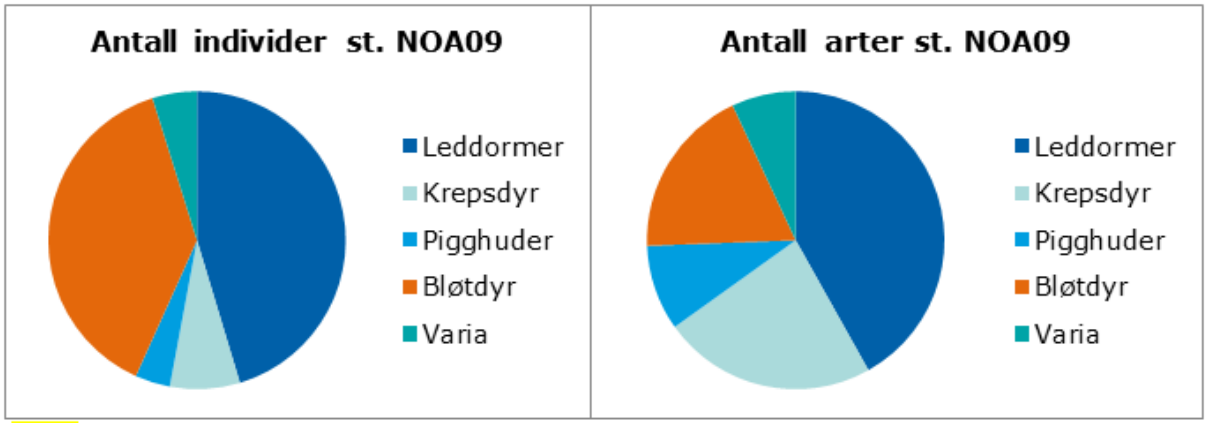
En oversikt over de ti mest tallrike artene på stasjon NOA08 er gitt i **Tabell 23**. Flere av de vanligste artene av flerbørstemark er typiske for lokaliteter preget av organisk beriking, deriblant *Chaetozone* sp. *Heteromastus filiformis, Paramphinome jeffreysii og Prionospio cirrifera.*. Stasjonen har imidlertid et høyt artsmangfold, noe som gjenspeiles i diversitetsindeksene som gir «Svært God» tilstand. Samtidig er mange av de registrerte artene sensitive, som f.eks. børstemarkfamiliene Maldanidae og Terebellidae.

Tabell 23. De ti mest tallrike artene funnet på stasjon NOA08 i 2015 (total antall per 0,3m²).

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	ANTALL
FLERBØRSTEMARK	Cirratulidae	Chaetozone sp.	148
FLERBØRSTEMARK	Capitellidae	Heteromastus filiformis	140
FLERBØRSTEMARK	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	104
FLERBØRSTEMARK	Spionidae	Prionospio cirrifera	91
MUSLING	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	88
MUSLING	Thyasiridae	Thyasira sp.	59
MUSLING	Nuculidae	Ennucula tenuis	53
SLANGESTJERNE	Amphiuridae	Amphiura chiajei	51
MUSLING	Kelliellidae	Kelliella miliaris	50
SLIMORM		Nemertea indet	39

Stasjon NOA09

Bløtbunnsfauna på stasjon NOA09 viste i likhet med de andre stasjonene «God» tilstand (klasse II). Stasjonen hadde imidlertid langt færre antall dyr og færre antall arter (**Tabell 19**). Det ble funnet totalt 42 arter og 289 individer (963/m²) på stasjonen. Faunaen bestod hovedsakelig av leddormer (flerbørstemark) og en høyere andel bløtdyr (fortrinnsvis muslinger) sammenliknet med de andre stasjonene (**Figur 13**).



Figur 13. Antall arter og antall individer fordelt på de fem hovedgruppene (NOA09, 2015). Varia består av andre dyregrupper enn de nevnte (f.eks. pølseormer).

En oversikt over de ti mest tallrike artene på stasjon NOA09 er gitt i **Tabell 24**.

Tabell 24. De ti mest tallrike artene funnet på NOA09 i 2015 (total antall per 0,3m²)

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	ANTALL
MUSLING	Nuculidae	Ennucula tenuis	34
FLERBØRSTEMARK	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	32
MUSLING	Thyasiridae	Thyasira sp.	29
FLERBØRSTEMARK	Cirratulidae	Chaetozone sp.	15
FLERBØRSTEMARK	Paraonidae	Levinsenia gracilis	13
SLIMORM		Nemertea indet	12
FLERBØRSTEMARK	Goniadidae	Goniada maculata	12
FLERBØRSTEMARK	Spionidae	Scolelepis korsuni	12
MUSLING	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	12
MUSLING	Scrobiculariidae	Abra nitida	11

Sedimentets innhold av finstoff og TOC
En oversikt over finstoff (%<63 µm), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert organisk karbon (med tilstandsklasse) er gitt i **Tabell 25.** Alle bunnfaunastasjonene hadde finpartikulært sediment med høy andel silt/leire, hhv. 77 % på stasjon NOA08, 81 % på LØ-1 og 91 % på NOA09. Innhold av organisk karbon varierte fra 8,4 mg/g på stasjon NOA09 til 12 mg/g på stasjon NOA08. Normalisert TOC gir «svært god» tilstand (klasse I) på samtlige stasjoner.

Tabell 25. Finstoff (%<63 µm), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert TOC på bløtbunnsfaunastasjonene fra NOAH Langøya 2015. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 11**.

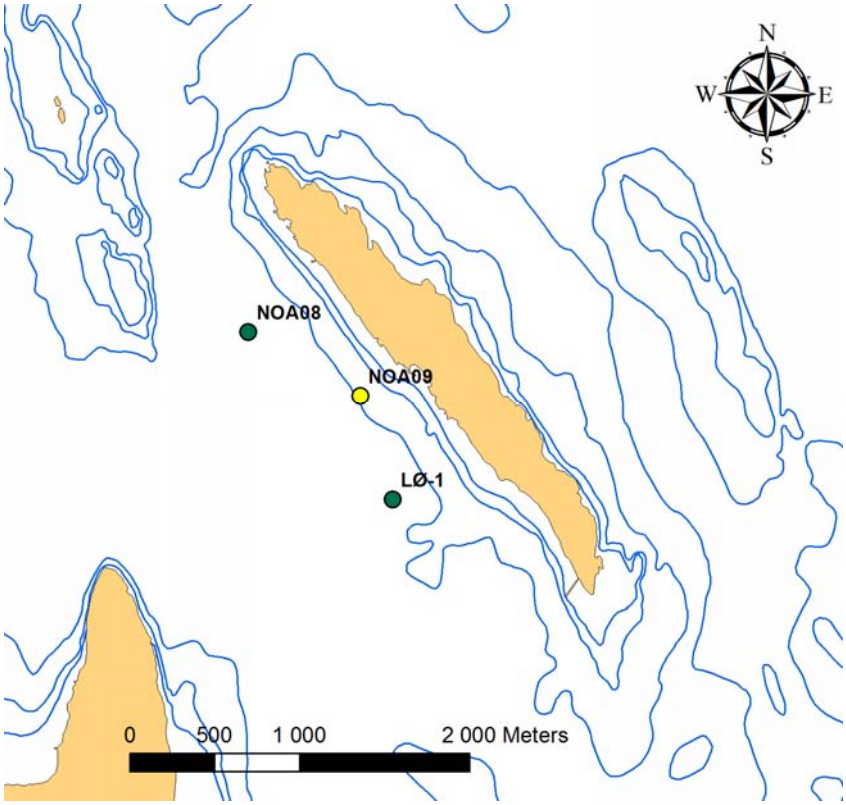
Stasjon	**Kornfordeling (%<63 µm)**	**TOC mg/g**	**TOC normalisert**
LØ-1	81	9,4	12,82
NOA08	77	12	16,14
NOA09	91	8,4	10,02

3.2.4 Sedimentprofilfotografering (SPI)

Det ble i 2015 analysert 15 bilder fordelt på de 3 stasjonene (4-6 bilder pr stasjon), som ble brukt til beregning av bentisk habitat-indeks (BHQ) (Rosenberg *et al.* 2004).

Stasjonene NOA08 og LØ-1 ble klassifisert til «god» tilstand. NOA09 ble klassifisert som «mindre god» (**Figur 14**).

En sammenlikning med klassifiseringen bestemt ved de tre stasjonene fra tidligere undersøkelser viser at stasjon LØ-1 og NOA08 har hatt «god» tilstand siden 2010, mens tilstanden på NOA09 har vekslet mellom «god» og «mindre god» (**Figur 14**, **Tabell 26**).



Figur 14. Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg *et al.* 2004) i 2015 Blå= meget god tilstand, grønn= god tilstand, gul = mindre god tilstand.

Tabell 26. Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter i 2015 (stasjonsplassering er vist i Figur 3). Dyp (m), Benthic Habitat Quality (BHQ) - indeks (Rosenberg *et al.* 2004) basert på SPI - bilder for årene 2008 til 2015. Fargen angir tilstandsklasse (Grønn = God tilstand, Gul = Mindre god tilstand).

Stasjon	Dyp (m)	BHQ 2010	BHQ 2011	BHQ 2012	BHQ 2013	BHQ 2014	BHQ 2015
LØ-1	68	10	9,5	9,5	8,3	7,6	10,2
NOA08	88	11	9,3	10,0	10,0	9,7	11
NOA09	47	10	*	9,0	7,0	8,7	7,0

* Bildene var forstyrret pga. leirklumper, eller helling som gjør at kameraet sklir. Disse ble derfor skjønnsmessig bedømt, fargen angir antatt tilstandsklasse

	God tilstand		Mindre god tilstand

3.3 Blåskjell

3.3.1.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell

Tabell 27 viser kjemisk tilstand for EUs prioriterte miljøgifter i biota (blåskjell) for de seks undersøkte blåskjellstasjonene (B2, B3, B4, B5, B11 og BK_NY). Den gitte verdien av metaller er middelverdien av de tre parallelle prøvene. Det ble analysert PAHer og TBT fra én prøve per stasjon. Alle stasjonene viser «god» kjemisk tilstand.

Tabell 27. Kjemisk tilstand for EUs prioriterte stoffer målt i biota (blåskjell). Beregnede middelverdier (fra 3 paralleller) for hver parameter er oppgitt for hver stasjon. For TBT og PAHene (Naftalen, Antracen, Fluroanten og Benzo(a)pyren) og PFOS er det kun en prøve per stasjon. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. God tilstand=blå farge, Ikke god tilstand=rød farge. tv.=tørrvekt, vv.=våtvekt.

Parameter	Grenseverdi EQS (Arp *et al.* 2014)	Stasjon B2	Stasjon B3	Stasjon B4	Stasjon B5	Stasjon B11	Stasjon BK_NY
EUs prioriterte miljøgifter i blåskjell, tilstandsklasse							
Cd	5 mg/kg tv.	1,58	2,86	1,63	1,24	1,32	1,09
Pb	15 mg/kg tv.	0,83	10,81	1,92	1,20	0,93	0,66
Ni	20 mg/kg tv.	1,26	1,60	3,00	1,18	1,71	1,28
Hg	0,5 mg/kg tv.	0,11	0,21	0,10	0,07	0,09	0,07
TBT	0,5 mg/kg tv.	0,011	0,014	0,012	0,017	0,018	0,010
Naftalen	2400 µg/kg vv.	<15,1	<13,7	<49,4	<31,3	<18,3	<29,8
Antracen	2400 µg/kg vv.	<0,19	0,41	<0,23	<0,23	0,23	<0,23
Fluroanten	30 µg/kg vv.	1,52	4,18	2,23	2,64	2,95	1,71
Benzo(a)pyren	5 µg/kg vv.	0,13	0,36	0,17	0,14	0,23	0,10
PFOS*	9,1 µg/kg vv.	<0,251	<0,227	<0,186	<0,196	<0,251	<0,194
Totalresultat		**God**	**God**	**God**	**God**	**God**	**God**

*Gitt grenseverdi beregnet for fisk, da det ikke finnes for blåskjell.

Tabell 28 viser resultatene fra analysene av de vannregionspesifikke stoffene på de seks undersøkte blåskjellstasjonene (B2, B3, B4, B5, B11 og BK_NY). Den gitte verdien for metaller er middelverdien av de tre parallelle prøvene. For PAHer og PFOA ble det kun tatt en prøve per stasjon. Ingen av de analyserte stoffene overskrider EQS-verdien.

Tabell 28. Resultater av vannregionspesifikke stoffer fra blåskjellstasjonene. Beregnede middelverdier (fra 3 paralleller) for hver parameter er oppgitt for hver stasjon (kun 1 parallell for PAHer og PFOA). tv.=tørrvekt vv.=våtvekt. Stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift.

Parameter	Grenseverdi EQS (Arp *et al.* 2014) (Molvær *et al.*1997)	Stasjon B2	Stasjon B3	Stasjon B4	Stasjon B5	Stasjon B11	Stasjon BK_NY
Vannregionspesifikke stoffer i blåskjell,, tilstandsklasse							
Cu	30 mg/kg tv.	7,65	8,81	7,82	7,82	7,46	6,26
Zn	400 mg/kg tv.	106	156	102	95	90	83
As	30 mg/kg tv.	8,94	8,99	9,62	7,11	7,86	9,32
Cr	10 mg/kg tv.	1,13	1,45	2,36	1,12	1,37	0,91
PAH16*	200 µg/kg vv.	5,51	18,7	16,4	16	14,1	12,7
Benzo(a)antracen	300 µg/kg vv.	0,28	1,36	0,66	0,44	0,76	0,24
PFOA**	91 µg/kg vv.	<0,251	<0,227	<0,186	<0,196	<0,251	<0,194

*PAH16 består av: acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(ghi)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, naphthalene, phenanthrene og pyrene.
**Gitt grenseverdi beregnet for fisk

3.3.2 Gradienter og tidsutvikling av miljøgifter i blåskjell

Trendanalysene (**Figur 15** - **Figur 24** og **Vedlegg F**) har avdekket syv statistisk signifikante ($p<0,05$) lineært oppadgående trender for perioden fra 1996-2015.

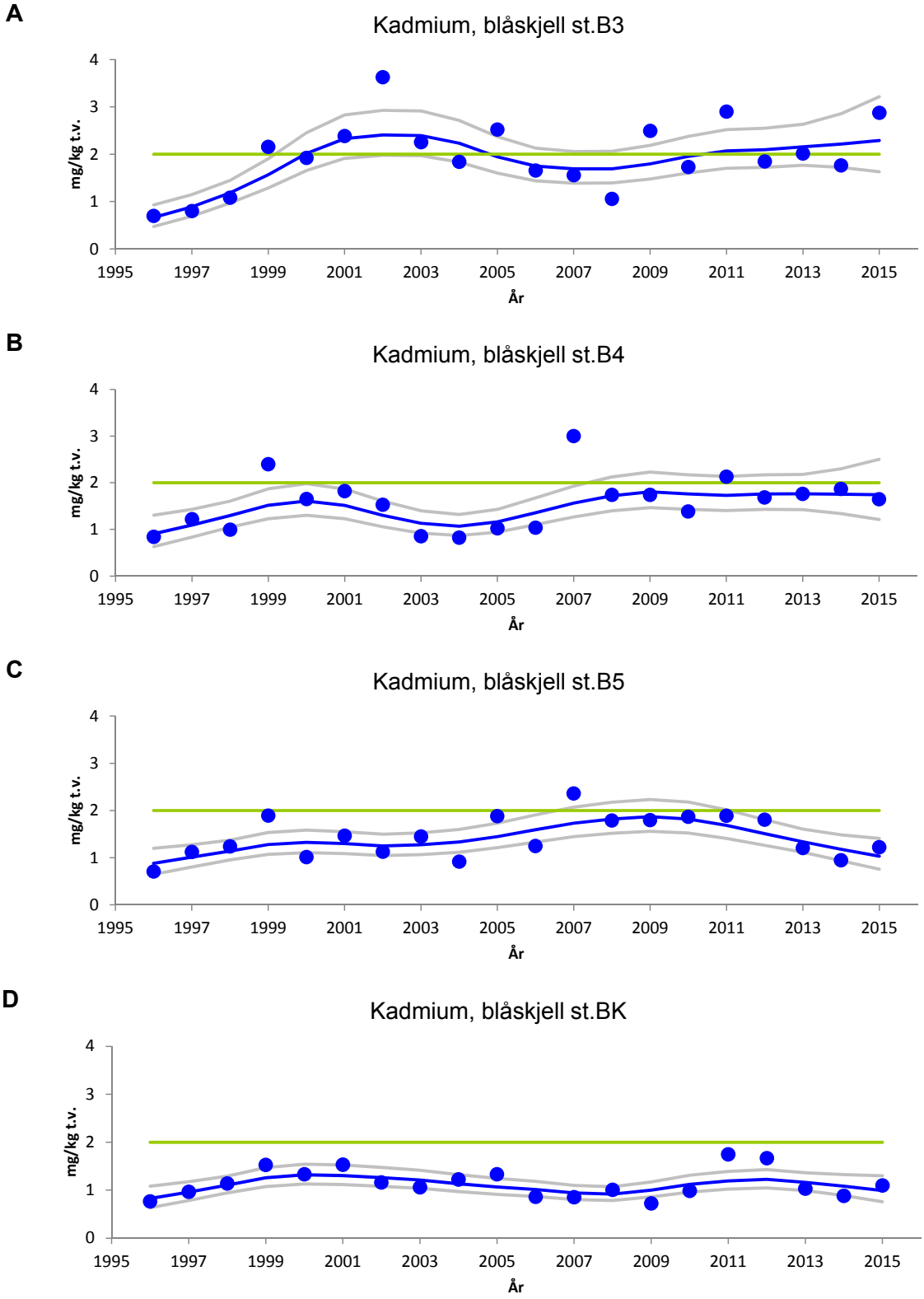
Konsentrasjonene av metallene med oppadgående trend var imidlertid lave og på nivå med bakgrunn (Kl.I) eller moderat forurenset (Kl.II), og viser kun en svak økning i forhold til konsentrasjonene ved oppstart.

Det er først og fremst konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv, og bly i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya som har en litt høyere konsentrasjon i forhold til ved oppstart (dvs. en oppadgående trend). Konsentrasjonene for kadmium var oppadgående både på denne stasjonen og på stasjonene B2, B4 og B5, men ikke på kontrollstasjonen BK/BK_ny.

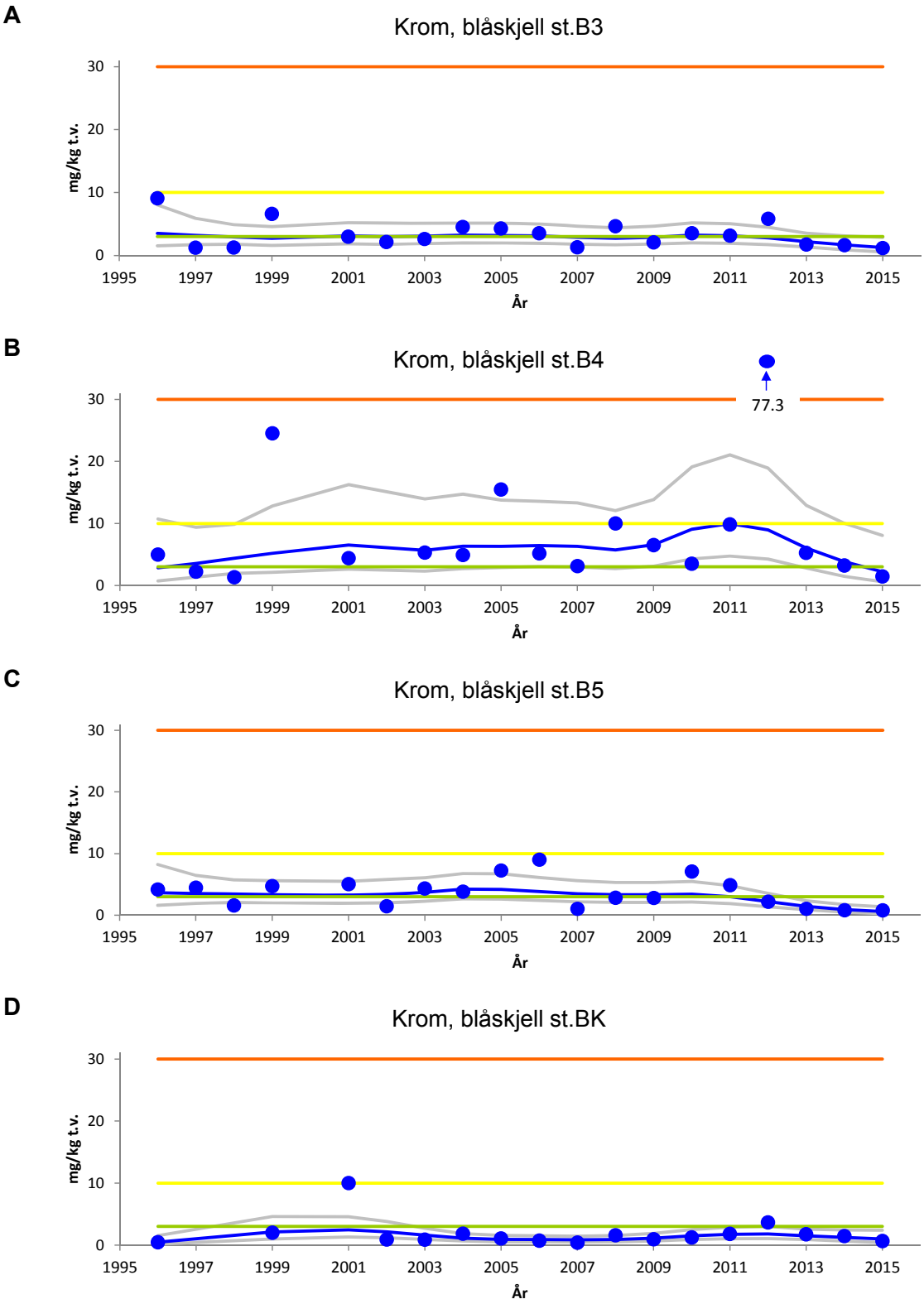
Det ble også registrert svakt oppadgående trend for krom på stasjon B6. En svak oppadgående trend ble registrert på kontrollstasjonen BK/BK_ny for kun bly, men alle median konsentrasjoene her har vært i klasse I hele perioden.

Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene. Tidstrendanalyser for samtlige metaller er vist i **Vedlegg F**.

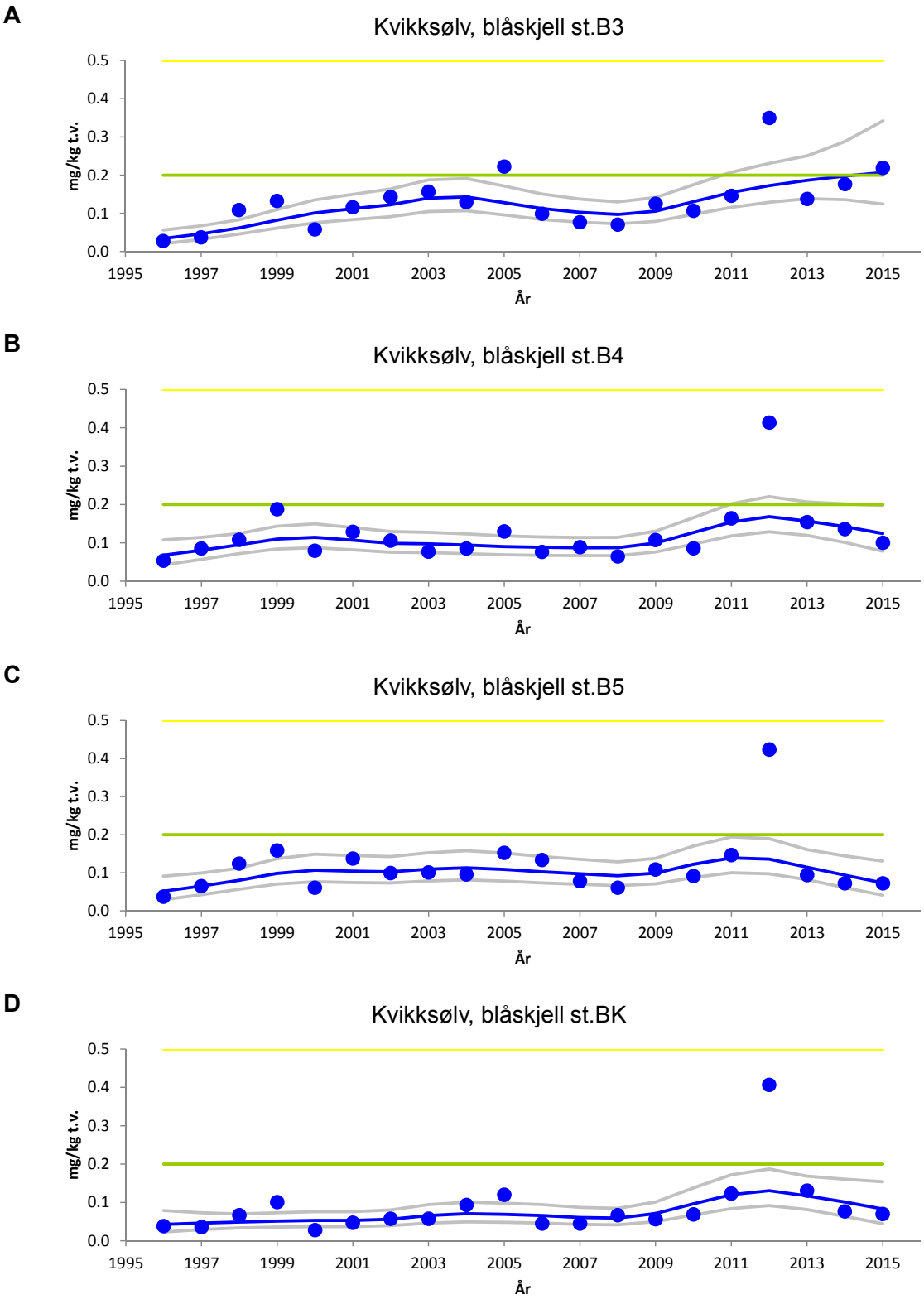
I løpet av de siste tre årene er det i hovedsak observert lave metallkonsentrasjoner (inkludert TBT) og PAH (med untak i 2014) i blåskjellene, dvs i klasse I (ubetydelig-lite forurenset) eller klasse II (moderat forurenset). Unntaket fra dette var enkelte PAH forbindelser i noen prøver fra 2014; klasse III for BaP (st.BK) og PAH16 (st.B3 og B4), klasse IV for BaP (st.B4) og KPAH (st.B3 og B4) og klasse V for BaP (st.B3). (se figurer **Vedlegg F**).



