

Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2013. Undersøkelse av blåskjell.



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

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

NIVA Region Vest

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

Tittel Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2013. Undersøkelse av blåskjell.	Løpenr. (for bestilling) 6695-2014	Dato 4.7.2014
	Prosjektnr. O-10265	Sider 136
Forfattere Merete Schøyen, Jarle Håvardstun, Tore Høgåsen, Dag Hjermann, Sigurd Øxnevad	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder		Oppdragsreferanse Solvår Reiten

Sammenheng

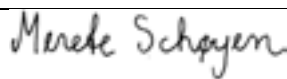
Overvåkingsprogrammet i Kristiansandsfjorden startet i 2010. Denne rapporten omtaler innholdet av miljøgifter i blåskjell innsamlet på sju stasjoner i Kristiansandsfjorden i 2013. Det ble analysert for kvikksølv (Hg) og 13 andre metaller (Ag, Al, As, Ca, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Ni, Pb, Si og Zn). Blåskjell ble også analysert for tinnorganiske forbindelser (TBT), polysykliske aromatiske forbindelser (PAH), polyklorete bifenyler (PCB), dioksiner, dioksinlignende (non-ortho) PCB, heksaklorbenzen (HCB) og heksaklorbutadien (HCBd).

For de fleste miljøgifter og stasjoner var det lavere konsentrasjoner i perioden 2010 til 2013 sammenlignet med forrige store undersøkelse i 2006. Tidstrendanalyser som viste endring over tid for hver av de 24 ulike miljøgiftene på hver av de syv blåskjellstasjonene, ble foretatt hovedsakelig fra 2010 til 2013 (fra 1995 og 1998 for hhv. Odderøy og Svensholmen). Av totalt 211 tidstrender viste 18 signifikante trender hvorav fire viste oppadgående trender og 14 viste nedadgående trender.

Ingen prøver av blåskjell viste sterk (klasse IV) eller meget sterk (klasse V) forurensning av miljøgifter i 2013. Den høyeste metallkonsentrasjonen i blåskjell ble funnet for Pb på Odderøy hvor skjellene var markert (klasse III) forurenset. Ellers var metallkonsentrasjonene gjennomgående lave (klasse I-II). PCB var på bakgrunnsnivå (klasse I) i alle prøver fra 2013. Det ble observert moderat (klasse II) forurensning av TBT, PAH og dioksiner, og markert (klasse III) forurensning av kreftfremkallende PAH, benzo[a]pyren (B[a]P) og HCB. Det ble ikke funnet påvisbare konsentrasjoner av HCBd. Ved Svensholmen ble det påvist nedadgående langtidstrender for både PAH og PCB siden 1998, og for TBT og non-ortho PCB siden 2002. Ved Odderøy ble det observert nedadgående langtidstrender for PCB og HCB siden 1995, og for TBT siden 2003.

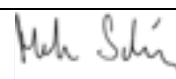
Statistisk endring over tid på tvers av miljøgiftene ved hver blåskjellstasjon viste for de fleste stasjoner og miljøgifter en signifikant nedgang i konsentrasjoner de siste tre årene (2011-2013). Dette omfattet alle miljøgifter ved Marvika, Lagmannsholmen, Odderøy (unntatt Pb og As), Svensholmen (unntatt Cd, Pb og Co) og Bragdøy (unntatt As og Ca). Ved Voie/Kjosbukta var konsentrasjoner av alle miljøgifter stabile. Ved Svensholmen var det signifikant økning i konsentrasjoner for tungmetaller (alle unntatt Ag) og en antydning til nedgang for organiske miljøgifter gjennom sesongen fra vår (i mai) til høst (i september) de siste tre årene (2011-2013).

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Overvåking	1. Monitoring
2. Miljøgifter	2. Contaminants
3. Blåskjell	3. Blue mussel
4. Kristiansandsfjorden	4. Kristiansandsfjorden



Merete Schøyen

Prosjektleder



Morten Schaanning

Forskningsleder

Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2013

Undersøkelse av blåskjell

Forord

NIVA har på oppdrag for Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder gjennomført denne undersøkelsen som en videreføring av overvåkingen som har pågått siden 2010.

Innsamling av blåskjell og opparbeidelse av prøver for analyse ble gjennomført av Jarle Håvardstun. Analysene ble utført av NIVA, NILU (ved Martin Schlabach) og Eurofins. Kontaktperson ved NIVAs laboratorium har vært Kine Bæk.

Rapporten er utarbeidet av Merete Schøyen. Tore Høgåsen har utført trendanalyser og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø. Jarle Håvardstun har bidratt med kart, Dag Hjermann har utført statistiske analyser og Anders Ruus har kvalitetssikret rapporten.

Merete Schøyen har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakt mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos Fylkesmannen i Vest-Agder har vært Solvår Reiten.

Alle takkes for innsatsen.

Oslo, 4.7.2014.

Merete Schøyen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	8
1. Innledning	11
1.1 Bakgrunn	11
1.2 Tidligere undersøkelser	11
1.3 Formål	12
1.4 Hovedkonklusjoner fra tidligere undersøkelser	12
2. Materiale og metoder	14
2.1 Miljøgifter i blåskjell	14
2.1.1 Bakgrunn for undersøkelsene	14
2.1.2 Stasjonsplassering og innsamling av blåskjell	15
2.1.3 Statistiske tidstrendanalyser	19
2.1.4 Statistiske tester	19
2.1.5 Kjemiske analyser	19
2.1.6 Bedømming av miljøtilstand	22
2.2 Analysebeskrivelser	23
2.3 Toksisitetsekvivalenter for dioksiner	24
2.4 Vanndirektivet	24
3. Resultater	26
3.1 Metaller	29
3.2 Organiske miljøgifter	53
4. Diskusjon	73
4.1 Utslipp og konsentrasjoner i blåskjell	73
4.1.1 Hg	74
4.1.2 Øvrige metaller	75
4.1.3 Organiske miljøgifter	78
4.2 Statistiske vurderinger	82
4.3 Oppsummering av overvåking siden 2010	86
4.4 Supplerende undersøkelser	88
4.5 Status i Kristiansandsfjorden	89
5. Konklusjon	91
6. Referanser	92
7. Vedlegg (Rådata)	96
7.1 Oversikt over blåskjell	96
7.2 Metaller og PAH i blåskjell (våtvektsbasis)	99
7.3 PCB i blåskjell (våtvektsbasis)	105
7.4 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i blåskjell (våtvektsbasis)	117
7.5 Medianverdier for blåskjell	129

Sammendrag

Kristiansandsfjorden har tidligere vært, og er til dels fremdeles forurenset av miljøgifter. Utviklingstendensen er imidlertid mot en bedre miljøtilstand i fjorden som blant annet skyldes utslippsreduksjoner og tiltak. Denne rapporten omhandler overvåkingen av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden for 2013 og er utarbeidet på oppdrag fra Fylkesmannen i Vest-Agder. Arbeidet er en videreføring av overvåkingen som har pågått årlig siden 2010. Overvåkingsprogrammet for 2013 har omfattet undersøkelser av miljøgifter i blåskjell ved syv stasjoner (Figur 1, Figur 2) der Marvika (i Topdalsfjorden) representerer det indre fjordområdet. Lagmannsholmen, Odderøy, Svensholmen, Voie/Kjosbukta og Bragdøy er alle lokalisert i det midtre, bynære fjordområdet (Vesterhavn og Fiskåbukta) og Flekkerøygapet/Kjeholmen er referansestasjon lokalisert i det ytre fjordområdet.

Blåskjellinnsamlingene ble gjort i september og oktober 2013, unntatt ved Marvika og Lagmannsholmen hvor blåskjellene ble satt ut i september og innsamlet i oktober fordi det ikke fantes stedegne skjell på lokaliteten. Blåskjell ved Svensholmen ble også innsamlet i mai og i juli for å se om det var sesongvariasjoner. Blåskjell ble analysert for kvikksølv (Hg) og 13 andre metaller: sølv (Ag), aluminium (Al), arsen (As), kalsium (Ca), kadmium (Cd), kobolt (Co), kobber (Cu), krom (Cr), jern (Fe), nikkel (Ni), bly (Pb), silisium (Si) og sink (Zn). Blåskjell ble også analysert for tinnorganiske forbindelser (TBT), polysykliske aromatiske forbindelser (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), dioksiner og dioksinliknende (non-ortho) PCB, heksaklorbenzen (HCB) og heksaklorbutadien (HCBD).

Målingene for arbeidet var:

- Bedømme og klassifisere miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden.
- Påvise eventuelle statistiske signifikante tidstrender med hensyn til konsentrasjoner av utvalgte miljøgifter.
- Gi grunnlagsdata knyttet til vanddirektivet og foreslåtte miljømål for området.
- Gi grunnlag for nye og fremtidige vurderinger av kostholdsrad.

Vanddirektivet har som forvaltningsmål at alle vannforekomster skal oppnå god kjemisk tilstand og minimum god økologisk tilstand. God kjemisk tilstand bestemmes i forhold til en fastsatt grenseverdi som ikke skal overskrides, Environmental Quality Standard (EQS), i henhold til EUs direktiv for prioriterte stoffer. Av 45 prioriterte stoffer er det foreløpig gitt EQS-verdier for 11 stoffer i biota som hovedsakelig relateres til fisk. Miljøgifter klassifiseres etter nasjonale standarder når EQS-verdier ikke foreligger. Resultatene i undersøkelsen vurderes i forhold til EQS-verdier der disse foreligger og i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem.

De statistiske analysene av mulige tidstrender er basert på minimum tre års målinger av ulike miljøgifter. Ved Odderøy og Svensholmen har NIVA gjort årlige målinger av blåskjell siden 1995 og 1998, og kunne derfor gjør en trendanalyse for hele perioden (langtidstrend) og trend for de siste 10 årene (korttidstrend). Når trendene starter for de ulike miljøgiftene og lokalitetene er gitt i vedlegg 7.5.

Resultater:

Kvikksølv (Hg)

Konsentrasjonene av Hg i blåskjell var på bakgrunnsnivå (klasse I) eller nær nedre grense for moderat (klasse II) forurensning. EQS for Hg i biota, som strengt tatt er fastsatt for fisk, var overskredet i blåskjell fra ytre fjordområde og tre av stasjonene i midtre fjordområde. Det ble påvist signifikant nedadgående korttidstrend ved Lagmannsholmen.

Øvrige metaller

Ved samtlige stasjoner var det bakgrunnsnivåer (klasse I) av Ag, Cd, Cr, Cu, Ni og Zn. Ellers var metallkonsentrasjonene generelt lave (klasse I-II), bortsett fra bly som var i klasse III ved Odderøy. Det ble observert signifikante oppadgående korttidstrender for Al (Flekkerøy/Kjeholmen), Cd

(Svensholmen i mai) og Pb (Svensholmen i september). Det ble påvist signifikante nedadgående korttidstrender for As, Cu, Hg og Pb (Lagmannsholmen), Ca (Svensholmen i mai) og Co (Odderøy).

PAH

Konsentrasjonene av PAH, kreftfremkallende PAH (KPAH) og benzo[a]pyren (B[a]P) var alle på bakgrunnsnivå (klasse I) ved Marvika, Lagmannsholmen, Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen, og blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset ved Odderøy og Svensholmen (i juli). Blåskjellene ved Svensholmen (i september) og Voie/Kjosbukta var moderat (klasse II) forurenset av KPAH og B[a]P og markert (klasse III) forurenset ved Svensholmen (i mai). Ingen av blåskjellprøvene overskred EQS verdien for B[a]P (5 µg/kg v.v.) i biota. Det ble påvist signifikant nedadgående langtidstrend for PAH ved Svensholmen siden 1998. Det var lavere konsentrasjoner av PAH, KPAH og B[a]P ved Marvika, Voie/Kjosbukta og Bragdøy enn i 2006. Ved Flekkerøy/Kjeholmen var konsentrasjonene på bakgrunnsnivå i både 2006 og 2013. Ved Marvika var PAH-nivået to tilstandsklasser lavere sammenliknet med 2000. Ingen blåskjellstasjoner oversteg EQS for fluoranten (30 µg/kg v.v.) i biota.

PCB

Konsentrasjonene av PCB i blåskjell var på bakgrunnsnivå (klasse I) ved alle de syv stasjonene i perioden fra 2010 til 2013. Det var signifikante nedadgående langtidstrender for PCB ved Odderøy siden 1995 og ved Svensholmen siden 1998. Ved Marvika var PCB-nivået én tilstandsklasse lavere sammenliknet med 2000.

Dioksiner/furaner (TE PCDD/F) og non-ortho PCB

Blåskjell var på bakgrunnsnivå (klasse I) med hensyn til dioksiner ved Marvika, Svensholmen (i juli), Bragdøy og Flekkerøy, og moderat (klasse II) forurenset ved de resterende stasjonene. Ingen blåskjellstasjoner oversteg EQS for PCDD+PCDF+non-ortho PCB i biota (6,5 ng/kg v.v.). Det var ingen signifikante trender for dioksiner eller non-ortho PCB i blåskjell bortsett fra nedadgående langtidstrend for non-ortho PCB i blåskjell fra Svensholmen siden 2002. Nivået av dioksiner var én tilstandsklasse lavere i Marvika (sammenliknet med Torsvika som ligger nær Marvika), i Voie/Kjosbukta og ved Flekkerøy/Kjeholmen enn det var i 2006.

HCB

Blåskjellene var på bakgrunnsnivå (klasse I) ved Marvika, Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen, slik som i 2012. Blåskjell var moderat (klasse II) forurenset ved Lagmannsholmen, Odderøy, Svensholmen (i mai og september) og Voie/Kjosbukta, og markert (klasse III) forurenset av HCB ved Svensholmen i juli. Ingen prøver overskred EQS for HCB (10 µg/kg v.v.) i biota. Det var nedadgående langtidstrend for HCB ved Odderøy siden 1995, ellers var det ingen signifikante trender.

HCBD

HCBD var under deteksjonsgrensen (0,2 µg/kg v.v.) ved alle undersøkte blåskjellstasjoner.

TBT

TBT-konsentrasjonene var på bakgrunnsnivå (klasse I) bortsett fra ved Odderøy hvor blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset. Det var nedadgående langtidstrender ved Odderøy (siden 2003) og Svensholmen (siden 2002).

Konklusjoner

Ingen av blåskjellene var sterkt (klasse IV) eller meget sterkt (klasse V) forurenset av miljøgifter i 2013. Bortsett fra blåskjell som var markert (klasse III) forurenset ved de bynære stasjonene Odderøy (av Pb), og Svensholmen (av KPAH og B[a]P i mai og HCB i juli), tilsvarte de observerte konsentrasjonene av miljøgifter en ubetydelig (klasse I) eller moderat (klasse II) forurensning.

Statistisk endring over tid på tvers av miljøgiftene på hver blåskjellstasjon ble analysert fordi dette gir en større datamengde. For de fleste områder og stoffer var det en signifikant nedgang i konsentrasjonene i blåskjell de siste tre årene (2011-2013). Dette omfattet alle miljøgifter ved Marvika, Lagmannsholmen, Odderøy (unntatt Pb og As), Svensholmen (unntatt Cd, Pb og Co), og

Bragdøy (unntatt As og Ca). Ved Voie/Kjosbukta var konsentrasjonen av alle miljøgifter stabile. Ved Svensholmen var det en signifikant oppgang for tungmetaller og en antydning til en nedgang for de organiske miljøgiftene gjennom sesongen fra vår (i mai) til høst (i september) de siste tre årene (2011-2013).

Summary

Title: Monitoring of contaminants in Kristiansandsfjorden in 2013. Investigations of blue mussel.
Year: 2014.

Authors: Merete Schøyen, Jarle Håvardstun, Tore Høgåsen, Dag Hjermann, Sigurd Øxnevad.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6430-2.

Kristiansandsfjorden has previously received higher loads of pollutants than today. The fjord still remains partly contaminated, but is evolving towards a better environmental quality. This is partly due to emission reductions and the implementation of remedial measures. This report presents the results from environmental monitoring performed by NIVA in Kristiansandsfjorden in 2013. The work has been performed on contract from the County Governor of Vest-Agder and is a continuation of an annually monitoring programme that began in 2010. The purpose of the work was to monitor the levels of contaminants in blue mussel. Blue mussel was collected at seven stations (Figur 1, Figur 2) where Marvika (in Topdalsfjorden) represents the inner fjord area. Lagmannsholmen, Odderøy, Svensholmen, Voie/Kjosbukta and Bragdøy are all located in the central, urban fjord area (Vesterhavn and Fiskåbukta) and Flekkerøygapet/Kjeholmen is the reference station located in the outer fjord area.

Blue mussel was collected in September and October 2013, except for Marvika and Lagmannsholmen where blue mussel was transplanted (deployed in September and retrieved in October). At Svensholmen, blue mussel was also sampled in May and July in order to detect possible seasonal trends. The mussel was analysed for mercury (Hg) and 13 other metals like silver (Ag), aluminium (Al), arsenic (As), calcium (Ca), cadmium (Cd), cobalt (Co), copper (Cu), chromium (Cr), iron (Fe), nickel (Ni), lead (Pb), silicon (Si) and zinc (Zn). Mussel was also analysed for organic tin compounds (TBT), polycyclic aromatic compounds (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs), dioxins and dioxinlike (non-ortho) PCBs, hexachlorobenzene (HCB) and hexachlorobutadiene (HCBD).

Main objectives:

- Assess and classify the environmental condition of Kristiansandsfjorden.
- Identify any statistically significant time related trends with respect to the concentrations of selected contaminants.
- Provide basic data related to the Water Framework Directive and proposed environmental goals for the fjord.
- Provide new data for a revision of the recommendations issued by the Norwegian Food Safety Authority.

According to the Water Frame Directive, all water bodies should achieve good chemical status and minimum good ecological status. Good chemical status is determined in relation to specific concentration limits, Environmental Quality Standards (EQS), according to EUs directive on priority substances. The EQS values should not be exceeded. Of the 45 priority substances, EQS-values are given for 11 substances in biota (mainly fish). Environmental quality based on concentrations of hazardous substances is classified according to national standards if EQS values do not exist. Analysis of possible trends is based on minimum three years of measurements of the various contaminants. At Odderøy and Svensholmen, NIVA has monitored contaminants in blue mussel annually since 1995 and 1998, and therefore present trend for the entire period (longterm trend) and for the last 10 years (shortterm trend). When trends started for all the different pollutants and localities are given in annex 7.5.

Results:

Mercury (Hg)

The concentration of mercury in blue mussel was at background level (Class I) or slightly above (e.g. close to the lower limit of Class II, moderate pollution). EQS for Hg in biota, which strictly is determined for fish, were exceeded in mussel from the outer fjord area and at three of the stations in the central fjord area. A significant downward shortterm trend was detected at Lagmannsholmen.

Other metals

Except for blue mussel from Odderøy, that were markedly polluted (Class III) with Pb, all other metal concentrations were low (Class I-II). Significant upward shortterm trends were detected for Al (Flekkerøy/Kjeholmen), Cd (Svensholmen in May) and Pb (Svensholmen in September). Significant downward trends were detected for As, Cu, Hg and Pb (Lagmannsholmen), Ca (Svensholmen in May) and Co (Odderøy).

PAH

Concentrations of PAH, carcinogenic PAH (KPAH) and benzo[a]pyrene (B[a]P) were at background levels (Class I) in mussel samples from Marvika, Lagmannsholmen, Bragdøy and Flekkerøy/Kjeholmen, and the mussel were up to moderately (Class II) polluted at Odderøy and Svensholmen (in July). Blue mussel at Svensholmen (in September) and Voie/Kjosbukta were moderately (Class II) polluted by KPAH and B[a]P and markedly (Class III) polluted at Svensholmen (in May). No stations exceeded the EQS for B[a]P (5 µg/kg w.w.) in biota. A significant downward trend for PAH was detected at Svensholmen since 1998. The concentrations of PAH, KPAH and B[a]P were in 2013 lower than in 2006 at Marvika, Voie/Kjosbukta and Bragdøy. The concentrations were at background levels at Flekkerøy/Kjeholmen in 2006 and 2013. The level of PAHs in blue mussel from Marvika was in 2013 considerably lower (two classes) than in 2000. No stations exceeded the EQS for fluoranthene (30 µg/kg w.w.) in biota.

PCBs

The PCB concentrations in blue mussel were at background level (Class I) at all stations investigated from 2010 to 2013. Significant downward longterm trends were identified in blue mussel from Odderøy (since 1993) and Svensholmen (since 1998). The level of PCBs in blue mussel from Marvika was in 2013 one class lower than in 2000.

Dioxins/furans (TE PCDD/F) and non-ortho PCBs

The concentrations of dioxins in blue mussel from Marvika, Svensholmen (in July), Bragdøy and Flekkerøy were at background level (Class I). Blue mussel from the other stations was in 2013 moderately polluted (Class II) with dioxins, as in 2012. No blue mussel stations exceeded the EQS for PCDD+PCDF+non-ortho PCB in biota (6.5 ng/kg w.w.). There was a significant downward longterm trend for non-ortho PCBs in blue mussel from Svensholmen since 2002. There were no other significant trends for dioxins or non-ortho PCBs. The levels of dioxins in blue mussel from Marvika (compared with Torsvika close to Marvika), Voie/Kjosbukta and Flekkerøy/Kjeholmen were in 2013 one class lower than in 2006.

HCB

Blue mussel collected in 2013 from Marvika, Bragdøy and Flekkerøy/Kjeholmen revealed concentrations of HCB at background levels (Class I), as in 2012. Blue mussel were moderately (Class II) polluted at Lagmannsholmen, Odderøy, Svensholmen (in May and September) and Voie/Kjosbukta, and markedly (Class III) polluted with HCB at Svensholmen in July. No mussel exceeded EQS for HCB (10 µg/kg v.v.) in biota. One significant trend was identified; a downward longterm trend since 1995 for HCB in blue mussel from Odderøy.

HCBD

HCBD were below the detection limit (0,2 µg/kg w.w.) in all mussel samples.

TBT

Blue mussel from Odderøy was moderately (Class II) polluted with TBT. Blue mussel from the other stations was at background level (Class I). There were observed downward longterm trends for TBT in blue mussel from Odderøy (since 2003) and Svensholmen (since 2002).

Conclusions

None of the mussels were severely (Class IV) or extremely (Class V) contaminated by pollutants in 2013. Except for mussel that was markedly (Class III) polluted at the urban stations Odderøy (Pb) and

Svensholmen (KPAH and B[a]P in May and HCB in July), all mussel was insignificantly (Class I) or moderately (Class II) polluted.

Statistically change over time for all pollutants at each station were analysed because it provides a larger amount of data. There was observed a significant decrease in concentrations of contaminants in mussel during the past three years (2011-2013). This includes all substances at Marvika, Lagmannsholmen, Odderøy (except Pb and As), Svensholmen (except Cd, Pb and Co), and Bragdøy (except As and Ca). All concentration levels were stable at Voie/Kjosbukta. At Svensholmen, there was a significant increase of heavy metals and a slight decrease of persistent organic pollutants through the season of spring (in May) to autumn (in September) during the last three years (2011-2013).

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Fylkesmannen i Vest-Agder tok initiativet til å få utarbeidet et overvåkingsprogram som startet i 2010 og avsluttet i 2013. Foranledningen til programmet og undersøkelsen som her rapporteres var "Pilotprosjekt Kristiansandsfjorden" hvor Kristiansandsfjorden var ett av fem pilotområder i Norge som skulle skaffe erfaringer med arbeidet med forurenset sjøbunn. NIVA gjennomførte en miljøundersøkelse i 2006 (Berge m. fl. 2007) for å få brakt på det rene hvordan situasjonen var i fjorden etter utslippsreduksjoner og tiltak (slik som tildekking av Hanneviksbukta). I etterkant anbefalte NIVA en mer jevnlig undersøkelse over utvalgte parametere, noe som både Fylkesmannen i Vest-Agder og Miljødirektoratet samtykket i. I 2007 ble vanddirektivet (vannforskriften) innført, og Fylkesmannen mente det var naturlig å videreføre overvåking og tiltak i dette arbeidet. Vannområdet Otra var plukket ut som pilotområde på Sørlandet og elven Otra renner ut i Kristiansandsfjorden. Etter initiativ fra Fylkesmannen ble koordineringsgruppa under pilotprosjektet (med representanter fra industrien, kommunen, Forsvarsbygg, Havnevesenet og Fylkesmannen) videreført som en "Fjordgruppe" i arbeidet med vanddirektivet. Fjordgruppa var en av tre arbeidsgrupper i forbindelse med utarbeidelse av forvaltningsplanen for Otra. Fylkesmannen anså det videre som naturlig at også krav i henhold til vanddirektivet ble en del av overvåkingen. Overvåkingen i 2013 var en videreføring av overvåkingen som har pågått årlig siden 2010. Mattilsynet vurderte kostholdsrådet i 2010 og advarer mot å spise fet stasjonær fisk, blåskjell eller brunmat fra krabbe fra området innenfor yttersiden av Odderøy-Dybingen-Bragdøya og Andøya. Advarselen gjelder på grunn av dioksiner og dioksinliknende PCB (non-ortho PCB) og i noen grad bly (Pb) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Mattilsynet har for øvrig advart mot å spise lever fra selvfanger fisk innenfor grunnlinjen, dvs. i kystnære områder. Torsk fra Barentshavet som i perioder er på vandring innenfor grunnlinjen er ikke en del av advarselen. Advarselen er gitt på bakgrunn av en undersøkelse i 15 havner og fjorder og at det er fastsatt grenseverdi for summen av dioksiner og non-ortho PCB i fiskelever. Tidligere advarsel mot å spise fiskelever fra noen havner og fjorder er altså erstattet med et generelt råd til publikum.

1.2 Tidligere undersøkelser

I Kristiansandsfjorden er det gjennomført en rekke undersøkelser av miljøgifter i sedimenter og organismer siden 1980-tallet. En samlet fremstilling av fordeling og konsentrasjoner i sedimenter er gitt av Næs og Rygg (2001). De senere større undersøkelsene knyttet til forurensningsstatus ble gjennomført i 1996 (Knutzen m. fl. 1998), i 2006 (Berge m. fl. 2007) og i 2012 (Schøyen m. fl. 2013b). Disse undersøkelsene omfattet både miljøgifter i sedimenter og organismer, og senere også sammensetning av bløtbunnsfauna. I tilknytning til tiltakene for opprydning i forurensete sedimenter er det gjennomført mer spesialiserte og tiltaksrettede undersøkelser. Opprydningstiltakene har vært koordinert av Fylkesmannen i Vest-Agder hvor informasjon om resultater og tiltak er presentert på nettsiden www.kristiansandsfjorden.no. Tiltak og undersøkelser er tidligere blitt oppsummert av Vinje (2007). NIVA-undersøkelsen i 2006 viste at tiltakene i fjorden hadde gitt forbedringer for enkelte forurensningskomponenter, mens det for andre var små forandringer. Forbedringene gjaldt enkelte miljøgifter i sedimenter og organismer (dioksiner og non-ortho PCB), samt tilstanden i bløtbunnsfauna. I Hanneviksbukta ble det etablert bunnfaunastasjoner ved tildekkingen av sedimentene (Oug m. fl. 2004) som har vært fulgt opp i 2005 og 2006 for å følge reetableringen av naturlig bunnfauna (Berge m. fl. 2007) og sist i 2012 (Schøyen m. fl. 2013b).

I løpet av de siste årene har det vært flere undersøkelser i Kristiansandsfjorden for Fylkesmannen i Vest-Agder (Berge m. fl. 2007, Molvær og Helland 2007, Næs og Håvardstun 2010, Schøyen m. fl. 2010, 2012, 2013b, Kroglund og Håvardstun 2011). Det har også vært flere undersøkelser for Kristiansand kommune (Oug og Moy 1991, Oug m. fl. 1994, Ruus m. fl. 2007, Oug og Kroglund 2008, Kroglund og Oug 2011, Oug og Håvardstun 2012). Det har videre vært gjort

undersøkelser for Glencore Nikkelverk AS (Håvardstun m. fl. 2011, Kringstad 2010, Kroglund 2011, Næs og Håvardstun 2012 og 2013) for Elkem Solar AS (Molvær m. fl. 2011, Beyer og Schaanning 2012) og for Elkem Carbon AS og Elkem Solar AS (Schaanning og Molvær 2010, Næs m. fl. 2011, 2012, 2013 og 2014). Det har også blitt gjort undersøkelser i Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden (Bjerkeng og Staalstrøm 2008, Schøyen m. fl. 2013a).

1.3 Formål

Formålet med overvåkingsprogrammet var å:

- Bedømme og klassifisere miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden
- Påvise eventuelle statistiske signifikante tidstrender med hensyn til konsentrasjoner av utvalgte miljøgifter
- Gi grunnlagsdata knyttet til vanddirektivet og foreslåtte miljømål for området
- Gi grunnlag for nye og fremtidige vurderinger av kostholdsrad

Overvåkingsprogrammet bygger på et statistisk grunnlag fra dagens kunnskap om området og overvåkingen i 2010, 2011 og 2012. I overvåkingsprogrammet for 2013 inngikk følgende undersøkelser:

- Miljøgifter i biota (blåskjell)

Følgende områder er prøvetatt:

- Topdalsfjorden (Marvika)
- Vesterhavn-Fiskåbukta
- Ytre fjordområde (nordvest for Flekkerøya)

1.4 Hovedkonklusjoner fra tidligere undersøkelser

Hovedkonklusjoner fra tidligere overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010 til 2012 for Fylkesmannen i Vest-Agder (Schøyen m. fl. 2010, 2012 og 2013b) er:

For **torsk** ble det i 2012 ikke funnet noen signifikante endringer i konsentrasjoner av miljøgifter siden 2010 i Vesterhavn (Schøyen m. fl. 2013b). Dette omfattet Hg i torskefilét og PCB-7, dioksiner (TE PCDD), furaner (TE PCDF), dioksiner /furaner (TE PCDD/F), non-ortho PCB og HCB i både filét og lever. Sammenlignet med 2006, var dioksiner (TE PCDD/F) i filét tilsvarende 1/4 i Topdalsfjorden og 1/3 i Vesterhavn, og i lever var konsentrasjonene halverte i hele fjorden. I forhold til 2006, var innholdet av non-ortho PCB i filét halvert i Topdalsfjorden, og i lever var konsentrasjonen 1/3 i Topdalsfjorden og halvert i Vesterhavn.

For **krabbe** var det i 2012 signifikante endringer av flere miljøgifter i skallinnmat siden 2010 ved Flekkerøya (10 var økende og 1 var avtagende), Vesterhavn (5 var økende og 3 var avtagende) og Topdalsfjorden (3 var økende og 1 var avtagende) (Schøyen m. fl. 2013b). Når skallinnmat fra hele fjorden (Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet) ble vurdert samlet, var det signifikant økning siden 2010 av As, Cd, Pb, Zn, PCB-7, dioksiner, furaner, dioksiner/furaner, non-ortho PCB og HCB. Det var signifikant nedgang av PAH-16 og KPAH. De høyeste konsentrasjonene av dioksiner (TE PCDD), furaner (TE PCDF), dioksiner/furaner (TE PCDD/F) og non-ortho PCB i skallinnmat ble målt i Vesterhavn i 2006. Det var signifikant økning av Hg i klokjøtt i Vesterhavn og Flekkerøygapet og av Cd ved alle de tre områdene i Kristiansandsfjorden siden 2010.

Sedimentprøvene fra 2012 i Vesterhavnsområdet hadde høye konsentrasjoner av en rekke miljøgifter. Tilstanden var opptil dårlig (klasse IV) for As, Ni, Pb, dioksiner og HCB, og opptil svært dårlig tilstand (klasse V) for Cu, PAH og TBT (Schøyen m. fl. 2013b). Samlet for hele Kristiansandsfjordområdet var det ikke signifikant forskjell i PAH-16 mellom årene 1996, 2006 og 2012. Det var signifikant nedgang av dioksiner i sedimenter i Vesterhavn siden 2006.

Undersøkelser av **bløtbunnsfauna** i 2012 viste at økologisk tilstand ble klassifisert som moderat i Hanneviksbukta og Vesterhavn, god i Fiskåbukta og Marvika og svært god i ytre Vesterhavn (Dybingen) og referanselokaliteter utenfor Vesterhavnområdet (Schøyen m. fl. 2013b). Tilstanden ble karakterisert som dårligere i Vesterhavn i 2012 enn i 2006. I Fiskåbukta var tilstanden litt bedre. Bunnfaunaen i Vesterhavn tilfredstilte ikke vannforskriftens krav til minimum god økologisk tilstand for vannforekomsten «Kristiansandsfjorden-indre havn». De øvrige tre vannforekomstene «Kongsgårdsbukta-Marviksbukta», «Østergapet-indre» og «Kristiansandsfjorden-indre» tilfredstilte derimot kravet om minimum god økologisk tilstand.

I **vann** i 2011 ble det funnet lave konsentrasjoner av metaller og det var ingen signifikante forskjeller fra 2010 (Schøyen m. fl. 2012). Det var lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannmassene, men det var noe høyere konsentrasjoner i Marvika og Flekkerøygapet i 2011 enn i 2010. Konsentrasjonene av PCB og dioksiner i vannmassene var lave eller svært lave.

2. Materiale og metoder

Overvåkingen i Kristiansandsfjorden i 2013 var en del av et fireårsprogram som startet i 2010 og avsluttet i 2013 (Tabell 1). Undersøkelser av miljøgifter i blåskjell (delundersøkelse 1) ble gjennomført i 2013.

Tabell 1. Overvåkingsaktiviteter i Kristiansandsfjorden i perioden fra 2010 til 2013.

Aktiviteter	Antall stasjoner/ områder	2010	2011	2012	2013
Delundersøkelse 1. Miljøgifter i biota					
Blåskjell	7	X	X	X	X
Torsk	3	X		X	
Taskekrabbe	3	X		X	
Delundersøkelse 2. Miljøgifter i sedimenter					
Sedimenter	6			X	
Delundersøkelse 3. Miljøgifter i vann					
Passive prøvetakere	3	X	X		
Delundersøkelse 4. Økologisk tilstand					
Bløtbunnsfauna	7			X	

2.1 Miljøgifter i blåskjell

2.1.1 Bakgrunn for undersøkelsene

Blåskjell (*Mytilus edulis*) ble innsamlet i 2013. Miljøgiftinnholdet gir grunnlag for nye og fremtidige vurderinger av eventuelle kostholdsråd for Kristiansandsfjorden. Oversiktskart over undersøkelsesområdet er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over Kristiansandsfjorden. De skraverte områdene viser inndeling i indre, midtre og ytre fjordområde hvor det ble innsamlet torsk og krabbe i 2010 og 2012.

Miljøtilstanden i de øvre vannlag i Kristiansandsfjorden overvåkes ved analyse av forbindelser i blåskjell. Muslinger gir et mål på akkumulering av forurensning integrert over et begrenset tidsrom (uker) og kan akkumulere forurensninger fra fødepartikler, sediment og vann. Skjellene gir et bilde av biotilgjengeligheten av metaller og organiske miljøgifter. Blåskjell får føden inn sammen med vann som trekkes inn ved skallens bakkant og gjellenes filterfunksjon er påvirket av partikkelstørrelse. Partikler mindre enn tre micron (μm ; 1 micron = 1/1000 millimeter) i diameter er for små til å bli holdt tilbake i skjellenes gjellefilamenter. Organismer og andre partikler større enn 200 micron er for store til å gå gjennom filteret. Den optimale størrelsen på fødepartikler for voksne blåskjell er 20 micron. Et voksent blåskjell (7,5 cm) filtrerer i gjennomsnitt ca. 60 liter vann per døgn. Muslinger er dessuten fastsittende og gir derfor stedsspesifikk informasjon (National Research Council, Environmental Protection Agency 1980).

2.1.2 Stasjonsplassering og innsamling av blåskjell

Plasseringen av blåskjellstasjonene ble gjort ut fra kriterier om at de skulle gi informasjon fra de tre hovedområdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet, og ta hensyn til lokaliseringen av den viktigste punktkilden for PAH-tilførsler (Elkem). De skulle videre inkludere blåskjellstasjonene Svensholmen og Odderøy fra det nasjonale overvåkingsprogrammet Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP, tidligere Joint Assessment and Monitoring Programme, JAMP) for Miljødirektoratet som gikk til og med 2011. I det videre programmet, som nå ble kalt Miljøgifter i Kystområdene (MILKYS), for 2012 var ikke Svensholmen og Odderøy inkludert. I 2013 ble imidlertid blåskjellstasjonen Odderøy inkludert i prosjekt om lange tidsserier for Klima- og miljødepartementet (KLD). Blåskjellstasjonene skulle også ta hensyn til sediment resuspensjon (oppvirvling av nye sedimenter) i Vesterhavnområdet (skipstrafikk, utbygging, osv.). Stasjoner som dekker industriområdene bedre, inngår i lokale overvåkingsprogram for Glencore Nikkelverk AS og Elkem (Håvardstun m. fl. 2011, Næs og Håvardstun 2012 og 2013, Næs m. fl. 2011, 2012 og 2013). Blåskjellstasjonene som inngikk i overvåkingsprogrammene for Fylkesmannen i Vest-Agder,

Glencore Nikkelverk AS og Elkem er vist i Figur 2. Blåskjell ble utplassert i Marvika og Lagmannsholmen i samråd med oppdragsgiver. Koordinater for stasjonene er gitt i Tabell 2



Figur 2. Oversikt over blåskjellstasjoner i 2013 for Fylkesmannen i Vest-Agder (oransje symboler). I tillegg er stasjonene for NIVAs prosjekter for Elkem Carbon AS og Elkem Solar AS (røde symboler) inkludert.

Tabell 2. Stasjoner for prøvetaking av blåskjell i Kristiansandsfjorden i 2013 med posisjoner (WGS84) i grader og desimalminutter. Tekst i parentes angir om det er utplasserte eller stedegne skjell. Kun blåskjellstasjonene som er merket med uthevet skrift er med i overvåkingsprogrammet for Fylkesmannen i Vest-Agder.

Blåskjellstasjoner	Breddegrad og desimalminutter	Lengdegrad og desimalminutter
Marvika (utplasserte i 2010, 2011, 2012 og 2013)	58°09.082	8°02.102
Lagmannsholmen (stedegne i 2010)	58°08.373	7°59.418
Lagmannsholmen (utplasserte i 2011, 2012 og 2013)	58°08.34	7°59.439
Hanneviksbukta (stedegne)	58°08.163	7°58.149
Myrodden (stedegne)	58°07.892	7°58.626
Odderøy (tidligere MILKYS/CEMP st. I133)	58°07.900	8°00.108
Fiskåtangen (stedegne)	58°07.791	7°58.756
Lumber (stedegne)	58°07.457	7°58.428
Svensholmen (tidligere MILKYS/CEMP st. I132)	58°07.500	7°59.33
Timlingene (stedegne)	58°07.156	7°58.869
Voie/Kjosbukta (stedegne)	58°06.903	7°57.783
Bragdøya (stedegne)	58°06.930	8°00.282
Flekkerøygapet/Kjeholmen (stedegne)	58°04.795	7°57.440

Innsamlingene av blåskjell foregikk med rive fra båt eller for hånd ved vassing i fjæra eller ved snorkeldykking. Ved noen lokaliteter ble det ikke funnet naturlig forekommende blåskjell og det ble der satt ut innkjøpte skjell beregnet for konsum. Skjellene ble plassert i to plastbur på 3 m dyp og ble eksponert i ca. én måned. For 2013-undersøkelsen er de utplasserte blåskjellene i Marvika og ved Lagmannsholmen benyttet etter avtale med oppdragsgiver fordi det ikke fantes stedegne blåskjell i området.

Blåskjell ved alle de syv stasjonene som inngår i overvåkingsprogrammet for Fylkesmannen i Vest-Agder ble innsamlet i september 2013, bortsett fra blåskjellene ved Marvika og Lagmannsholmen som ble utplassert i slutten av september og innsamlet i begynnelsen av oktober. I tillegg ble blåskjellene ved Svensholmen (tidligere MILKYS/CEMP st. I132) innsamlet i mai og juli 2013 for å se på variasjonen mellom vår, sommer og høst (Figur 3).

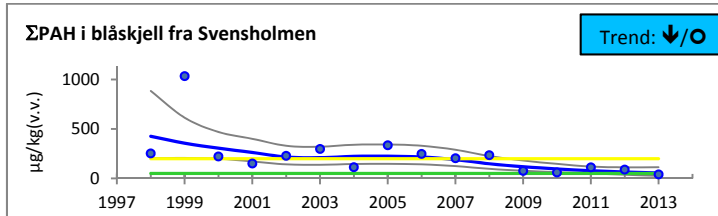


Figur 3. Blåskjellstasjonen ved Svensholmen (Foto: Sander B. Håvardstun).

Det ble innsamlet minimum 18 blåskjell (størrelse 3-5 cm) fra hver stasjon for å få nok materiale til analysene. Det ble analysert én blandprøve fra hver av de syv stasjonene. I MILKYS/CEMP-prosjektet ble det til og med 2011 analysert tre blandprøver fra Svensholmen og Odderøy, unntatt for TBT og dioksiner hvor det ble analysert to blandprøver. Fra Svensholmen og Odderøy eksisterer det tidsserier fra henholdsvis 1998 og 1995. Blåskjellene ble nedfrosset (ved $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) etter innsamling og senere opparbeidet på laboratoriet i henhold til gjeldende retningslinjer (modifisert MILKYS/CEMP-prosedyre hvor skallengde og vekt av bløtdelene ble målt, mens tarminnholdet ikke ble tømt, se Green m. fl. 2012).

2.1.3 Statistiske tidstrendanalyser

En enkel modell-tilnærming har blitt utviklet for å studere tidstrender for miljøgifter i biota basert på mediankonsentrasjoner (se Green m. fl. 2013). Metoden har tidligere blitt anvendt på MILKYS/CEMP-data og resultatene er presentert slik som i Figur 4.



Figur 4. Eksempel på tidsserie som viser median av de målte verdiene (blå punkter), glattet kurve (blå linje) («Loess smoother») og 95 % konfidensintervaller (grå linjer). Fargede horisontale linjer indikerer nedre nivå av Miljødirektoratets tilstandsklasser (se Tabell 5). Resultat av trendanalyse er vist i høyre øvre hjørne av figuren og er gjort på tidsserier med resultater fra tre eller flere år. Resultatet til og med 2013 er vist som symbol med en pil oppover (↑) eller nedover (↓) og viser at signifikante oppadgående eller nedadgående trender ble påvist, eller null (○) hvis det ikke ble påvist noen signifikant trend. Symbolet (■) betyr at det ikke kan utregnes noen trend. Fargen på firkanten i høyre hjørne indikerer Miljødirektoratets tilstandsklasse for 2013. Trendanalysen omfatter alle årene som er vist på figuren. Skalaen for x-aksene og y-aksene kan variere mellom figurene. Symbolene ↓/○ i figuren angir resultater for henholdsvis langtidstrend (alle årene) og korttidstrend (de siste 10 årene). I dette eksemplet viser figuren en nedadgående langtidstrend, mens det ikke er noen korttidstrend.

Det må være minimum tre års målinger for å gjøre en statistisk tidstrendanalyse, en nærmere beskrivelse finnes i Green m. fl. (2013).

Naftalen inngår ikke i ΣPAH for blåskjell i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5) og er derfor ikke med i utregningen av trendfigurene (Figur 30 og Figur 31) som viser ΣPAH i blåskjell. Verdien av ΣPAH er derfor noe lavere enn PAH-16 i blåskjell som oppgis fra NIVAs laboratorium i analyserapportene (Vedlegg 7.2).

2.1.4 Statistiske tester

De statistiske testene for blåskjell er gjort med t-test og ANOVA (med programmet R).

2.1.5 Kjemiske analyser

Det ble analysert for miljøgiftinnhold i blåskjell fra syv stasjoner i dette overvåkingsprogrammet. Ved NIVAs forrige store undersøkelse i 2006 (Berge m. fl. 2007) ble det vist at det var liten variasjon mellom replikater fra samme lokalitet og det ble derfor ikke analysert på flere replikater fra samme stasjon i denne undersøkelsen. Alle blåskjellene ble analysert av NIVAs laboratorium for metallene Ag, As, Ca, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, og Zn. I tillegg ble blåskjellene på Bragdøya og Flekkerøy/Kjeholmen analysert for Al, Fe og Si. Blåskjellene ble også analysert for PAH. Ved Svensholmen (i mai, juli og september) og Odderøy ble det i tillegg analysert for HCB. NILUs laboratorium gjennomførte analysene av PCB, dioksiner, non-ortho PCB og HCB. Tinnorganiske forbindelser (som TBT) ble analysert hos Eurofins.

Oversikt over innsamling og prøvetaking av biota og kjemiske analyser er vist i Tabell 3 og analyseparametere med deteksjonsgrenser på våtvektsbasis (v.v.) for biota er vist i Tabell 4.

Tabell 3. Oversikt over innsamling og prøvetaking av blåskjell og kjemiske analyser i 2013.