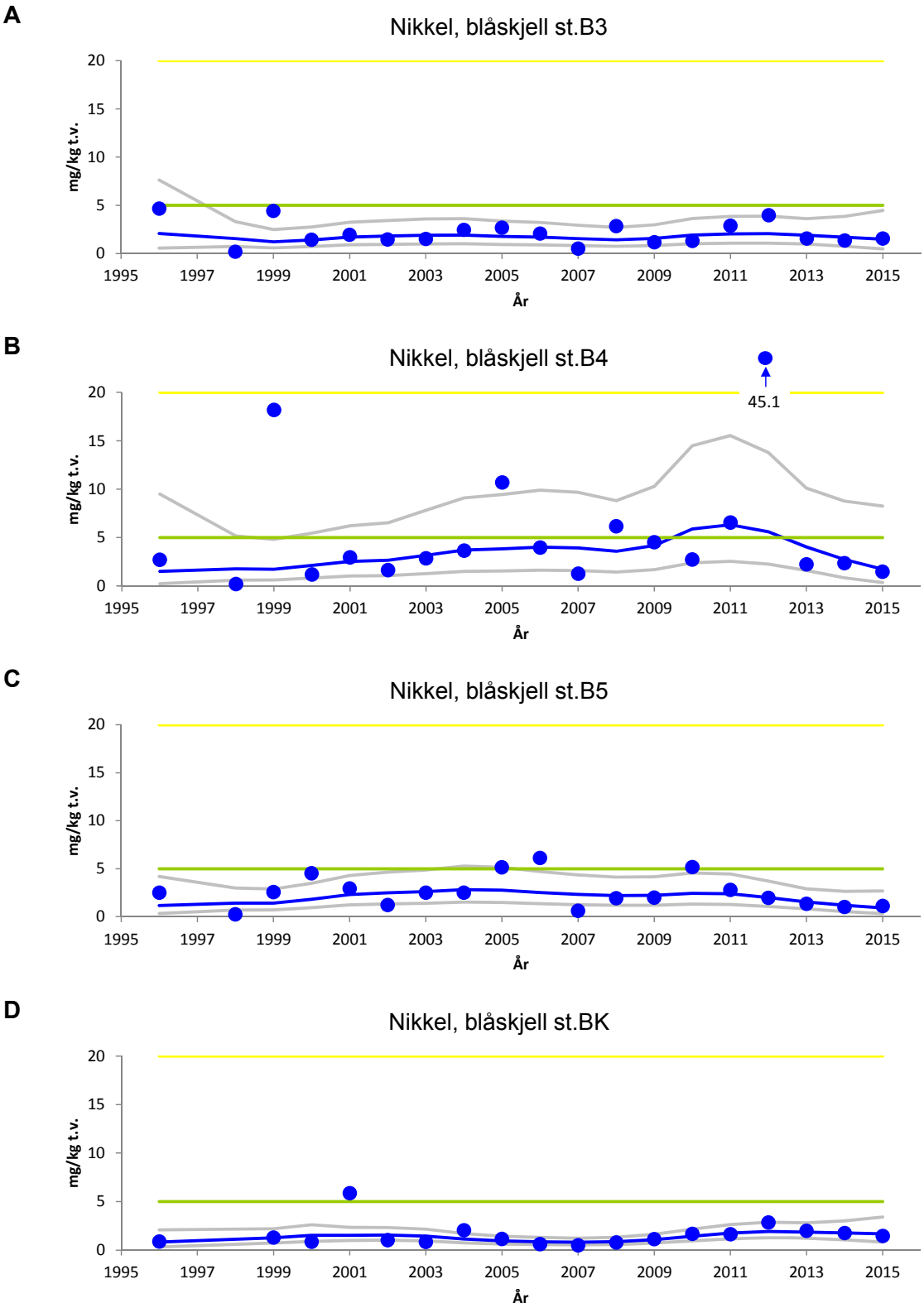
Figur 15. Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), som viser en oppadgående trend, og referansestasjonen på Mølen (BK) som ikke gjør det. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt på en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



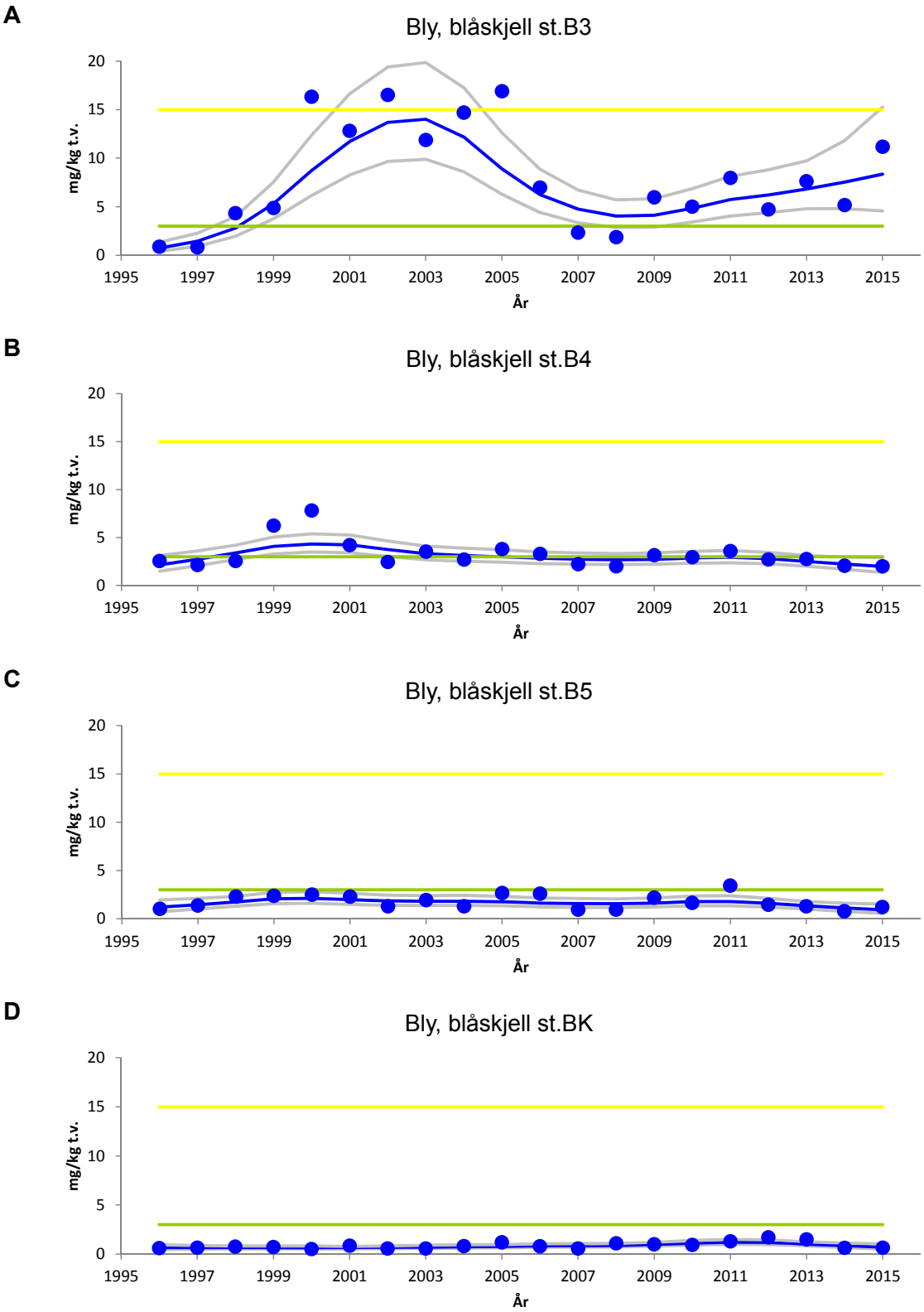
Figur 16. Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB. Suspekte verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er ikke tatt med i motsetning til tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrendanalysen 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. Oransje-, gul- og grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse IV (sterkt forurenset), III (markert forurenset) og II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



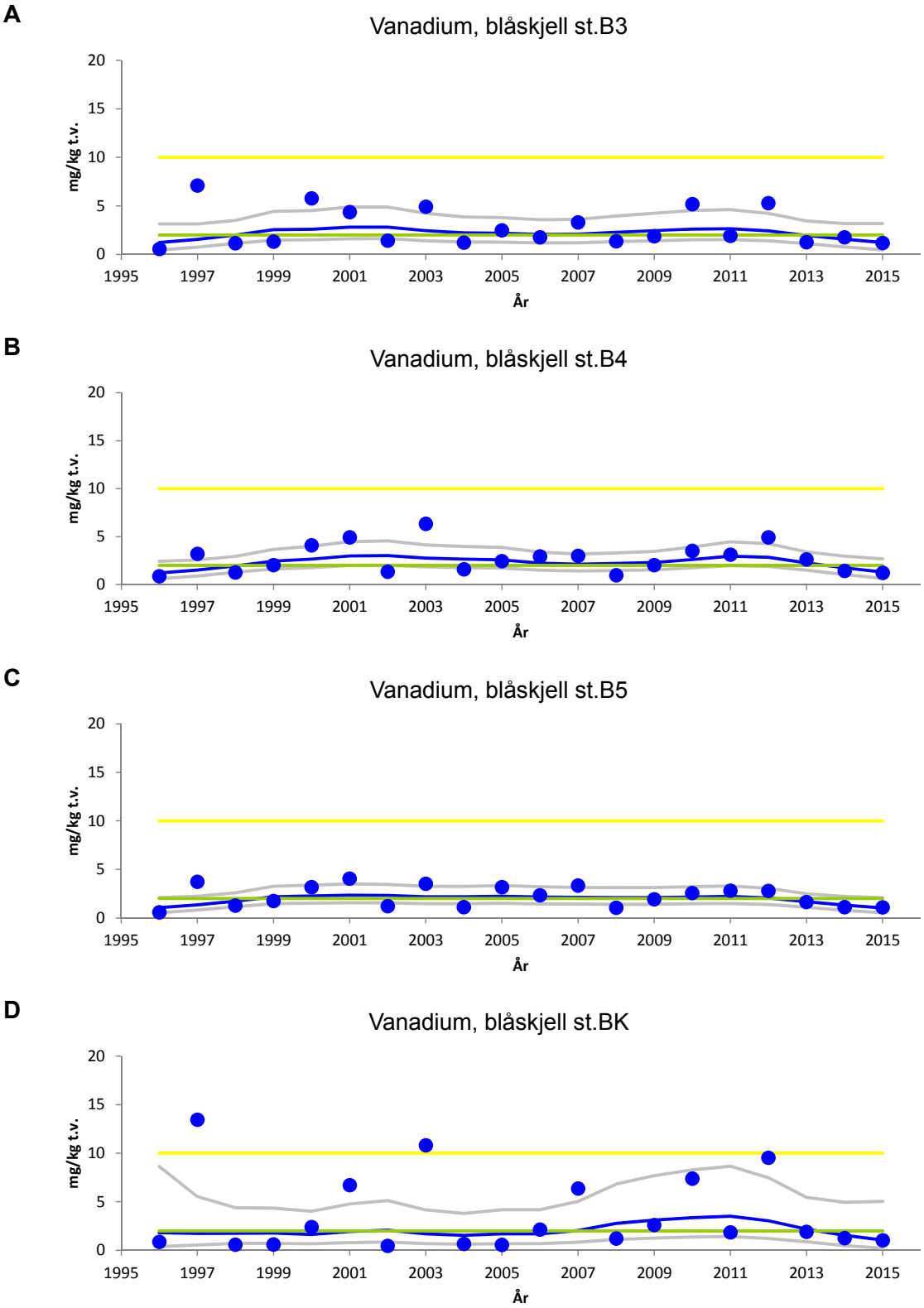
Figur 17. Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). Verdiene på B3 viser en oppadgående trend. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt på en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Gul- og grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse III (markert forurenset) og II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



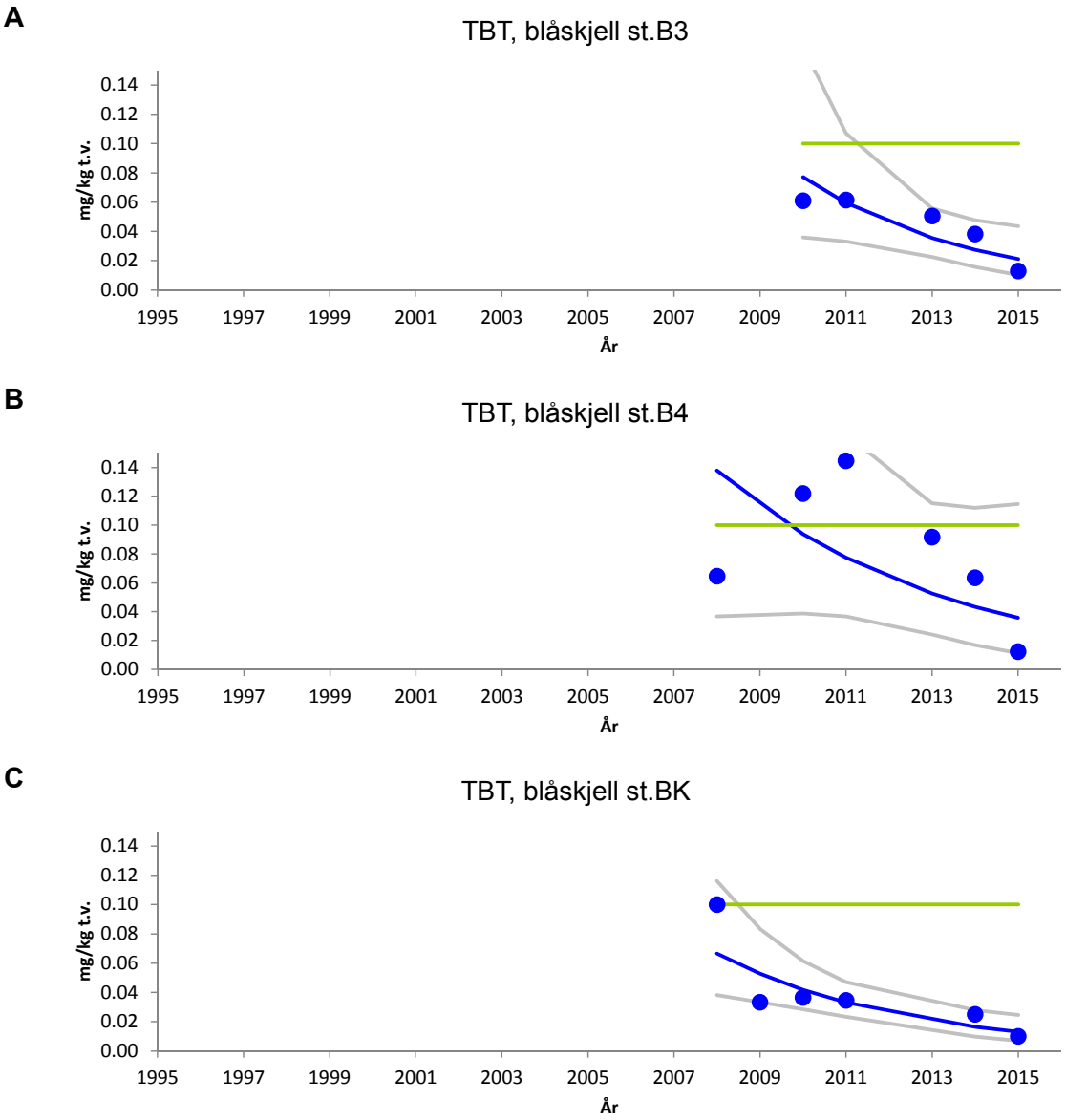
Figur 18. Median nikkel (Ni) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Gul- og grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse III (markert forurenset) og II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



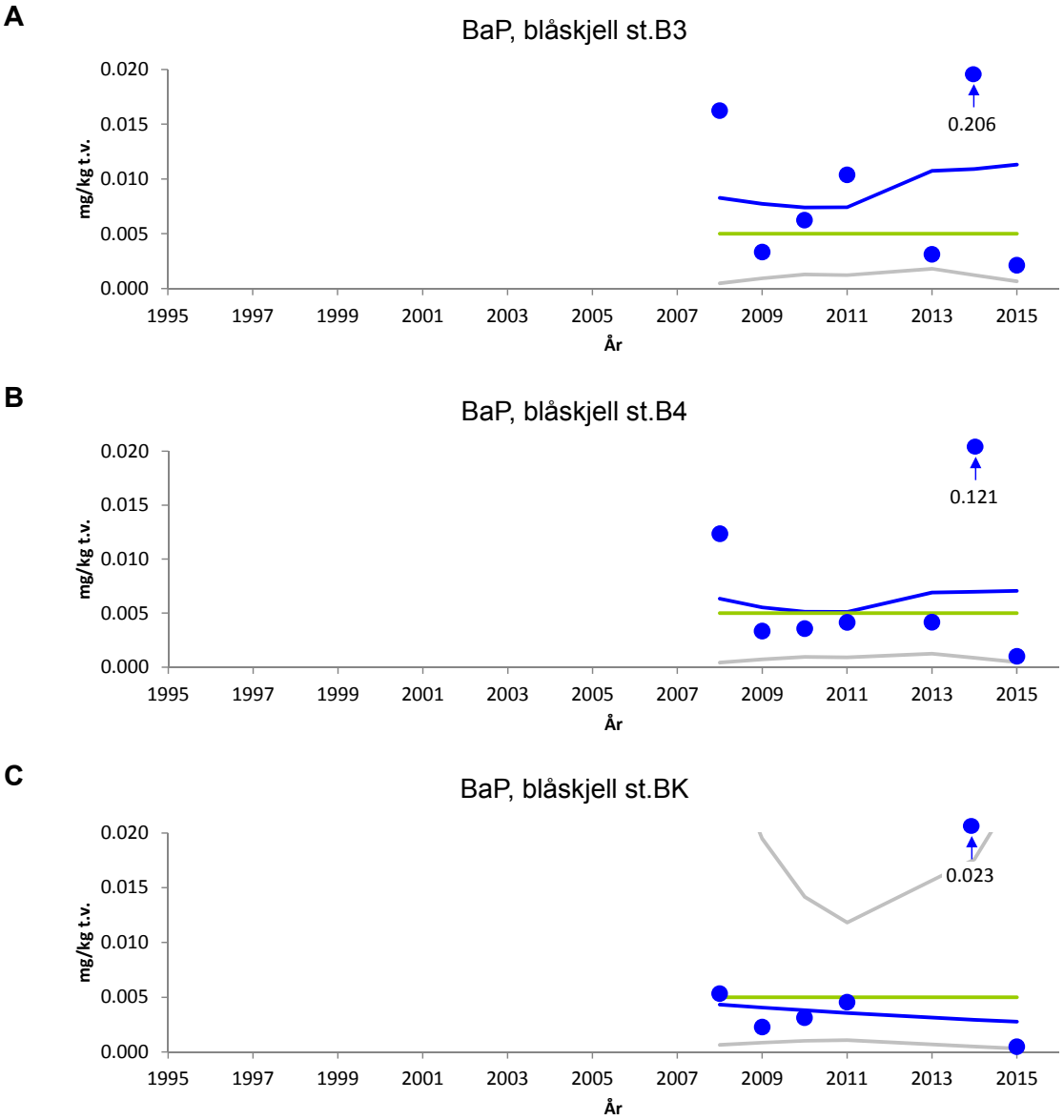
Figur 19. Median bly (Pb) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). Verdiene på B3 viser en oppadgående trend. I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Gul- og grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse III (markert forurenset) og II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



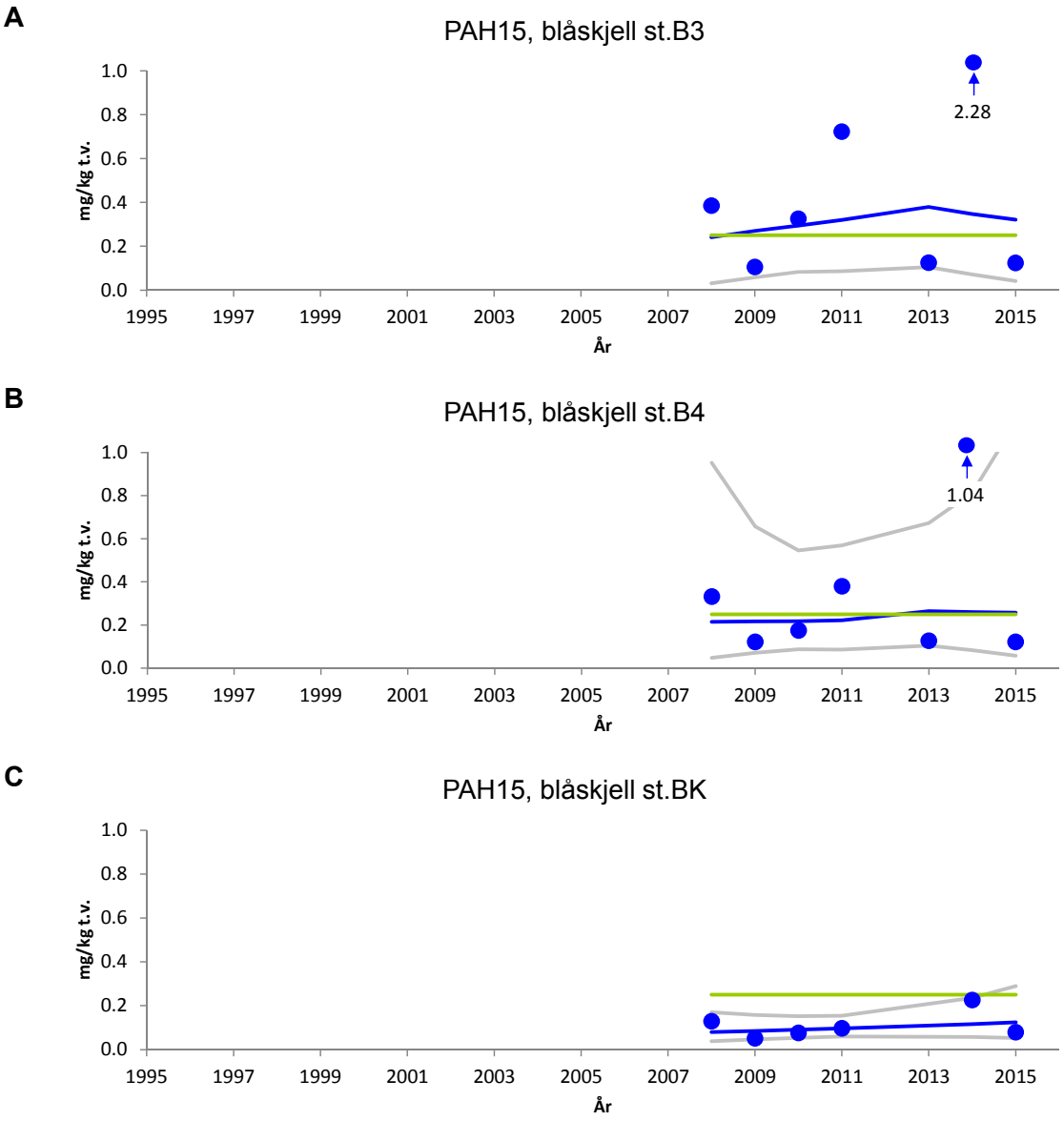
Figur 20. Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Gul- og grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse III (markert forurenset) og II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



Figur 21. Median tritbutyltinn (TBT) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra to stasjoner på Langøya (B3 og B4), 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. Grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.

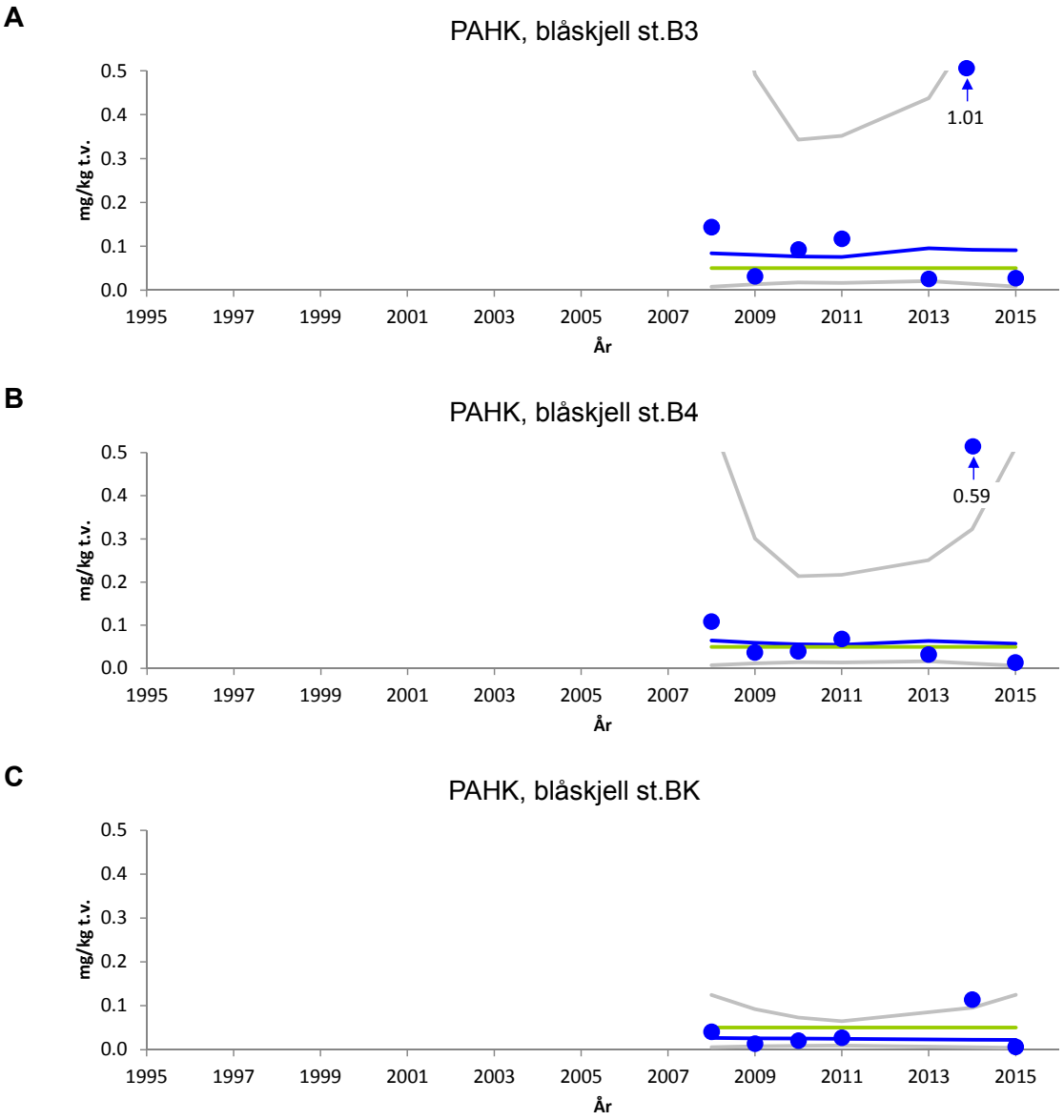


Figur 22. Median benzo[a]pyren (BaP) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra to stasjoner på Langøya (B3 og B4), og referansestasjonen på Mølen (BK). I 2014 ble det opprettet og prøvetatt en ny referansestasjon BK_ny, ca. 500 m lenger sør for stasjon BK. Grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.



Figur 23. Median PAH15[7] konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra to stasjoner på Langøya (B3 og B4), 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. Grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.

[7] PAH16 ut fra US EPAs liste over 16 PAH stoffer, som omfatter: *acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(ghi)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, naphthalene, phenanthrene* og *pyrene*. For å anvende Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Molvær *et al.* 1997) er det brukt sum av disse minus det eneste disyklisk PAH forbindelse naftalen, Vurdering av resultatene med (PAH16) eller uten naftalene (PAH15) har oftest ingen utslag I klassifiseringen.



Figur 24. Median kreftfremkallende PAH (PAHK[8]) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra to stasjoner på Langøya (B3 og B4), 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. Grønn linje indikerer øvre grense for tilstandsklasse II (moderat forurenset)etter Molvær *et al.* 1997.

[8] PAHK er de kreftfremkallende PAH og av de EPA PAH16 består av: *benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene* og *indeno(1,2,3-cd)pyrene*.

3.3.3 Radionuklider i blåskjell

En blåskjellprøve fra stasjon B3, og en fra stasjon B11 ble analysert for radioaktivitet ved IFE (**Tabell 29**). Sammenliknet med fjorårets analyser av ^{226}Ra i blåskjell er verdien på stasjon B3 lavere i 2015 sammenliknet med 2014 (123±22), mens verdien fra B11 er noe høyere enn 2014 verdien (76±10) (Gitmark *et. al* 2015).

Det finnes lite datamateriale å sammenlikne verdiene målt rundt Langøya med. Verdiene målt på de to stasjonene på Langøya ligger noe over verdier som er målt i blåskjell fra Nordsjøen (20-60 mBq/kg ferskvekt). Da det ikke finnes referansemateriale fra området, er det vanskelig å si om det skyldes forurensing eller naturlig bakgrunnskonsentrasjon (E. Strålberg, IFE, pers. medd.). Oslofjorden ligger i et alunskifer område. Alunskifer er en svartskifer som inneholder mye uran/raduim. Det er derfor sannsynlig at man finner høyere konsentrasjoner i Oslofjorden her enn i Nordsjøen

Tabell 29. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i blåskjellprøver på stasjon B3 og B11 i 2015.

Måleresultater blåskjell (mBq/kg ferskvekt)

Stasjon	Dato	^{226}Ra
B3	9.9	71 ± 11
B11	9.9	87 ± 18

3.4 Makroalger

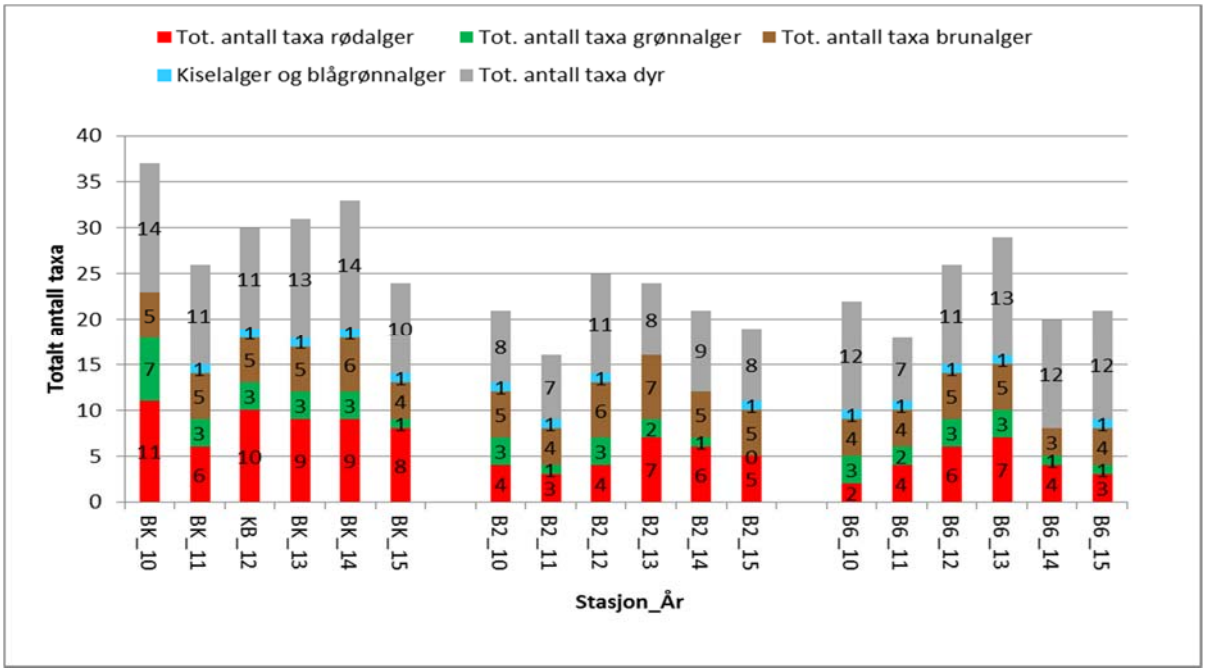
En oversikt over arter/taxa registrert på to stasjoner på Langøya (B2 og B6) og på kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2015 er gitt i **Tabell 30**.

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 flest taxa av dyr på stasjon B6, mens det ble registret færrest på B2. Artslister for undersøkelsene utført mellom 2005 og 2015 er gitt i **Vedlegg G.**

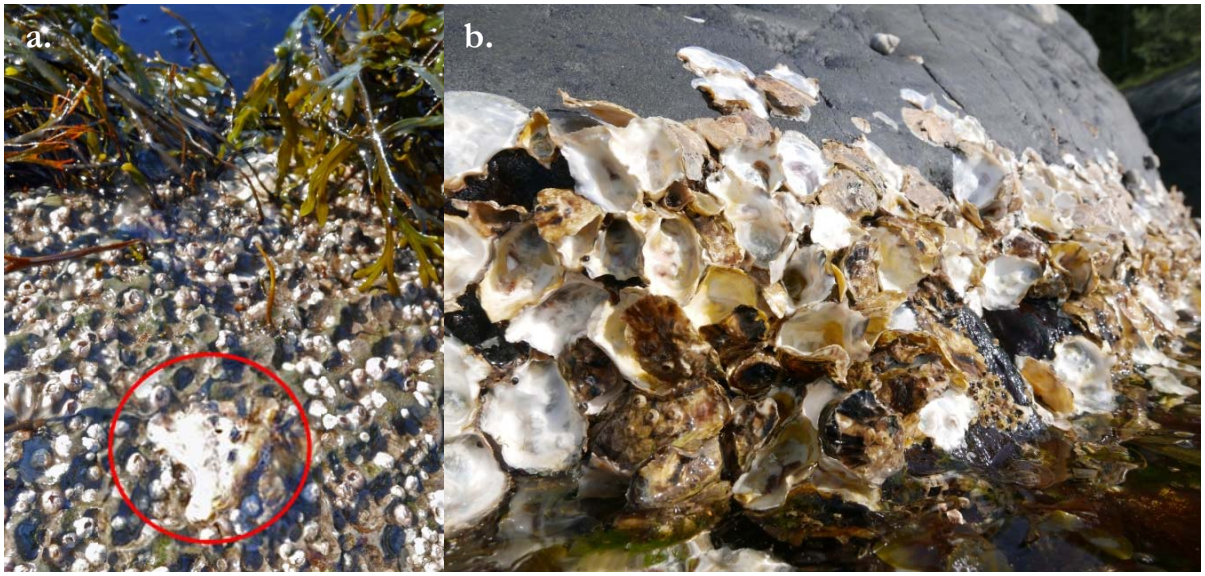
En oversikt over antall registrerte taxa på de tre stasjonene fra 2010 – 2015 viser at det ikke har skjedd store endringer i antall registrerte alge- og dyretaxa på stasjon B2 og B6 i 2015, sammenliknet med 2014. På stasjon BK ble det registrert noe færre dyretaxa i 2015 sammenliknet med 2014. På stasjon B6 ble det registrert relativt få algetaxa i 2014 sammenliknet med 2013, og i 2015 var antallet stort sett likt som i 2014 (**Figur 25**). I 2014 det ble registrert spredte forekomster av juvenile stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) på BK og B2. Arten ble også observert på stein og fjell på flere av blåskjellstasjonene. I 2015 ble det registrert spredte forekomster av juvenile stillehavsøsters på stasjon B2 og B6 (**Figur 26a**), mens på BK ble det registrert vanlig forekomster av døde stillehavsøsters (**Figur 26b**).

Tabell 30. Forekomst av dyr og alger i fjæra på tre stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 9.september 2015. 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
Ahnfeltia plicata	3	-	-	*Alcyonidium gelatinosum*	-	3	3
Blågrønn og kisel alger på fjell og alger	3	2	3	*Alcyonidium cf hirsutum*	2	-	2
Brunt på fjell	2	3	3	*Alcyonidium cf mammilatum*	-	-	2
Callithamnion corymbosum	2	2		*Asterias rubens* juvenil	2	2	2
Ceramium cf tenuicorne	2	-	-	*Balanus* sp juvenil	3	3	3
Ceramium rubrum	3	-	-	*Crassostrea gigas* juvenil	-	2	2
Chondrus crispus	3	3	2	*Crassostrea gigas* død	4	-	-
Cladophora albida	3	-	-	*Dynamena pumila*	2	-	-
Cladophora rupestris	-	-	2	*Electra pilosa*	3	2	3
Elachista fucicola	3	3	2	*Laomedea geniculata*	2	-	2
Fucus serratus	5	6	6	*Littorina littorea*	2	3	2
Fucus vesiculosus	4	5	6	*Littorina obtusata*	-	-	1
Furcellaria lumbricalis	-	-	-	*Metridium senile pallidus*	2	-	-
Hildenbrandia rubra	5	3	2	*Mytilus edulis* juvenil	2	3	2
Polysiphonia fibrillosa	3	3	3	*Palaemon elegans*	-	2	-
Polysiphonia fucoides	2	-	-	*Semibalanus balanoides*	4	4	4
Porphyra sp	-	2	-	*Skorpeformet bryozo på fjell*	3	3	3
Pylaiella littoralis	-	3	-	**Antall taxa**	11	10	13
Ulva intestinalis	3	2	-				
Antall taxa	15	12	9				



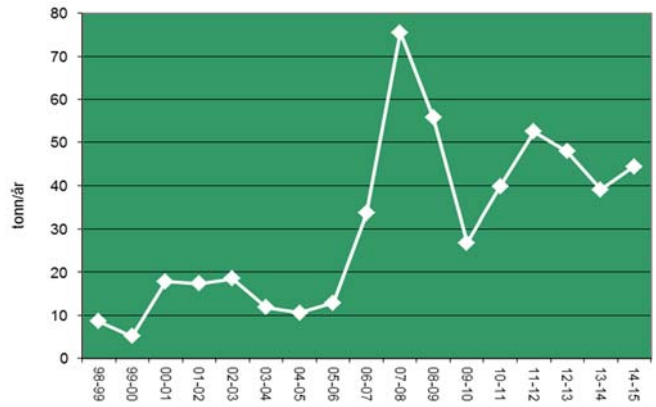
Figur 25. Antall taxa registrert på stasjonene BK, B2 og B6 i 2010 - 2015. Søylene viser totalt antall taxa registrert, fordelt på rødalger (rød), grønnalger (grønn), brunalger (brun), kisel/blågrønnalger (blå) og dyr (grå).



Figur 26. a. Juvenil stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*), markert med rød sirkel, på stasjon B6. **b**. Døde stillehavsøsters på stasjon BK.

Det er registrert høyere antall taxa på Mølenstasjonen enn på Langøyastasjonene ved alle undersøkelsene utført siden 2005, men i 2015 ble det registrert lavere antall taxa på Mølen enn ved stasjon B6 på Langøya. 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 høye konsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begunstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye konsentrasjoner av næringssalter. Nitrogen er ved siden av fosfor det viktigste næringsstoffet som forårsaker algevekst i sjøvann. I 2014/2015 var det en liten økning i nitrogenutslippet fra NOAH sammenliknet med 2013/14 (**Figur 27**).



Figur 27. Utviklingen i nitrogenutslipp (tonn/år) fra NOAH-Langøya siden 1998-99

I 2015, 2014 og 2013 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 31**).

Tabell 31. 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

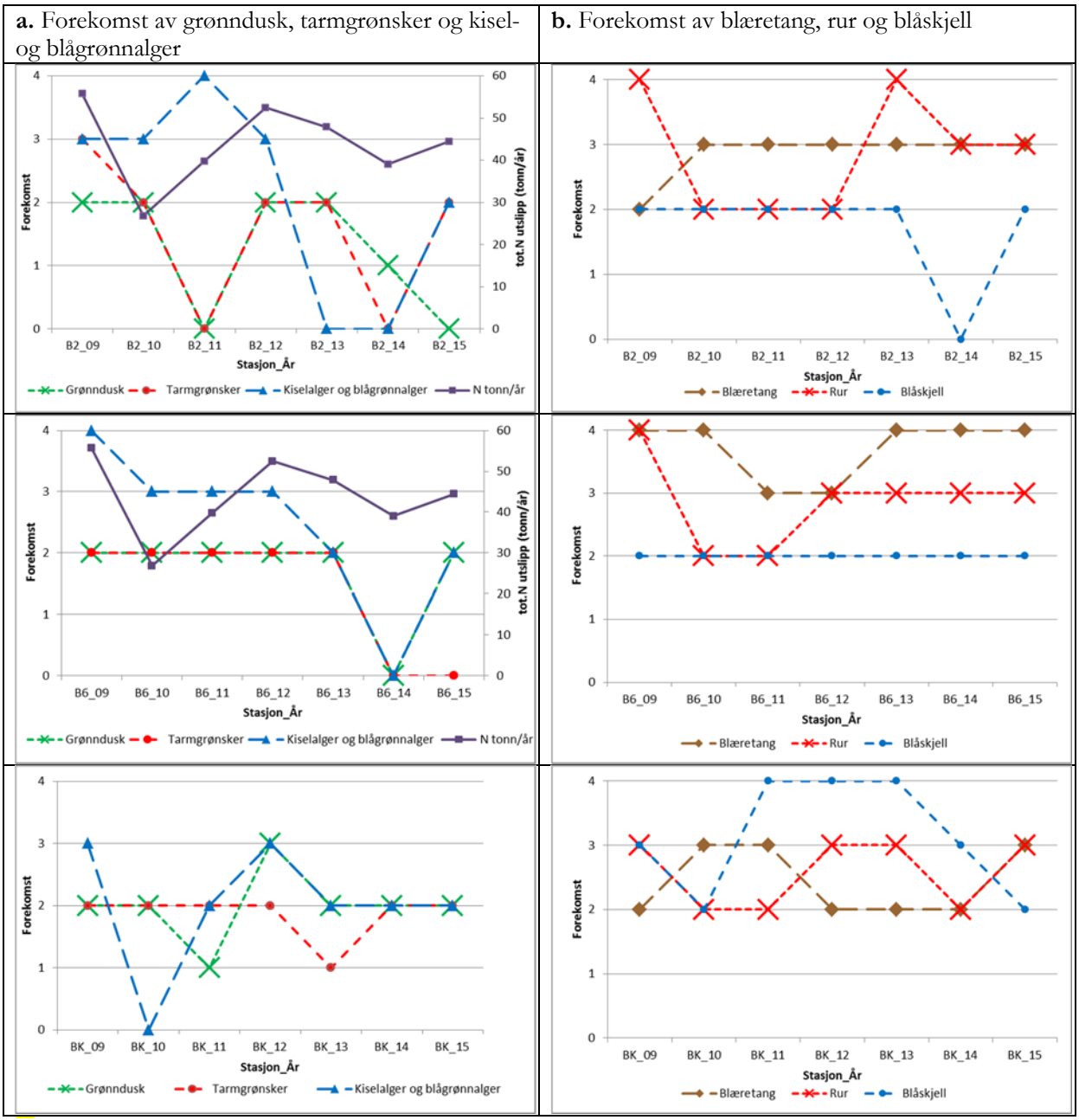
Grønndusk (*Cladophora* spp.), tarmgrønsker (*Ulva* spp.) og blågrønn- og kiselalger er alle hurtigvoksende alger som ofte finnes i store forekomster i områder med høye konsentrasjoner av næringssalter. Dersom nitrogenutslippet fra NOAH påvirker organismesamfunnet rundt Langøya, vil en forvente å finne 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 28a).**

På stasjon B6 har det blitt registrert spredte forekomster av grønndusker og tarmgrønsker siden 2009, mens i 2014 ble det hverken registrert tarmgrønsker, grønndusker eller blågrønn- og kiselalger. I 2015 var det en liten økning i nitrogenutslippet fra NOAH. Det ble registrert en økning av forekomsten av grønndusker, mens forekomsten av tarmgrønsker og blågrønn- og kiselalger var lik det som ble registrert i 2014. På stasjon B2 varierer forekomsten mer mellom de ulike undersøkelsesårene (**Figur 28a)** og det er en viss sammenheng mellom nitrogenutslipp og mengden av tarmgrønsker og grønndusk, men det er ikke registrert høye forekomster av disse algegruppene. I 2015 ble det registrert høyere forekomster av tarmgrønsker og blågrønn- og kiselalger, mens det ble registrert lavere forekomster av grønndusk. På Mølen ble det registrert like forekomster av grønndusker, tarmgrønsker og blågrønn- og kiselalger som i 2014.

Blant de vanligste, og mest dominerende artene registrert i strandsoneundersøkelsene er blæretang (*Fucus vesiculosus*), blåskjell (*Mytilus edulis*) (hovedsakelig juvenile) og rur (*Balanus* spp.). Det har i perioder vært store årlige variasjoner i forekomsten til de tre artene (**Figur 28b**).

På stasjon B2 har forekomstene av blæretang vært stabil siden 2010, mens forekomsten av rur har variert mellom spredt og dominerende forekomster. Forekomsten av blåskjell var stabil (spredt forekomst) fra 2009 – 2013. I 2014 ikke ble registrert blåskjell på stasjonen, mens i 2015 ble det igjen registret spredte forekomster av blåskjell (**Figur 28b**). På stasjon B6 har blåskjellforekomsten vært stabil siden 2009, forekomsten av rur har vært stabile i de fire siste årene, mens forekomsten av blæretang har vært stabil siden 2013 (**Figur 28b**).

På stasjon BK på Mølen var det dominerende forekomster juvenile blåskjell fra 2011-2013, mens i 2015 er forekomsten redusert til spredt (**Figur 28b**). I 2015 ble det registrert vanlige forekomster av døde juvenile stillehavsøsters. Det er sannsynlig at disse har utkonkurrert blåskjellene før de døde. Det ble registrert en liten økning i mengden rur i 2015 sammenliknet med 2014 (**Figur 28b**).



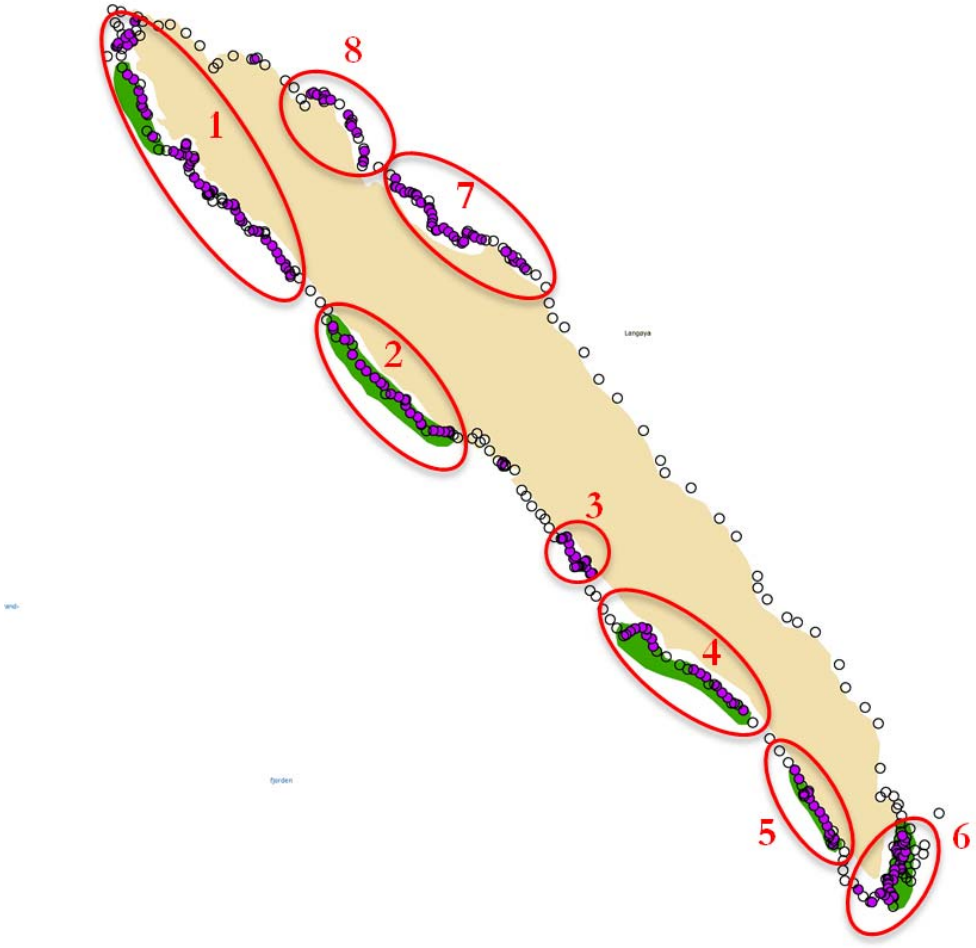
Figur 28. a. Forekomst av grønndusk (grønne kryss), tarmgrønsker (røde sirkler) og kisel- og blågrønnalger (blå trekanter) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2009 - 2015, på stasjon BK (Mølen), stasjon B2 (Langøya) og stasjon B6 (Langøya). Figuren viser også totalt nitrogen (tot. N) utslipp (tonn/år) fra NOAH (lilla firkanter). **b.** Forekomst av blæretang (brune ruter), rur (røde kryss) og blåskjell (blå sirkler) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2009 - 2015, på stasjon BK (Mølen), stasjon B2 (Langøya) og stasjon B6 (Langøya).

3.5 Ålegraskartlegging

Det ble gjort registreringer av sjøbunnen med bruk av undervannskamera på 395 ulike punkter rundt Langøya, hvorav 184 punkter var registreringer av ålegras (**Figur 29**). Avgrensinger av registreringene gav 8 ulike ålegrasenger rundt Langøya (**Figur 29**). Nedre voksedyp varierte mellom 2,3 m og 4 m, som gir «moderat» tilstand for ålegras (**Tabell 32**).

I følge Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013) skal hver parameter (eks. nedre voksegrense) måles 5-10 ganger pr lokalitet. Dette ble ikke gjort for hver ålegraseng registrert rundt Langøya, og data for nedre voksegrense er derfor noe manglende. Det kan føre til at den beregnede tilstandsklassen kan være dårligere enn den faktiske.

Det må merkes at metoden ikke en interkalibrerte metoder for fastsetting av økologisk tilstand. Grenseverdiene er foreløpige og basert på kunnskap hentet fra Naturtypekartleggingen og på ekspertvurderinger (Direktoratsgruppa 2013).

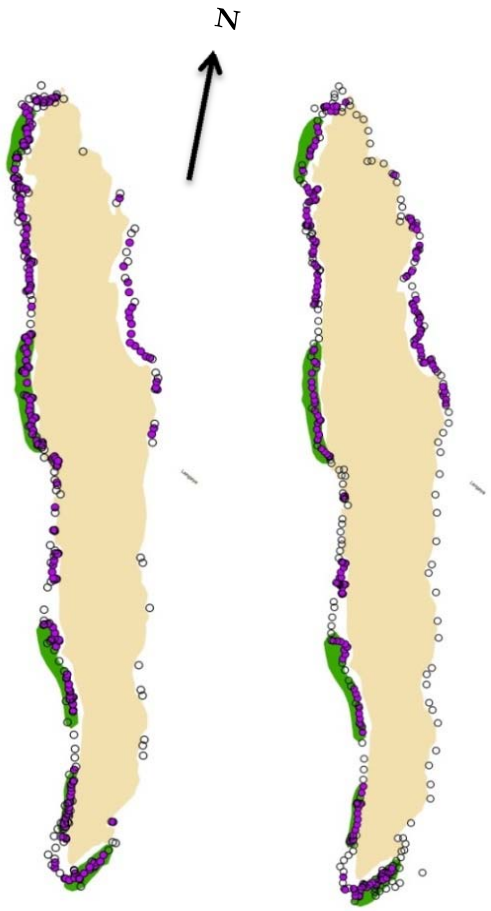


Figur 29. Registreringer gjort av sjøbunnen rundt Langøya i 2015. De lilla sirklene er punkter hvor det er registrert ålegras. Tomme sirkler er punkter hvor det ikke ble registrert ålegras. De mørkegrønne områdene indikerer tidligere registrerte (2009) ålegrasforekomster. Røde sirkler indikerer avgrensning av de ulike ålegrasenger, tallene viser nummeret på ålegrasengen.

Tabell 32. Nedre voksedyp for de 8 registrerte ålegrasengene rundt Langøya, samt deres tilstandsklasse.

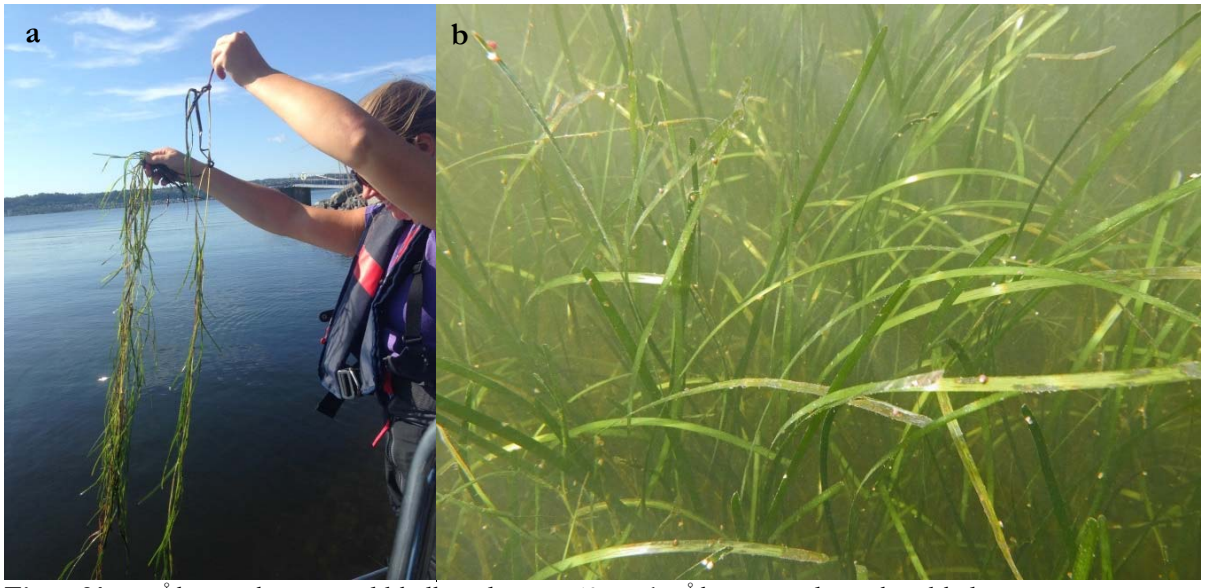
Ålegraseng nr	Nedre voksedyp (m)	Tilstandsklasse	Grenseverdi (m)	
			Naturtilstand God	Moderat
1	3,0	Moderat	4	3
2	3,5	Moderat		
3	4,0	God		
4	2,3	Moderat		
5	3,2	Moderat		
6	2,7	Moderat		
7	2,9	Moderat		
8	2,6	Moderat		
Gjennomsnittlig	**3,025**	**Moderat**		

Resultatet av kartleggingen viser at utbredelsen av ålegras er stort sett lik det registrert i 2013 (**Figur 30**). Utbredelsen på vestsiden var noe større i 2013, mens på østsiden har ålegrasengene større utbredelse i 2015 sammenliknet med 2013. I 2015 ble øvre voksegrense registrert på 0,5 m dyp, mens i 2013 ble det registrert på 1 m dyp. Den dypeste registreringen av ålegras var på 4 m i 2015, mens i 2013 ble det registrert ned til 4,3 m.