Hoved-område	Stasjon	Art	Analyseparametere	Ind.	Ind. per replikat	Replikater til analyse
Topdalsfjorden (Marvika)	Marvika, utplassert 5.9.2013 innsamlet 18.10.2013	Blåskjell (utplasserte)	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH, dioksiner og non-ortho PCB, HCB, PCB, TBT	28	28	1
Vesterhavn – Fiskåbukta	Lagmannsholmen, utplassert 5.9.2013 innsamlet 18.10.2013	Blåskjell (utplasserte)	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH, dioksiner og non-ortho PCB, HCB, PCB	18	18	1
	Odderøy (tidl. MILKYS/CEMP-st. I133), 5.9.2013	Blåskjell	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH, PCB, HCB, dioksiner og non-ortho PCB, TBT, HCBd	73	73	1
	Svensholmen (tidl. MILKYS/CEMP-st. I132), 30.5.2013, 12.7.2013, 5.9.2013	Blåskjell	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH, PCB, HCB, dioksiner og non-ortho PCB, TBT, HCBd	30, 43, 40	53, 43, 40	1
	Voie/ Kjosbukta, 5.9.2013	Blåskjell	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH, dioksiner og non-ortho PCB, HCB, PCB	36	36	1
	Bragdøy, 5.9.2013	Blåskjell	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca, Si, Fe), PAH, dioksiner og non-ortho PCB, HCB, PCB	35	35	1
	Ytre fjordområde (NV Flekkerøya)	Flekkerøy/ Kjeholmen, 5.9.2013	Blåskjell	Hg, metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca, Si, Fe), PAH-16, dioksiner og non-ortho PCB, HCB, PCB, TBT	70	70

Tabell 4. Analyseparametere med deteksjonsgrenser på våtvektsbasis (v.v.) i blåskjell.

Parameter	Forbindelser	Deteksjonsgrenser
Metaller (µg/g)	Kadmium (Cd)	0,001
	Kobber (Cu)	0,03
	Sink (Zn)	0,1
	Bly (Pb)	0,02
	Nikkel (Ni)	0,02
	Arsen (As)	0,05
	Krom (Cr)	0,1
	Kobolt (Co)	0,0005
	Sølv (Ag)	0,005
	Kalsium (Ca)	1
	Silisium (Si)	2
	Jern (Fe)	2
	Aluminium (Al)	0,5
Kvikksølv (µg/g)	Kvikksølv (Hg)	0,005
Tinnorganiske forbindelser (TBT) (µg/kg)	Monobutyltinn	Alle enkeltforbindelser: 1
	Dibutyltinn	
	Tributyltinn	
	Monfenyltinn	
	Difenyltinn	
PAH (µg/kg)	Naftalen	Alle enkeltforbindelser: 0,5
	Fenatren	
	Antracen	
	Acenaftalen	
	Acenaften	
	Fluoren	
	Pyren	
	Benz(a)antracen	
	Crycen/trifenylen	
	Benzo(b,j,k)fluoranten (splittes på NIVA)	
	Benzo(e)pyren	
	Benzo(a)pyren	
	Perylen	
	Benzo(ghi)perylene	
Indeno (1,2,3cd)pyren		
Dibenzo(a,c/a,h)antracen		
PCB (µg/kg)	PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, SUM PCB	0,05
Dioksiner og non-ortho forbindelser (ng/kg, pg/g)	<i>Non-ortho PCB kongenere</i> (IUPAC code PCB 77,81, 126 og 169)	0,1–1
	<i>Mono-ortho PCB kongenere</i> (IUPAC code PCB 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189)	10
	Dioksiner (PCDD)	
	2,3,7,8 TCDD	
	1,2,3,7,8-PeCDD	0,01–0,1
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,01–0,1
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,02–0,2
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,02–0,2
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,02–0,2
	OCDD	0,04–0,4
	Furaner (PCDF)	
	2,3,7,8-TCDF	0,1–1
	1,2,3,7,8/1,2,3,4,8-PeCDF	0,01–0,1
	2,3,4,7,8-PeCDF	0,01–0,1
	1,2,3,4,7,8/1,2,3,7,9HxCDF	0,01–0,1
	1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,02–0,2
	1,2,3,7,8,9 HxCDF	0,02–0,2
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,02–0,2
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,02–0,2
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,04–0,4
OCDF	0,04–0,4	
HCB (µg/kg)	Heksaklorbenzen	0,1–1
HCBd (µg/kg)	Heksaklorbutadien	0,2
Fettinnhold (%)		0,1

2.1.6 Bedømming av miljøtilstand

Miljødirektoratet har utviklet kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av forurensede forbindelser i blant annet blåskjell som vist i Tabell 5. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra ubetydelig/lite (klasse I) forurenset til meget sterkt (klasse V) forurenset.

Tabell 5. Miljødirektoratets klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller på tørrvektsbasis (t.v.) og utvalgte organiske forbindelser på våtvektsbasis (v.v.) i blåskjell (TA-1467/1997). Fargekodene tilsvarer de ulike tilstandsklassene i tabellen.

Arter/vev	Parametere	Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig - Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Blåskjell (t.v.)	Bly (mg Pb/kg)	<3	3-15	15-40	40-100	>100
	Kadmium (mg Cd/kg)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
	Kobber (mg Cu/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
	Krom (mg Cr/kg)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
	Sink (mg Zn/kg)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
	Nikkel (mg Ni/kg)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Arsen (mg As/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1	1-2	2-5	>5
TBT* (mg/kg)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5	
Blåskjell (v.v.)	ΣPAH (µg/kg)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
	ΣKPAH (µg/kg)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
	B[a]P (µg/kg)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
	TE PCDF/D (ng/kg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3	>3
	HCB (µg/kg)	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	1-5	>5
	PCB-7 (µg/kg)**	<4	4-15	15-40	40-100	>100

*Tributyltinn (se TA-1467/1997)

I ΣPAH inngår enkeltforbindelsene acenaftylen, acenaften, fluoren, fenatren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b)fluoranten, benzo(j,k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno (1,2,3cd)pyren, dibenz(a,c/a,h)antracen og benzo(ghi)perylene, men ikke naftalen som er inkludert i PAH-16.

I ΣKPAH inngår enkeltforbindelsene benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(j,k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno (1,2,3cd)pyren og dibenz(a,c/a,h)antracen. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARCs kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig kreftfremkallende).

Enkelte av metallene er essensielle, dvs. at de er livsnødvendige i små doser men kan være svært giftige i større doser. Eksempler på disse er Fe, Cu, Cr og Co. Organismer kan til en viss grad regulere konsentrasjoner av disse.

2.2 Analysebeskrivelser

Analysene av metaller, PAH og HCBBD ble gjort ved NIVAs laboratorium. Analysene av PCB, HCB, dioksiner og non-ortho PCB ble gjort ved NILUs laboratorium. TBT ble analysert av Eurofins. Alle analyser utført av NIVAs laboratorium er basert på NS- eller EU/ISO standarder der disse finnes.

Metallene er bestemt ved at prøven oppsluttes ved autoklaving med salpetersyre og analyseres med hjelp av atomabsorpsjon og grafittovn, bortsett fra kvikksølv som bestemmes med gullfelle og kalddamp atomabsorpsjon.

Ved bestemmelse av PAH tilsettes prøvene indre standarder. Det biologiske materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH ved hjelp av pentan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet med GC/MS. PAH identifiseres med MS ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre og eksterne standarder.

Ved bestemmelse av PAH i sedimenter tilsettes prøvene indre standarder og blandes med hydromatriks. Deretter ekstraheres sedimentene med en blanding av sykloheksan og diklormetan ved hjelp av ASE (accelerated solvent extraction). Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Til slutt bestemmes PAH med GC/MS. PAH identifiseres med MS ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre og eksterne standarder.

PCB og andre klororganiske forbindelser som rutinemessig kvantifiseres samtidig, bestemmes ved at prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med en blanding av sykloheksan/acetone ved hjelp av kraftig risting. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres ut fra retensjonstider på en HP-5 kolonne. Kvantifisering utføres ved hjelp av intern og ekstern standard.

Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser (TBT) gjøres ved at prøvene tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjons kromatografi og oppkonsentreres. Prøvene analyseres ved bruk av gasskromatografi og atomemisjons-deteksjon, GC-AED. De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene og selve kvantifiseringen utføres med den indre standarden og en ekstern standard.

Analyse av heksaklorbutadien (HCBBD) ble utført ved at ca. 5 g vått materiale ble tilsatt intern standard og ekstrahert 2 ganger med en blanding av acetone og sykloheksan (40:60). Sykloheksanekstraktet ble isolert ved tilsetting av 0,5 % natriumklorid-løsning (aq) og deretter konsentrert til ca. 1 ml. Etter gjentatte behandlinger med konsentrert svovelsyre, ble ekstraktet analysert gasskromatografisk med masseselektiv detektor (GC/MSD-Selected ion monitoring (SIM)).

Dioksiner og non-ortho PCB ble analysert av Norsk institutt for luftforskning (NILU), etter metodikk beskrevet hos Schlabach m. fl. (1993, 1995) og Oehme m. fl. (1994). Laboratoriet er akkreditert i henhold til ISO/IEC-17025. Metoden går i korthet ut på å homogenisere prøvene i Na_2SO_4 før ekstraksjon ved direkte eluering med sykloheksan og diklormetan. ^{13}C -merkede 2,3,7,8-substituerte PCDD/PCDF tilføres som intern standard og prøvene renses ved hjelp av et multikolonnensystem med ulike typer silika, aluminiumoksid og aktivt karbon. Bestemmelse av forbindelsene gjøres så ved hjelp av gasskromatografi med høyoppløsende massespektrometri (GS/MS). En delprøve av hvert av ekstraktene ble brukt til gravimetrisk analyse av fettinnhold.

2.3 Toksisitetsekvivalenter for dioksiner

Det er brukt tre forskjellige modeller for omtale av dioksinresultatene:

- WHO modell (Van den Berg m. fl. 2006) er brukt for undersøkelsene i 2010 (Schøyen m. fl. 2010), 2011 (Schøyen m. fl. 2012), 2012 (Schøyen m. fl. 2013b) og 2013.
- Nordisk modell (Ahlborg m. fl. 1988) ble brukt for trendfigurer i tidligere MILKYS/CEMP-rapporter (Green m. fl. 2013).
- Tidligere WHO modell (Van den Berg m. fl. 1998) ble brukt for undersøkelsen i Kristiansandsfjorden i 2006 (Berge m. fl. 2007).

Verdens helseorganisasjon (World Health Organization, WHO) sine toksiske ekvivalensfaktorer (TEF) ble revidert i 2005 (Van den Berg m. fl. 2006). Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) utga i 2007 en vurdering av konsekvensene av endrede TEF-verdier for dioksiner og dioksinliknede PCB som viste at de nye TEF-verdiene i hovedsak ga noe reduserte toksisitetsekvivalenter (TE) (VKM 2007). Det ble bemerket at TEF, som resulterer i reduserte TE i matvarer, ikke er ensbetydende med en redusert eksponering for absolutt-konsentrasjoner av dioksinliknende forbindelser. Det er altså problematisk å sammenligne toksisitetsekvivalenter fra undersøkelsen i 2006 (Van den Berg m. fl. 1998) i henhold til undersøkelsene i 2010 til 2013 (Van den Berg m. fl. 2006) fordi de senere toksisitetsekvivalentene gir lavere verdier enn de tidligere basert på samme konsentrasjon av dioksiner (VKM 2007). Differansen kan eksempelvis være 12 % for dioksiner i olje fra torskelever.

2.4 Vanddirektivet

Det er en nasjonal målsetning at utslipp av miljøgifter skal stanses eller reduseres. De aktuelle miljøgiftene stammer fra EUs liste over prioriterte stoffer (2013/39/EU) (som er datterdirektiv til EUs vanddirektiv) og den norske prioritetslisten (www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Kjemikalielister/Prioritetslisten/). Norges prioritetsliste omfatter mange stoffer som allerede er på EUs liste over prioriterte stoffer.

Vanddirektivet, som er implementert i Norge gjennom vannforskriften (MD 2006), gir føringer for hvilke fokuselementer som skal inngå i overvåkingen innenfor 6-årige forvaltningssykluser. Hovedmålet ved direktivet er å sørge for at alle vannforekomster skal oppnå minimum god tilstand. Det skal fastsettes både en kjemisk tilstand på grunnlag av forekomster av miljøgifter, og en økologisk tilstand basert på biologiske parametre. Miljømålet er at både kjemisk og økologisk tilstand må være minimum god. I Norge kan vurderingen kjemisk tilstand basere seg på undersøkelse av sediment og biota. Myndighetene har flere veiledere for å bistå denne prosessen, som f.eks. klassifiseringssystemet. Disse veilederne må revurderes fra tid til annen bl.a. for å ta høyde for nye direktiv.

Økologisk tilstand fastsettes på basis av biologiske kvalitetselementer som omfatter planteplankton (vannmasser), makroalger og ålegress (grunne bunnområder), og bløtbunnsfauna (dype bunnområder og fjordbunn). For hvert kvalitetselement er det utarbeidet klassifiseringssystemer som benyttes for å fastsette tilstanden (Veileder 02:2013). Når tilstanden for en vannforekomst fastsettes, er hovedregelen at det kvalitetselementet som indikerer dårligst tilstand også fastsetter tilstanden for vannforekomsten. Systemene er under utvikling og foreløpig er alle kvalitetselementene i hovedsak utviklet med sikte på å indikere effekter av tilførsler av næringssalter (eutrofi) og organisk stoff (Veileder 02:2013). Bløtbunnsfauna, og i noen grad makroalger, kan også benyttes for effekter av miljøgifter. Oug m. fl. (2013) fant imidlertid at ingen av indeksene i klassifiseringen for bløtbunnsfauna viste godt samsvar med nivåer av miljøgifter og tilstandsklasse for miljøgifter i bunnsedimenter i industrifjorder, deriblant Kristiansandsfjorden. Manglende samsvar kan skyldes at indeksene for bløtbunnsfauna ikke tilstrekkelig tidlig fanger opp endringer i organismesamfunnet og at indeksene nok er mest styrt av oksygenforhold og organisk belastning.

Når de biologiske kvalitetselementene er i god eller svært god tilstand, skal også fysisk-kjemiske støtteparametre vurderes. Dersom disse ikke er i god tilstand, kan den økologiske tilstanden for vannforekomsten nedgraderes. Nærmere prinsipper for dette er gitt i Veileder 02:2013. Som kjemiske støtteparametre vil her inngå alle nasjonale prioriterte kjemiske stoffer som ikke er på listen over EUs prioriterte stoffer og som derved ikke inngår ved fastsetting av kjemisk tilstand. Dersom noen av disse ikke er i god tilstand oppnår ikke vannforekomsten god tilstand.

Grenseverdier fastsatt under vanndirektivet benevnes miljøkvalitetsstandarder eller Environmental Quality Standards (EQS). I vanndirektivet var det da prosjektet startet i 2010 bare EQSer for Hg (20 µg/kg v.v.), HCB (10 µg/kg v.v.) og HCBD (55 µg/kg v.v.) i biotaprøver og disse ble derfor inkludert i overvåkingen. I dag er det også EQSer for fluoranten (30 µg/kg v.v.), B[a]P (5 µg/kg v.v.) og PCDD+PCDF+non-ortho PCB (6,5 ng/kg v.v.) i biota (2013/39/EU). EQS i biota er hovedsakelig relatert til fisk.

3. Resultater

Denne delen av overvåkingsprogrammet viser hvordan miljøgifter akkumuleres i blåskjell og gir grunnlag for å påvise hvordan dette er endret over tid i Kristiansandsfjorden. Resultatene for analysene av blåskjell er presentert i Tabell 6 og trender i Tabell 7. Alle rådataene befinner seg i Vedlegg 7.

Tabell 6. Konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell oppgitt på tørrvektsbasis (t.v.) og våtvektsbasis (v.v.). Metaller er oppgitt i mg/kg (tilsvarende µg/g). PAH og PCB er oppgitt i µg/kg. Dioksiner, furaner, dioksiner/furaner og non-ortho PCB er oppgitt i toksiske ekvivalenter (TE; ng/kg=pg/g) i henhold til Van den Berg m. fl. (2006). Tabellen er gitt enheter og fargekoder i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5).

Parametere	Enhet	Marvika oktober	Lagmannsholmen oktober	Odderøy september	Svensholmen mai	Svensholmen juli	Svensholmen september	Voie/Kjosbukta september	Bragdøy september	Flekkerøy/Kjeholmen september
Ag	mg/kg t.v.	0,031	0,033	0,033	0,046	0,042	0,038	0,033	0,045	0,054
Al	mg/kg t.v.								50,36	103,08
As	mg/kg t.v.	10,81	8,60	10,80	15,38	17,08	15,62	11,40	15,09	18,5
Ca	mg/kg t.v.	2550	2387	3240	2946	4083	5392	3433	3518	4715
Cd	mg/kg t.v.	0,556	0,57	1,27	1,59	1,81	1,65	1,20	1,36	1,28
Co	mg/kg t.v.	0,43	0,56	1,01	0,94	1,29	1,08	0,71	0,62	0,69
Cr	mg/kg t.v.	0,625	0,67	1,3	1,5	1,7	1,5	1,3	1,8	2,7
Cu	mg/kg t.v.	6,625	6,60	9,93	8,92	8,25	6,08	6,67	6,09	7,46
Fe	mg/kg t.v.								354	400
Hg	mg/kg t.v.	0,069	0,047	0,153	0,215	0,242	0,200	0,113	0,209	0,192
Ni	mg/kg t.v.	0,75	1,47	4,27	4,15	4,83	4,31	2,33	2,18	3,92
Pb	mg/kg t.v.	0,687	0,73	19,93	4,46	5,58	4,77	6,07	5,27	8,15
Si	mg/kg t.v.								57,3	90,0
Zn	mg/kg t.v.	71,875	77,3	132,0	112,3	137,5	111,5	114,0	101	134,6
TBT	mg/kg t.v.	0,040		0,101	0,079	0,088	0,046			0,022
ΣPAH	µg/kg v.v.	15,95	18,46	57,95	121,06	53,8	48,7	41,2	15,5	13,6
ΣKPAH	µg/kg v.v.	4,39	5,96	19,9	47,02	24,7	24,1	14	6,2	3,82
B[a]P	µg/kg v.v.	0,5	0,5	1,8	3,4	1,6	1,8	1,2	0,5	0,5
PCB-7	µg/kg v.v.	2,24	1,53	1,59	1,39	0,97	1,00	2,24	0,94	0,35
HCB	µg/kg v.v.	0,04	0,14	0,14	0,17	0,76	0,16	0,22	0,05	0,02
HCBd	µg/kg v.v.			0,2	0,2	0,2	0,2			
TE dioksiner PCDD	ng/kg v.v.	0,04	0,05	0,06	0,09	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04
TE furaner PCDF	ng/kg v.v.	0,08	0,17	0,16	0,16	0,09	0,15	0,19	0,07	0,04
TE dioksiner/furaner PCDD/PCDF	ng/kg v.v.	0,12	0,22	0,22	0,24	0,13	0,22	0,25	0,11	0,09
TE non-ortho PCB	ng/kg v.v.	0,14	0,24	0,32	0,26	0,19	0,25	0,38	0,14	0,06
Tørrstoff (TTS)	%	16	15	15	13	12	13	15	11	13
Fett	%	1,9	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,4	0,94	0,85

Tabell 7. Trender for metaller og organiske miljøgifter i blåskjell. Symbol med en pil oppover (↑) eller nedover (↓) viser at signifikante oppadgående eller nedadgående trender ble påvist, og null (○) viser at det ikke ble påvist noen signifikant trend. Symbolet (▪) betyr at det ikke kan utregnes noen trend. Symbolene for organiske miljøgifter ved Odderøy og Svensholmen (i september) viser trend for hele perioden (langtidstrend) og trend for de siste 10 årene (korttidstrend). Årstallet for når trendene startet kan ses i vedlegg 7.5. Enheter og fargekoder er gitt iht. Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5).

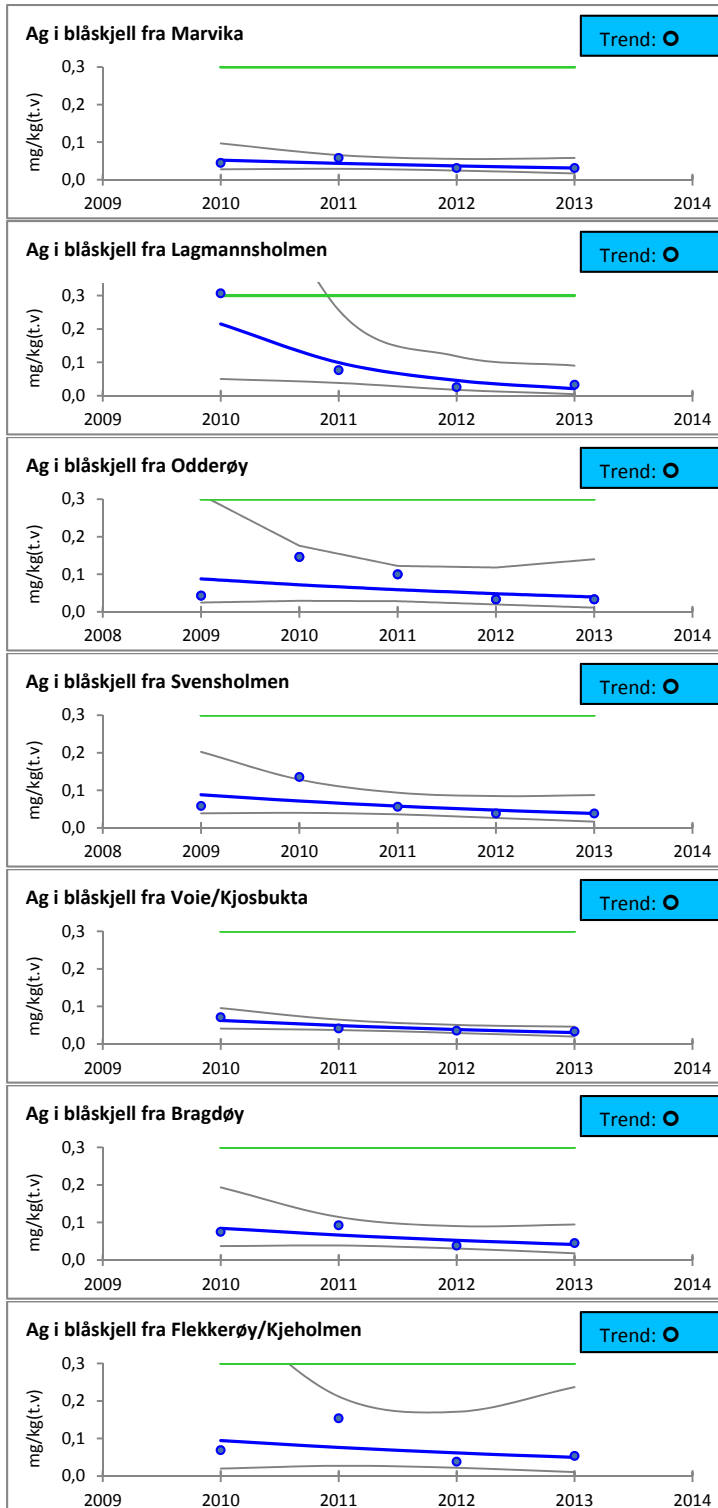
Parameter	Marvika oktober	Lagmannsholmen oktober	Odderøy september	Svensholmen mai	Svensholmen juli	Svensholmen september	Voie/Kjosbukta september	Bragdøy september	Flekkerøy/Kjeholmen september
Ag	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Al								○	↑
As	○	↓	○	○	○	○	○	○	○
Ca	○	○	○	↓	○	○	○	○	○
Cd	○	○	○	↑	○	○	○	○	○
Co	○	○	↓	○	○	○	○	○	○
Cr	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cu	○	↓	○	○	○	○	○	○	○
Fe								○	○
Hg	○	↓	○	○	○	○	○	○	○
Ni	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pb	○	↓	○	○	○	↑	○	○	○
Si								○	○
Zn	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TBT	○		↓/↓	○	○	↓/↓			○
ΣPAH	○	○	○/○	○	○	↓/○	○	○	○
ΣKPAH	○	○	○/○	○	○	○/○	○	○	○
B[a]P	○	○	○/○	○	○	○/○	○	○	▪
PCB-7	○	○	↓/○	○	○	↓/○	○	○	○
HCB	○	○	↓/○	○	○	○/○	○	○	○
HCBD			▪	▪	▪	▪			
TE dioksiner PCDD	○	○	↑/○	○	○	○/○	○	↓	○
TE furaner PCDF	○	○	○/○	○	○	○/○	○	○	○
TE dioksiner/furaner PCDD/PCDF	○	○	○/○	○	○	○/○	○	○	○
TE non-ortho PCB	○	○	○/○	○	○	↓/○	○	○	○

3.1 Metaller

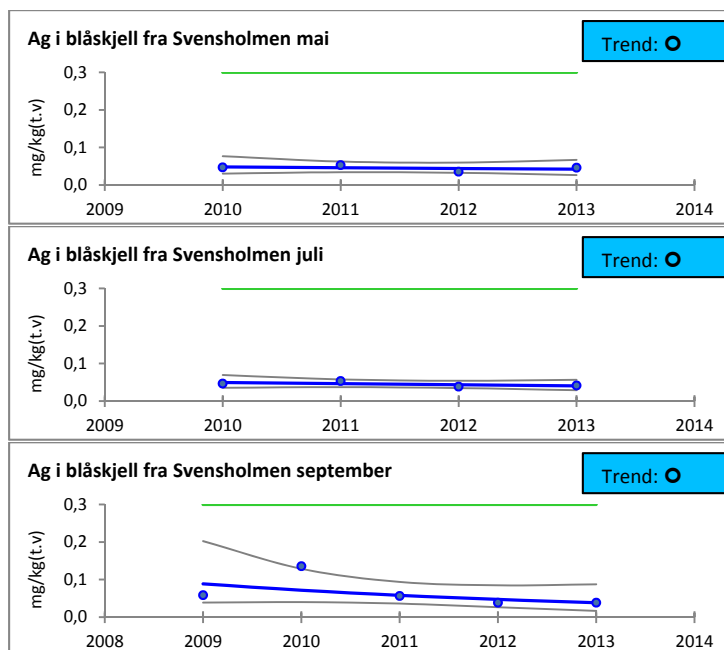
Resultatene er vist i Figur 5 til Figur 29. Fargekodene i figurene tilsvarer Miljødirektoratets tilstandsklasser for miljøtilstand (Tabell 5). Forklaring av trendfigurene er gitt i Figur 4. Resultatene for metallene er basert på én blandprøve fra hver stasjon i perioden 2010 til 2013 bortsett fra ved Svensholmen (i september) og Odderøy hvor resultatene til og med 2011 er basert på tre blandprøver.

Sølv (Ag)

I 2013 var alle blåskjellene ubetydelig/lite forurenset av Ag (Figur 5, Figur 6). Det ble ikke påvist noen signifikante trender.



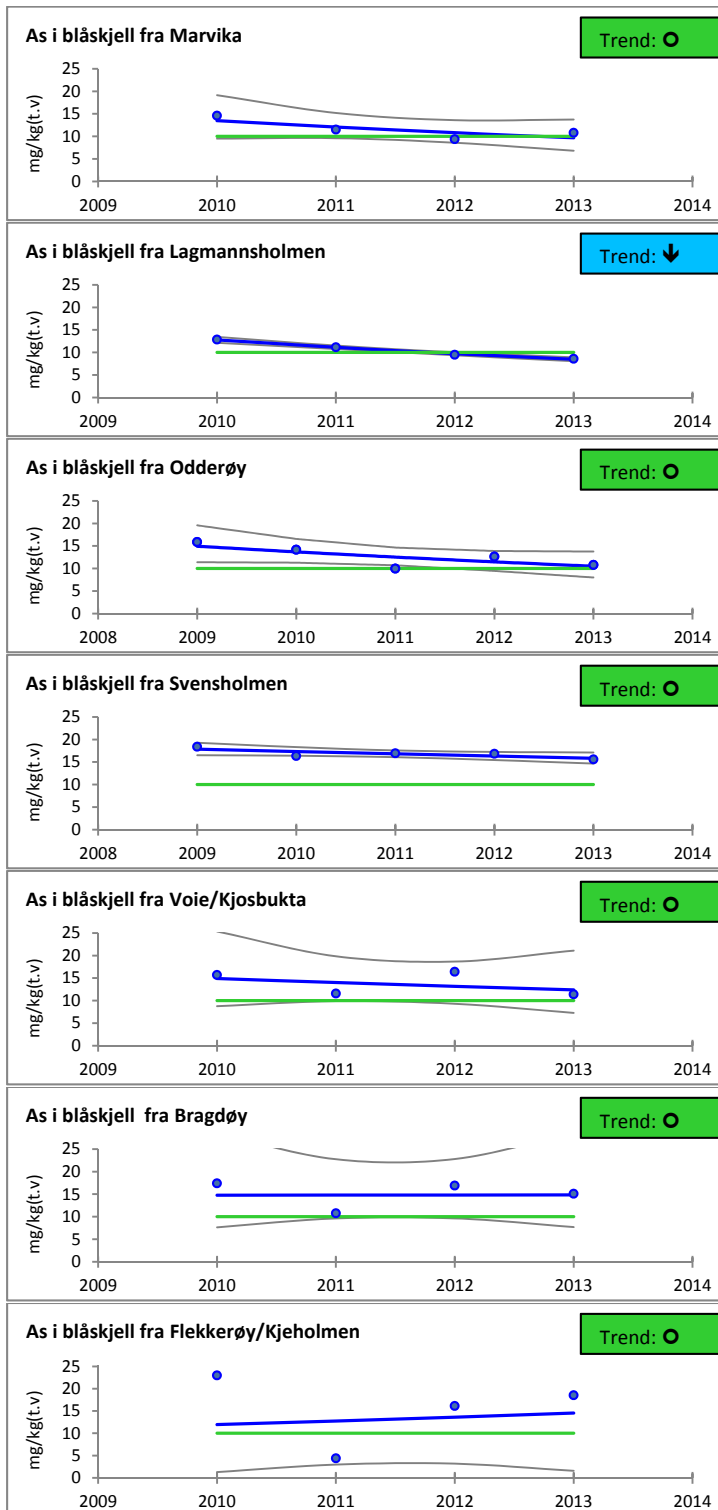
Figur 5. Innhold av sølv (mg Ag/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



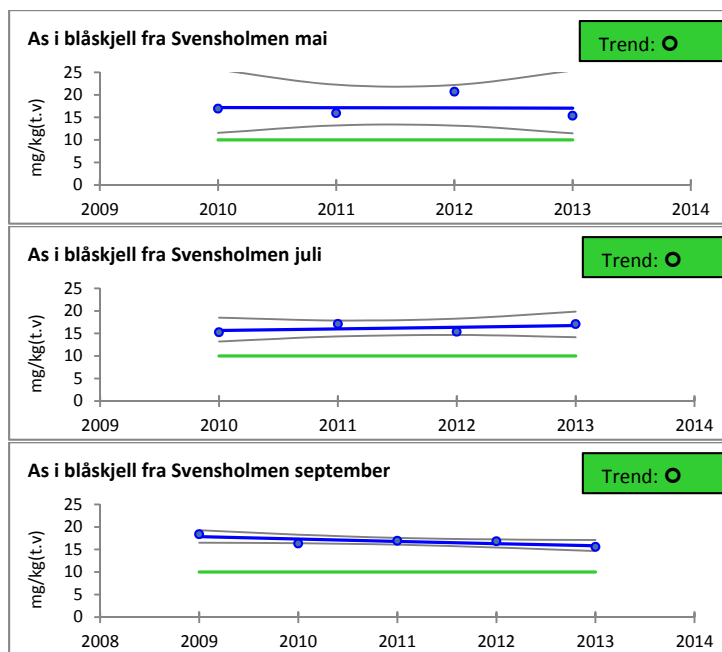
Figur 6. Innhold av sølv (mg Ag/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Arsen (As)

Blåskjellene ved Lagmannsholmen var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset av As (Figur 7) og her var det nedadgående korttidstrend. Blåskjellene ved de andre stasjonene var moderat (klasse II) forurenset og her ble det ikke påvist noen signifikante trender (Figur 7, Figur 8).



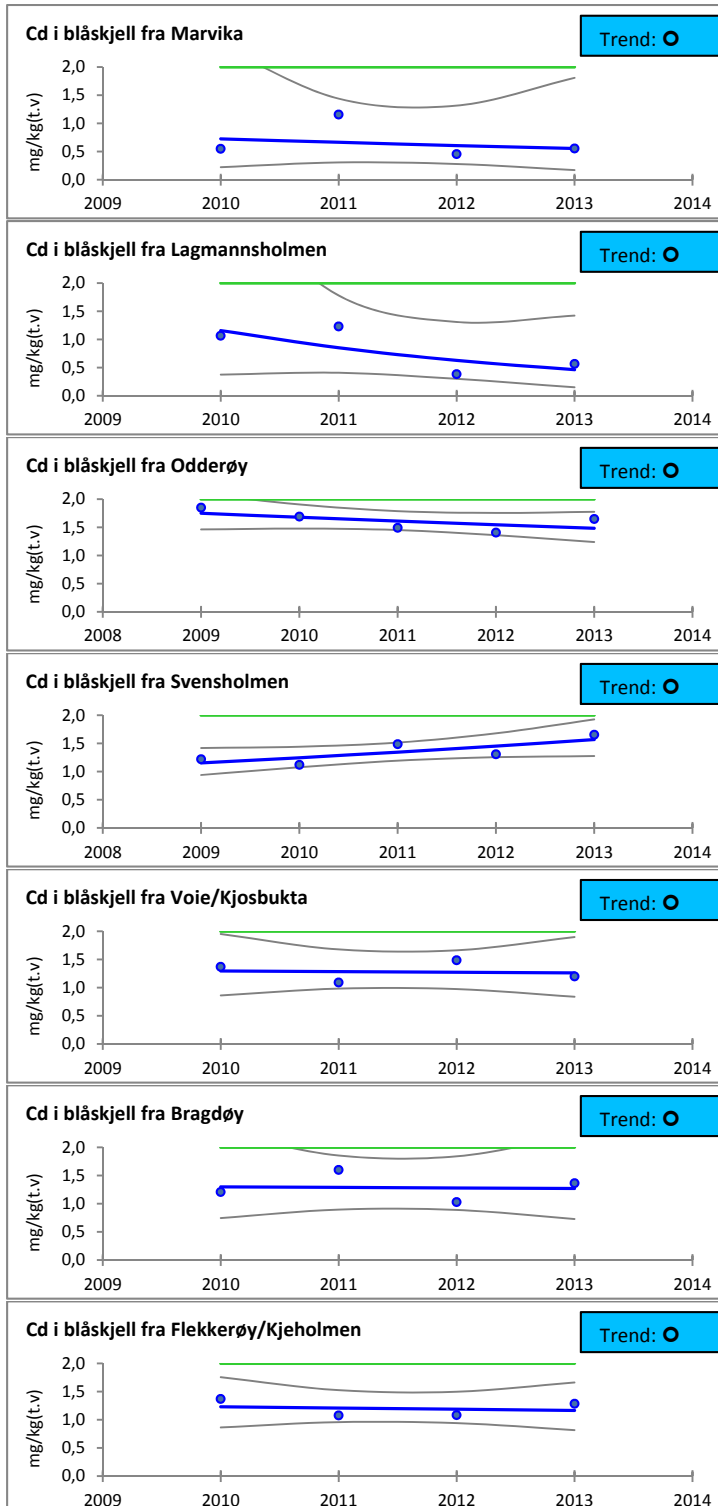
Figur 7. Nivåer av arsen (mg As/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



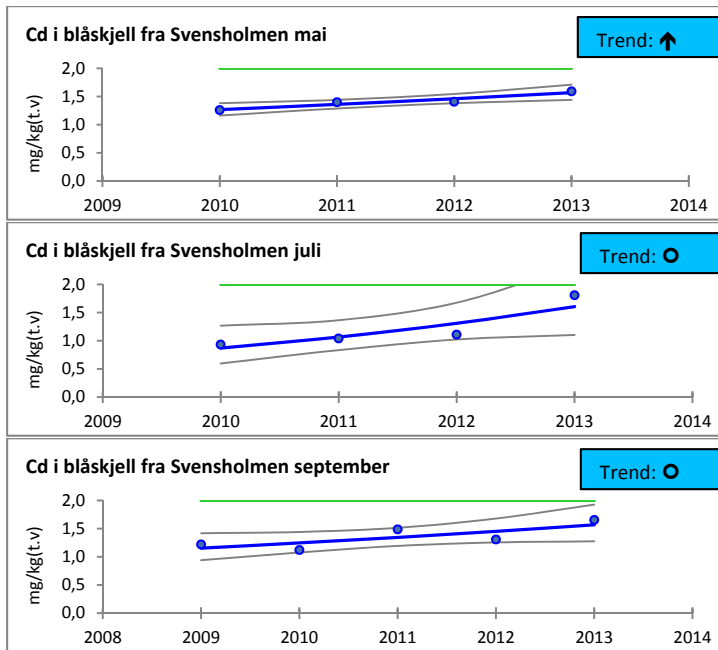
Figur 8. Nivåer av arsen (mg As/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Kadmium (Cd)

Blåskjellene ved alle stasjonene var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset av Cd i perioden 2010 til 2013 (Figur 9, Figur 10). Det ble påvist en signifikant oppadgående korttidstrend ved Svensholmen i mai.



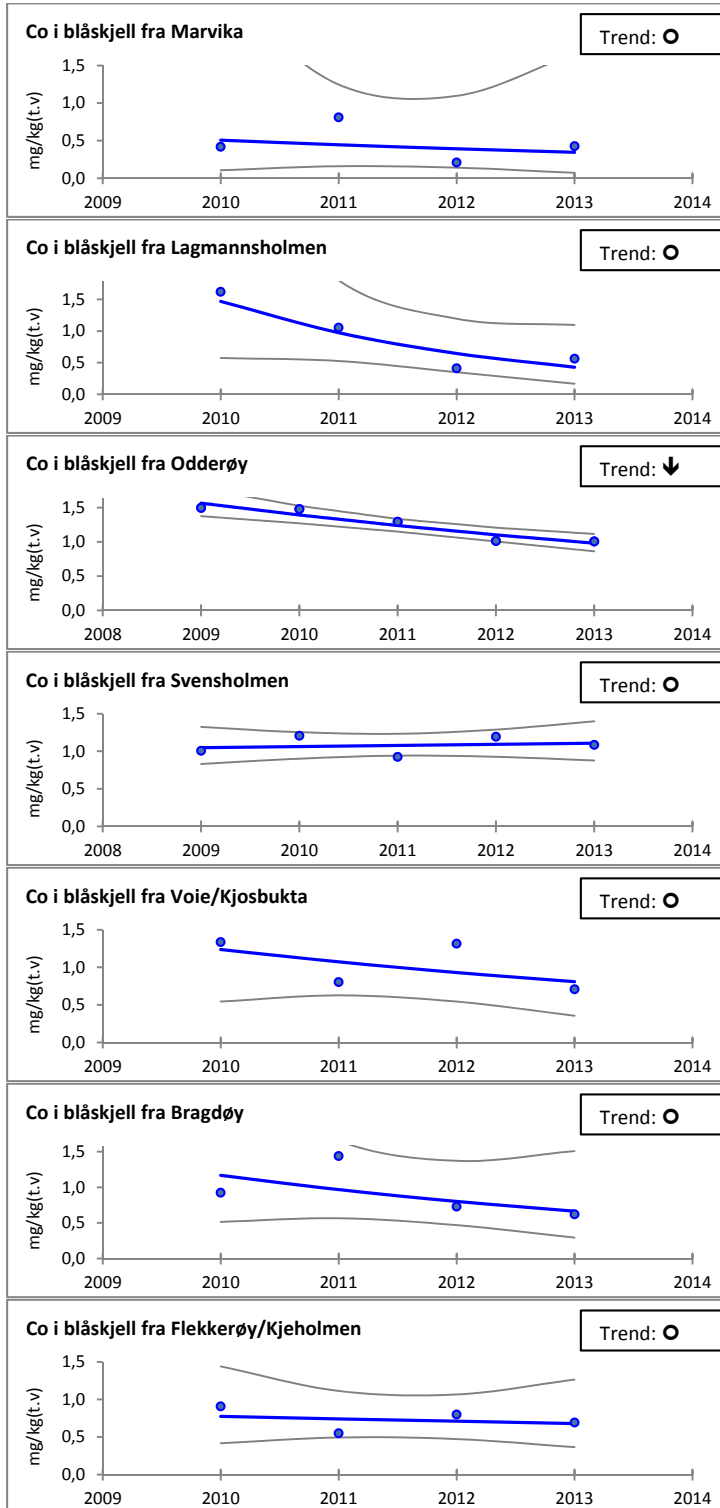
Figur 9. Innhold av kadmium (mg Cd/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



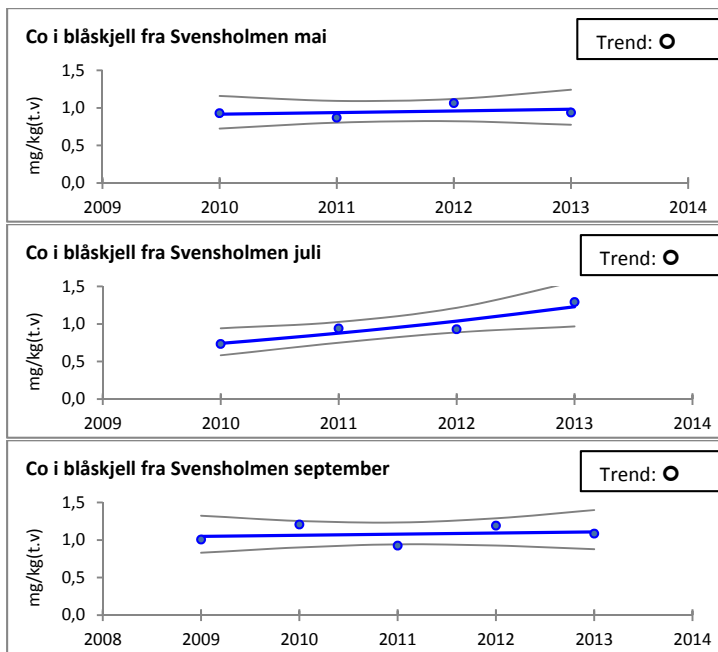
Figur 10. Innhold av kadmium (mg Cd/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Kobolt (Co)

Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for Co i blåskjell (Figur 11, Figur 12). Den laveste konsentrasjonen ble målt ved Marvika og den høyeste ble påvist ved Voie/Kjosbukta. Det ble påvist signifikant nedadgående korttidstrend ved Odderøy, ellers ble det ikke observert noen signifikante trender.



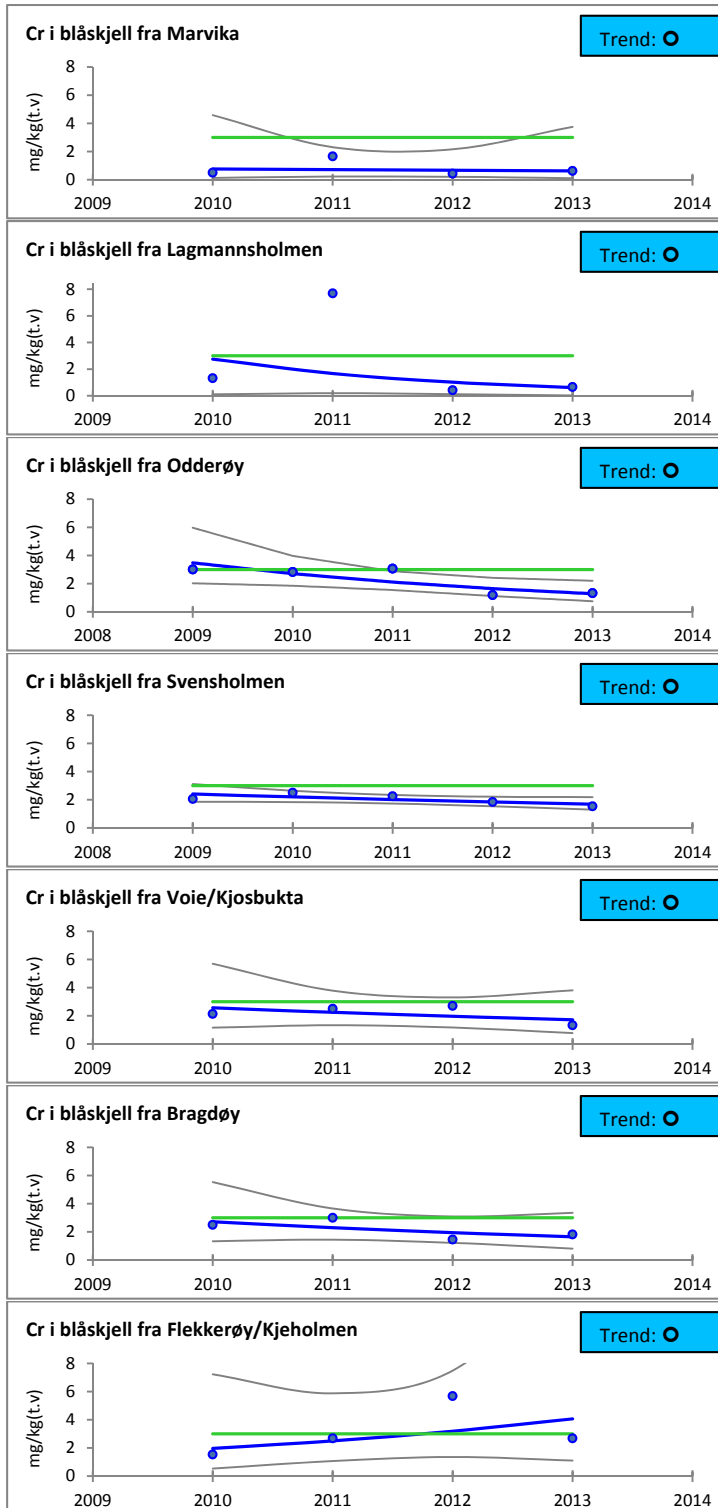
Figur 11. Konsentrasjoner av kobolt (mg Co/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon.