Figur 30. Sammenlikning av utbredelsen til ålegras (lilla prikker) i 2013 venstre bilde) med utbredelsen i 2015 (høyre bilde).

Kvaliteten til de registrerte ålegrasforekomstene var god. Kvaliteten er bestemt ut fra mengde påvekstalger og grad av sedimentering på bladene. De fleste plantene ble anslått til å være høye (høyere enn 60 cm) (**Figur 31a**), og engene bestod av friske planter med lite påvekstalger og dyr. I enkelte områder ble det registrert noe snegl og trådformete alger på plantene (**Figur 31b**), og noe omkringliggende sagtang.



Figur 31. a. Ålegrasplanter med bladlengde over 60 cm **b.** Ålegras med snegl på bladene

3.6 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner

I **Tabell 33** vises en oversikt over økologisk og kjemisk tilstand på stasjonene som er undersøkt i overvåkingsprogrammet. På sedimentstasjonene og blåskjellstasjonene er det ikke beregnet økologisk tilstand da det kun ble analysert for de vannregionspesifikke stoffene, men det angis at miljømålet om «god» tilstand ikke nås dersom disse stoffene overskrider EQS-verdien.

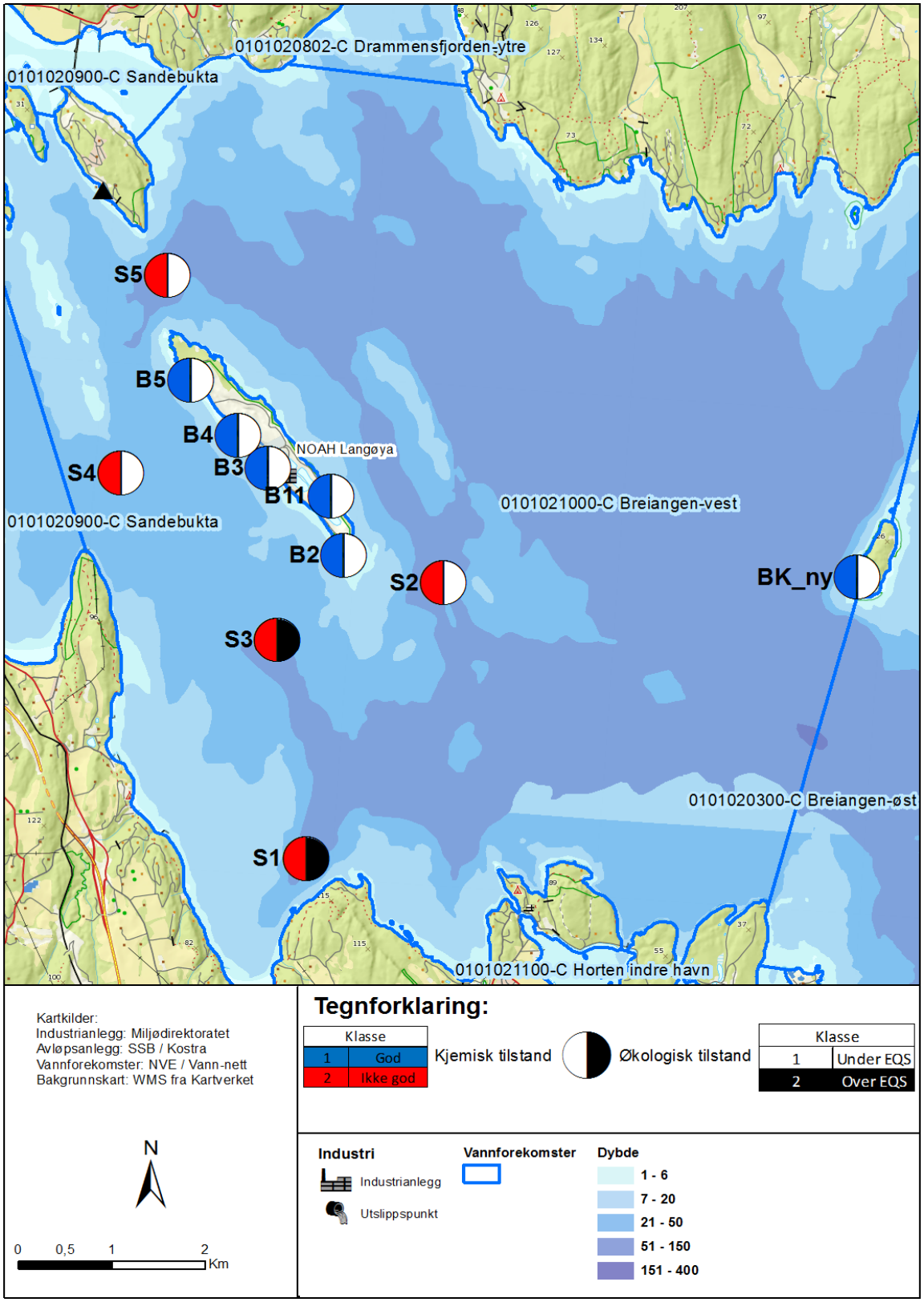
Figur 32 viser kjemisk tilstand for de undersøkte sedimentstasjonene (S1-5) og blåskjellstasjonene (B2, B3, B4, B5, B11 og BK_ny), samt stasjoner hvor vannregionspesifikke stoffer overskrider EQS-verdien.

Figur 33 viser økologisk- og kjemisk tilstand for de undersøkte hydrografistasjonene (NOA06 og OF-5) og bløtbunnsfaunastasjonene (NOA08, NOA09 og LØ-1).

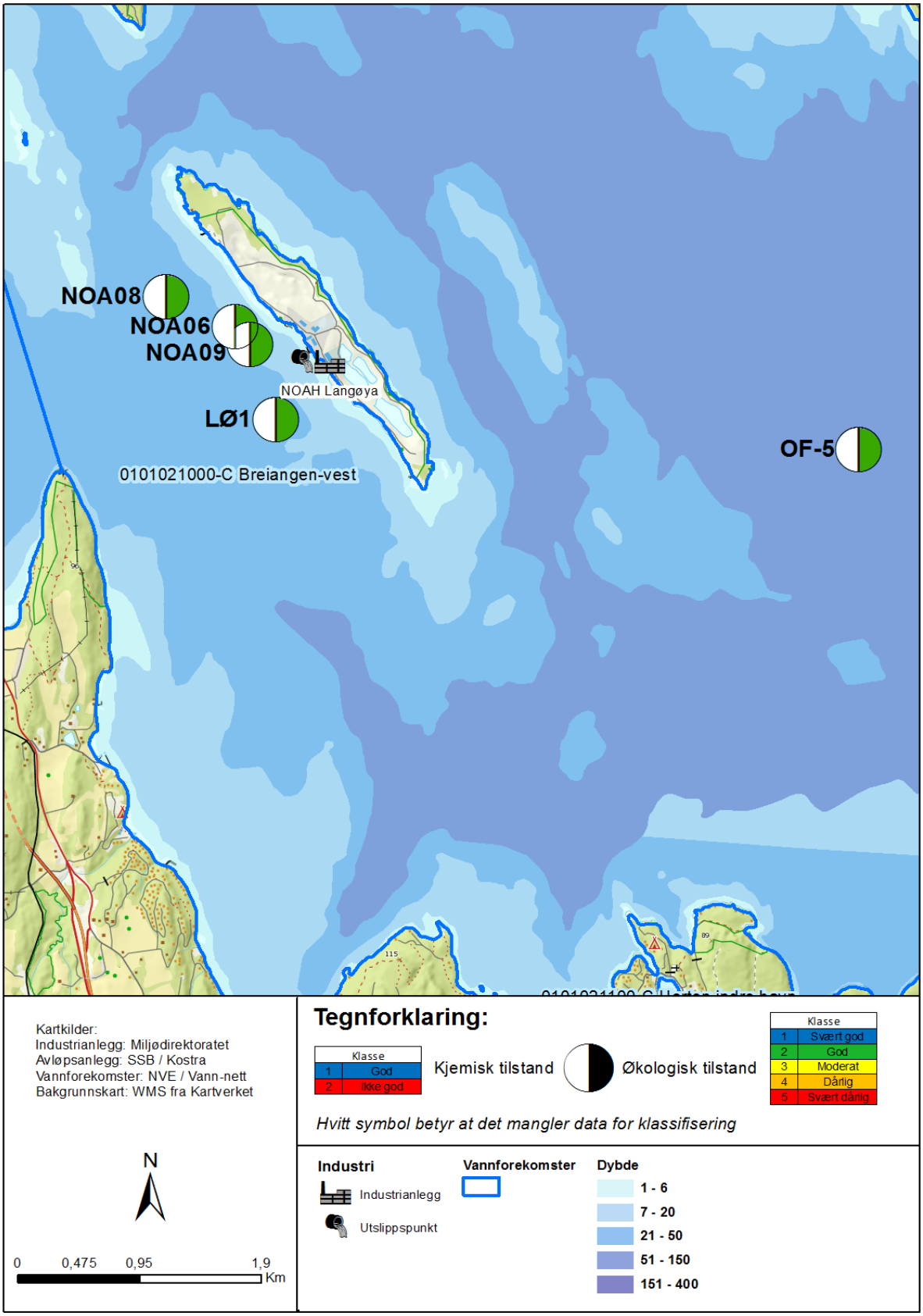
Det ble foretatt analyser på stoffer som ikke er på listen over EU-prioriterte stoffer eller på listen over vannregionspesifikke stoffer med EQS verdi, og dermed ikke kunne klassifiseres. Tabeller med fullstendige analyseresultater er gitt i **Vedlegg C.**

Tabell 33. Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand per stasjon. Fargekode angir henholdsvis økologisk og kjemisk tilstand. For økologisk tilstand i moderat eller dårligere er i tillegg det verste kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle miljøgifter som overskrider EQS angitt. Klassifisering av økologisk tilstand: Grønn=God tilstand, blank=ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. Vannregionspesifikke stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift. Klassifisering av kjemisk tilstand: blått=God tilstand, rødt=Ikke god tilstand.

Stasjonskode	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
B2	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter
B3	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter
B4	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter
B5	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter
B11	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter
BK_ny	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter
S1	Vannregionspesifikke stoffer: As, Zn	EUs prioriterte miljøgifter: Benzo[b]fluoranten, Indeno[1,2,3-cd]pyren
S2	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter: Benzo[b]fluoranten, Indeno[1,2,3-cd]pyren
S3	Vannregionspesifikke stoffer: Zn	EUs prioriterte miljøgifter: Indeno[1,2,3-cd]pyren, Tributyltinn (TBT)
S4	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter: Indeno[1,2,3-cd]pyren, Tributyltinn (TBT)
S5	Vannregionspesifikke stoffer	EUs prioriterte miljøgifter: Benzo[b]fluoranten, Benzo[g,h,i]perylen, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Tributyltinn (TBT)
NOA06	Planteplankton (Klorofyll a) Næringssalter og siktdyp	
NOA08	Bløtbunnfauna	
NOA09	Bløtbunnfauna	
LØ-1	Bløtbunnfauna	
OF-5	Oksygen	



Figur 32. Oversikt over kjemisk tilstand for sedimentstasjonene (S1-S5) og blåskjellstasjonene (B2, B3, B4, B5, B11 og BK_ny). Økologisk tilstand er beregnet kun fra analysene av de vannregionspesifikke stoffene på sedimentstasjonene og blåskjellstasjonene. Det vises kun om det er vannregionspesifikke stoffer som overskrider EQS-verdien på stasjonene. Hvilke stoffer som overskrider EQS-verdiene er gitt i **Tabell 16**.



Figur 33. Oversikt over økologisk tilstand for bløtbunnsfaunastasjonene (NOA08, NOA09 og LØ-1) og hydrografistasjonene (NOA06 og OF-5). Det ble ikke utført miljøgiftanalyser på stasjonene, og kjemisk tilstand kan derfor ikke beregnes.

4 Konklusjoner og videre overvåking

4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater

2015 var første år hvor det er blitt gjennomført analyser av næringssalter og klorofyll a. Det er anbefalt at tilstandsklassifisering gjennomføres på flere års data (minimum 3 år). Men første års prøvetaking viser «god» tilstand for både næringssalter og klorofyll a. Oksygenmålingene viste også «god» tilstand. Det er gjennomført en vinterprøvetaking (desember-februar) av næringssalter. Resultatene fra disse målingene vil bli presentert i et notat når alle resultatene foreligger. For å sjekke om det har forekommet gjennomslag av ammonium til overflaten, er det sett nærmere på analyseresultatene for ammonium. Én prøve tatt i juli var i tilstandsklasse III (moderat). De andre konsentrasjonene av ammonium ligger i innenfor tilstandsklasse I (svært god) og II (god). Resultatene tilsier at det ikke forekommer gjennomslag av ammonium til overflaten.

Tidligere er det kun utført bløtbunnsfaunaundersøkelser på en stasjon (LØ-1), mens det er gjennomført SPI-undersøkelser på 22 stasjoner rundt Langøya. I 2015 ble det gjennomført både bløtbunnsfauna- og SPI-undersøkelser på 3 stasjoner for å se om resultatene samsvarte mellom de to undersøkelsesmetodene. Bløtbunnsfaunaundersøkelsene viste «god» tilstand på alle stasjonene. BHQ-indeksen beregnet fra analyser av SPI-bildene viste «god» tilstand på to stasjoner (LØ-1 og NOA08), og «mindre god» tilstand på én stasjon (NOA09). Tidligere undersøkelser på stasjon LØ-1 har vist «god» tilstand med både bløtbunnsfaunaanalyser og ved SPI-analyser (**Tabell 22**, **Tabell 26**). BHQ-indeksen er per i dag ikke en interkalibrert indeks i vanndirektivet, men resultatene fra foreliggende undersøkelse viser at det er godt samsvar mellom resultater fra bløtbunnsfaunauna- og SPI-undersøkelser. SPI er en raskere og rimeligere metode for klassifisering av sediment og bløtbunnsfauna, sammenliknet med tradisjonelle bløtbunnsfaunaundersøkelser.

Analysene av EU-prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell viste «god» tilstand (verdier under EQS-verdien) på alle stasjonene. Tidstrendanalysene viste at konsentrasjonene av miljøgifter i blåskjell i 2015 var lave og på nivå med bakgrunn (Kl.I) eller moderat forurenset (Kl.II) etter Miljødirektoratets klassifiseringssytem. I midlertid ble seks oppadgående statistisk signifikante trender obsevert på stasjoner nær Langøya, fire for kadmium, en for bly og kvikksølv. Det ble også registrert en oppadgående trend for bly på referansestasjonen.

Analyser av vannregionspesifikke stoffer i sediment viste verdier over EQS-verdien for arsen og sink på stasjon 1, og verdier over EQS-verdien av sink på stasjon 3 i 2015. De forhøyete verdiene er på samme nivå som målt ved forrige sedimentprøvetaking i 2011 (Gitmark *et al.* 2012). I 2011-undersøkelsene var det «god» tilstand for både arsen og sink på stasjon 1 og 3. Det må merkes at metallene ble i 2011 klassifisert i hht. til Miljødirektoratet (tidligere KLIF/SFT's) klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (Bakke *et al.* 2007). Grenseverdiene (grensen mellom «moderat» og «god» tilstand) for arsen og sink er høyere i Bakke *et al.* 2007 (hhv. 52 og 360 mg/kg) enn grenseverdiene gitt i Arp *et al.* 2014 (hhv. 18 og 139 mg/kg). Sedimentstasjon 1 og 3 er plassert lengst unna Langøya (**Figur 32**).

Analyser av EU-prioriterte stoffer i sediment viste verdier over EQS-verdien for Ideno[1,2,3-cd]pyren (PAH) på alle stasjoner i 2015. Det ble også registrert verdier over EQS-verdien av andre PAH'er på stasjon 1, 2 og 5. Tidligere undersøkelser av miljøgifter i sediment (2001, 2006 og 2011) har kun analysert sumPAH på stasjon 1. Resultatene har vist «god» tilstand for sumPAH ved alle undersøkelsene (Gitmark *et al.* 2012).

Konsentrasjonen av TBT på sediment stasjonene 3, 4 og 5 var over EQS-verdien i 2015. Sammenliknet med resultatene fra stasjon 1 i tidligere undersøkelser, er verdiene høyere enn verdiene målt i 2011 («svært god» tilstand), men lavere enn de målt i 2006 («svært dårlig» tilstand) og 2001 («moderat» tilstand). Det må merkes at klassifiseringen i 2011 ble gjort i hht. Miljødirektoratets klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (Bakke *et al.* 2007). Analyser av TBT i blåskjell viste ikke forhøyede verdier (verdier

over EQS-verdi). Det er stor skipstrafikk i området, og Oslofjorden generelt, og det er sannsynlig at de forhøyede verdiene av TBT stammer fra skipsfart.

Da blåskjellstasjonene er plassert nærmere NOAHs utslipp enn sedimentstasjonene, tyder resultatene på at det kan være andre kilder enn NOAH som forårsaker de forhøyede verdiene målt i sediment. 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 vannforekomsten, så kalt "gamle synder", fra disse kildene bidrar.

Analyser av radionuklider i sjøvann, sediment og blåskjell viste verdier ansett å være normale for innhold av radioaktivitet. Dette samsvarer med resultater fra tidligere undersøkelser (eks. Gitmark *et al.* 2015).

Undersøkelser av artssammensetninger i fjæresonen viste ingen store endringer fra tidligere undersøkelser, med unntak av en økning av forekomsten av stillehavsøsters. Det ble registrert spredte forekomster av juvenile stillehavsøsters på stasjonene på Langøya, mens det ble registrert store mengder døde stillehavsøsters på stasjonen på Mølen. Stillehavsøsters er en svartelistet art i Norge, som er uønsket i vår natur. Viltlevende stillehavsøsters ble for første gang registrert i Norge i 2003 i Vestfold (Bodvin *et al.* 2014). Arten har siden spredt seg raskt langs Sør-Norge. Stillehavsøsters er en art som skaper, opprettholder, endrer eller ødelegger et habitat, og kan forårsake store endringer i det naturlige økosystemet. De kan ha en negativ effekt på biologisk mangfold generelt, og ved å fortrenge stedegne arter fordi de benytter de samme habitatene som disse (Bodvin *et al.* 2014). Stillehavsøsters ble registrert for første gang på Langøya i 2014 undersøkelsene. På Mølen har forekomsten av blåskjell gått fra dominerende i 2011-13, til spredt i 2015. I 2015 ble det registrert vanlige forekomster av døde juvenile stillehavsøsters, og det er sannsynlig at stillehavsøsters har utkonkurrert blåskjellene

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 suksesjonsfaser, 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.

Ålegraskartleggingen viste «moderat» tilstand beregnet ut fra nedre voksegrense til ålegras. Kvaliteten, bestemt ut fra begroing og sedimentering på plantene, var god. Utbredelse, dybdegrensene og kvalitet til ålegraset registrert rundt Langøya har ikke endret seg stort fra undersøkelsene gjennomført i 2013 (Gitmark *et al.* 2014).

Analyser av bløtbunnsfauna, SPI-fotografering, næringssalter, oksygen, klorofyll a, fjæresamfunnet, miljøgifter i blåskjell og radionuklider i blåskjell, sediment og sjøvann viser at det er «god» tilstand rundt Langøya. Ålegraskartleggingen viste god kvalitet, men «moderat» tilstand beregnet fra nedre voksegrense. Analyser av miljøgifter i sediment viste noe forhøyede verdier (over EQS-verdien) for enkelte stoffer. Sedimentstasjonene er plassert et stykke unna Langøya, og det kan være andre kilder enn NOAH som forårsaker de forhøyede verdiene målt i sediment. Da de andre undersøkelsene viste hovedsakelig «god» tilstand, er det derfor ingen tydelige tegn på at NOAHs aktiviteter har en negativ innvirkning på resipienten.

4.2 Vurdering av videre overvåking

Det har blitt gjennomført årlige undersøkelser av området rundt Langøya, siden 1996, for å klarlegge om driften av anlegget har påvirket, eller påvirker, miljøet i sjøen i dette området av Holmestrandsfjorden.

Ett års prøvetaking av næringssalter og klorofyll a er ikke tilstrekkelig for å gjøre en fullstendig tilstandsklassifisering, men da resultatene fra foreliggende undersøkelse viser «god» tilstand, og det ikke er tydelige indikasjoner på at det er forhøyete næringssaltkonsentrasjoner i området basert på fjæresoneundersøkelsene av makroalger samt ålegrasundersøkelsen, anses det ikke nødvendig å videreføre prøvetakingen av næringssalter og klorofyll a.

I de tidligere undersøkelsene er det prøvetatt blåskjell på 9 (10) stasjoner. I 2015 ble det prøvetatt blåskjell på 6 stasjoner. Antall stasjoner undersøkt i 2015 anses å være tilstrekkelig for å gi et godt bilde av miljøforholdene rundt Langøya.

I de tidligere undersøkelsene er det prøvetatt sediment på 7 stasjoner, mens i 2015 ble det prøvetatt på 5 stasjoner. Sedimentstasjonene er plassert langt unna Langøya, og resultatene fra sediment- og blåskjellsundersøkelsene tyder på det kan være andre kilder enn NOAH som forårsaker de forhøyede verdiene i sedimentet. Det anses derfor ikke å være nødvendig og videreføre prøvetaking av dype sedimenter.

Sammenlikninger mellom SPI-undersøkelsene og undersøkelsene av bløtbunnsfauna viser at det er god korrelasjon mellom de to undersøkelsesmetodene. SPI-undersøkelser er en raskere og mer kostnadseffektiv undersøkelse og kan gi bedre oppløsning i tid og rom.

Det foreslås at det originale programmet videreføres, men med enkelte endringer i antall prøvetakingsstasjoner. Forslag til antall stasjoner og frekvens for videre overvåking:

Miljøgifter i blåskjell (6 stasjoner) – én gang hvert år
Bløtbunnsfauna (1 stasjon) – én gang hvert 3. år
SPI-undersøkelser (22 stasjoner) – én gang hvert år
Fjæresoneundersøkelser (3 stasjoner) – én gang hvert år
Ålegraskartlegging – hvert 3. år
Radionuklider i sjøvann, sediment og blåskjell (1/2/2 stasjoner) – én gang hvert år

5 Referanser

Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014

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., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann– Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Miljødirektoratets rapportserie TA-2229/2007

Bodvin, T., Rinde, E., Mortensen, S. 2014. Faggrunnlag stillehavsøsters (*Crassostea gigas*). 32-2014.33 s.

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.

Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3 sider.

Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.

Direktoratsgruppa (2013). Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

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. NIVA-rapport 6306-2012, 74 s.

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

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

Gitmark J., Green N., Beylich B., Borgersen, G., Høgåsen T. 2015. Overvåking NOAH Langøya 2014. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer. NIVA-rapport 6817-2015, 68 s.

Molvær, J. Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997

Nicholson, M.D., Green, N.W., & Wilson, S.J., 1991. Regression models for assessing trends in cadmium and PCBs in cod livers from the Oslofjord. Marine Pollution Bulletin 22(2):77-81.

Nicholson, M.D., Fryer N.W., & Green, N.W., 1994. Focusing on key aspects of contaminant trend assessments. Report of the 1994 meeting of the Working Group on the Statistical Aspects of Environmental Monitoring. St. Johns 26-29 April 1994. Annex 7:65-67.

Nicholson, M.D., Fryer, R.J., Mawell, D.M., 1997. A study of the power of various methods for detecting trends. ICES CM 1997/Env.11.

Nicholson M., Fryer R.J., & J.R. Larsen. 1998. Temporal trend monitoring: A Robust Method for Analysing Trend Monitoring Data, ICES Techniques in Marine Envrionmental 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.

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)

NS-EN ISO 19493:2007. Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn (ISO 19493:2007)

NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).

OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.

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. NIVA-rapport 5630-2008, 32 s..

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.

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdata.no

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.

Walday M., Beylich, B.A., Fagerli, C.W., Gitmark, J.K., Naustvoll, L.J. (HI), Selvik, J.R. 2015. Overvåking av Ytre Oslofjord 2014 – 2018. Årsrapport for 2014. NIVA-rapport 6823-2015. 41 s.

Vedlegg A.

Toktrapport bløtbunn

Norsk Institutt for Vannforskning
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT

Toktrapport bløtbunnsfauna:
Overvåking for NOAH Langøya

Forfatter: Marijana Stenrud Brkljacic
Feltdeltakere: Bjørnar Beylich (toktleder) og Marijana S. Brkljacic
NIVA prosjektnr: 15114

Feltarbeidet fant sted 19. mai 2015 med Universitetet i Oslo sitt forskningsfartøy «Trygve Braarud».

Det ble tatt faunaprøver fra tre stasjoner. På alle stasjonene ble det tatt tre prøver for faunaanalyse med en 0,1 m^2 van Veen-grabb. Videre ble det tatt sedimentprøver fra hver stasjon til kornstørrelse (0-5 cm) og en til TOC (0-1 cm) med grabb eller corer.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19. For å bestemme fargen på sedimentets overflatelag ble det brukt Munsells fargekart for jord og sedimenter. Volum ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.

Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i Tabell 1. Beskrivelser av grabb- og corerprøvene er gitt i Tabell 2.

Tabell 1. Posisjoner og dyp for bøtbunnsprøvetakingen for NOAH Langøya 2015.

Dato for prøvetaking	Stasjons-navn	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)	Fauna	Sediment for analyse av TOC og kornstrl.
19.05.2015	LØ-1	59°29,157	10°22,670	68	X	X
19.05.2015	NOA08	59°29,656	10°21,705	88	X	X
19.05.2015	NOA09	59°29,474	10°22,433	47	X	X

Tabell 2. Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvene i 2015.

Stasjon	Beskrivelse
LO-1	Sediment med brungrønt overflatelag på ca. 2 cm etterfulgt av et lysegrått underlag. Ingen lukt. Munsell 5Y 4/2. Volum ~ 18L. Fauna bestående av bl.a. frittlevende børstemark (Scalibregmatidae, Pectinidae og Nephtyidae), slangestjerner og sjømus. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate.
NOA08	Sediment med brungrønt overflatelag etterfulgt av et grått, gradvis mørkere lag i bunn. Ingen lukt. Munsell 5Y 4/2. Volum ~ 19L. Liten sikterest. Fauna bestående av bl.a. frittlevende børstemark (Scalibregmatidae og Nephtyidae), nøtteskjell, spøkelseskreps, lyresjømus og flimmerorm. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.
NOA09	Sediment med brungrønt overflatelag på ca. 1 cm etterfulgt av et lysegrått underlag. Kompakt leire etter ca. 10 cm. Ingen lukt. Munsell 5Y 4/2. Volum ~ 19L. Fauna bestående av bl.a. frittlevende- (Nephtyidae) og rørbyggende børstemark (Maldanidae), slangestjerner, lyresjømus og nøtteskjell. Overfylt grabbprøve, replikat I. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.

Registrerte avvik:

- Avvik nr. 13451: Overfylt grabbprøver på stasjon NOA 09-I. Overflatesedimentet ble presset mot nettingen. Den overfylte prøven ble beholdt ettersom det ikke går utover kvaliteten på faunaprøven. Corer ble alltid benyttet for sedimentprøver dersom det ikke var mulig å få grabbprøve med uforstyrret overflate.

Vedlegg B.

Analyseresultater fra sedimentprøvetaking ved stasjon S1 – S5.
(Fullstendige analyserapporter fra Eurofins kan oversendes om ønskelig)

STASJON		1			2			3			4			5		
KJERNE	Enhet	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Kornstørrlese <63µm	% TS	83	84	73	80	68	72	83	74	73	76	79	84	84	80	76
Hg	mg/kg TS	0,17	0,142	0,135	0,168	0,117	0,086	0,136	0,138	0,143	0,128	0,1	0,119	0,11	0,127	0,112
Co	mg/kg TS	20	18	18	17	14	7,6	13	13	14	14	9,8	10	11	14	10
Li	mg/kg TS	53	49	49	51	39	21	42	42	43	40	28	31	33	41	30
V	mg/kg TS	120	100	100	95	78	47	69	73	74	80	55	59	62	77	56
As	mg/kg TS	30	26	29	17	19	13	15	14	17	22	14	15	13	19	13
Pb	mg/kg TS	56	51	50	61	43	24	51	48	50	47	33	37	39	51	37
Cd	mg/kg TS	0,1	0,096	0,068	0,07	0,079	0,049	0,046	0,036	0,05	0,072	0,027	0,041	0,048	0,056	0,046
Cu	mg/kg TS	30	29	28	30	23	13	23	23	23	25	17	19	20	25	18
Cr	mg/kg TS	49	43	43	47	36	21	35	36	37	37	26	29	30	37	28
Ni	mg/kg TS	45	39	40	41	32	20	31	32	33	33	23	25	26	33	25
Zn	mg/kg TS	190	170	170	180	130	78	140	140	150	150	110	120	120	150	110
Total karbon (TOC)	mg/kg TS	16,4	17,1	14,1	17,3	18,3	18,5	13,7	15,2	14,6	14,9	15,4	14,8	14,7	13,1	11,7
Acenaften	mg/kg TS	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylen	mg/kg TS	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Antracen	mg/kg TS	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010
Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,027	0,029	0,041	0,038	0,032	0,039	0,022	0,025	0,024	0,036	0,026	0,033	0,028	0,037	0,037
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,043	0,05	0,033	0,056	0,043	0,035	0,027	0,031	0,032	0,045	0,038	0,044	0,035	0,056	0,056
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,14	0,17	0,14	0,21	0,15	0,13	0,082	0,12	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,17	0,15
Benzo[g,h,i]perylen	mg/kg TS	0,084	0,099	0,025	0,13	0,083	0,031	0,056	0,074	0,073	0,087	0,07	0,091	0,073	0,094	0,091
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,047	0,063	0,038	0,065	0,048	0,038	0,028	0,039	0,04	0,048	0,042	0,051	0,038	0,053	0,047
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	<0,020	0,02	<0,020	0,021	0,017	<0,020	0,012	<0,020	<0,020	0,018	0,014	0,017	0,015	0,02	0,018
Fenantren	mg/kg TS	0,03	0,034	0,024	0,039	0,029	0,026	0,019	0,024	0,024	0,033	0,025	0,032	0,027	0,036	0,032
Fluoranten	mg/kg TS	0,07	0,083	0,058	0,098	0,068	0,062	0,045	0,061	0,055	0,082	0,064	0,08	0,063	0,098	0,095
Fluoren	mg/kg TS	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,089	0,11	0,037	0,14	0,095	0,04	0,06	0,082	0,083	0,095	0,079	0,098	0,08	0,11	0,1
Krysen+Trifenylen	mg/kg TS	0,057	0,055	0,055	0,059	0,047	0,051	0,032	0,044	0,044	0,05	0,043	0,048	0,039	0,057	0,055
Naftalen	mg/kg TS	<0,020	<0,020	<0,020	0,015	0,011	<0,020	<0,010	<0,020	<0,020	0,011	<0,010	0,011	<0,010	0,011	0,01
Pyren	mg/kg TS	0,058	0,069	0,048	0,082	0,058	0,051	0,037	0,051	0,049	0,068	0,052	0,066	0,05	0,077	0,079
Sum PAH 16	mg/kg TS	0,65	0,79	0,5	0,94	0,68	0,51	0,42	0,55	0,55	0,72	0,58	0,72	0,57	0,82	0,78
PFOA	µg/kg tv	<2,3	<2,1	<2,4	<2,5	<2,4	<2,4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,4	<2,3	<2,5	<2,3	<2,4
PFOS	µg/kg tv	<2,3	<2,1	<2,4	<2,5	<2,4	<2,4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,4	<2,3	<2,5	<2,3	<2,4
Dibutyltinn (DBT)	µg/kg tv	2,04	3,13	<1,88	2,19	<1,7	1,7	2,19	2,49	2,33	5,73	2,99	6,55	2,28	2,09	1,93
Dioktyltinn (DOT)	µg/kg tv	1,67	3,28	<1,88	1,98	<1,7	1,7	2,15	2,36	2,27	1,85	2,3	2,47	2,71	2,34	2,12
Monobutylitinn (MBT)	µg/kg tv	2,46	4,48	2,83	2,22	<1,7	1,46	2,29	2,11	1,81	3,14	2,89	0,61	2,08	1,99	1,82
Monooktyltinn (MOT)	µg/kg tv	<1,25	<2,06	<1,88	<1,3	<1,7	<1,2	<1,1	<1,0	<1,0	1,13	<0,99	<0,99	<1,1	<0,99	<0,96
Tetrabutyltinn (TetraBT)	µg/kg tv	<1,25	<2,06	<1,88	<1,3	<1,7	<1,2	<1,1	<1,0	<1,0	<1,1	<0,99	<0,99	<1,1	<0,99	<0,96
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	1,65	3,9	<1,88	2,27	<1,7	2,23	2,83	3,07	2,56	12,4	3,66	13,7	2,92	1,93	2,24
Trifenyltinn (TPhT)	µg/kg tv	<1,25	<2,06	<1,88	<1,3	<1,7	<1,2	<1,1	<1,0	<1,0	<1,1	<0,99	<0,99	<1,1	<0,99	<0,96
Trisykloheksyltinn (TCHT)	µg/kg tv	<2,50	<4,12	<3,76	<3,44	<3,5	<2,3	<2,2	<2,0	<2,1	<2,2	<2,0	<2,0	<2,1	<2,0	<1,9
Tørrstoff %	%	19,1	27,1	27	32,8	33,2	14,1	33	25,7	27,2	31,2	36,5	33,4	41,7	35,4	41,8

Analyseresultater fra miljøgifter i blåskjell på stasjon B2, B3, B4, B5, B11 og BK_ny
(Fullstendige analyserapporter fra Eurofins kan oversendes om ønskelig)

	Enhet	B2_1	B2_2	B2_3	B3_1	B3_2	B3_3	B4_1	B4_2	B4_3	B5_1	B5_2	B5_3	B11_1	B11_2	B11_3	BK_NY_1	BK_NY_2	BK_NY_3
6:2 Fluortelomer sulfonat (FST) (H4PFOS)	ng/kg	<377			<341			<279			<294			<377			<292		
Arsen (As)	mg/kg	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,4	1,6	1,7	1,5	1,3	1,4	1,2	1,4	1,3	1,3	1,9	1,7	1,9
Barium (Ba)	mg/kg	0,3	0,3	0,2	1	0,9	0,7	0,5	0,8	1,1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	<0,2	<0,2	<0,2
Ply (Pb)	mg/kg	0,14	0,13	0,12	1,7	1,9	1,8	0,34	0,33	0,29	0,22	0,22	0,22	0,13	0,22	0,13	0,13	0,12	0,14
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,24	0,24	0,26	0,48	0,49	0,46	0,28	0,3	0,23	0,22	0,23	0,23	0,21	0,24	0,22	0,21	0,21	0,22
Kobber (Cu)	mg/kg	1,2	1,3	1,1	1,5	1,4	1,5	1,3	1,4	1,2	1,4	1,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	1,3
Kobolt (Co)*	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Krom (Cr)	mg/kg	0,2	0,14	0,19	0,2	0,2	0,32	0,25	0,69	0,22	0,14	0,33	0,14	0,13	0,23	0,33	0,13	0,12	0,29
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,017	0,017	0,016	0,038	0,032	0,035	0,017	0,016	0,015	0,013	0,014	0,013	0,014	0,016	0,014	0,014	0,012	0,014
Molybden (Mo)*	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nikkel (Ni)	mg/kg	0,2	0,18	0,21	0,19	0,36	0,25	0,25	1	0,22	0,18	0,26	0,21	0,28	0,3	0,29	0,31	0,16	0,29
PFOS/PFOA																			
Perfluoroktansyre (PFOA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluoroktylsuflonat	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Sum PFOS/PFOA eksl	ng/kg	n.d.			n.d.			n.d.			n.d.			n.d.			n.d.		
Total PFOS/PFOA inkl	ng/kg	502			455			373			392			502			389		
Sink (Zn)	mg/kg	18	17	15	27	27	24	19	17	15	18	16	19	15	15	16	17	15	17
Sum PFC																			
Sum PFC fobindelser eksl LOQ	ng/kg	3700			4070			1680			3060			3080			2760		
Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	ng/kg	10600			10300			6800			8450			9980			8110		
PAH (16)																			
Acenaften	ng/g	<1,04			<1,54			<1,68			<1,07			<1,90			<1,13		
Acenaftylen	ng/g	<0,580			<0,20			<0,94			<0,60			<0,20			<0,63		
Antracen	ng/g	<0,19			0,41			<0,23			<0,23			0,23			<0,23		
Benz(a)antracen	ng/g	0,28			1,36			0,66			0,44			0,76			0,24		
Benzo[a]pyren	ng/g	0,13			0,36			0,17			0,14			0,23			<0,10		
Benzo[b/j]fluoranten	ng/g	0,7			1,84			0,93			1,01			1,48			0,56		
Benzo[ghi]perylen	ng/g	0,3			0,71			0,32			0,4			0,71			0,21		
Benzo[k]floranten	ng/g	0,19			0,45			0,25			0,24			0,31			0,12		
Dibenz(a,h)antracen	ng/g	<0,10			0,13			<0,10			<0,1			0,16			<0,10		
Fenantren	ng/g	<1,84			2,4			8,29			7,13			3,06			7,25		
Fluoranten	ng/g	1,52			4,18			2,23			2,64			2,95			1,71		
Fluoren	ng/g	<0,87			<0,63			<1,42			<0,97			<1,03			<0,96		
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ng/g	0,2			0,48			0,21			0,2			0,49			0,11		
Krysen	ng/g	0,82			2,3			1,34			1,45			1,62			0,82		
Naftalen	ng/g	<15,1			<13,7			<49,4			<31,3			<18,3			<29,8		
Pyren	ng/g	1,37			4,02			1,97			2,24			2,06			1,73		
Sum16 EPA-PAH eksl LOQ	ng/g	5,51			18,7			16,4			16			14,1			12,7		
Sum 16 EPA-PAH inkl LOQ	ng/g	25,2			34,7			70,1			50,3			35,5			45,7		

n.d. = ikke påvist

	Enhet	B2_1	B2_2	B2_3	B3_1	B3_2	B3_3	B4_1	B4_2	B4_3	B5_1	B5_2	B5_3	B11_1	B11_2	B11_3	BK_NY_1	BK_NY_2	BK_NY_3
Delvis fluorerte forbindelser																			
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	ng/kg	<502			<455			<373			<392			<502			<389		
2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	ng/kg	<502			<455			<373			<392			<502			<389		
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	ng/kg	<502			<455			<373			<392			<502			<389		
Perfluor-3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	ng/kg	<502			<455			<373			<392			<502			<389		
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/kg	<3,77			<341			<279			<294			<377			<292		
Perfluorbutansyre (PFBA)	ng/kg	<251			<341			<186			<196			<251			<194		
Perfluordekansulfonat (PFDS)	ng/kg	<377			<341			<279			<294			<377			<292		
Perfluordekansyre (PFDeA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluordodekansyre (PFDoA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	ng/kg	<377			<341			<279			<294			<377			<292		
Perfluorheksansyre (PFHxA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/kg	<377			<341			<279			<294			<377			<292		
Perflourheptansyre (PFHpA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluornonansyre (PFNA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluoroktansuflonamid (PFOSA)	ng/kg	3700			4070			1680			3060			3080			2760		
Perfluorpentansyre (PFPeA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluortetradekansyre (PFTA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluortidekansyre (PFTrA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Perfluorundekansyre (PFUnA)	ng/kg	<251			<227			<186			<196			<251			<194		
Tinnorganisk																			
Monobutyltinn (MBT)	µg/kg	<0,3			<0,3			1,9			0,7			<0,3			<0,3		
Dibutyltinn (DBT)	µg/kg	<0,3			1			1,4			1,6			1			0,7		
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	1,8			2,3			2,1			3			3			2		
Tetrabutyltinn (TTBT)	µg/kg	<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3		
Monooktyltinn (MOT)	µg/kg	<0,4			<0,4			<0,4			<0,4			<0,4			<0,4		
Dioktyltinn (DOT)	µg/kg	<0,4			<0,4			<0,4			<0,4			<0,4			<0,4		
Trisykloheksyltinn (TCyT)	µg/kg	<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3		
Monofenyltinn (MPhT)	µg/kg	<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3		
Difenyltinn (DPhT)	µg/kg	<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3		
Trifenyltinn (TPhT)	µg/kg	<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3			<0,3		
Total tørrstoff	%	16	16	15	17	17	16	17	16	17	18	18	19	17	18	16	20	19	20

Analyseresultater fra vannprøver tatt ved stasjon NOA06
(Fullstendige analyserapporter fra NIVAlab kan oversendes om ønskelig)

Dato	Analyse	Enhet	0m	5m	10m	15m
26.2.15	KLA/S	µg /l		1,90		
	Secchi dyp	m	4,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
12.3.15	KLA/S	µg /l		0,43		
26.3.15	KLA/S	µg /l		0,82		
	Secchi dyp		Ikke notert			
	Secchi farge		Ikke notert			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
16.4.15	KLA/S	µg /l		0,81		
	Secchi dyp	m	5,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
21.5.15	KLA/S	µg /l		2,70		
	Secchi dyp	m	6,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
8.6.15	Tot-P/L-Sj	µg/l	9	10	11	9
	PO4-P-Sj	µg/l	3	2	4	3
	Tot-N/L	µg/l	425	190	190	200
	NH4-N-Sj	µg/l	34	12	27	23
	NO3+NO2-N	µg/l	130	23	27	40
	Secchi dyp	m	3,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
22.6.15	Tot-P/L-Sj	µg/l	7	9	9	8
	PO4-P-Sj	µg/l	2	2	3	3
	Tot-N/L	µg/l	235	165	210	210
	NH4-N-Sj	µg/l	8	7	25	27
	NO3+NO2-N	µg/l	66	10	53	67
	KLA/S	µg /l		4,70		
	Secchi dyp	m	4,0			
	Secchi farge		Grønnlig			

Dato	Analyse	Enhet	0m	5m	10m	15m
6.7.15	Tot-P/L-Sj	µg/l	7	9	11	10
	PO4-P-Sj	µg/l	2	2	3	2
	Tot-N/L	µg/l	225	190	245	230
	NH4-N-Sj	µg/l	61	21	41	26
	NO3+NO2-N	µg/l	7	5	17	37
	Secchi dyp	m	5,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
27.7.15	Tot-P/L-Sj	µg/l	7	8	9	8
	PO4-P-Sj	µg/l	<1	2	1	2
	Tot-N/L	µg/l	220	225	220	210
	NH4-N-Sj	µg/l	<5	45	<5	<5
	NO3+NO2-N	µg/l	25	15	46	51
	KLA/S	µg /l		1,20		
	Secchi dyp	m	Ikke notert			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
10.8.15	Tot-P/L-Sj	µg/l	9	10	8	10
	PO4-P-Sj	µg/l	2	3	2	3
	Tot-N/L	µg/l	280	190	170	195
	NH4-N-Sj	µg/l	17	17	19	33
	NO3+NO2-N	µg/l	57	3	4	20
	Secchi dyp	m	4,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
24.8.15	Tot-P/L-Sj	µg/l	10	11	9	7
	PO4-P-Sj	µg/l	2	2	3	3
	Tot-N/L	µg/l	280	250	190	210
	NH4-N-Sj	µg/l	14	15	34	39
	NO3+NO2-N	µg/l	21	10	14	18
	KLA/S	µg /l		3,90		
	Secchi dyp	m	3,0			
	Secchi farge		Grønnlig			
Dato	**Analyse**	**Enhet**	**0m**	**5m**	**10m**	**15m**
10.9.15	KLA/S	µg /l		<0,62		
	Secchi dyp	m	Ikke notert			
	Secchi farge		Ikke notert			

Resultater fra oksygenmålinger på stasjon OF5

			O2	Saltholdighet	Temperatur
StationCode	SampleDate	Dept	ml/l	psu	C
OF-5	16.1.15	190	3,55	34,83	6,91
OF-5	5.2.15	190	3,46	34,82	6,94
OF-5	16.6.15	190	3,14	34,77	7,12
OF-5	6.7.15	190	3,72	34,76	7,11
OF-5	14.8.15	190	3,71	34,74	7,07
OF-5	26.9.15	190	4,12	34,68	6,97
OF-5	12.11.15	190	4,72	34,79	7,29

Analyser av radionuklider i sediment (stasjon B3 og B11), sjøvann (stasjon NOA06) og blåskjell (stasjon B3 og B11)
(Fullstendige analyserapporter fra IFE kan oversendes om ønskelig)

Målte resultater sediment Bq/kg tørrvekt							
Stasjon	**Dyp**	**Dato**	**^{226}Ra**	**^{228}Ra**	**^{232}Th**	**^{210}Pb**	**^{238}U**
B3	20 m	9.9	22,9 ± 1,6	23,4 ± 2,9	91 ± 16	55 ± 12	33 ± 10
B11	20 m	9.9	18,9 ± 1,5	16,6 ± 3,2	44 ± 13	65 ± 15	32 ± 14

Måleresultater sjøvann (mBq/liter)			
Stasjon	**Dyp**	**Dato**	**^{238}U**
NOA06	5 m	26.2	28 ± 6
NOA06	5 m	9.9	24 ± 5

Måleresultater blåskjell (mBq/kg ferskvekt)		
Stasjon	**Dato**	**^{226}Ra**
B3	9.9	71 ± 11
B11	9.9	87 ± 18

Vedlegg C.

Bløtbunnsfauna på stasjon LØ-1, NOA08 og NOA09

Artslister for bløtbunnsfauna fra NOAH i 2015.

STA	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3
LØ1	ANTHOZOA		Pennatulacea			1
LØ1	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet		2	
LØ1	NEMERTEA		Nemertea indet	8	10	7
LØ1	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	2	8	8
LØ1	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe cf. mariannae		2	
LØ1	POLYCHAETA	Polyodontidae	Panthalis oerstedi			1
LØ1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1	1	2
LØ1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	17	22	25
LØ1	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis rosea			2
LØ1	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.	1	2	1
LØ1	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	3	4	1
LØ1	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	1		
LØ1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2	2	1
LØ1	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera unicornis	2	1	
LØ1	POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni		1	1
LØ1	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2	2	2
LØ1	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	8	14	19
LØ1	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	3	9	17
LØ1	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra		1	
LØ1	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis cf. lyra	1		
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	8	8	9
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	21	29	28
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	3	2	3
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio multibranchiata		1	
LØ1	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1		
LØ1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	5	1	3
LØ1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	22		29
LØ1	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis	3	1	2
LØ1	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa		1	
LØ1	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	11	10	15
LØ1	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa		4	3
LØ1	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina norvegica		1	
LØ1	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	25	15	24
LØ1	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus			1
LØ1	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi		1	
LØ1	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	18	21	14
LØ1	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine gracilior		3	

LØ1	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	8	4	3
LØ1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata			1
LØ1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae indet		1	
LØ1	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli		1	
LØ1	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		1	
LØ1	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea		1	
LØ1	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet			4
LØ1	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	36	39	23
LØ1	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	21	36	31
LØ1	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis		3	1
LØ1	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	18	9	20
LØ1	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	22	28	18
LØ1	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella		2	
LØ1	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida			1
LØ1	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	1		
LØ1	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba			1
LØ1	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata			1
LØ1	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata			2
LØ1	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	2	1	8
LØ1	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula		1	
LØ1	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata			1
LØ1	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia pectinata	2	1	
LØ1	DECAPODA	Callianassidae	Callianassidae indet		1	
LØ1	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii			1
LØ1	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	1	11	5
LØ1	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	42	41	38
LØ1	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	2	4	8
LØ1	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica		1	2
LØ1	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.			1
LØ1	ECHINOIDEA		Irregularia juvenil	1		
LØ1	ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium cf. cordatum	1	1	1
LØ1	ENTEROPNEUSTA		Enteropneusta		1	
NOA08	PORIFERA		Porifera		1	
NOA08	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Paraedwardsia arenaria	1		
NOA08	ANTHOZOA		Pennatulacea	2		
NOA08	ANTHOZOA		Stylatula elegans		2	
NOA08	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet		1	
NOA08	NEMERTEA		Nemertea indet	8	14	17
NOA08	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	16	56	32
NOA08	POLYCHAETA	Polynoidae	Bylgides sarsi			1
NOA08	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe cf. mariannae			1
NOA08	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.	1		

NOA08	POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona	2		
NOA08	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Chaetoparia nilssoni			1
NOA08	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera			1
NOA08	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	2	1	1
NOA08	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	10	11	17
NOA08	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		1	
NOA08	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti		1	
NOA08	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.		1	1
NOA08	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) verugera	1	2	2
NOA08	POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae indet	1		
NOA08	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	1	7	3
NOA08	POLYCHAETA	Nephtyidae	Aglaophamus pulcher	1		1
NOA08	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa			1
NOA08	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp.		1	
NOA08	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera cf. alba			1
NOA08	POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni		2	
NOA08	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata		1	
NOA08	POLYCHAETA	Onuphidae	Paradiopatra quadricuspis			1
NOA08	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	4	3	1
NOA08	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	2	10	2
NOA08	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra			2
NOA08	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis cf. lyra		1	
NOA08	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sp.		1	
NOA08	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	8	19	64
NOA08	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	11	12	14
NOA08	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax		3	4
NOA08	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	8	15	12
NOA08	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	4	12	22
NOA08	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	35	39	74
NOA08	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulidae indet	5		
NOA08	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis		7	6
NOA08	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	3	2	1
NOA08	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1	5	1
NOA08	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	8		4
NOA08	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cf. acuminata		1	
NOA08	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cylindricaudata		1	
NOA08	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta			1
NOA08	POLYCHAETA	Capitellidae	Dasybranchus caducus		1	
NOA08	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	35	59	46
NOA08	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus		1	
NOA08	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	3	9	6
NOA08	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi			1

NOA08	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet		1	
NOA08	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis		2	
NOA08	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella gracilis			1
NOA08	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	9	2	3
NOA08	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	6	7	3
NOA08	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	1		1
NOA08	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata		1	
NOA08	POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata	1		1
NOA08	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinale	1		
NOA08	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellides sp.	4	3	14
NOA08	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira candela			2
NOA08	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet			2
NOA08	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philine scabra		1	
NOA08	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	21	14	18
NOA08	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	6	5	4
NOA08	BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus	2	2	1
NOA08	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis	14	9	7
NOA08	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	26	31	31
NOA08	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	27	13	19
NOA08	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasiridae indet	1	1	2
NOA08	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella tumidula			1
NOA08	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya sp.		1	
NOA08	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella		1	
NOA08	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum		1	1
NOA08	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	3	4	4
NOA08	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	14	24	12
NOA08	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	1	1	1
NOA08	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	2	8	
NOA08	CUMACEA	Leuconidae	Leucon cf. nasica		4	1
NOA08	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta	1		
NOA08	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis echinata			1
NOA08	CUMACEA	Diastylidae	Diastyloides serratus		1	
NOA08	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	1		
NOA08	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca gibba			2
NOA08	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	2	5	8
NOA08	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon sp.		1	
NOA08	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1		
NOA08	AMPHIPODA	Caprellidae	Phtisica marina	1	2	
NOA08	SIPUNCULIDA		Golfingia sp.			1
NOA08	SIPUNCULIDA		Golfingiida	1	6	
NOA08	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.	2	10	
NOA08	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii		1	

NOA08	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	9	13	
NOA08	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	15	16	20
NOA08	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	3	5	4
NOA08	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	1	2	4
NOA08	ECHINOIDEA		Irregularia juvenil	1		
NOA08	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera		1	1
NOA09	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae		1	
NOA09	ANTHOZOA		Kophobelemnon stelliferum	1		
NOA09	NEMERTEA		Nemertea indet		6	6
NOA09	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	5	2	1
NOA09	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti		1	
NOA09	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.		1	
NOA09	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	1	2	
NOA09	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1	1	1
NOA09	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	4	6	2
NOA09	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		2	5
NOA09	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	2	8	3
NOA09	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	1		
NOA09	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia		2	7
NOA09	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. dubia	2		
NOA09	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax		4	1
NOA09	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp.	2	1	
NOA09	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis korsuni	3	3	6
NOA09	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	2	4	9
NOA09	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis	1	1	1
NOA09	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	12	7	13
NOA09	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis		1	
NOA09	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea		3	3
NOA09	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	12	8	14
NOA09	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	4	4	2
NOA09	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	2	6	4
NOA09	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	10	12	7
NOA09	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella	1	2	
NOA09	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	5	5	1
NOA09	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	4		2
NOA09	CUMACEA	Lampropidae	Hemilamprops roseus	1	2	
NOA09	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata			1
NOA09	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	2	2	1
NOA09	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata		3	4
NOA09	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia pectinata			1
NOA09	DECAPODA		Galathea larve	1		
NOA09	DECAPODA	Callianassidae	Callianassa sp.	1		
NOA09	DECAPODA	Callianassidae	Callianassidae indet			1

NOA09	DECAPODA	Callianassidae	Upogebia sp.			1
NOA09	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		1	
NOA09	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	4	1	1
NOA09	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.		1	
NOA09	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1	2	
NOA09	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii		1	

Vedlegg D.

Bløtbunnsindekser per grabbprøve

Bløtbunnsindekser per grabbprøve for NOAH Langøya 2015. S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES_{100}=Hurlberts diversitetsindeks, ISI_{2012}=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. For stasjon NOA09 (grabb I og III) var det for få individer (<100) for å beregne ES100.

STASJON	GRABB	S	N	NQI1	H	ES100	ISI2012	NSI2012
LØ1	G1	36	325	0,731	4,321	24,716	8,902	24,622
LØ1	G2	50	367	0,790	4,556	28,749	9,087	25,161
LØ1	G3	46	390	0,761	4,625	28,111	8,671	24,891
NOA08	G1	54	350	0,748	4,860	33,241	9,038	22,604
NOA08	G2	68	502	0,746	5,010	35,718	9,580	22,803
NOA08	G3	61	512	0,708	4,637	30,214	9,369	22,573
NOA09	G1	26	85	0,767	4,160		10,498	24,030
NOA09	G2	33	106	0,775	4,623	32,355	9,632	24,658
NOA09	G3	26	98	0,755	4,131		9,393	24,808

Vedlegg E.

Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*)1996 - 2015

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)
Tributyltinn (TBT)
Benzo-a-pyren (BAP)
Kreftfremkallende PAH (PAHK[9])
Sum PAH (PAH15[10])

OC	**Overkonsentrasjon uttrykket som forholds tall for konsentrasjon for siste år mot nedre grense for Miljødirektoratet klasse II**	
Kl.	**Miljødirektoratet-klasse (kfr. Molvær *et al.* 1997)**	
TRND	**tidstrend (suspekt verdier ikke tatt med)**	
	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	**Projektert "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	**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.**	

[9] PAHK er de kreftfremkallende PAH og av de EPA PAH16 består av: *benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene* og *indeno(1,2,3-cd)pyrene*.