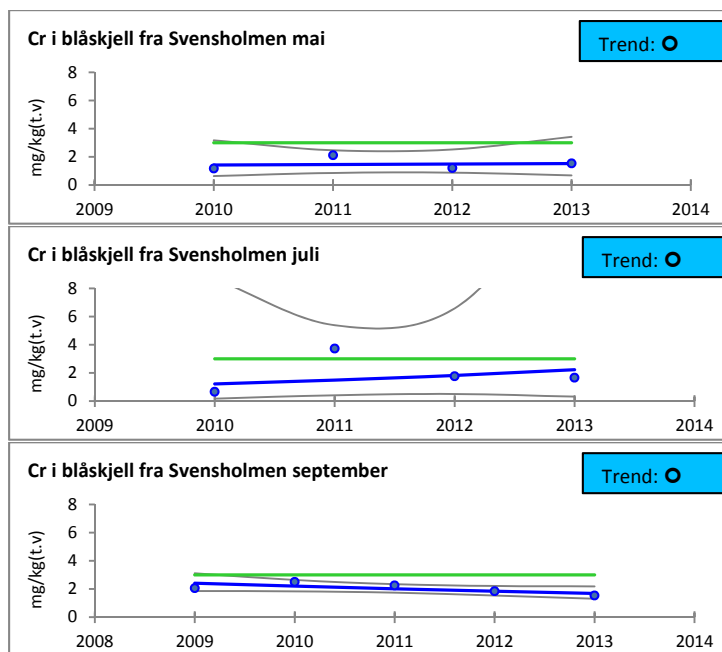
Figur 12. Konsentrasjoner av kobolt (mg Co/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september.

Krom (Cr)

Blåskjellene ved samtlige stasjoner var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset av Cr (Figur 13, Figur 14). Det ble ikke påvist noen signifikante trender.



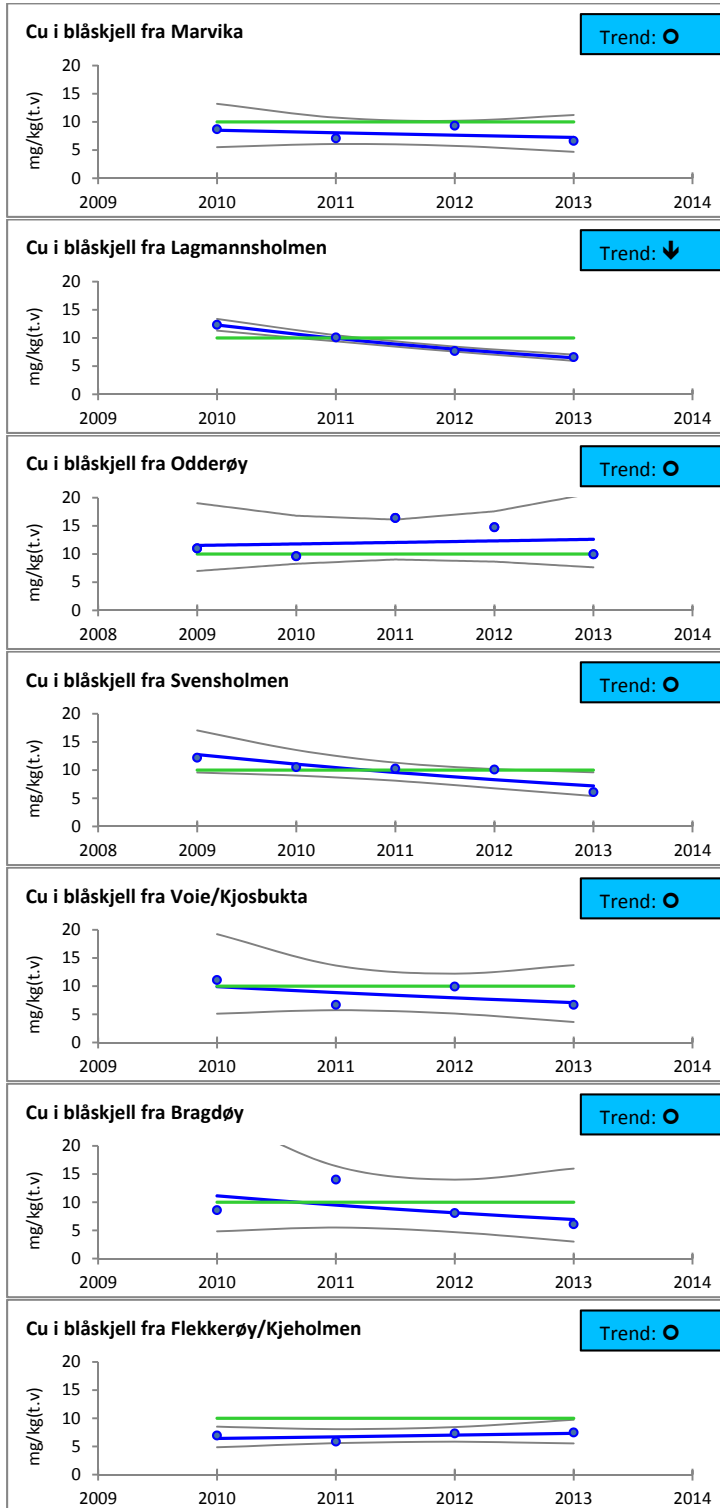
Figur 13. Innhold av krom (mg Cr/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



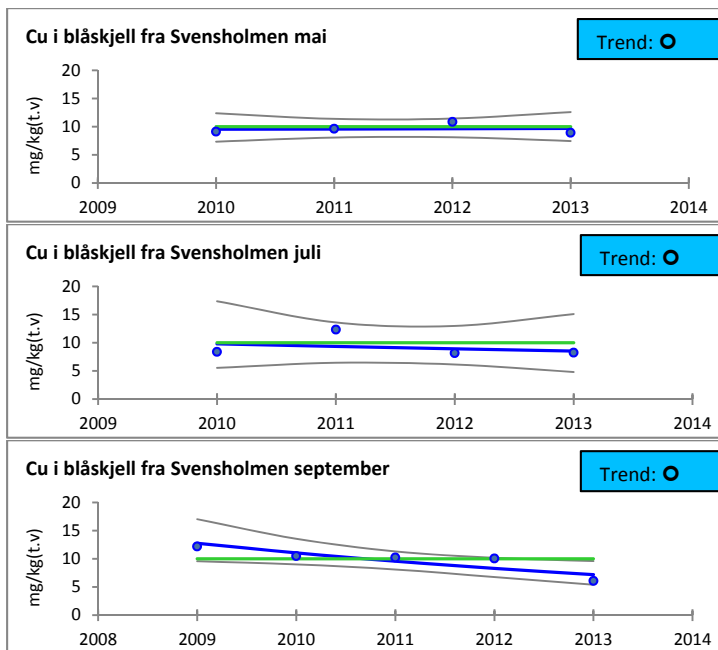
Figur 14. Innhold av krom (mg Cr/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Kobber (Cu)

Blåskjellene var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset av Cu (Figur 15, Figur 16) ved samtlige stasjoner. Det ble påvist signifikant nedadgående korttidstrend ved Lagmannsholmen, ellers ble det ikke observert noen signifikante trender. Den høyeste kobberverdien i 2013 ble påvist ved Odderøy, slik som i 2011 og 2012.



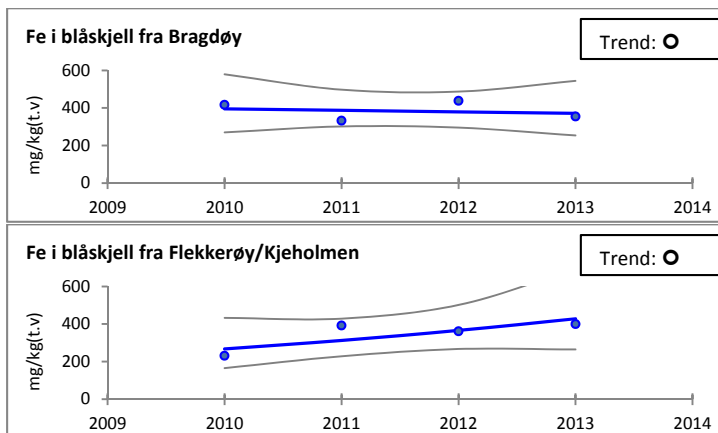
Figur 15. Konsentrasjoner av kobber (mg Cu/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



Figur 16. Konsentrasjoner av kobber (mg Cu/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Jern (Fe)

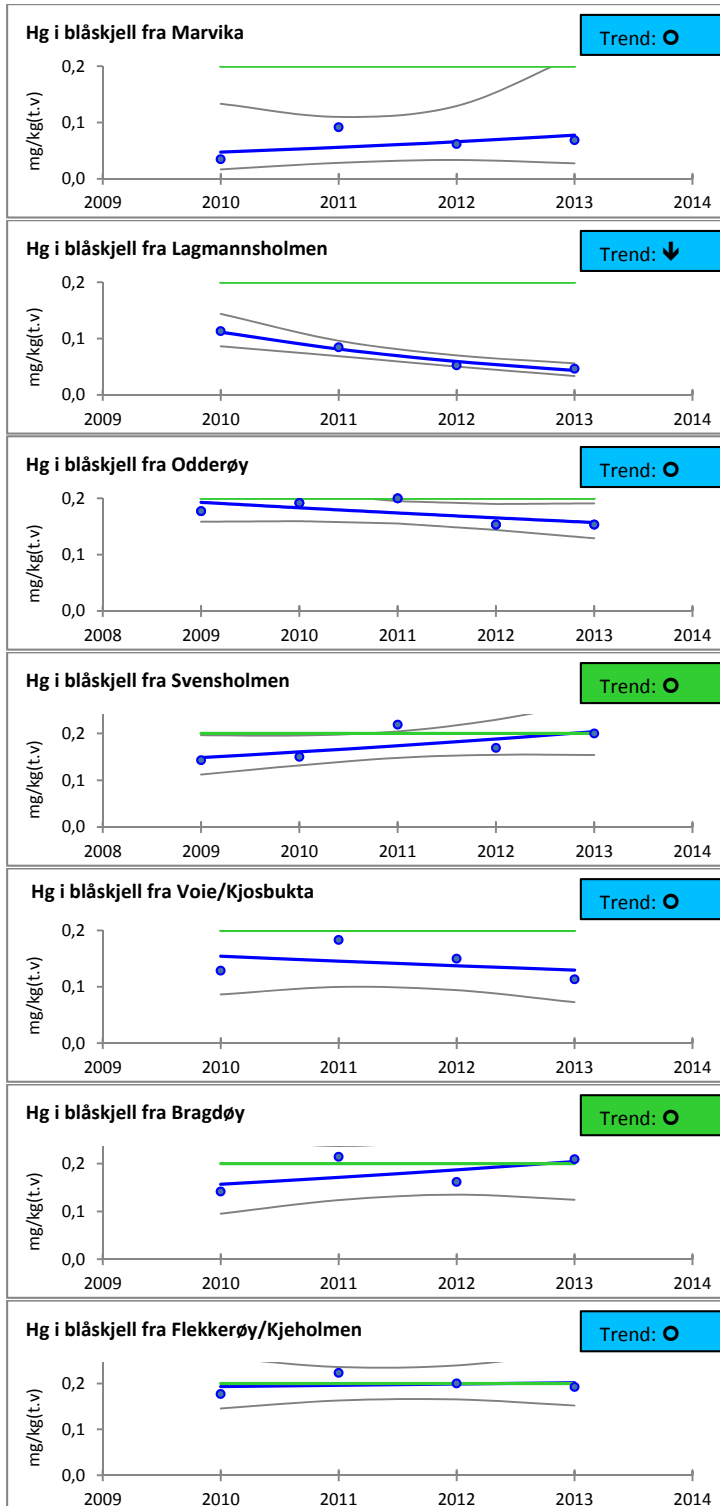
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for jerninnhold i blåskjell og kun de to ytterste stasjonene i fjorden ved Bragdøy og ved Flekkerøy/Kjeholmen ble analysert (Figur 17). Det ble ikke påvist noen signifikante trender.



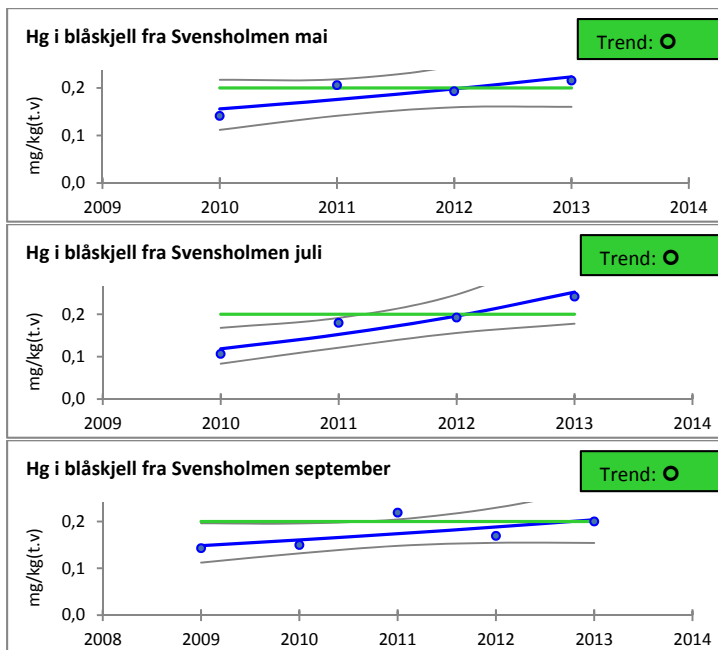
Figur 17. Innhold av jern (mg Fe/kg t.v.) i blåskjell ved stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen innsamlet på høsten. Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Kvikksølv (Hg)

Blåskjellene var moderat (klasse II) forurensset av Hg ved Svensholmen (i mai, juli og september) og ved Bragdøy (Figur 18, Figur 19). Ellers var det ubetydelig/lite (klasse I) forurensning av Hg. Det var signifikant nedadgående korttidstrend ved Lagmannsholmen, ellers ble det ikke observert signifikante trender. Selv om Hg ved referansestasjonen Flekkerøygapet/Kjeholmen var på bakgrunnsnivå, var nivået like høyt eller høyere sammenliknet med stasjoner i midtre og indre fjordområde.



Figur 18. Nivå av kvikksølv (mg Hg/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

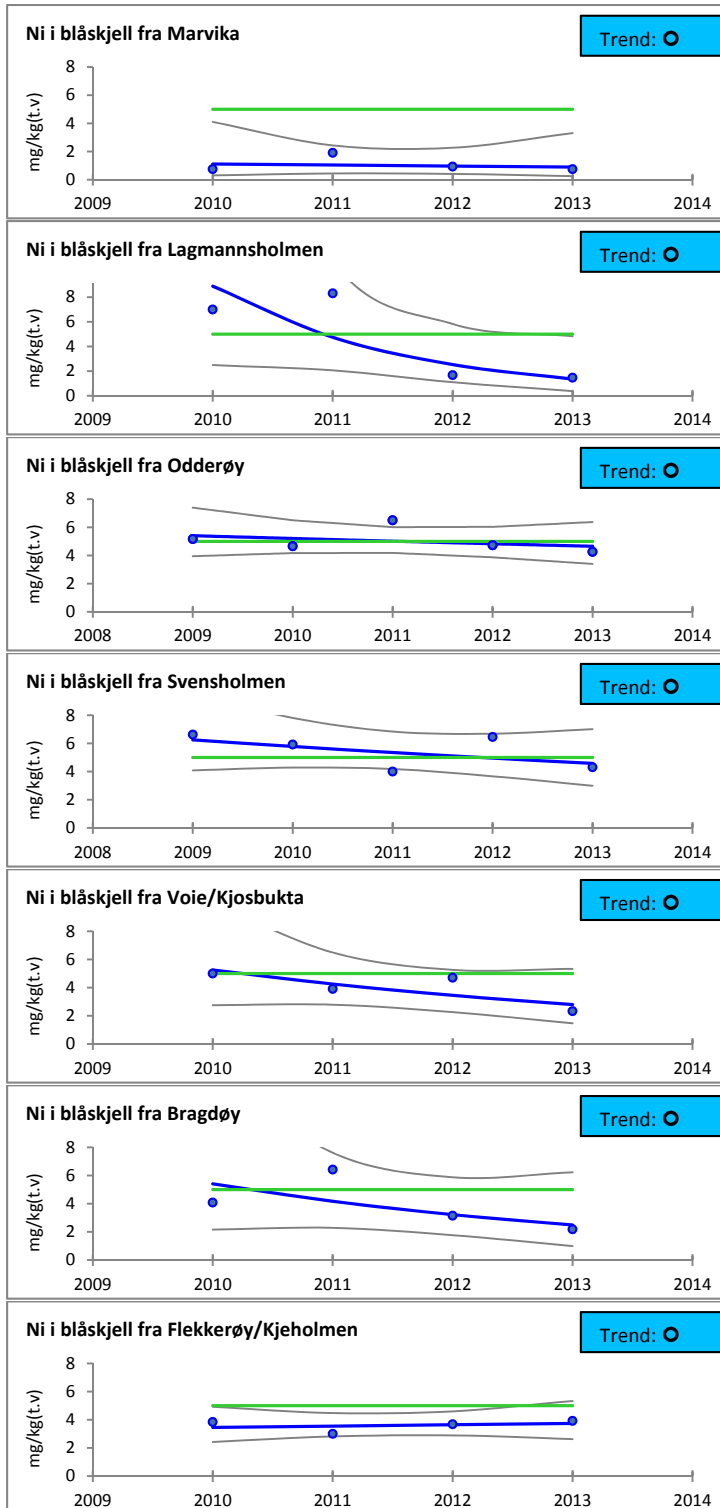


Figur 19. Nivå av kvikksølv (mg Hg/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

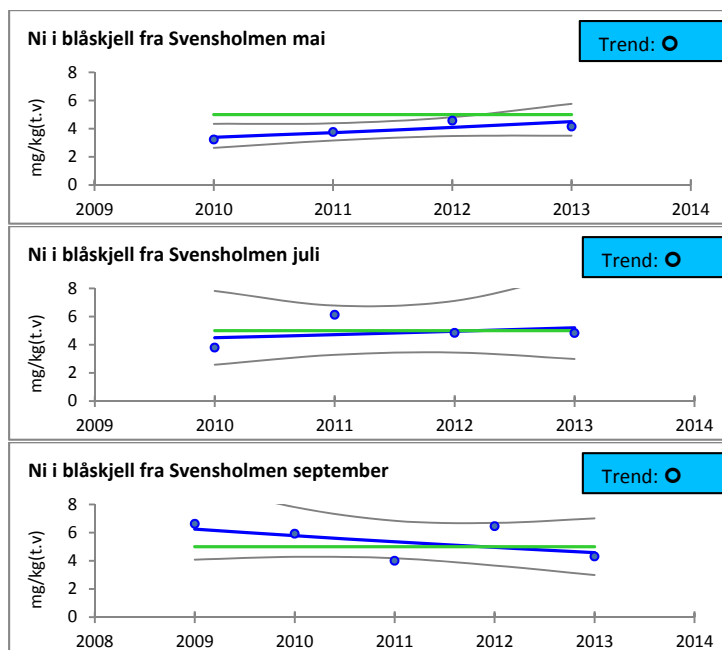
Det er EQS for Hg i biota relatert til fisk på 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v. (tilsvarer 0,02 $\mu\text{g}/\text{g}=\text{mg}/\text{kg}$). Hvis vi likevel sammenlikner med muslinger, oversteg følgende blåskjellstasjoner denne grenseverdien: Odderøy (0,023 $\mu\text{g}/\text{g}$ v.v.), Svensholmen i mai, juli og september (henholdsvis 0,028, 0,029 og 0,026 $\mu\text{g}/\text{g}$ v.v.), Bragdøy (0,023 $\mu\text{g}/\text{g}$ v.v.) og Flekkerøy/Kjeholmen (0,025 $\mu\text{g}/\text{g}$ v.v.).

Nikkel (Ni)

Det var ubetydelig/lite (klasse I) forurensning av Ni ved alle blåskjellstasjonene og det ble ikke påvist noen signifikante trender (Figur 20, Figur 21).