[10] PAH16 av de såkalt EPA PAH16 som omfatter: *acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(ghi)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, naphthalene, phenanthrene* og *pyrene*. For å anvende Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Molvær *et al.* 1997) er det brukt sum av disse minus det eneste disyklisk PAH forbindelse naftalen, Vurdering av resultatene med (PAH16) eller uten naftalene (PAH15) har oftest ingen utslag I klassifiseringen.

Årlig median konsentrasjon av AS i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B 2	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	11.7	26.8		12.6	9.26	24.8	6.65	10.1	14	8.47	11	10.3	9.33	8.75	m	I	--	m	14
B 3	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	11.5	29.5		9.52	7.68	14.8	8.48	11.2	16.4	6.96	12.8	8.81	11.8	8.82	m	I	--	m	13
B 4	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	8.94	18.1	7.74	10.7	17	10.7	12.4	10.2	12.1	9.41	m	I	--	m	15
B 5	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	7.22	m	I	--	m	12
B 6	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.3	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	8.01	12.3	19.1	7.63	13	13	13.6		m	II	--	m	15
B 7					13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	18	7.86	9.72	15.7	14.4	14	9.07	10		m	II	--	m	18
B K	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	9.5	m	I	--	m	17

Årlig median konsentrasjon av BA i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B 2	3.87				3.87	5.68	11.1	2.58	2.49	4.52	2.37	1.46	1.63	2.29	9.08	6.78	12.7	3.77	3.33	1.88	m		--	m	16
B 3	4.95				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	5.29	m		--	m	21
B 4	4.55				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	m		--	m	18
B 5	3.11				3.11	3.82	18.4	1.87	1.99	7.44	4.42	1.28	1.57	3.87	10.1	9.09	14.7	5	1.67	2.78	m		--	m	21
B 6	3.47				3.47	3.62	11.2	3.5	2.19	5.1	3.17	1.57	1.52	3.05	11.8	6.12	11.5	7.75	4.29		m		--	m	17
B 7					6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31	1.24	3.2	9.73	9.8	10.6	4.79	2.67		m		--	m	20
B K	0.87				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	m		--	m	22

Årlig median konsentrasjon av CD i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B 2	0.787	0.814	0.811	1.73	1.24	1.11	1.95	1.35	1.06	1.33	1	1.9	1.35	1.43	1.65	1.94	1.33	1.87	1.36	1.5	no	I	U-	no	10
B 3	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	2.88	1.4	II	UY	1.2	11
B 4	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	1.65	no	I	U-	no	11
B 5	0.706	1.12	1.24	1.89	1.01	1.47	1.13	1.45	0.915	1.88	1.25	2.36	1.79	1.79	1.87	1.89	1.81	1.21	0.944	1.22	no	I	UY	no	10
B 6	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
B 7					1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	0.971	1.21	1.86	1.62	1.39	1.53		no	I	--	no	10
B K	0.766	0.965	1.14	1.53	1.33	1.53	1.16	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.01	0.726	0.988	1.75	1.67	1.03	0.882	1.1	no	I	--	no	9

Årlig median konsentrasjon av CO i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2	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	1.25	m		--	m	14
B3	0.898	0.359	0.321	0.429	0.369	0.418	0.338	0.441	0.317	0.652	0.441	0.286	0.444	0.441	0.629	0.633	0.5	0.543	0.647	1.18	m		U-	m	11
B4	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	1.18	m		--	m	13
B5	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	1.11	m		--	m	13
B6	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					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	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	1	m		U-	m	12

Årlig median konsentrasjon av CR i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2	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	1.25	no	I	--	no	16
B3	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	1.18	no	I	--	no	19
B4	4.98	2.24	1.34	24.5		4.42		5.29	4.93	15.5	5.17	3.11	10	6.51	3.5	9.84	77.3	5.26	3.21	1.47	no	I	--	no	24
B5	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	0.778	no	I	--	no	18
B6	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						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	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	0.65	no	I	--	no	19

Årlig median konsentrasjon av CU i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2	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	7.5	no	I	--	no	10
B3	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	8.82	no	I	--	no	10
B4	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	7.65	no	I	--	no	9
B5	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	7.78	no	I	--	no	9
B6	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					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	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	6.5	no	I	--	no	7

Årlig median konsentrasjon av HG i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B2	0.057	0.093	0.087	0.228	0.123	0.118	0.265	0.133	0.143	0.204	0.101	0.131	0.072	0.115	0.096	0.182	0.307	0.177	0.1	0.106	no	I	--	no	13
B3	0.027	0.037	0.108	0.132	0.058	0.116	0.143	0.156	0.129	0.222	0.099	0.076	0.07	0.125	0.106	0.146	0.35	0.138	0.176	0.219	1.1	II	U-	1.2	14
B4	0.054	0.085	0.108	0.188	0.08	0.129	0.106	0.077	0.085	0.13	0.076	0.089	0.065	0.107	0.086	0.164	0.413	0.154	0.136	0.1	no	I	--	no	13
B5	0.037	0.065	0.124	0.159	0.061	0.137	0.099	0.101	0.096	0.152	0.134	0.078	0.061	0.109	0.092	0.147	0.424	0.094	0.072	0.072	no	I	--	no	15
B6	0.059	0.074	0.156	0.193	0.104	0.105	0.139	0.096	0.105	0.149	0.099	0.107	0.074	0.133	0.142	0.125	0.394	0.177	0.136		no	I	--	1	13
B7					0.055	0.055	0.076	0.054	0.144	0.105	0.046	0.069	0.098	0.069	0.092	0.225	0.413	0.143	0.1		no	I	--	no	16
BK	0.038	0.035	0.067	0.101	0.028	0.047	0.058	0.057	0.094	0.12	0.045	0.045	0.067	0.057	0.069	0.123	0.407	0.131	0.077	0.07	no	I	--	no	16

Årlig median konsentrasjon av MO i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B2										1.1	0.769	0.692	0.652	1.04	0.72	0.847	0.552	0.462	0.667	1.25	m		--	m	12
B3										0.857	0.655	0.476	0.973	0.662	0.539	1.16	1.1	0.313	0.588	1.18	m		--	m	16
B4										2.48	1.1	0.667	1.82	1.3	0.889	1.64	10.5	0.5	0.714	1.18	m		--	m	23
B5										1.4	1.57	0.611	0.65	0.822	1.35	0.709	0.631	0.333	0.556	1.11	m		--	m	15
B6										2.02	0.891	0.571	1.16	1.02	0.877	0.735	0.752	0.538	0.714		m		--	m	13
B7										0.808	0.567	0.5	0.427	0.621	0.959	0.99	0.62	0.5	0.667		m		--	m	11
BK										0.84	0.6	0.7	0.579	0.757	0.688	0.545	1.06	0.617	0.625	1	m		--	m	10

Årlig median konsentrasjon av NI i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B2	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	1.25	no	I	--	no	21
B3	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	1.56	no	I	--	no	22
B4	2.72		0.201	18.2	1.18	2.96	1.64	2.85	3.65	10.7	3.97	1.28	6.18	4.52	2.74	6.56	45.1	2.23	2.36	1.47	no	I	--	no	>25
B5	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	1.11	no	I	--	no	22
B6	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					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	0.877			1.3	0.87	5.87	1.03	0.831	2.04	1.15	0.619	0.5	0.789	1.13	1.69	1.64	2.85	2	1.76	1.45	no	I	--	no	17

Årlig median konsentrasjon av PB i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B 2	0.999	0.62	1.74	3.01	1.94	1.84	1.92	1.65	1.58	2.22	1.65	1.62	0.951	1.67	1.6	2.88	1.1	1.54	1.06	0.813	no	I	--	no	12
B 3	0.879	0.821	4.33	4.86	16.3	12.8	16.5	11.9	14.7	16.9	6.98	2.33	1.87	5.97	5.01	7.97	4.73	7.63	5.18	11.2	3.7	II	UY	3.5	15
B 4	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	2	no	I	D-	no	12
B 5	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	1.22	no	I	--	no	14
B 6	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
B 7					1.21	1.21	0.879	1.85	2.44	1.37	0.935	0.938	1.75	0.971	1.3	4.31	1.74	1.79	1.33		no	I	--	no	14
B K	0.628	0.664	0.759	0.714	0.522	0.866	0.571	0.574	0.813	1.21	0.805	0.571	1.11	1	0.938	1.31	1.7	1.51	0.647	0.65	no	I	U-	no	11

Årlig median konsentrasjon av V i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B 2	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	1.25	m		--	m	18
B 3	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	1.18	m		--	m	20
B 4	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	1.21	m		--	m	17
B 5	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	1.08	m		--	m	17
B 6	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
B 7					7.83	4.59	1.46	13.9	1	1.72	2.46	4.5	0.782	1.86	6.62	2.94	5.35	1.64	1.33		m		--	m	22
B K	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	1.03	m		--	m	>25

Årlig median konsentrasjon av ZN i blåskjell (ppm tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM 3	PWR
B 2	95.1	101	122	205	86.1	101	152	117	117	134	94.1	121	68.1	118		118	92.6	206	100	106	no	I	--	no	12
B 3	74.3	85.1	115	129	74.3	105	156	155	120	149	117	71.9	65.4	123		165	117	164	116	159	no	I	--	no	11
B 4	120	121	120	191	107	93.8	116	93.5	97.1	118	106	85.6	68.1	109		131	121	122	86.7	106	no	I	--	no	9
B 5	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	69.9	110		128	123	111	88.9	100	no	I	--	no	9
B 6	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	67.4	114		116	118	128	100		no	I	--	no	11
B 7					97	68.5	94.3	90.5	145	114	86.4	88.1	70.2	91		129	128	125	92.9		no	I	--	no	9
B K	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	85	no	I	--	no	9

Årlig median konsentrasjon av TBT i blåskjell (ppb tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2													59.3		61.9	38.9		77.9	33.6	11.3	no	I	--	no	18
B3															61	61.5		50.6	38.2	12.9	no	I	-?	?	14
B4													64.7		122	145		91.7	63.6	12.4	no	I	--	no	21
B6													53.3		44.8	54.2		45.8	45.7		no	I	-?	?	6
BK													100	33.3	36.6	34.5			25	10	no	I	Dm	no	14

Årlig median konsentrasjon av BaP i blåskjell (ppb tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2													6.5	3.33	3.85	3.47		6.49	186	0.813	no	I	--	1.7	>25
B3													16.3	3.33	6.25	10.4		3.13	206	2.12	no	I	--	2.4	>25
B4													12.4	3.33	3.57	4.15		4.17	121	1	no	I	--	1.5	>25
B6													9.17	6.25	4.17	3.82		4.17	4.36		no	I	--	no	11
BK													5.33	2.27	3.13	4.55			22.5	0.5	no	I	--	no	>25

Årlig median konsentrasjon av PAHK i blåskjell (ppb tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2													39	23.1	48.7	33.3		41.2	918	10	no	I	--	1.3	>25
B3													144	31.3	92.4	117		25.5	1010	27.2	no	I	--	1.7	>25
B4													108	36.7	39.3	68		32.1	586	13.6	no	I	--	no	>25
B6													86.7	43.3	39.2	31.1		33.4	39.9		no	I	--	no	12
BK													40.8	13.6	20.4	27.3			114	6.15	no	I	--	no	>25

Årlig median konsentrasjon av PAH15 i blåskjell (ppb tørrvekt)

St	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Analyse OC	Kl.	TRND	SM3	PWR
B2													138	80.5	173	153		144	2150	63.3	no	I	--	1.2	>25
B3													385	105	326	723		125	2280	124	no	I	--	no	>25
B4													332	121	175	379		127	1040	122	no	I	--	no	24
B6													227	145	137	135		120	161		no	I	--	no	10
BK													129	50.8	75.9	96.7			226	79.5	no	I	--	no	17

Vedlegg F.

Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2013 - 2015

I rekkefølge*:

Arsen (As) – Figur 34
Barium (Ba) – Figur 35
Kadmium (Cd) – Figur 36
Kobolt (Co) – Figur 37
Krom (Cr) – Figur 38
Kobber (Cu) – Figur 39
Kvikksølv (Hg) – Figur 36
Molybden (Mo) – Figur 41
Nikkel (Ni) – Figur 42
Bly (Pb) – Figur 43
Vanadium (V) – Figur 44
Sink (Zn) – Figur 45
Tributyltinn (TBT)) – Figur 46
Benzo[a]pyren (BAP)) – Figur 47
Kreftfremkallende PAH (PAHK[11])) – Figur 48
Sum PAH (PAH15[12])) – Figur 49

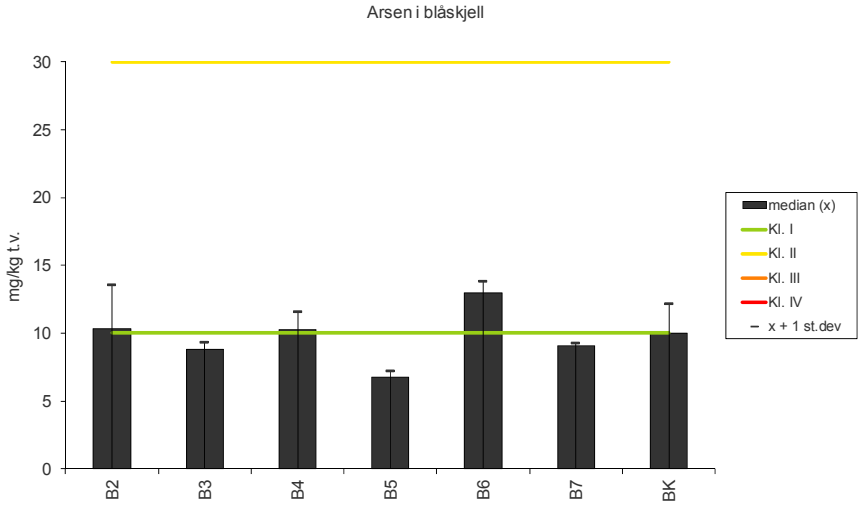
***) suspekte verdier ikke tatt med**

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

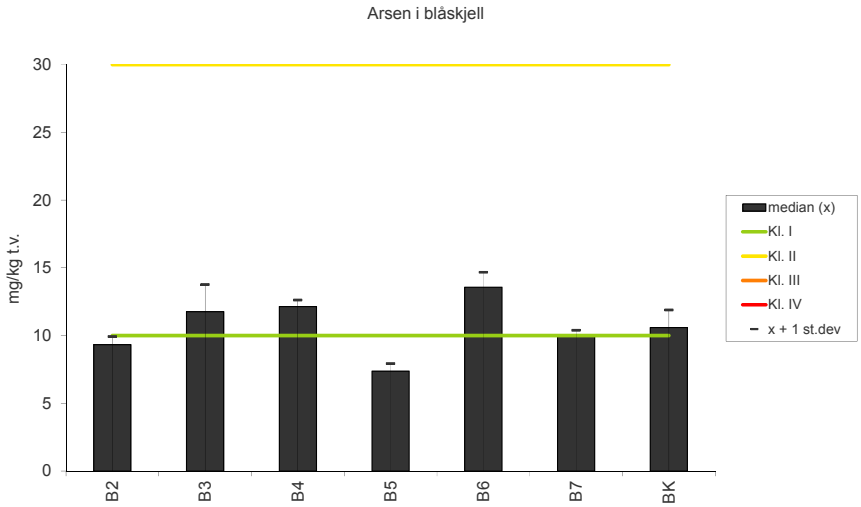
[11] PAHK er de kreftfremkallende PAH og av de EPA PAH16 består av: *benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene* og *indeno(1,2,3-cd)pyrene*.

[12] PAH16 av de såkalt EPA PAH16 som omfatter: *acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b/j)fluoranthene, benzo(ghi)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenz(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-cd)pyrene, naphthalene, phenanthrene* og *pyrene*. For å anvende Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Molvær *et al.* 1997) er det brukt sum av disse minus det eneste disyklisk PAH forbindelse naftalen, Vurdering av resultatene med (PAH16) eller uten naftalene (PAH15) har oftest ingen utslag I klassifiseringen.

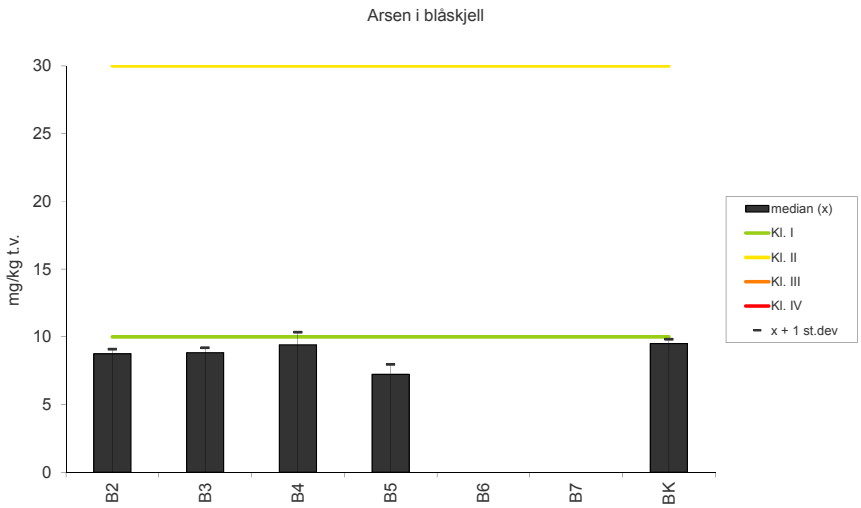
a



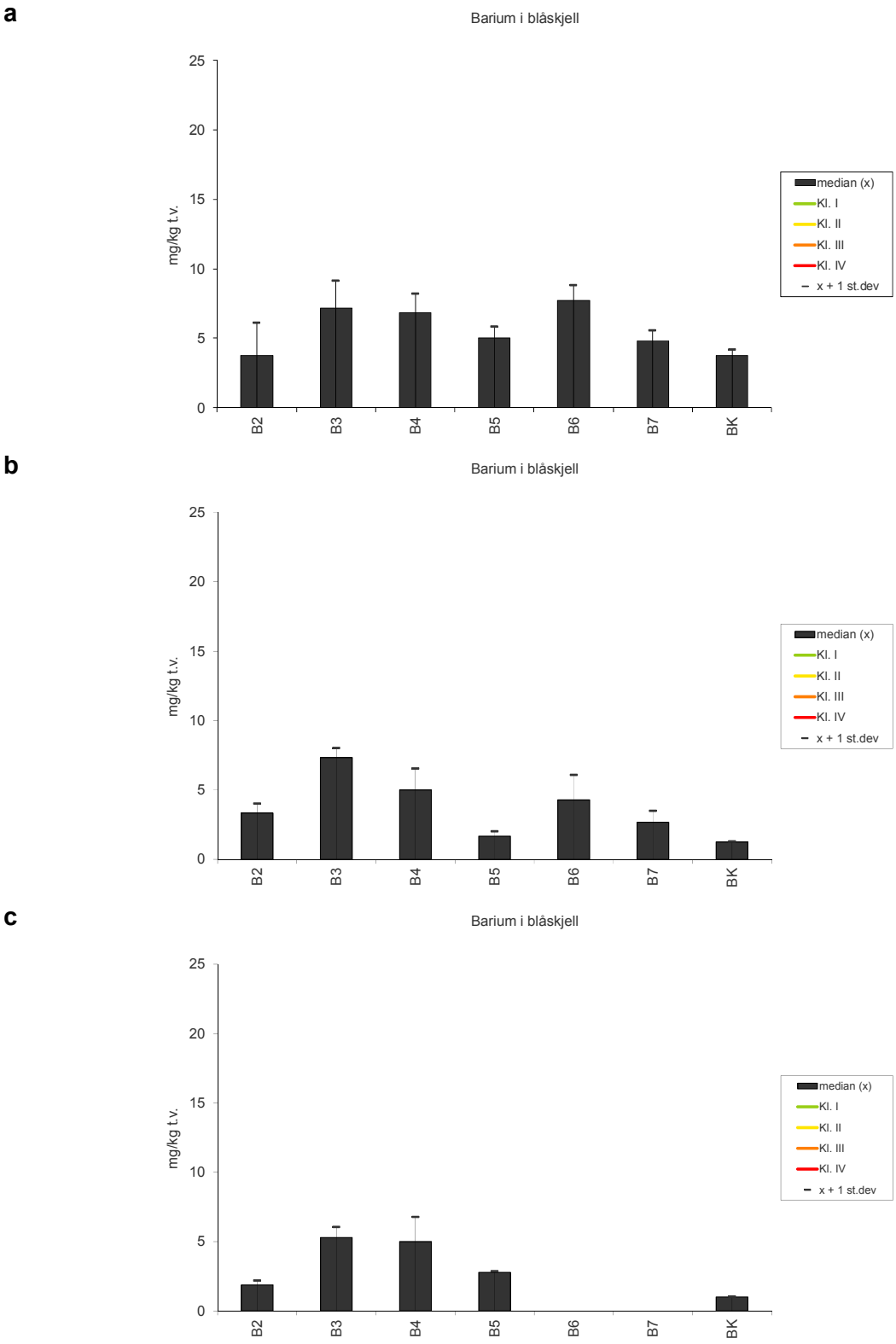
b



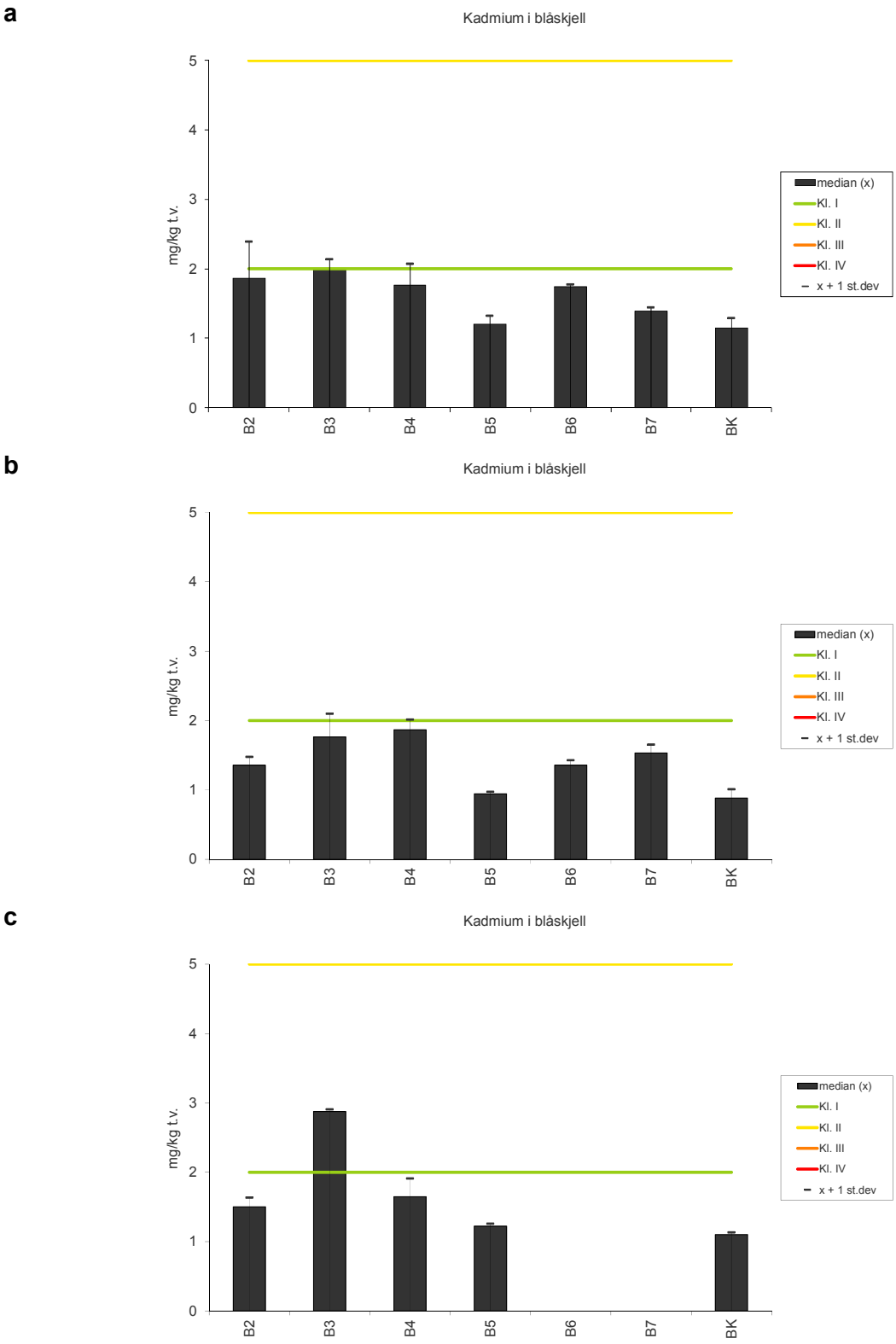
c



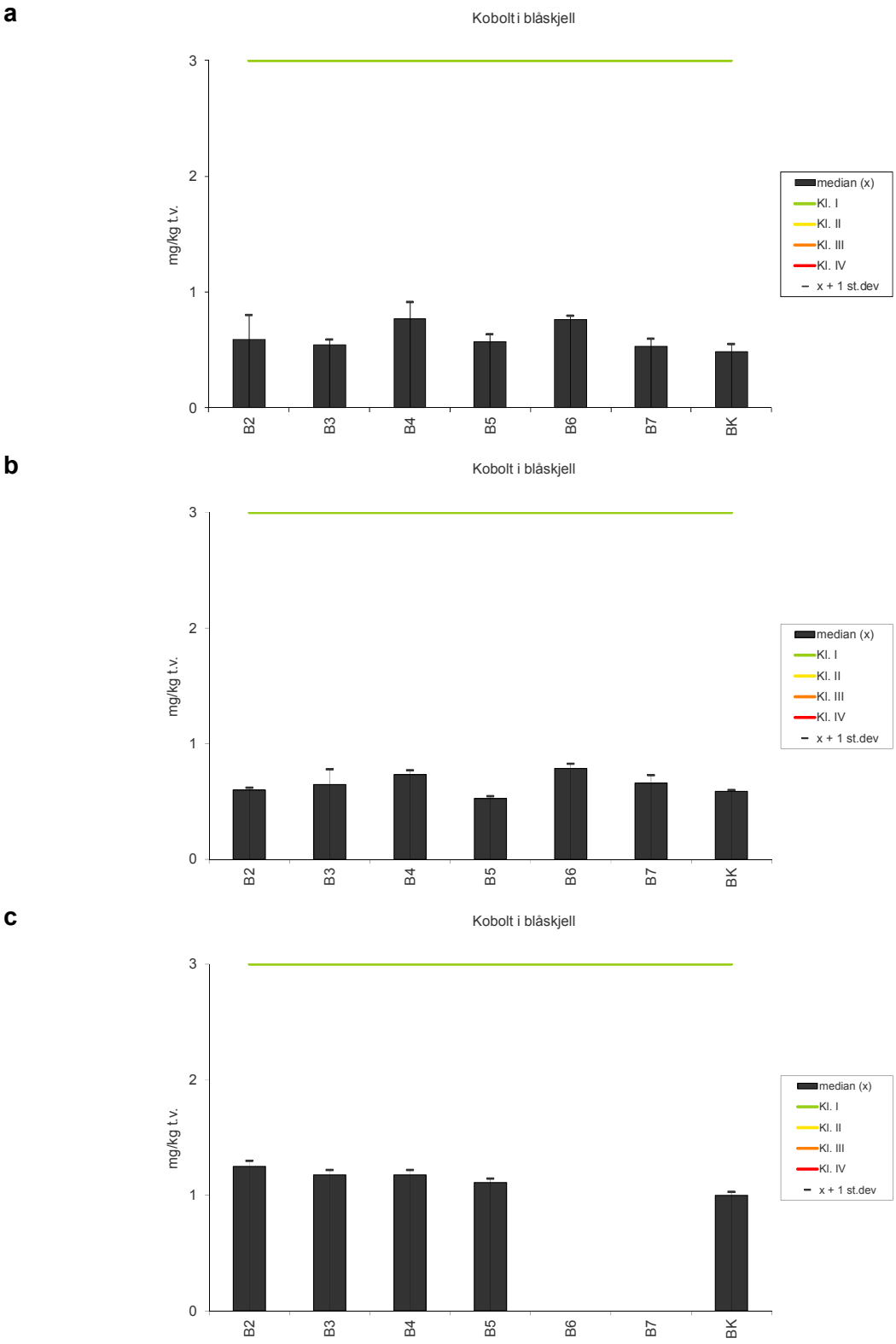
Figur 34. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for arsen (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