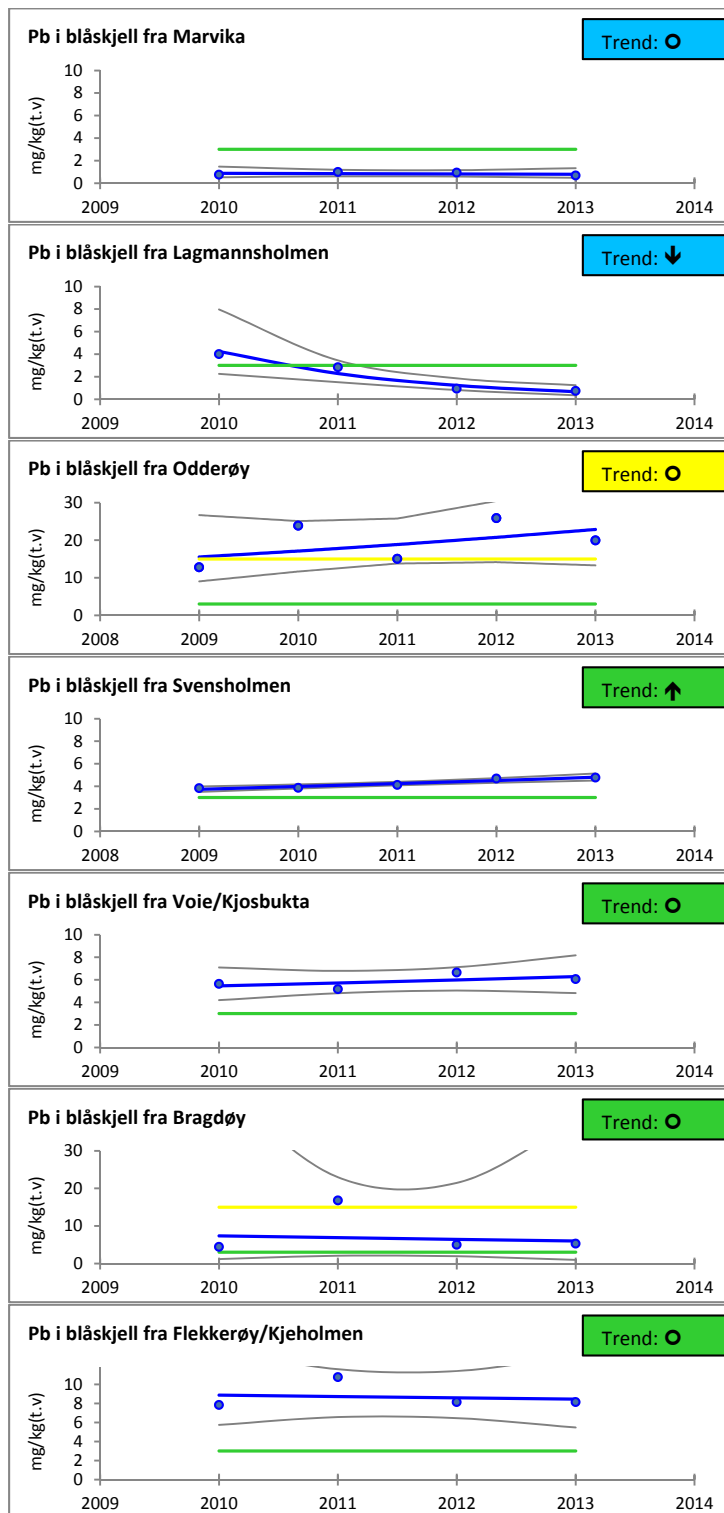
Figur 20. Innhold av nikkel (mg Ni/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



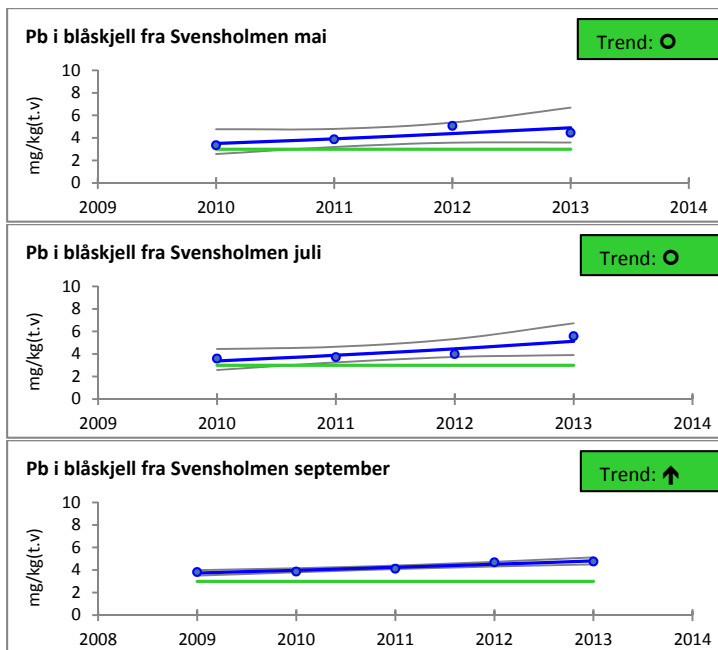
Figur 21. Innhold av nikkell (mg Ni/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Bly (Pb)

Blåskjellene ved Marvika og Lagmannsholmen var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset av Pb i 2011, 2012 og 2013 (Figur 22, Figur 23). Ved alle de andre stasjonene var det moderat (klasse II) forurensning av Pb bortsett fra ved Odderøy hvor det var markert (klasse III) forurensning i 2013, slik som det også var i 2012. Det ble påvist signifikant oppadgående korttidstrend ved Svensholmen (i september) og nedadgående korttidstrend ved Lagmannsholmen.



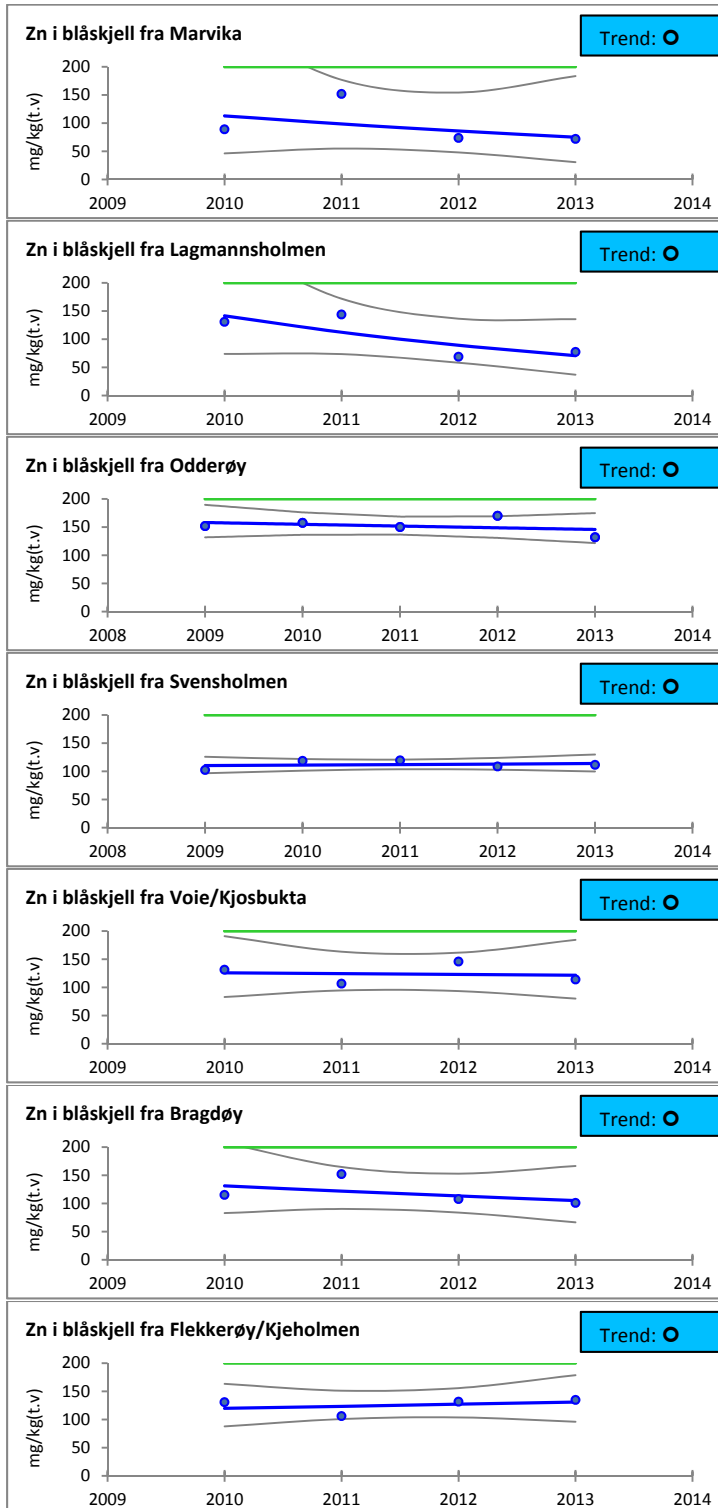
Figur 22. Konsentrasjoner av bly (mg Pb/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdier for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon. Merk ulike skalaer på y-aksen.



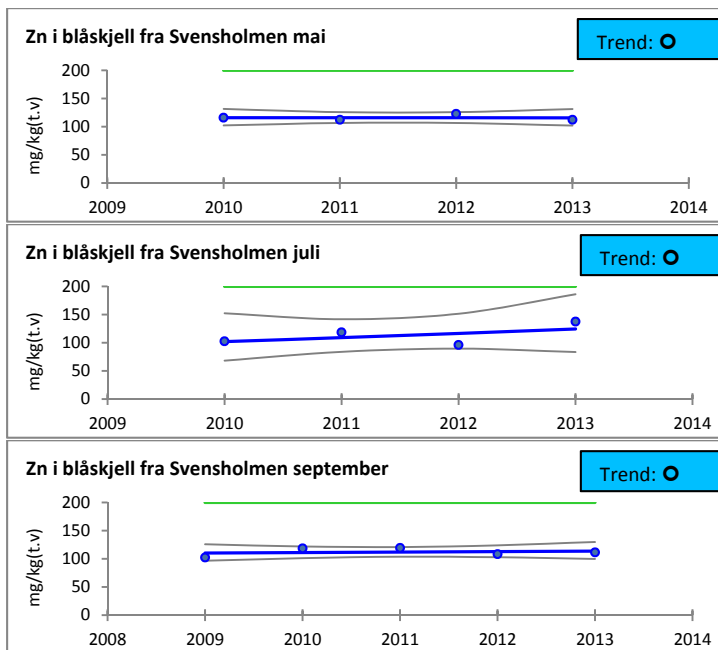
Figur 23. Konsentrasjoner av bly (mg Pb/kg t.v.) i blåskjell ved Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Sink (Zn)

Alle observasjonene av Zn i blåskjell tilsvarte ubetydelig/lite (klasse I) forurensning i perioden 2010 til 2013 (Figur 24, Figur 25). Det ble ikke påvist noen signifikante trender. Det kan nevnes at blåskjell har evne til å regulere opptak/utskillelse av dette metallet (Lobel og Marshall 1998).



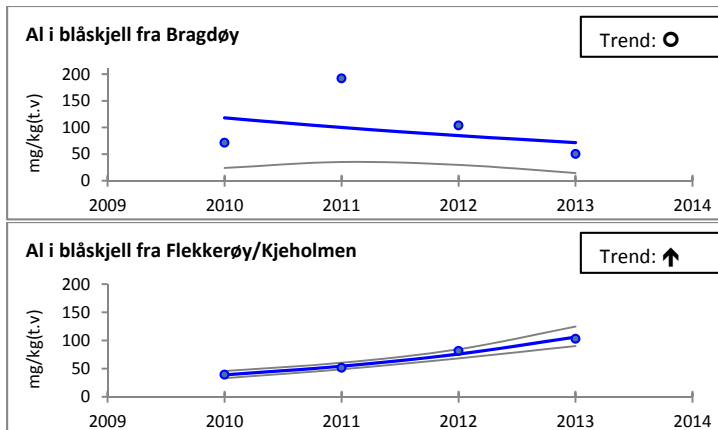
Figur 24. Innhold av sink (mg Zn/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.



Figur 25. Innhold av sink (mg Zn/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år.

Aluminium (Al)

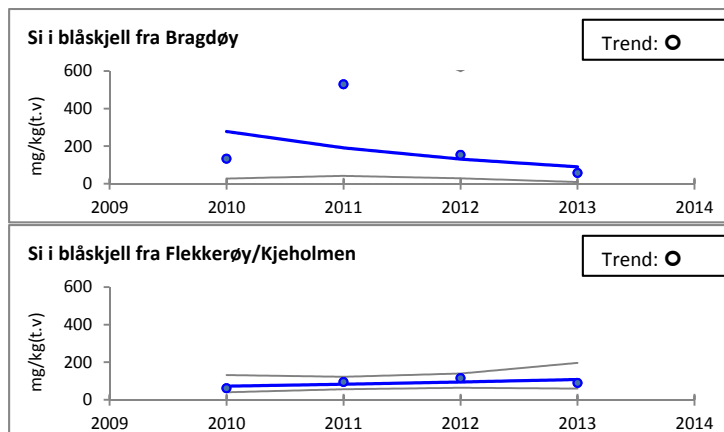
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for aluminium i blåskjell. Kun blåskjell ved de to ytre stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen ble analysert. Konsentrasjonen av aluminium hadde avtatt i blåskjellene fra 2010 til 2013 ved Bragdøy (til 50,4 mg/kg t.v.) og økt ved Flekkerøy/Kjeholmen (til 103,1 mg/kg t.v.) (Figur 26). Det ble påvist signifikant oppadgående korttidstrend ved Flekkerøy/Kjeholmen mens det ikke var noen signifikant trend ved Bragdøy.



Figur 26. Nivå av aluminium (mg Al/kg t.v.) i blåskjell ved stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen innsamlet på høsten. Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon.

Silisium (Si)

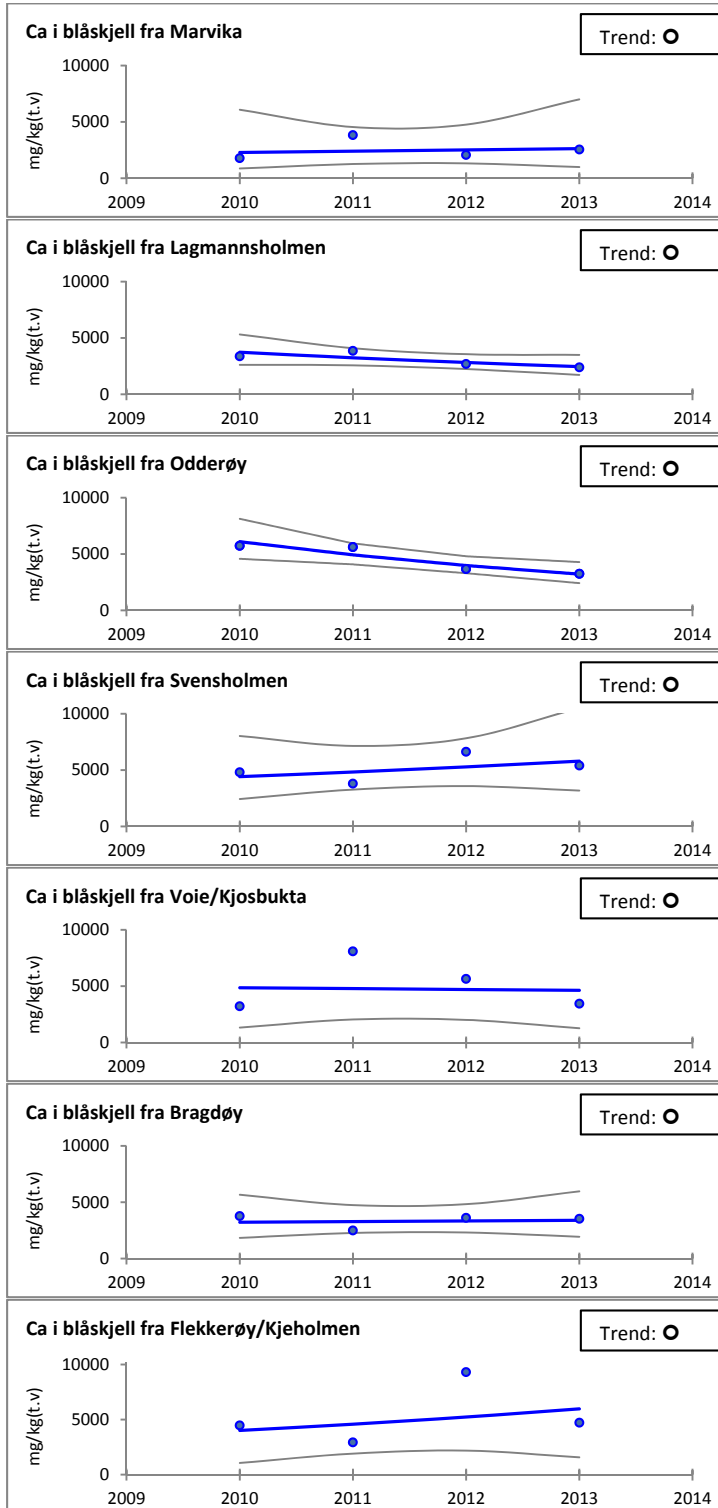
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for silisium. Kun blåskjell ved stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen ble analysert og det ble ikke påvist noen signifikante trender (Figur 27).



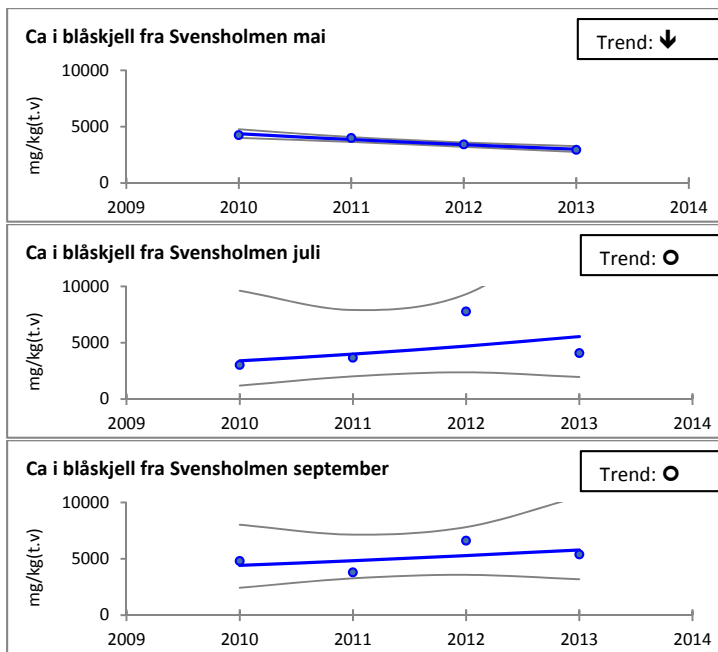
Figur 27. Konsentrasjoner av silisium (mg Si/kg t.v.) i blåskjell ved stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen innsamlet på høsten. Resultatene var basert på én blandprøve per stasjon.

Kalsium (Ca)

Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for kalsiuminnhold i blåskjell. Konsentrasjonene i 2013 var høyest ved Flekkerøy/Kjeholmen, slik som i 2012. Det ble påvist signifikant nedadgående korttidstrend ved Svensholmen (i mai), ellers ble det ikke observert noen signifikante trender (Figur 28, Figur 29).



Figur 28. Innhold av kalsium (mg Ca/kg t.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Resultatene basert på én blandprøve per stasjon per år.



Figur 29. Innhold av kalsium (mg Ca/kg t.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september.

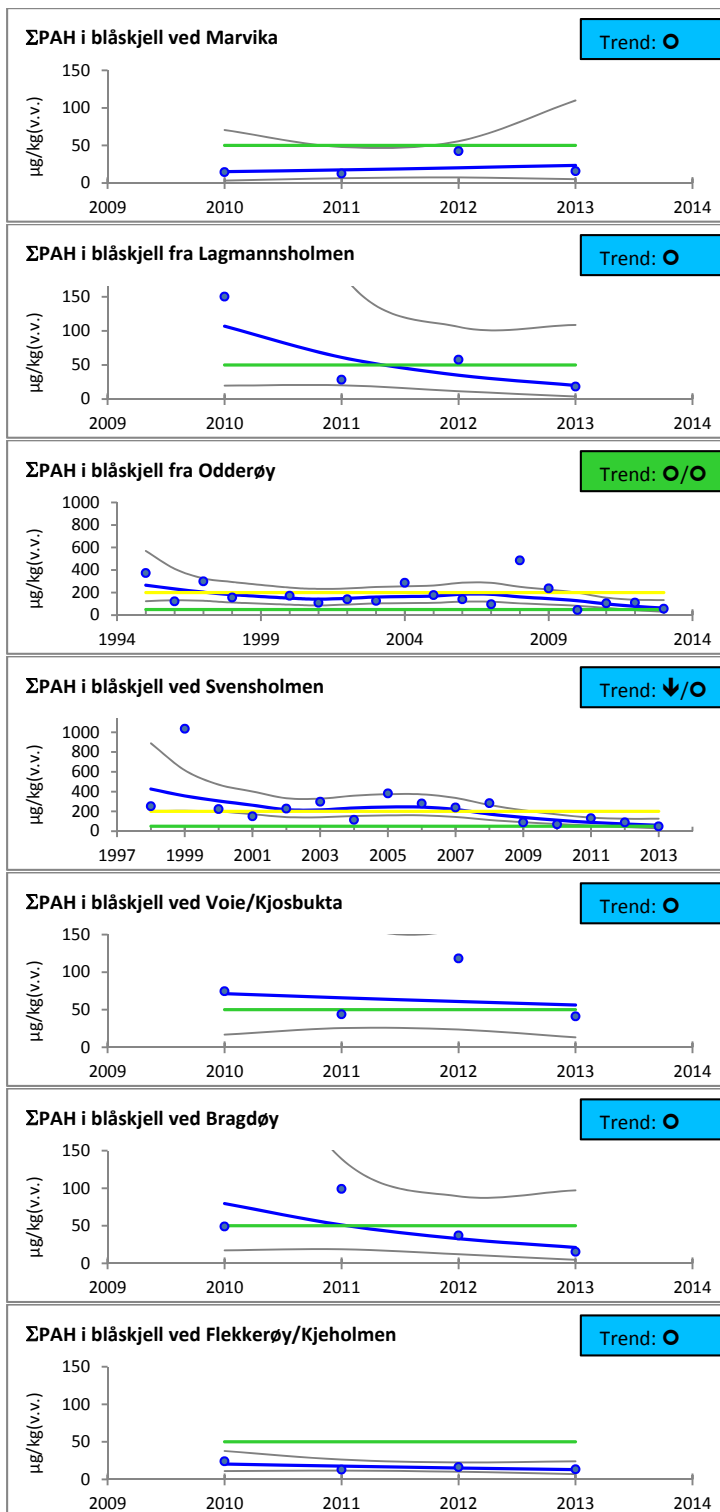
3.2 Organiske miljøgifter

Resultatene er vist i Figur 30 til Figur 48. Fargekodene i figurene tilsvarende Miljødirektoratets tilstandsklasser (Tabell 5). Resultatene for alle stasjonene er basert på én blandprøve fra hver stasjon i perioden 2010 til 2013 bortsett fra ved de to tidligere MILKYS/CEMP-stasjonene Odderøy og Svensholmen (kun september). Til og med 2011 er disse figurene basert på gjennomsnittsverdien av to replikate blandprøver for TBT og dioksin, og medianverdien av tre replikate blandprøver for de andre organiske miljøgiftanalysene for hvert aktuelt år (se beskrivelse av metoden i Green m. fl. 2012).