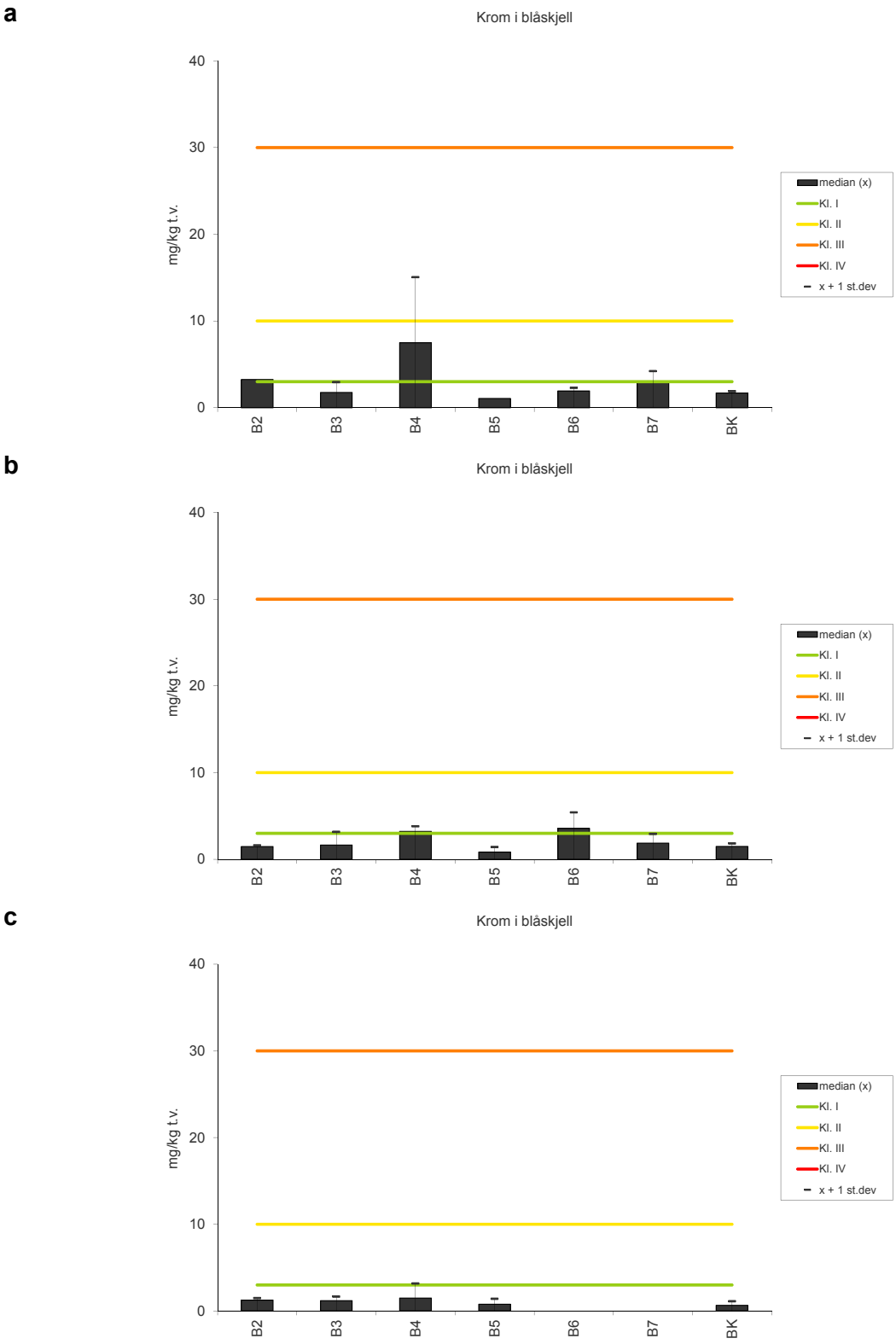
Figur 35. Median og standard avvik konsentrasjon for barium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



Figur 36. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kadmium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.

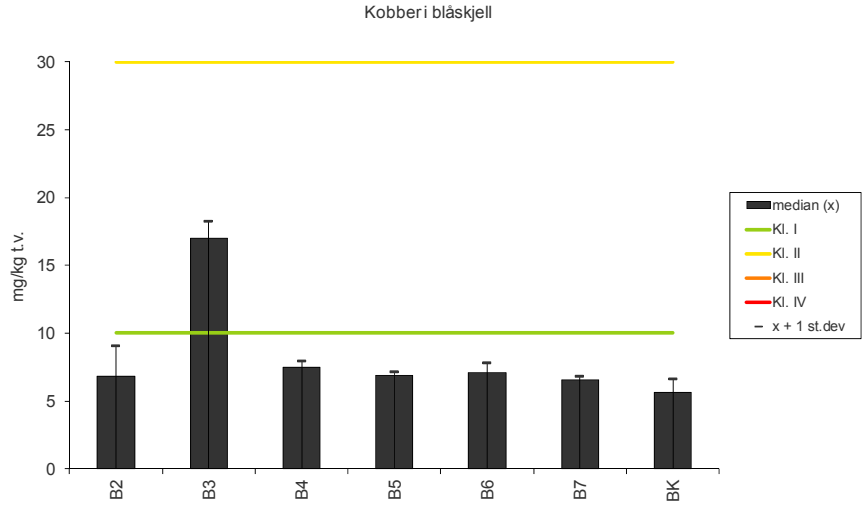


Figur 37. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kobolt (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.

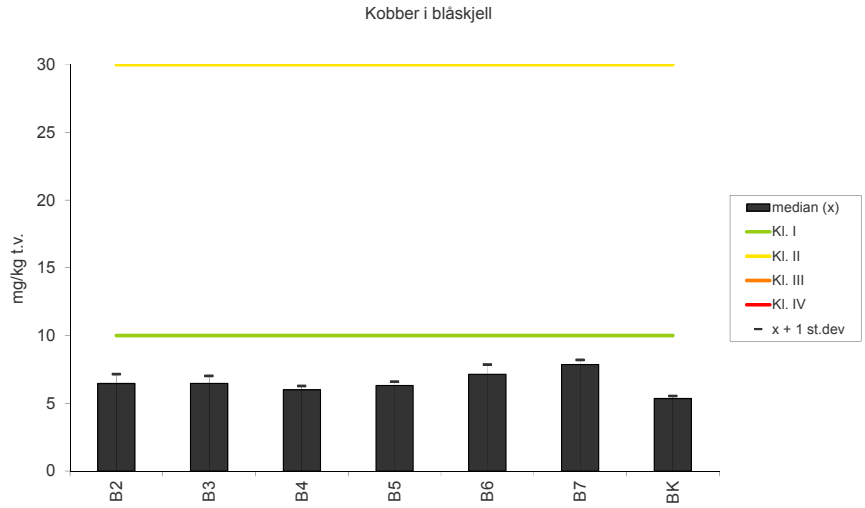


Figur 38. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.

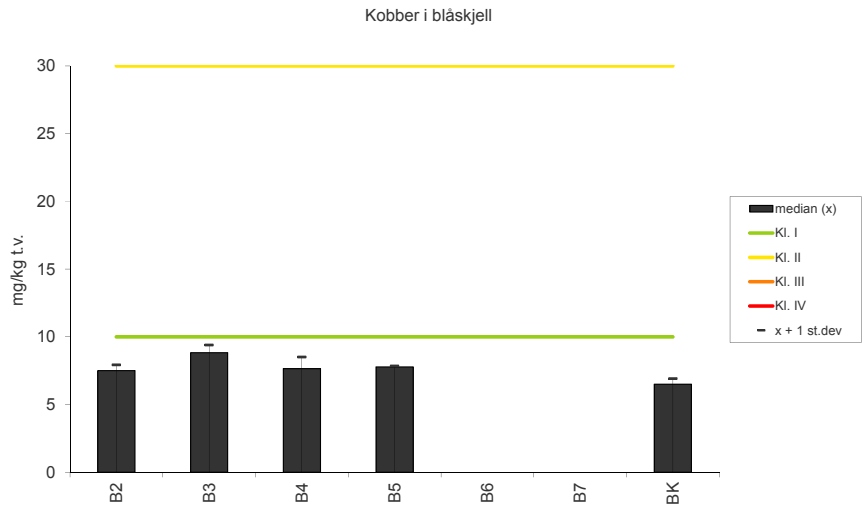
a



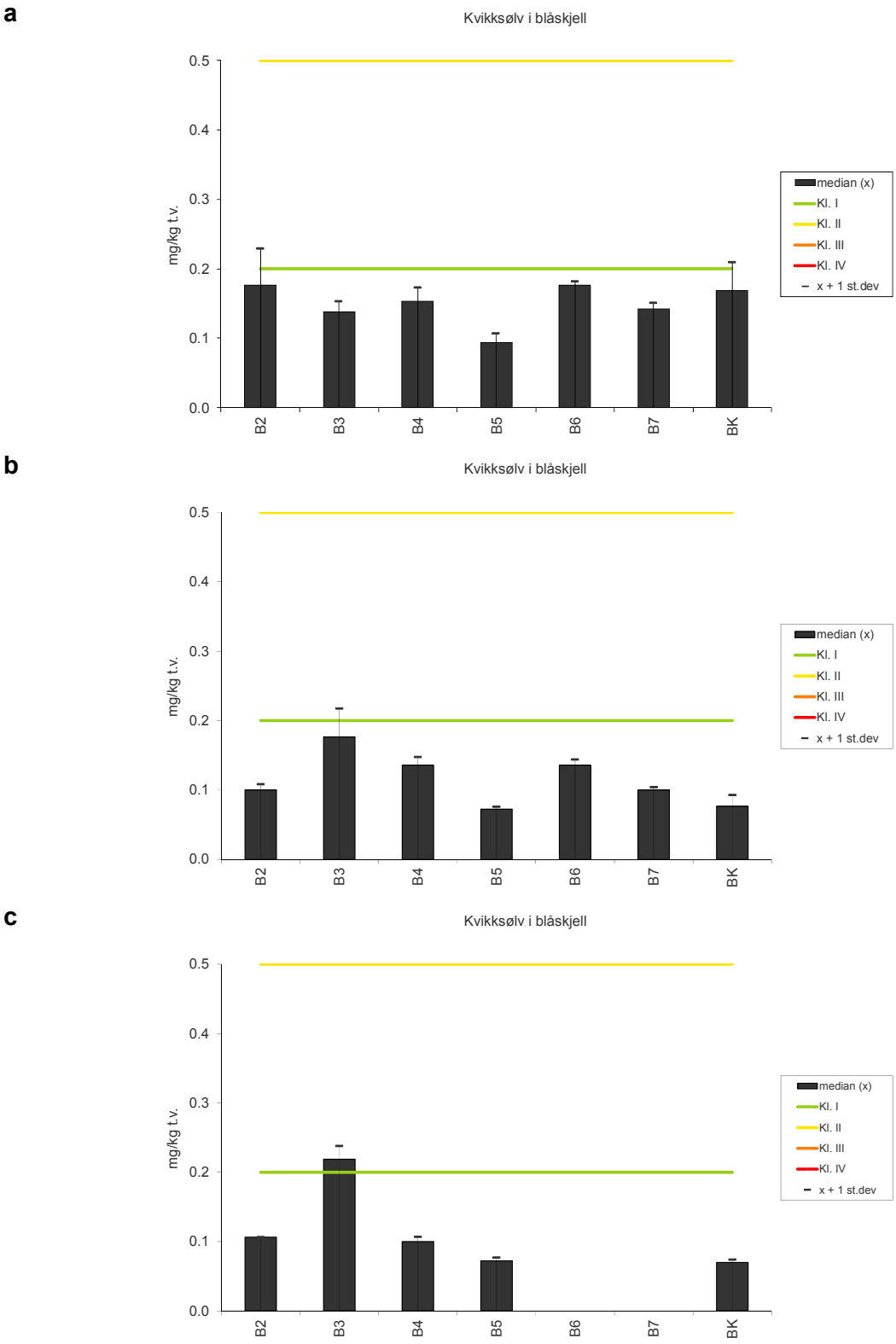
b



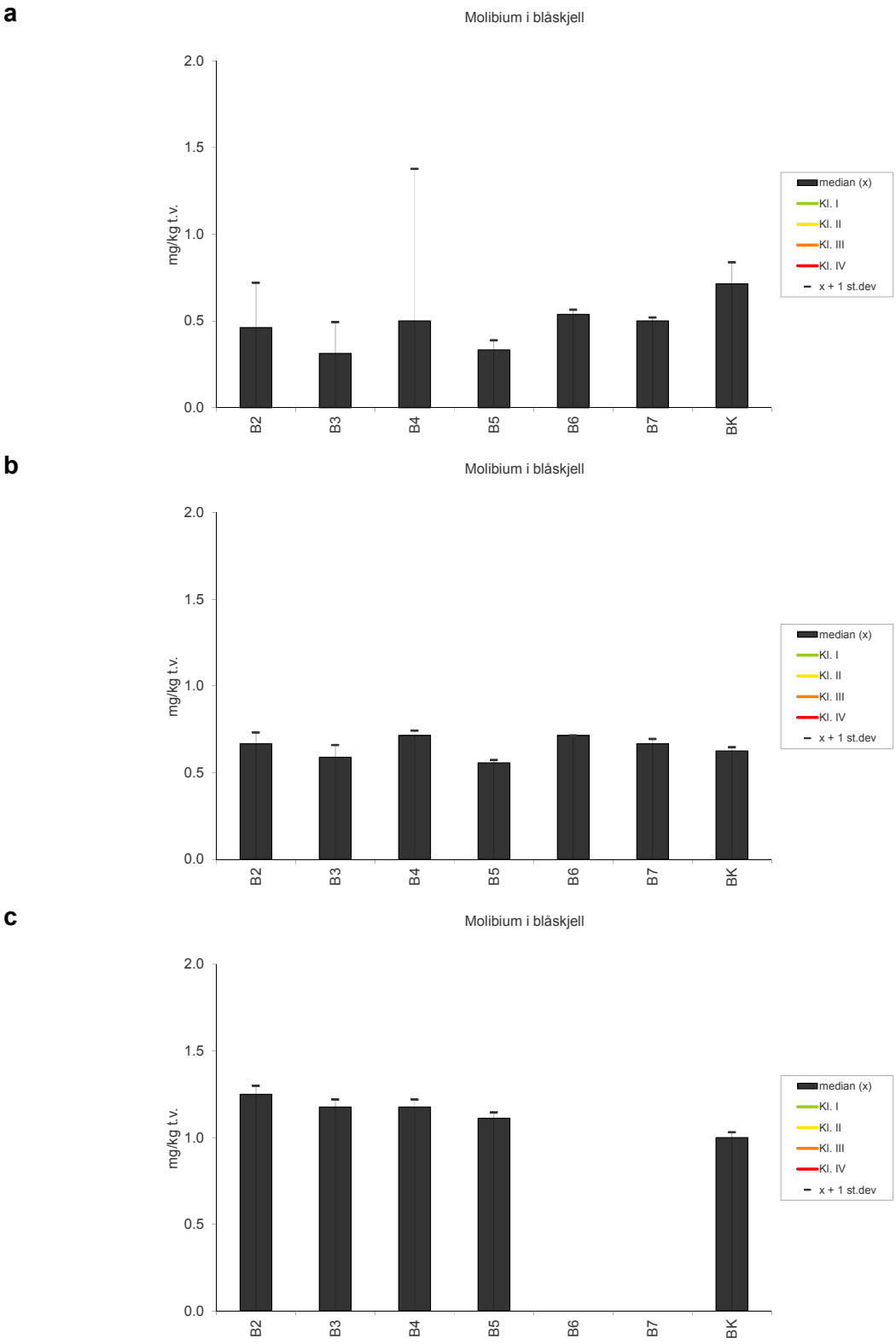
c



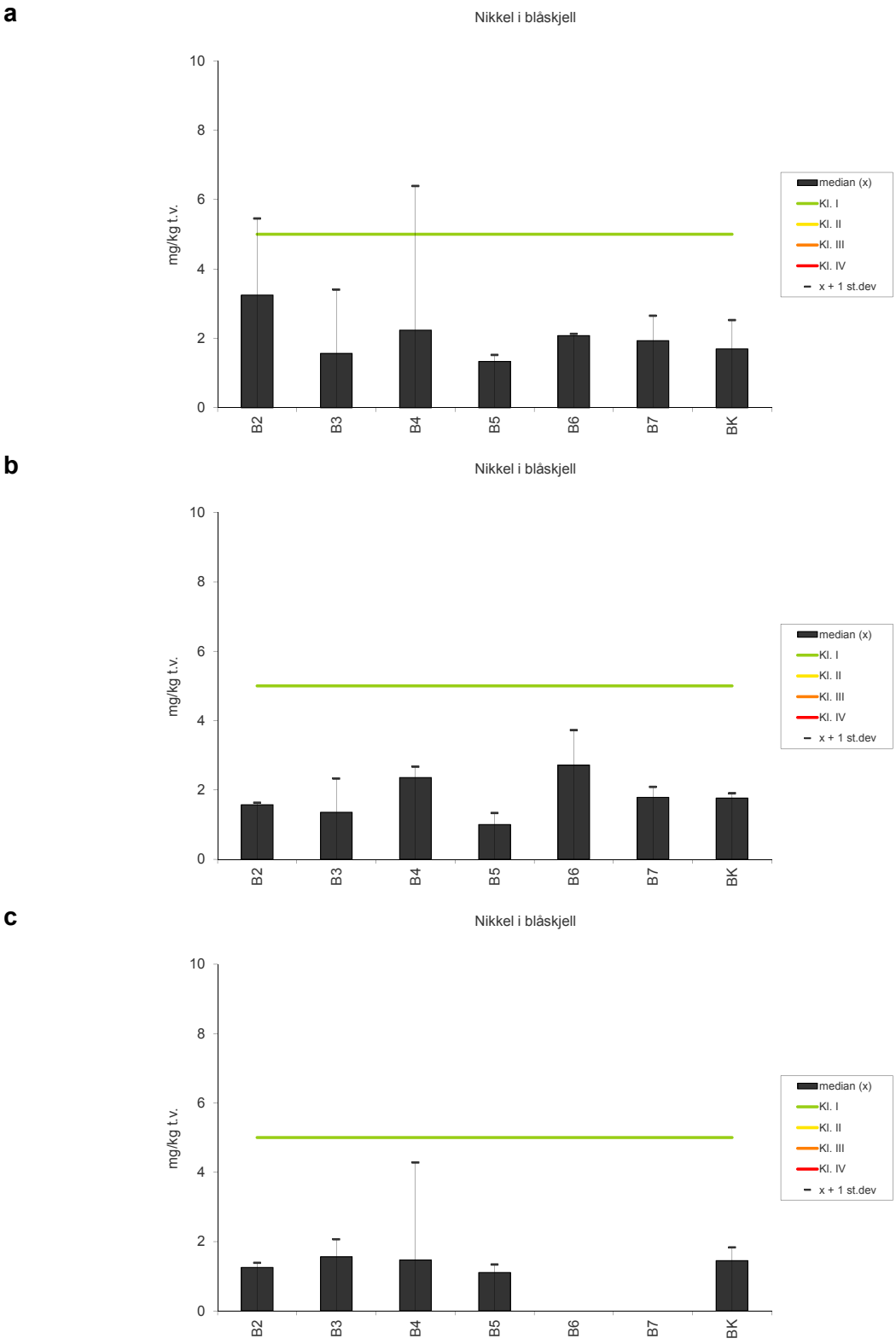
Figur 39. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kobber (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



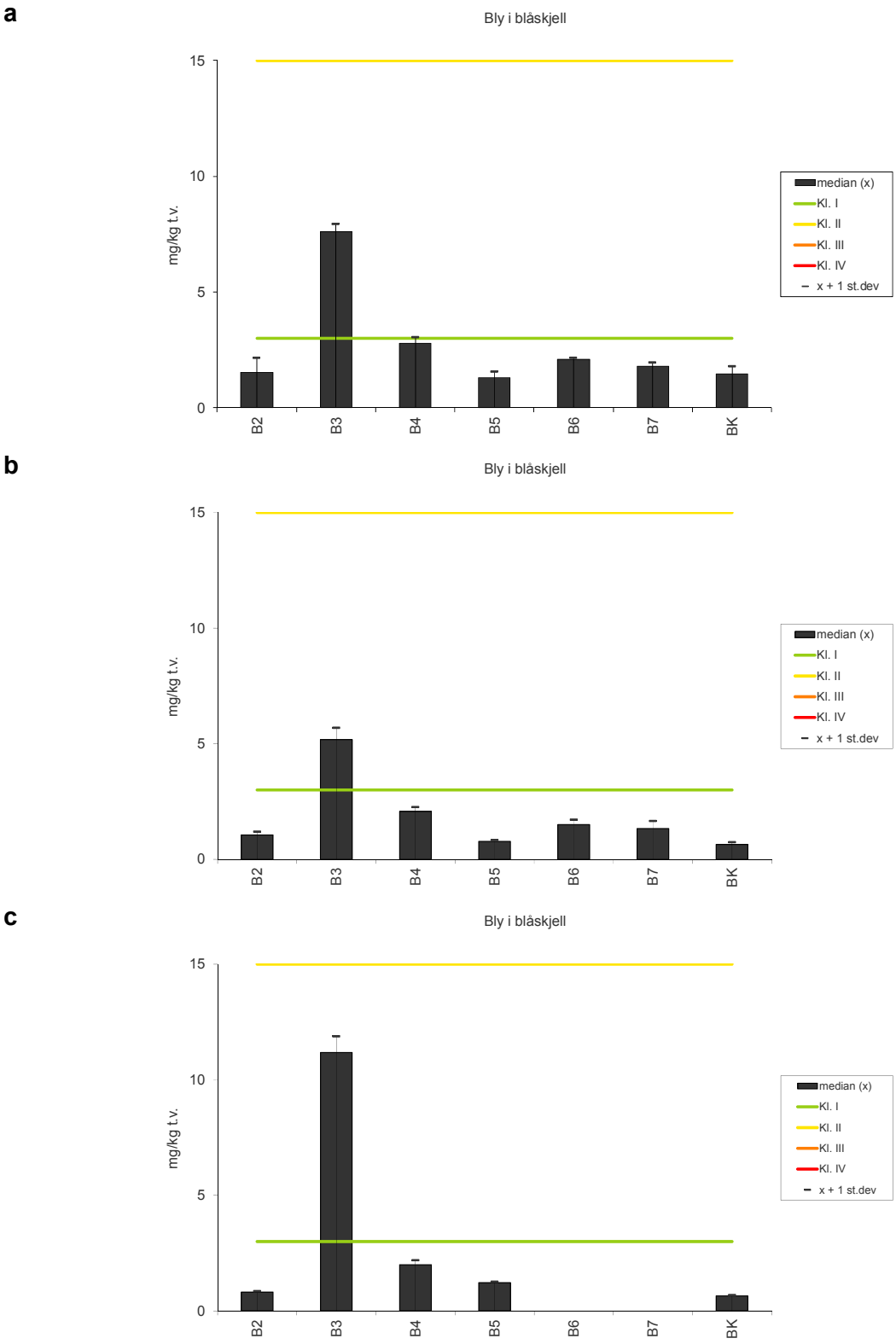
Figur 40. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



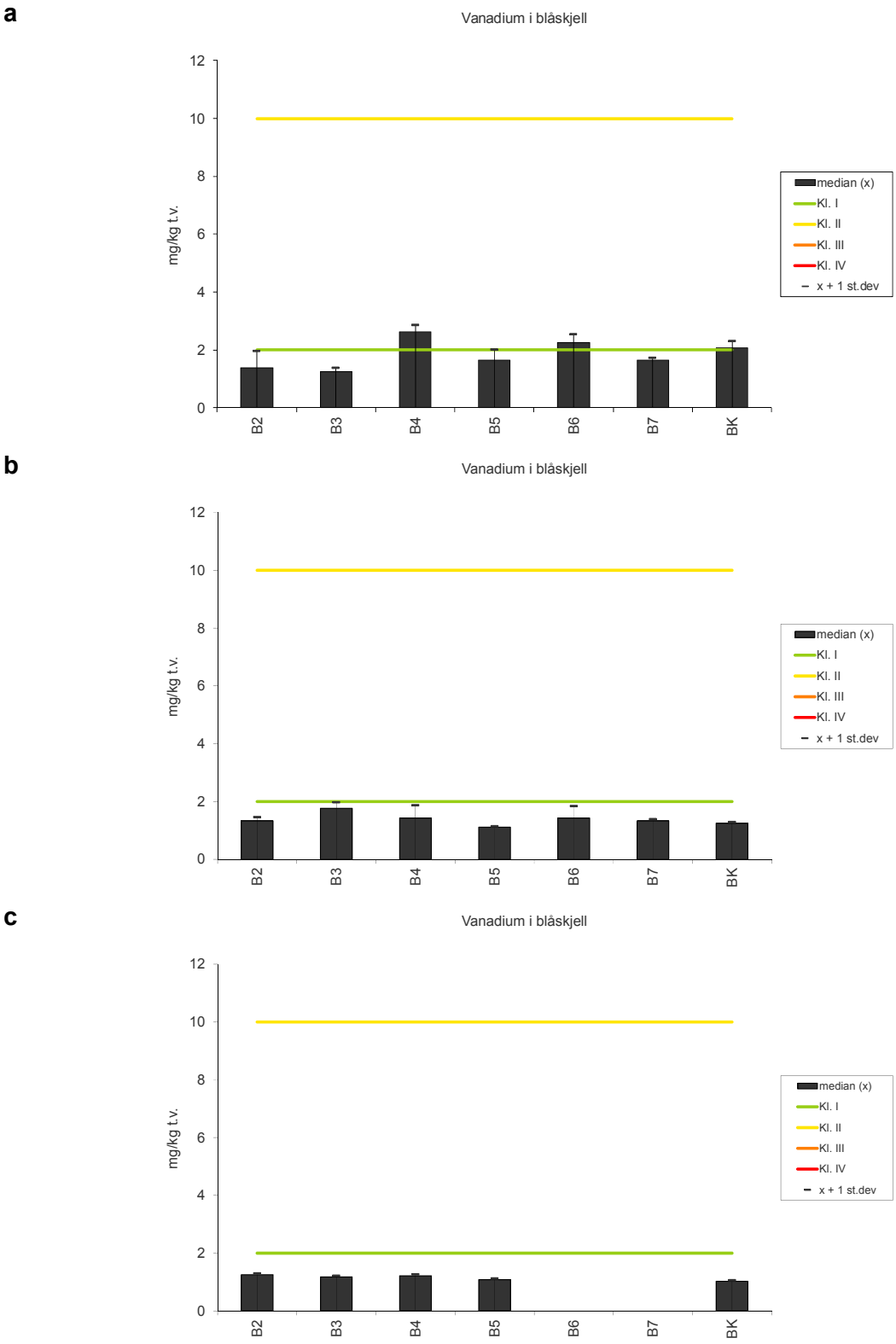
Figur 41. Median konsentrasjon for molybden (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