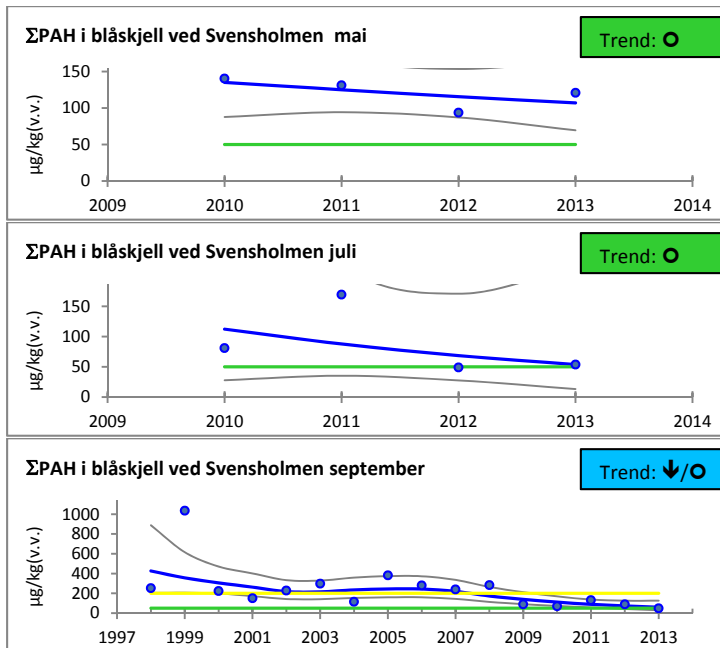
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (Σ PAH)

Figur 30 og Figur 31 viser Σ PAH og det gjøres oppmerksom på at naftalen ikke inngår ettersom denne komponenten ikke inngår i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5).

Konsentrasjonen av Σ PAH tilsvarte ubetydelig/lite (klasse I) forurensning ved alle lokaliteter bortsett fra Odderøy og Svensholmen (i mai og september). Disse to stasjonene var moderat (klasse II) forurenset av Σ PAH (Figur 30, Figur 31). Det var lavest konsentrasjon ved Flekkerøy/Kjeholmen ytterst i Kristiansandsfjorden. Det ble påvist signifikant nedadgående langtidstrend ved Svensholmen i september, ellers ble det ikke observert noen signifikante trender.



Figur 30. Innhold av ΣPAH (µg/kg v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon bortsett fra ved Svensholmen og Odderøy til og med 2011. Merk ulik skala på y-aksen.



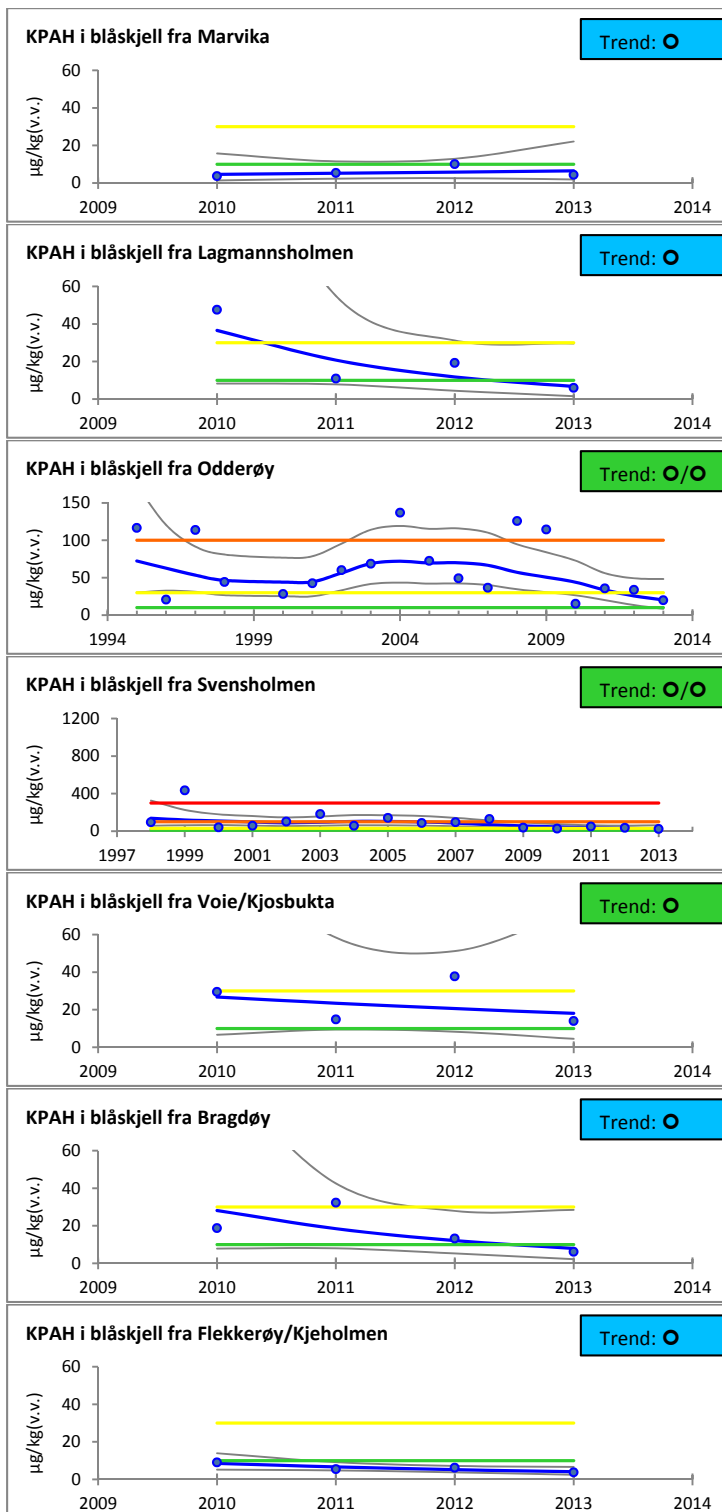
Figur 31. Innhold av ΣPAH (µg/kg v.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdier for Miljødirektoratets tilstandsklasser (Tabell 5). Merk ulik skala på y-aksen.

ΣPAH konsentrasjonene ved Odderøy viste en liten økning i perioden 2010 til 2012 og en nedgang i 2013. Det var stor variasjon i materialet fra MILKYS/CEMP-målingene startet i 1995 og nivåene de seneste årene er blant de laveste verdiene som har blitt målt. Trendanalysene av ΣPAH i blåskjell fra 1995 til 2013 viste ingen signifikant trend. ΣPAH konsentrasjonene ved Svensholmen viste signifikant nedadgående langtidstrend siden 1998.

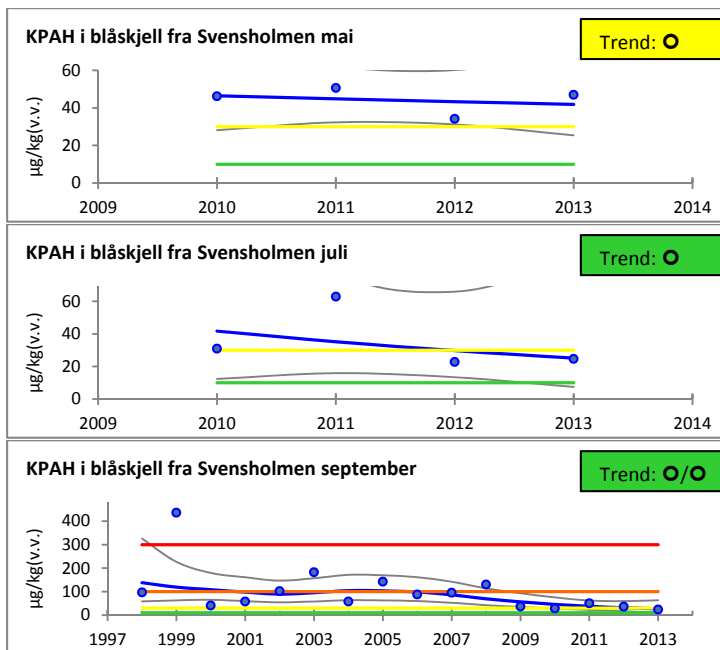
Det er EQS for fluoranten (30 µg/kg v.v.) i biota relatert til muslinger og ingen blåskjell oversteg denne verdien i Kristiansandsfjorden.

Såkalte kreftfremkallende polysykliske aromatiske hydrokarboner (KPAH)

Blåskjellene var markert (klasse III) forurenset av KPAH ved Svensholmen (i mai) og moderat (klasse II) forurenset ved Odderøy, Svensholmen (i juli og september) og Voie/Kjosbukta (Figur 32, Figur 33). Ved Marvika, Lagmannsholmen, Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen var det ubetydelig/lite (klasse I) forurensning av KPAH. Det ble ikke påvist noen signifikante trender.



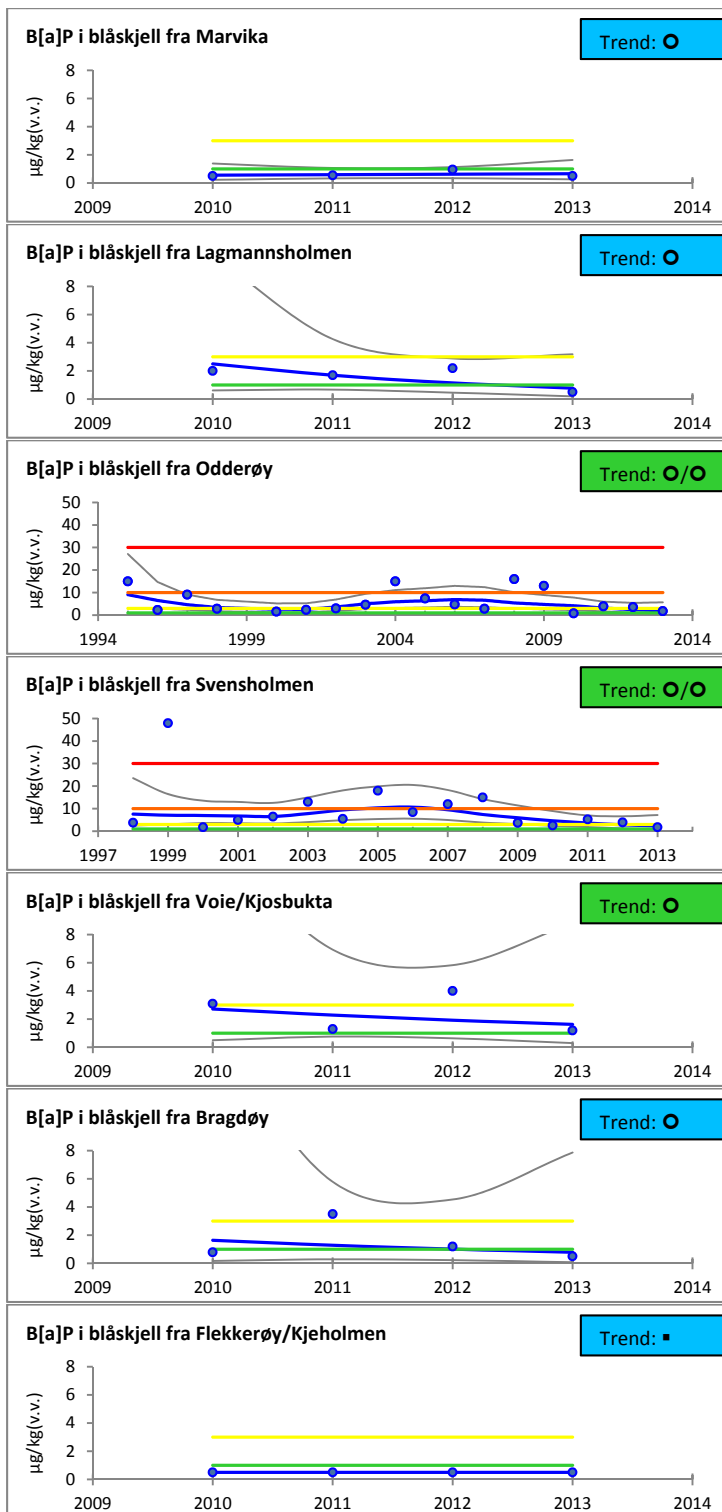
Figur 32. Nivå av KPAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011. Merk ulik skala på y-aksen.



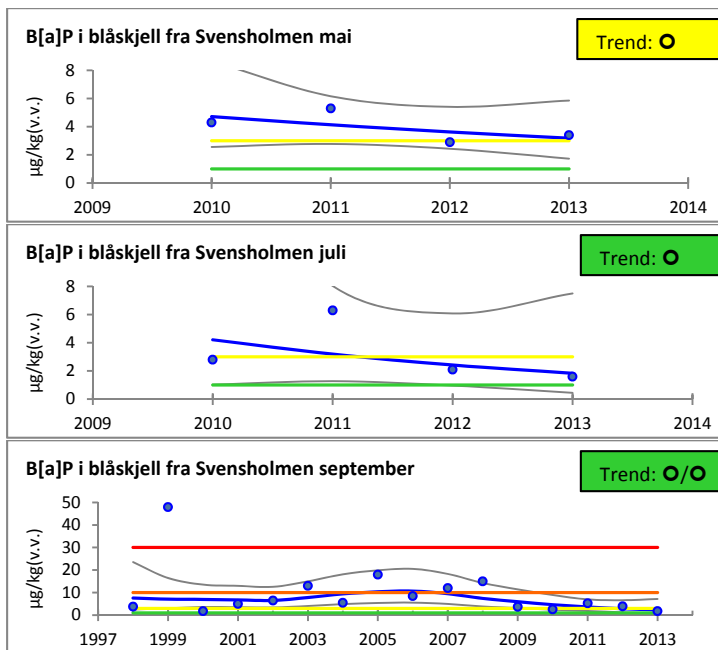
Figur 33. Nivå av KPAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Merk ulik skala på y-aksen.

Benzo[a]pyren (B[a]P)

Blåskjellene ved Svensholmen (i mai) var markert forurenset (klasse III) av B[a]P (Figur 35). Blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset ved Odderøy, ved Svensholmen (i juli og september), og ved Voie/Kjosbukta (Figur 34 og Figur 35). Ved Marvika, Lagmannsholmen, Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen var det ubetydelig/lite (klasse I) forurensning av B[a]P. Det ble ikke påvist noen signifikante trender. Ved Flekkerøy/Kjeholmen var alle konsentrasjonene i perioden 2010 til 2013 mindre enn $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.



Figur 34. Innhold av B[a]P ($\mu\text{g}/\text{kg v.v.}$) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011. Firkantsymbolet i figuren for Flekkerøy/Kjeholmen indikerer at det ikke kunne utregnes noen trend. Merk ulik skala på y-aksen.



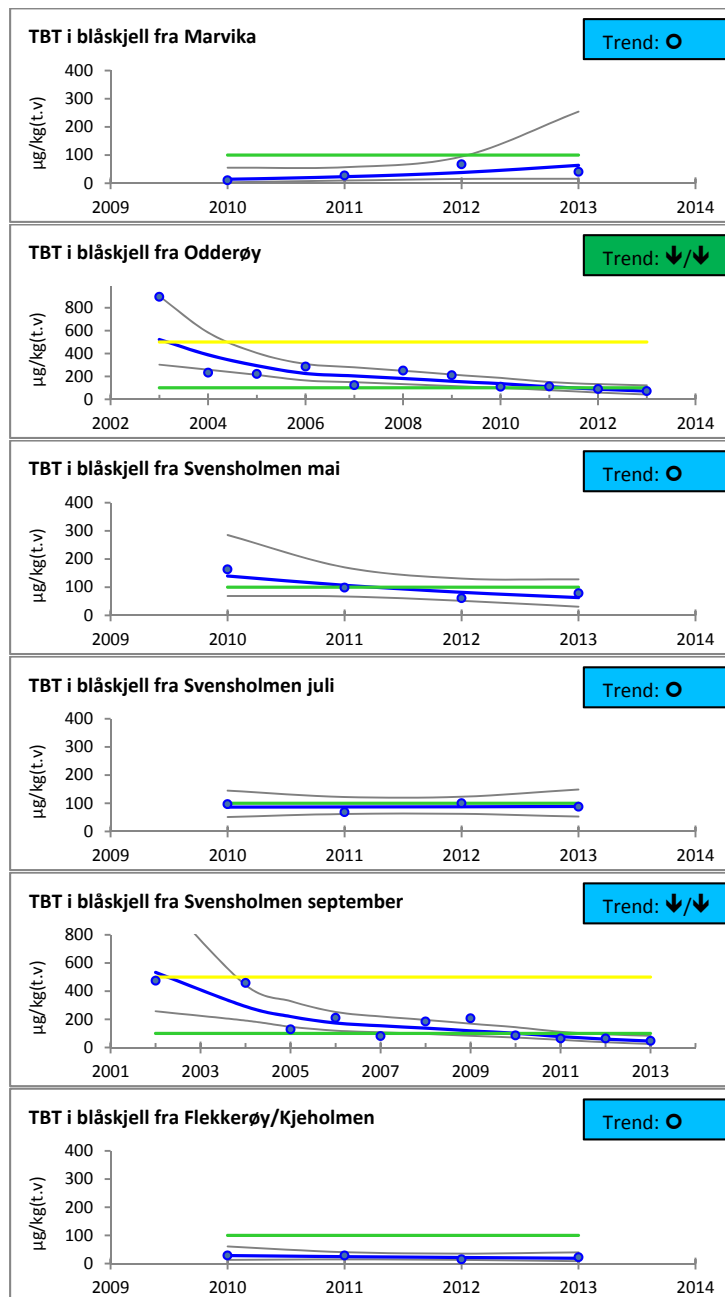
Figur 35. Innhold av B[a]P ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Merk ulik skala på y-aksen.

Trendanalysene av B[a]P i blåskjell ved Odderøy for perioden 1995 til 2013 viste ingen signifikant trend (Figur 34). Det var heller ingen signifikant trend ved Odderøy i løpet av de siste 10 årene, men konsentrasjonen av B[a]P har avtatt fra sterkt (klasse IV) forurenset i 2008/2009, til å være moderat (klasse II) forurenset i 2013. Trendanalysene av B[a]P ved Svensholmen (i september) fra 1998 til 2013 viste ingen signifikant trend for blåskjell (Figur 35). Konsentrasjonen var høyest i 1999, skjellene var da meget sterkt (klasse V) forurenset av B[a]P. Blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset i 2013.

Det er EQS for B[a]P ($5 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i biota relatert til fisk. Hvis vi likevel sammenlikner med muslinger så oversteg ingen blåskjell i Kristiansandsfjorden denne verdien.

Tributyltinn (TBT)

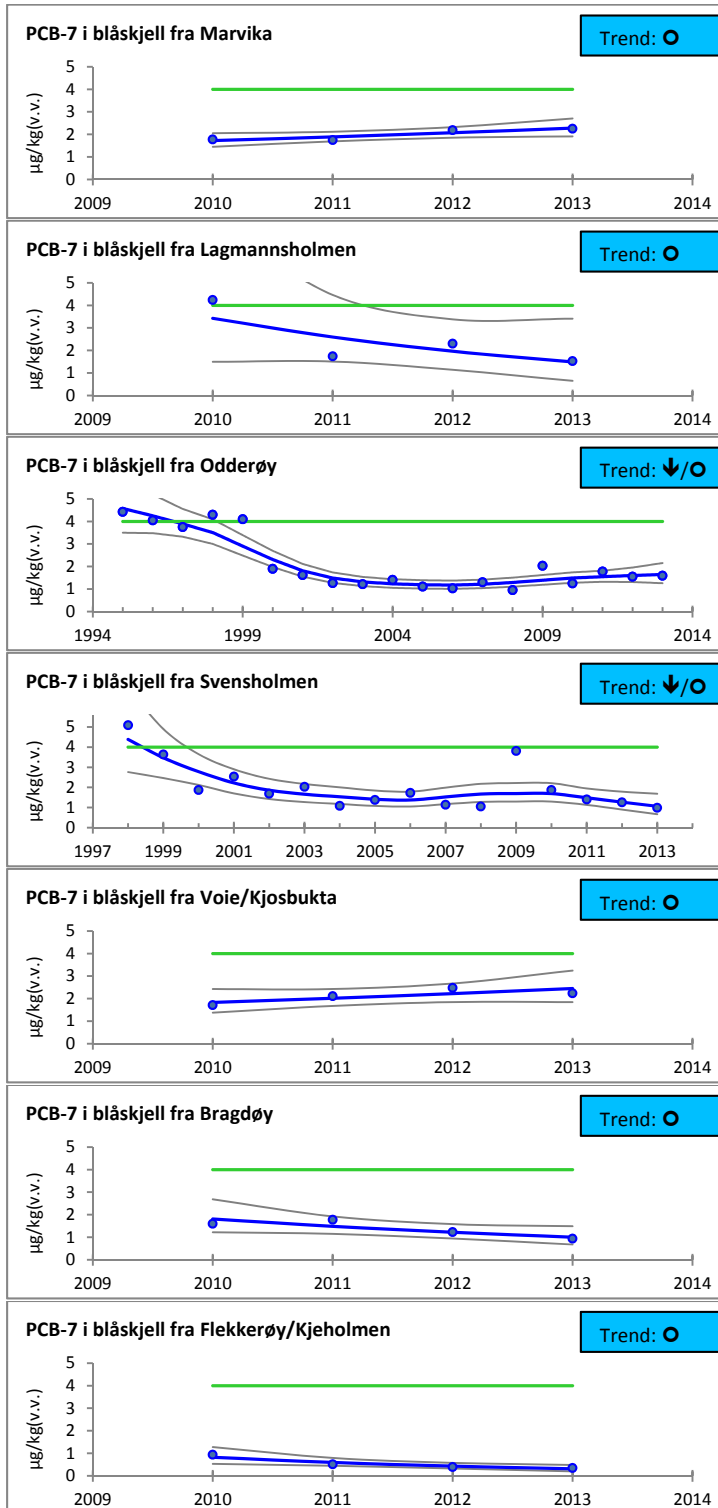
Blåskjell ved Odderøy var moderat (klasse II) forurenset av TBT, men lå på nedre grenseverdi i denne tilstandsklassen (Figur 36). Ellers var blåskjellene ubetydelig/lite (klasse I) forurenset av TBT ved resten av de undersøkte stasjonene. Det var både nedadgående korttids- og langtidstrender ved Odderøy og Svensholmen (i september).