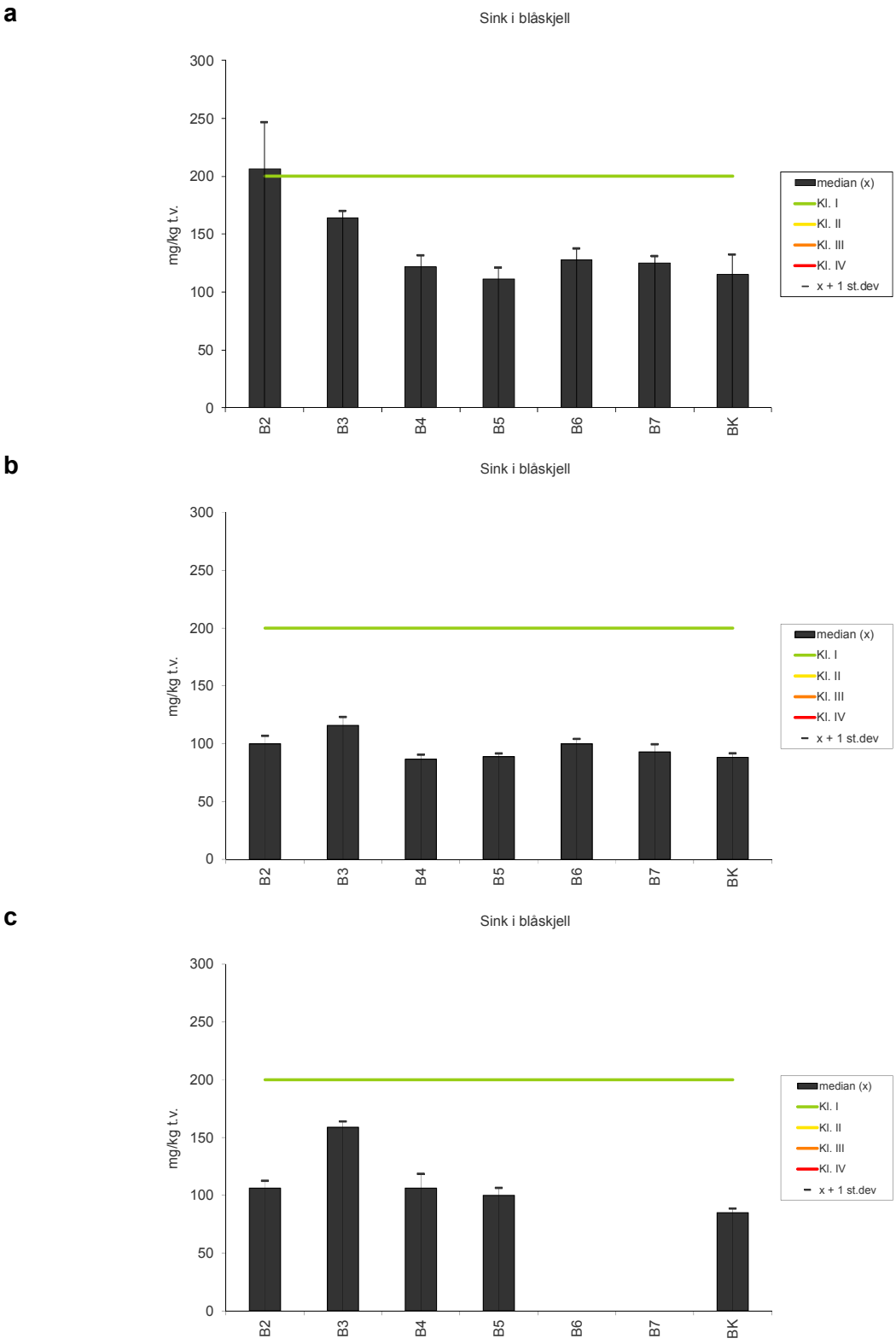
Figur 42. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II konsentrasjon for nikkel (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



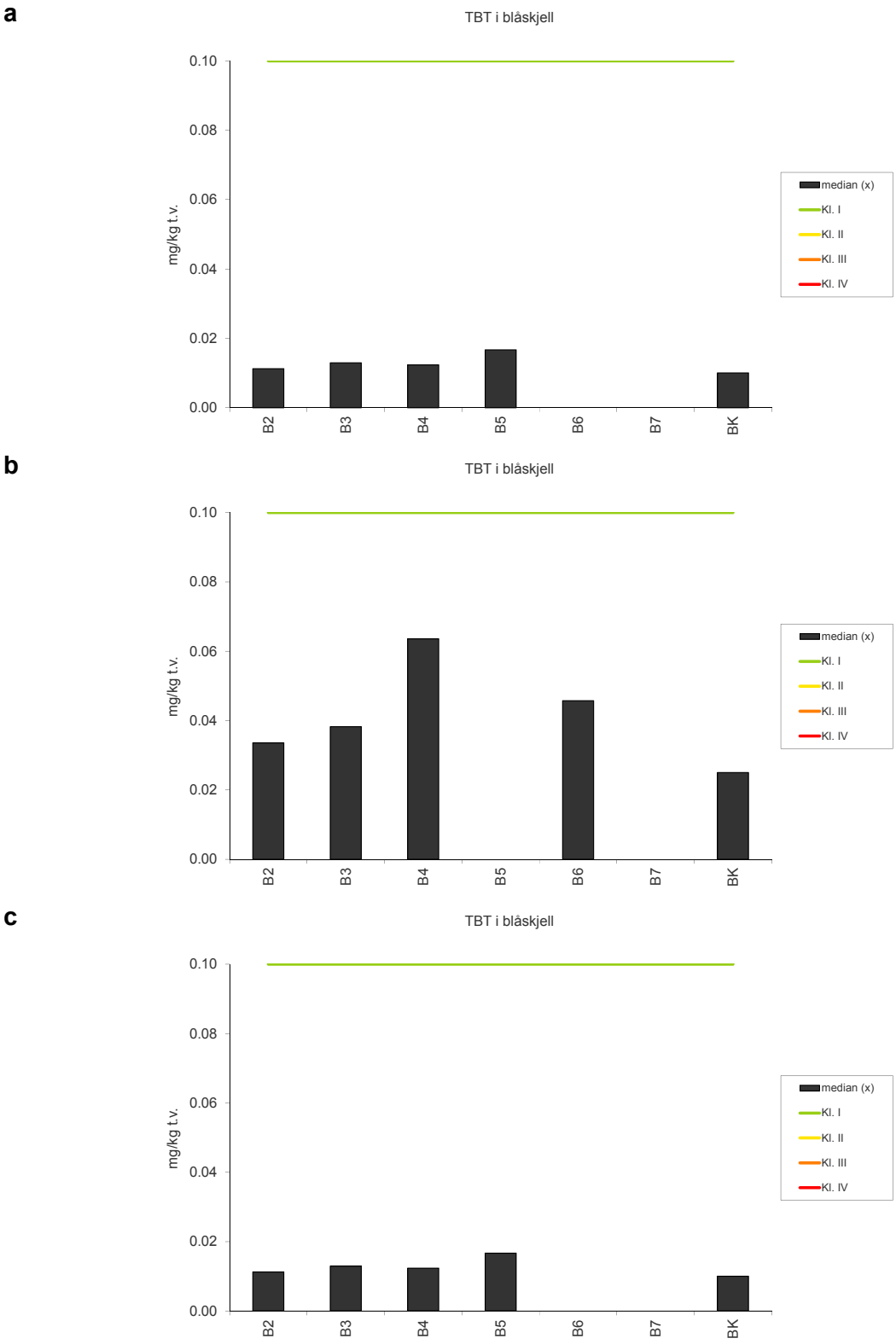
Figur 43. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for bly (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



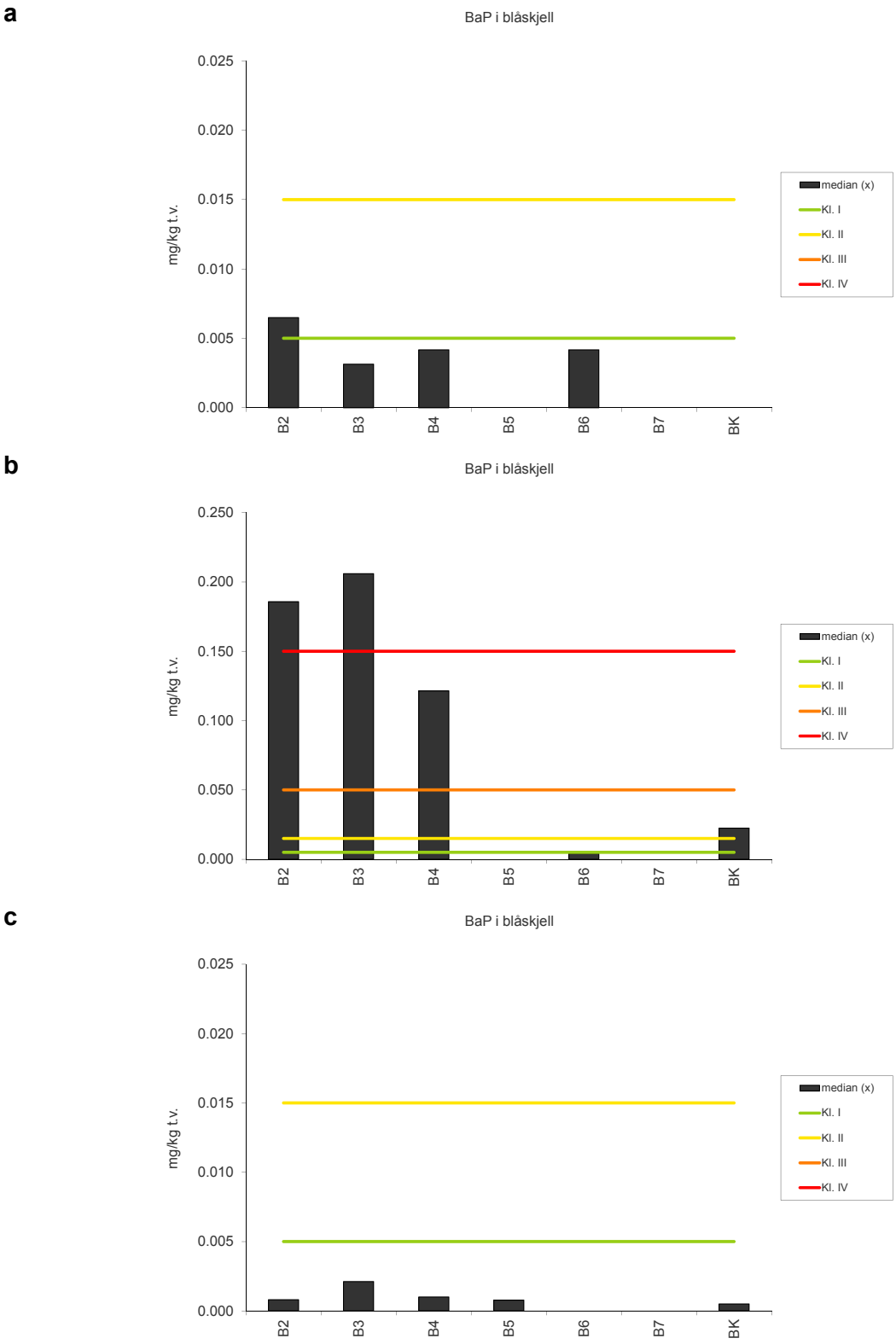
Figur 44. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for vanadium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



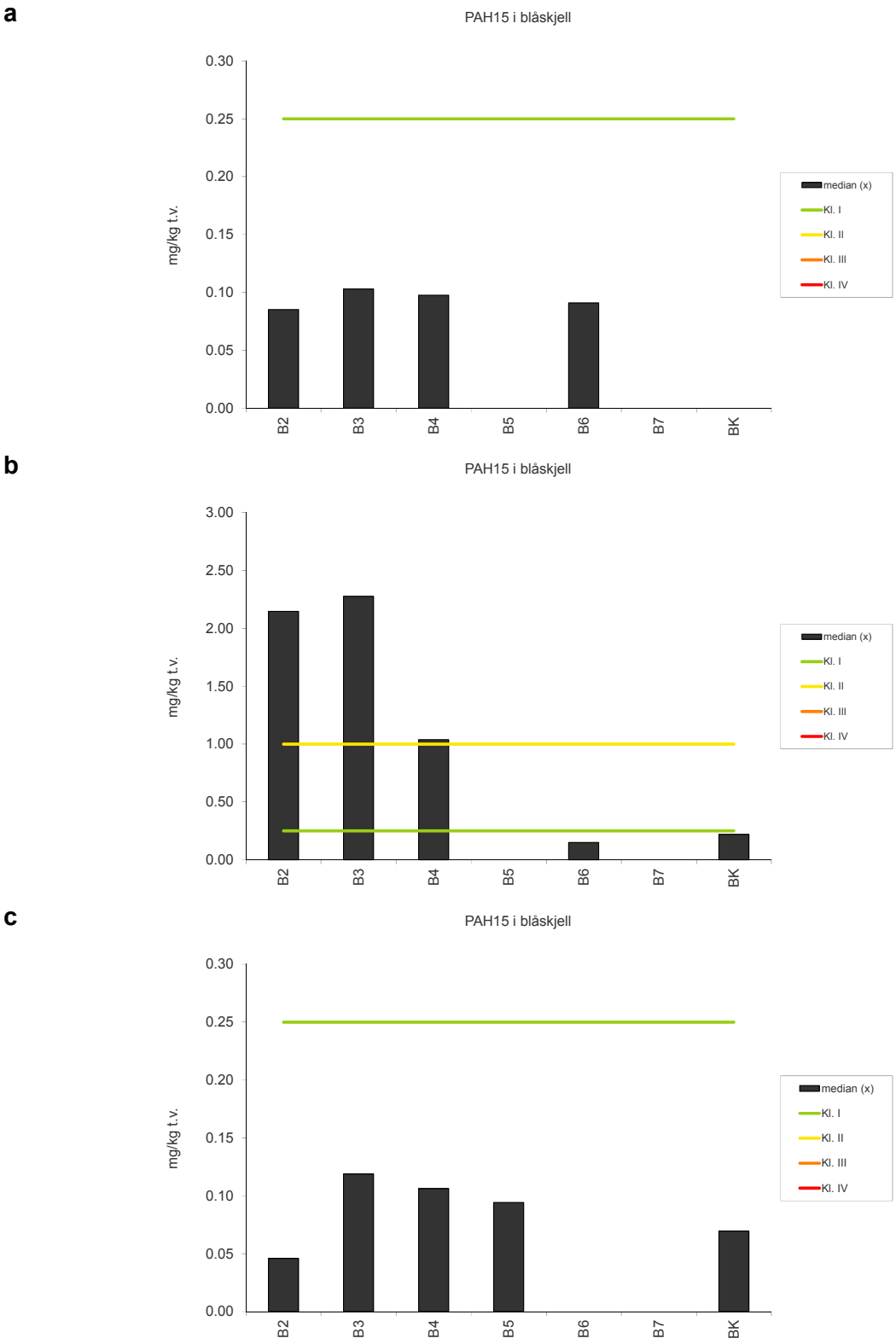
Figur 45. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II konsentrasjon for sink (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



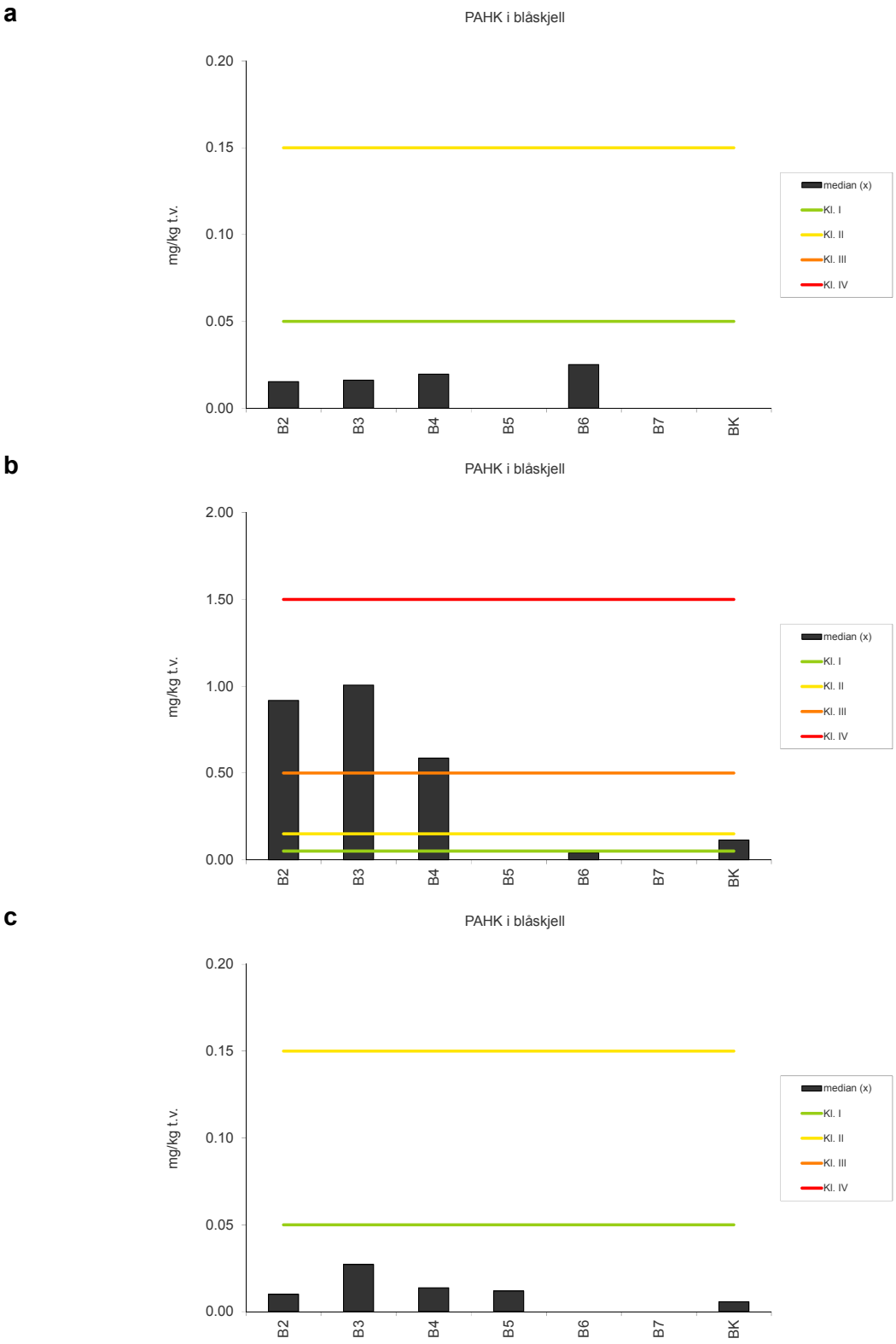
Figur 46. Median og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II konsentrasjon for TBT (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015.



Figur 47. Median og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III, IV og V konsentrasjon for benzo[a]pyren (BaP) (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015. NB: merk forskjell i skale.



Figur 48. Median og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for PAH15 (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015. NB: merk forskjell i skale.



Figur 49. Median og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III, IV og V konsentrasjon for sum kreftfremkallende PAH (PAHK) (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2013, **b.** 2014 **c.** 2015. NB: merk forskjell i skale.

Vedlegg G.

Artsliste for dyr og alger i fjæresonen på Mølen (bk) og Langøya (b2 og b6) fra 2005 - 2015.

Mengdeangivelse 2005-2012:
1=enkeltfunn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig forekomst, 4=dominerende forekomst.

Mengdeangivelse 2013-2015:
1=enkeltfunn, 2=spredt forekomst, 3=frekvent forekomst, 4=vanlig forekomst, 5=betydelig forekomst, 6=dominerende forekomst

Dyr i fjæresonen

	bk 05	b2 05	b6 05	bk 06	b2 06	b6 06	bk 07	b2 07	b6 07	bk 08	b2 08	b6 08	bk 09	b2 09	b6 09	bk 10	b2 10	b6 10	bk 11	b2 11	b6 11	bk 12	b2 12	b6 12	bk 13	b2 13	b6 13	bk 14	b2 14	b6 14	bk 15	b2 15	b6 15
Mengdeangivelse skala:	1 - 4																								1 - 6								
Acmaea sp.	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Actiniaria indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcyonidium gelatinosum	2	1	2	-	2	2	3	3	3	-	-	2	3	3	2	-	2	2	-	2	-	-	2	-	2	3	2	2	3	2	-	3	3
Alcyonidium hirsutum	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Alcyonidium cf mammilatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Asterias rubens	2	1	1	1	-	1	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-
Asterias rubens juv.	2	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2
Asteroidea indet. juv.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
Balanus cf improvisus	-	2	3	-	2	2	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	6	5	-	4	4	-	-	-
Balanus sp. juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	3	3	3
Botryllus schlosseri	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Campanularia johnstoni	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-
Carcinus maenas	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caridea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciona intestinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crassostrea gigas juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	2
Crassostrea gigas død	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Clava multicornis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
Dynamena pumila	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	3	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
Eggmasse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Electra pilosa	3	2	2	3	2	2	3	-	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	-	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3
Halicondria panacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf.Halichondria panicea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hinia reticulata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydroida indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-
Lacuna vincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-
Laomedea geniculata	2	-	-	-	1	1	2	2	2	2	-	-	2	3	3	-	2	2	-	2	1	2	2	2	-	-	2	-	2	2	2	-	2
Laomedea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
cf Laomedea flexuosa	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptasterias mülleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina littorea	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	3	3	2	4	3	2	3	2
Littorina obtusata	1	-	-	2	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1
Littorina saxatilis	3	2	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
Littorina cf saxatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Littorina sp. juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	3	-	-	2	-	2	-	-	-
Membranipora membranacea	2	-	-	2	-	-	-	-	1	2	2	2	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	3	-	2	-	-	-
Metridium senile var. pallidus	2	-	-	3	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
Mytilus edulis	3	4	2	3	3	2	4	3	3	3	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	3	2		-	1	-	-	-
Mytilus edulis juv.	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	4	2	2	4	2	2	6	-	-	4	-	3	2	3	2
Ostrea edulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Semibalanus balanoides	2	2	2	1	-	2	3	2	2	4	4	2	3	-	-	2	2	2	2	2	2	3	2	3	-	-	1	2	3	3	4	4	4
Skorpeformet bryozo på fjell	-	-	3	-	-	-	2	1	3	2	-	2	-	-	-	2	-	2	2	2	2	-	2	2	1	3	2	-	2	3	3	3	3
Spirorbis borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubularia larynx	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Alger i fjæresonen

	bk 05	b2 05	b6 05	bk 06	b2 06	b6 06	bk 07	b2 07	b6 07	bk 08	b2 08	b6 08	bk 09	b2 09	b6 09	bk 10	b2 10	b6 10	bk 11	b2 11	b6 11	bk 12	b2 12	b6 12	bk 13	b2 13	b6 13	bk 14	b2 14	b6 14	bk 15	b2 15	b6 15
Mengdeangivelse skala:	1 - 4																								1 - 6								
Rødalger																																	
cf Aglaothamnion byssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ahnfeltia plicata	3	2	2	3	3	3	2	-	2	2	-	2	2	-	2	2	-	-	2	-	2	2	-	2	2	-	2	3		2	3	-	-
Audouniella spp.	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. Brogniartella byssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callithamnion corymbosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	2	-
cf. Callithamnion corymbosum	3	1	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium cf cimbricum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium rubrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	2	2	1	-	-	-	2	-	-	2	2	2	3	2	-	3	-	-
Ceramium cf tenuicorne/strictum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-	-	2	-	-
Ceramium spp.	3	2	2	3	2	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondrus crispus	3	2	3	3	3	2	3	1	3	3	2	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2	-	2	2	4	3	3	2	2	3	3	2
Corralinaceae	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Cruoria pellita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	2	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	4	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	3	2	2	3	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erythrothricia carnea	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furcellaria/Polyides	1	1	2	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Furcellaria lumbricalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-
Hildenbrandia rubra	4	3	3	4	3	2	4	-	2	4	-	2	3	2	2	3	-	-	3	-	-	3	2	2	4	2	3	4	2	2	5	3	2
Nemalion helminohoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phyllophora spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polyides rotundus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia elongata	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia fibrillosa	2	1	2	-	2	-	3	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	-	2	2	2	-	2	2	2	3	3	3	1	2	3	3	3
Polysiphonia fucoides	3	2	-	3	2	-	2	-	-	2	1	-	2	-	-	2	1	-	2	-	-	2	-	-	2	2	-	2	-	-	2	-	-
Polysiphonia stricta	1	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra cf umbilicalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra umbilicalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	1	3	4	-	2	-	-	-	-
Porphyra sp.	-	1	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Rhodomela confervoides	3	-	-	2	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scagelia pysaliaei	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spermothamnion repens	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brunalger																																	
Brunt på fjell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	2	2	1	-	-	2	-	2	2	2	2	4	4	3	3	2	3
Chorda filum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chordaria flagelliformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ectocarpales	1	1	-	-	2	-	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista fucicola	2	2	-	3	2	-	2	2	3	2	2	2	2	2	2	-	2	2	1	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	-	3	3	2
Fucus cf.evanescens	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus sp juv.	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	6	6	4	6	6	5	6	6
Fucus spiralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4	6	3	4	6	4	5	6
Petalonia fascia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Pilayella littoralis	-	-	-	-	2	-	2	3	2	2	2	2	2	2	-	2	-	-	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	-	-	3	-
Ralfsia cf. verrucosa	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	-	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Saccharina latissima	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Saccharina latissima juv.	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria cirrosa	2	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Sphacelaria sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streblonemoide alger	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grønnalger																																	
cf Acrosiphonia arcta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryopsis plumosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha linum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-
Chaetomorpha mediteranea	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	1	-	2	3	2	2	3	-	2	2	-	-	3	-	-
Cladophora rupestris	-	1	2	2	2	-	-	-	1	2	-	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	1	-	-	-	2
Cladophora sp.	-	-	-	2	-	-	2	2	1	-	1	-	2	2	2	-	1	-	1	-	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Grønt i Balanus/fjell	-	2	3	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monostroma grevillei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prasiola stipitata	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhizoclonium riparium	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Rhizoclonium tortuosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spongomorpha aeruginosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulothtrix/Urospora	2	-	3	-	3	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva cf flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva intestinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	1	3	3	3	-	-	-	-	-	-
Ulva lactuca	2	-	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva cf prolifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva sp.	1	1	-	2	3	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annet																																	
Zostera marina	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiselalger og blågrønnalger	3	2	4	-	3	4	-	4	4	-	4	4	3	3	4	-	3	3	2	4	3	3	3	3	2	-	3	3	-	-	3	2	3

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 tilnærmingsmåte 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