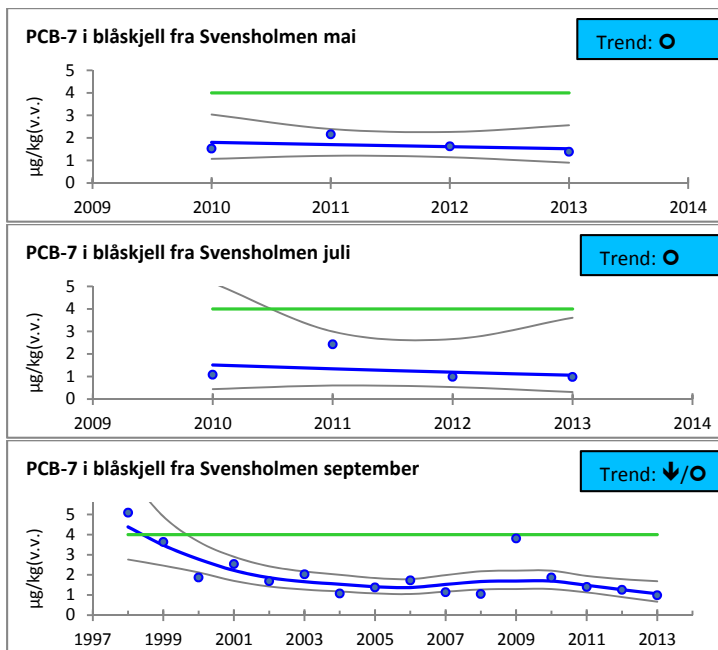
Figur 36. TBT-innhold ($\mu\text{g/kg t.v.}$) i blåskjell innsamlet på høsten i tillegg til mai og juli ved Svensholmen. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011, hvor det ble analysert to blandprøver for TBT. Merk ulik skala på y-aksen.

Polyklorerte bifenyl (PCB-7)

Blåskjellene på samtlige stasjoner i Kristiansandsfjorden var ubetydelig/lite forurenset (klasse I) i perioden 2010 til 2013 (Figur 37, Figur 38). Det var nedadgående langtidstrender for PCB-7 ved både Odderøy og Svensholmen (i september). Det ble ellers ikke påvist noen signifikante trender.



Figur 37. Innhold av PCB-7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011.

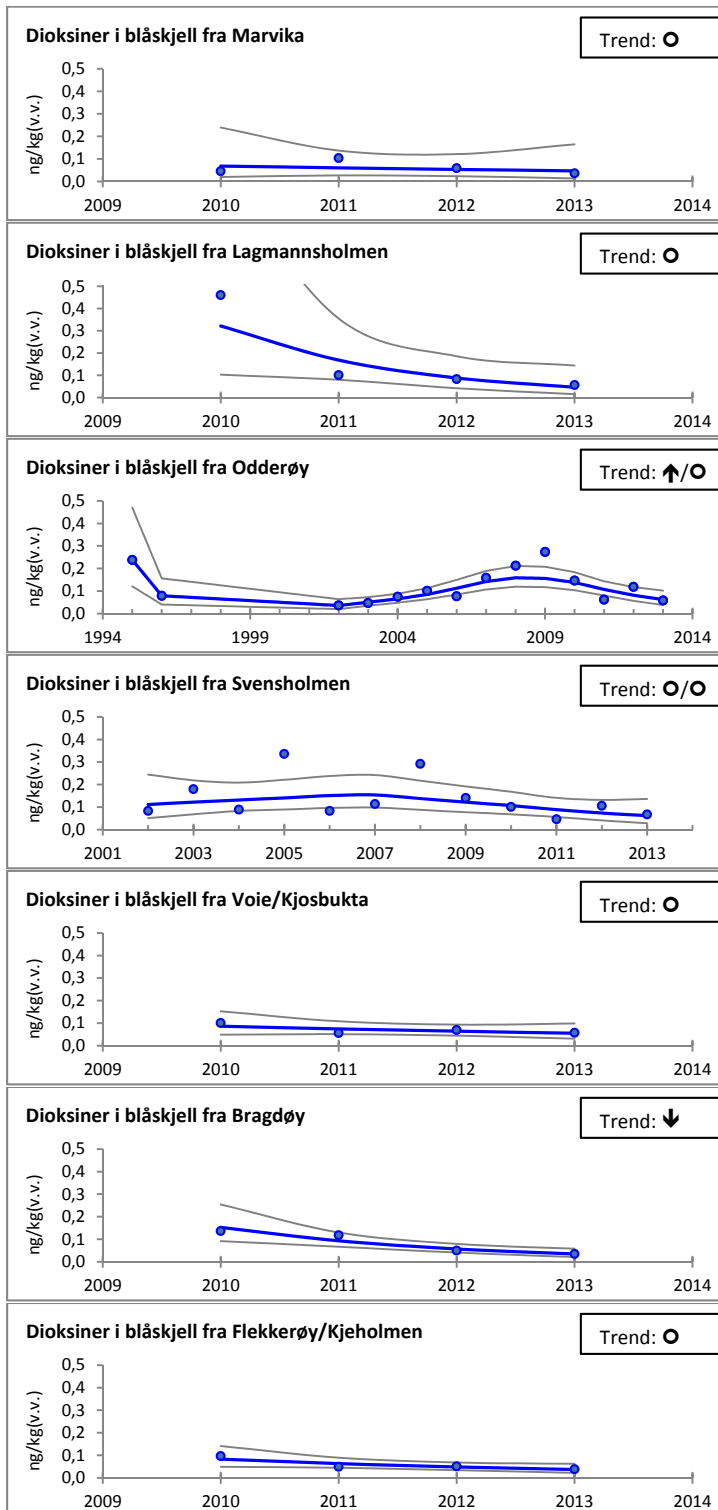


Figur 38. Innhold av PCB-7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell ved Svensholmen i mai, juli og september. Horizontal farget linje markerer grenseverdi mellom tilstandsklasse I og II i Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Svensholmen til og med 2011.

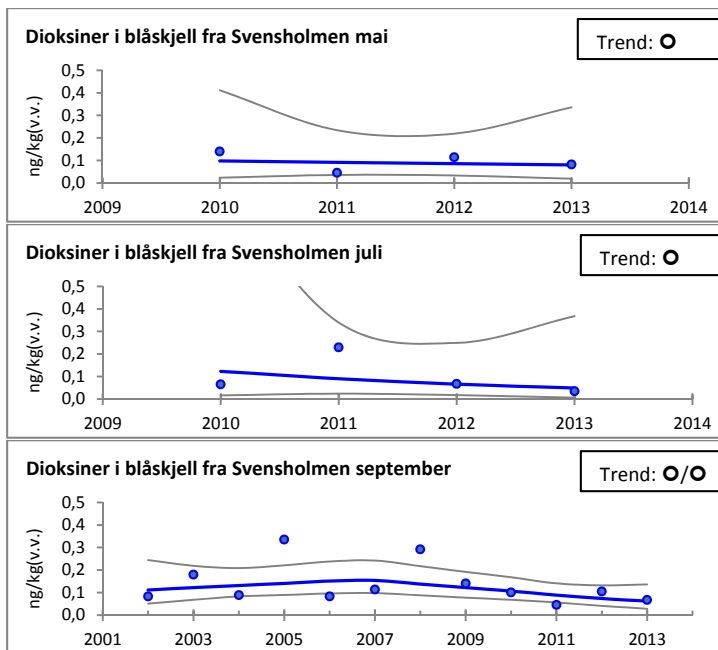
Trendanalysene av PCB-7 i blåskjell ved Odderøy fra 1995 til 2013 viste signifikant nedadgående langtidstrend (Figur 37). Blåskjellene har vært lite forurenset og det har vært lite variasjon siden år 2000. Trendanalysene av PCB-7 i blåskjell ved Svensholmen (i september) fra 1998 til 2013 viste også en signifikant nedadgående langtidstrend (Figur 37, Figur 38).

Dioksiner (TE polyklorerte dibenzo-p-dioksiner; PCDD)

Dioksiner i blåskjell er vist som toksisitetsekvivalenter i henhold til Van den Berg m. fl. (2006) Figur 39, Figur 40). Det var en oppadgående langtidstrend for dioksiner ved Odderøy og en signifikant nedadgående korttidstrend ved Bragdøy. Ellers ble det ikke observert noen signifikante trender.



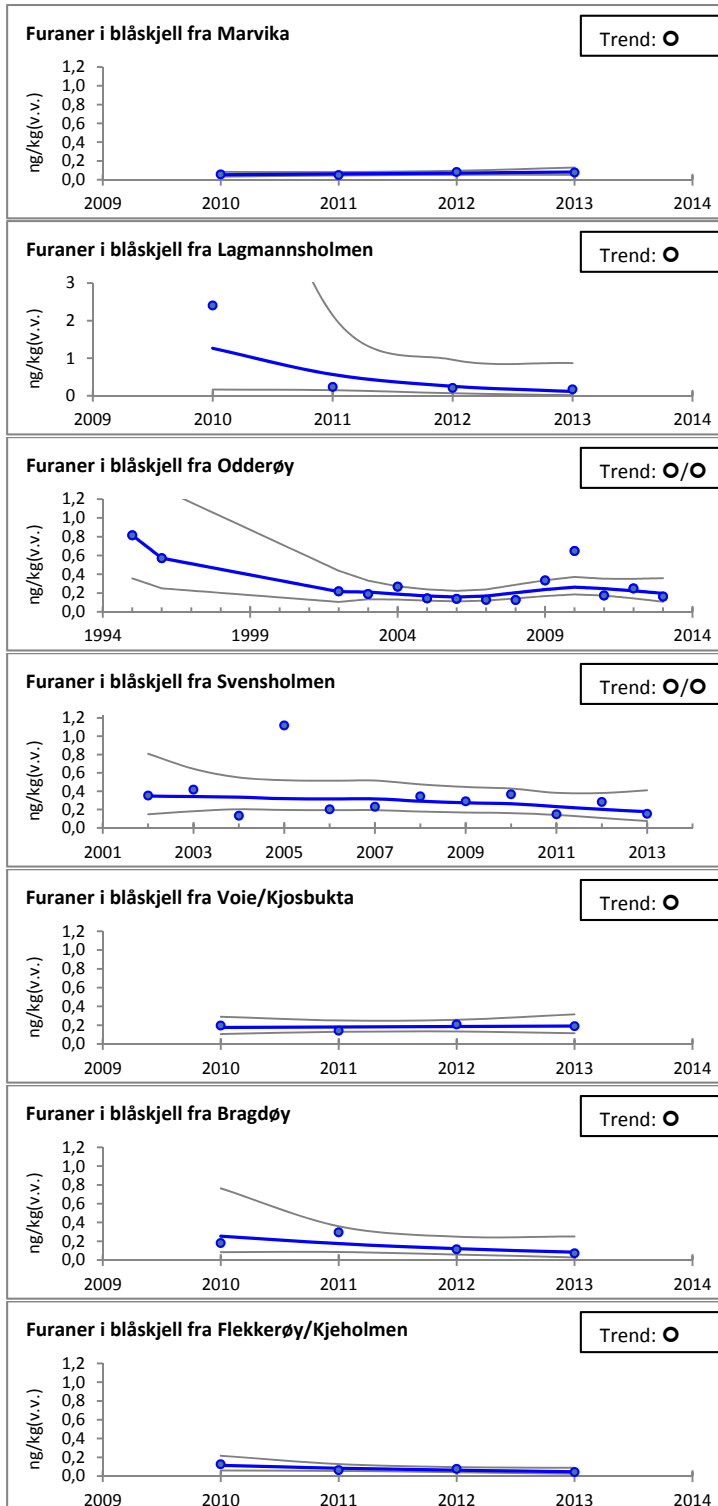
Figur 39. Toksisitetsekvivalenter for dioksiner (TE PCDD ng/kg v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Resultatene basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011 hvor det ble analysert to blandprøver for dioksiner.



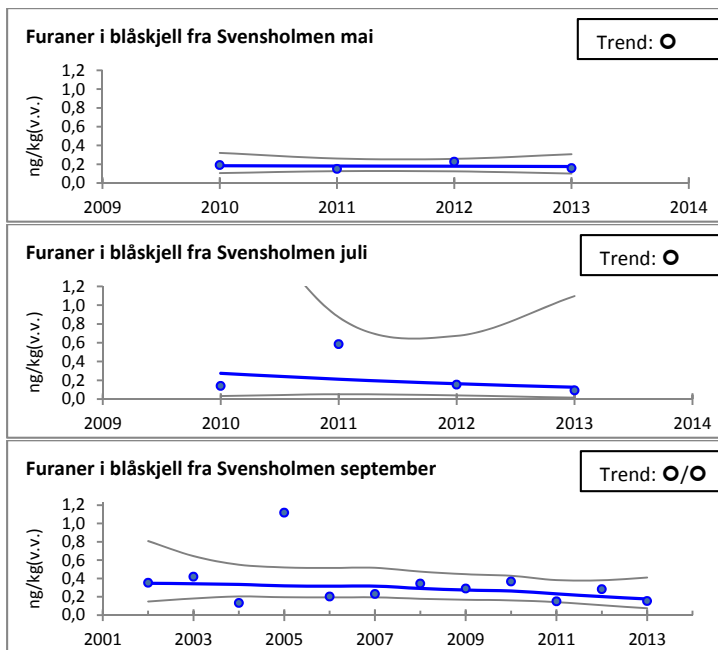
Figur 40. Toksitetsekvivalenter for dioksiner (TE PCDD ng/kg v.v.) i blåskjell ved Svensholmen i mai, juli og september.

Furaner (TE polyklorerte dibenzofuraner; PCDF)

Furaner i blåskjell er vist som toksisitetsekvivalenter i henhold til Van den Berg m. fl. (2006) (Figur 41, Figur 42). Det ble ikke påvist noen signifikante trender.



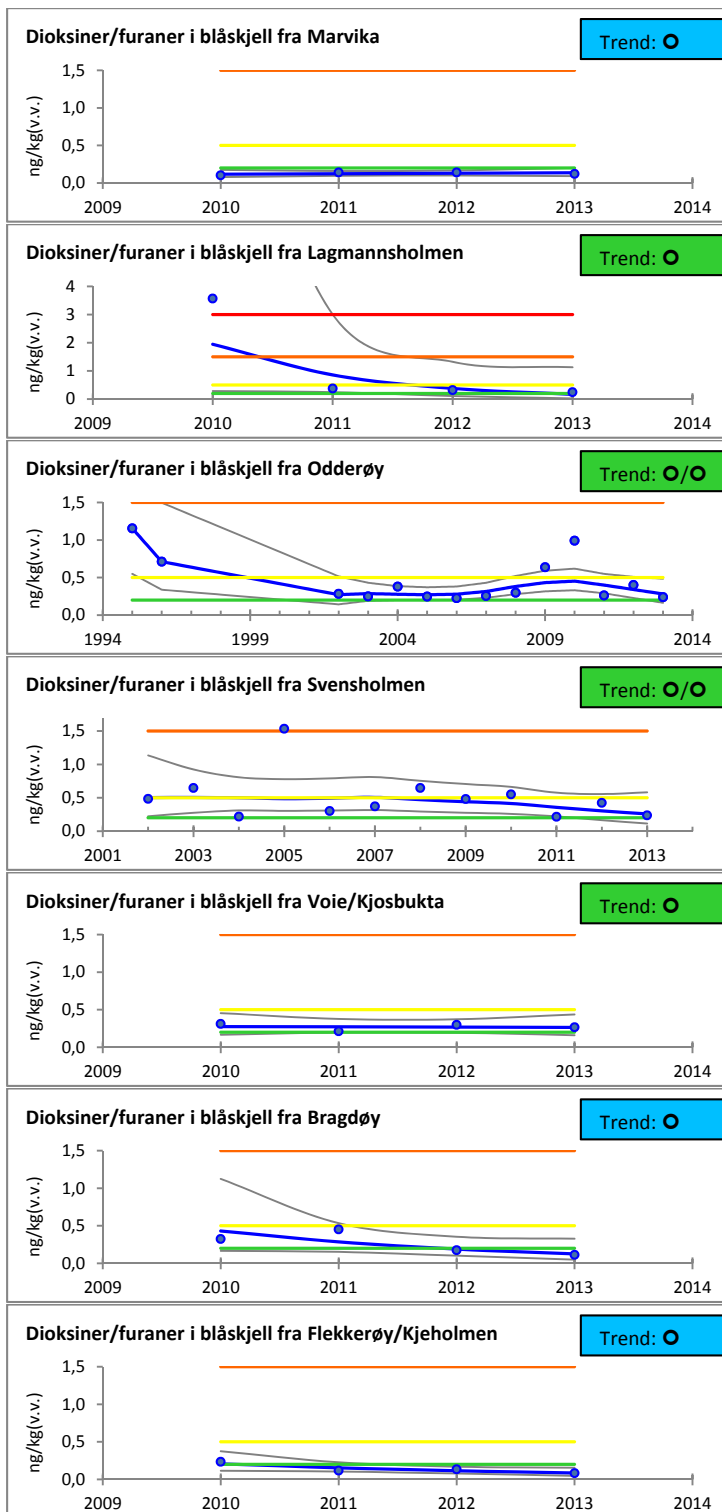
Figur 41. Toksisitetsekvivalenter for furaner (TE PCDF ng/kg v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011 hvor det ble analysert to blandprøver for furaner. Merk ulik skala på y-aksen.



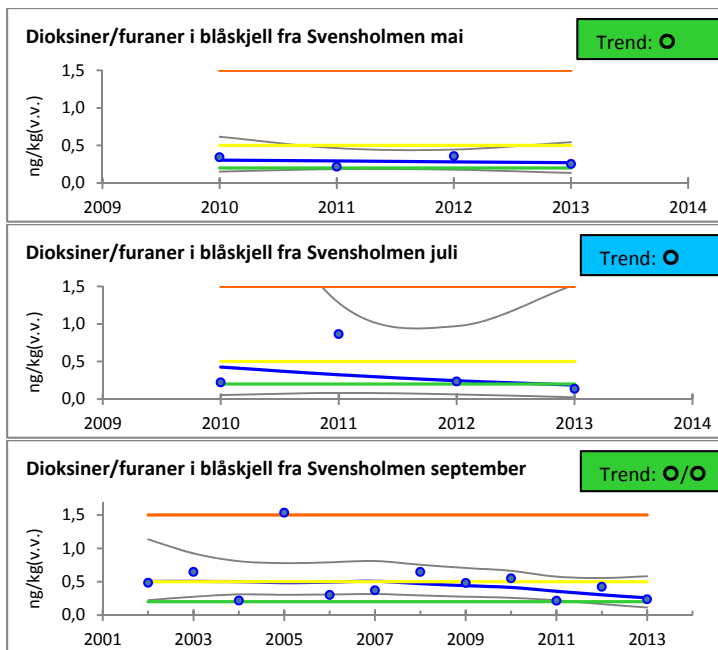
Figur 42. Toksitetsekvivalenter for furaner (TE PCDF ng/kg v.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september.

Dioksiner/furaner (TE PCDD/PCDF)

Sum dioksiner/furaner i blåskjell er vist som toksitetsekvivalenter i henhold til Van den Berg m. fl. (2006) (Figur 43, Figur 44). Nivåene var lave innerst i fjorden ved Marvika, ved Svensholmen (i juli), og ytterst i fjorden ved Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen (klasse I, ubetydelig/lite forurenset). Ved Odderøy har nivået gått ned én tilstandsklasse fra 2010 og var moderat (klasse II) forurenset i perioden 2011 til 2013. Blåskjellene ved Lagmannsholmen, Svensholmen (i mai og september) og ved Voie/Kjosbukta var også moderat forurenset. Det ble ikke påvist noen signifikante trender.



Figur 43. Toksitetekvivalenter for dioksiner/furaner (TE PCDD/F ng/kg v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011 hvor det ble analysert to blandprøver for dioksiner/furaner. Merk ulike skala på y-aksen.

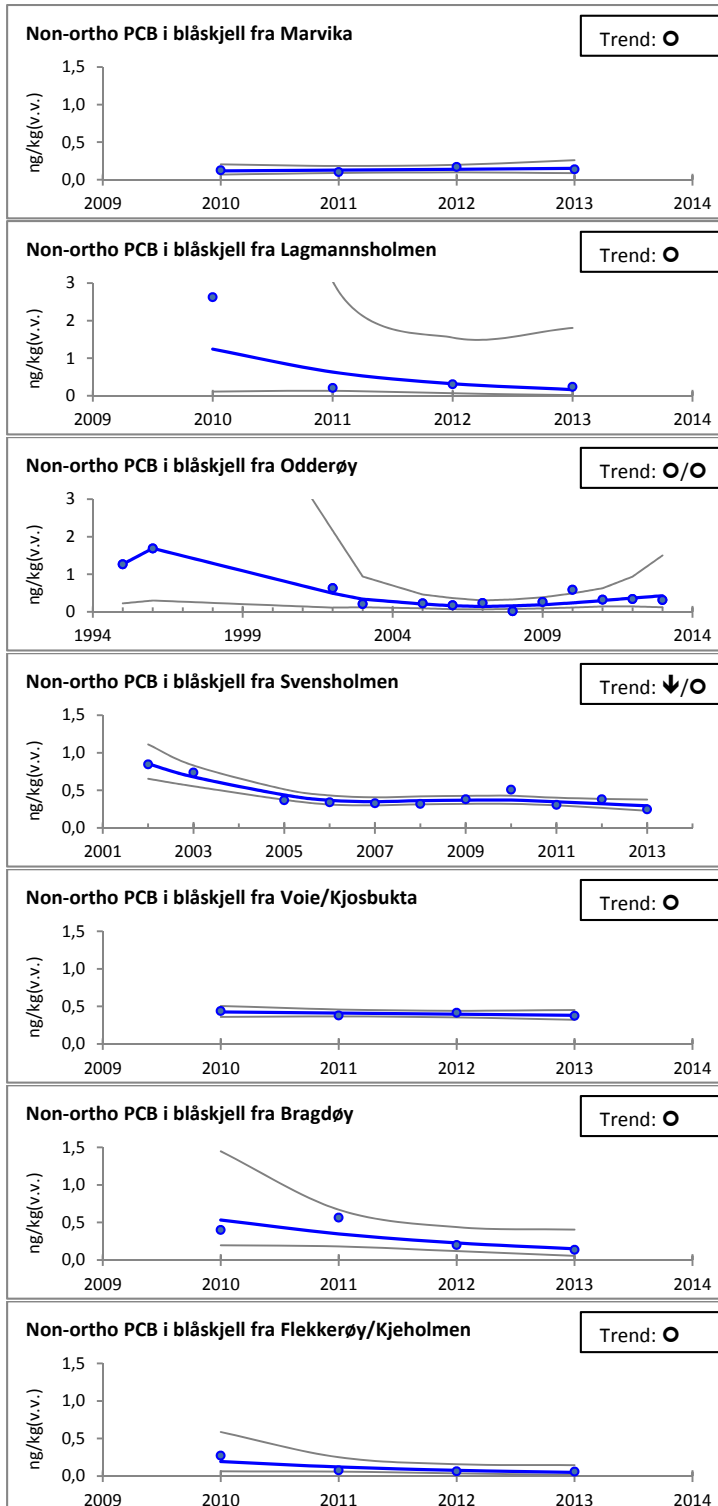


Figur 44. Toksisitetsekvivalenter for dioksiner/furaner (TE PCDD/F ng/kg v.v.) i blåskjell fra Svensholmen i mai, juli og september. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5).

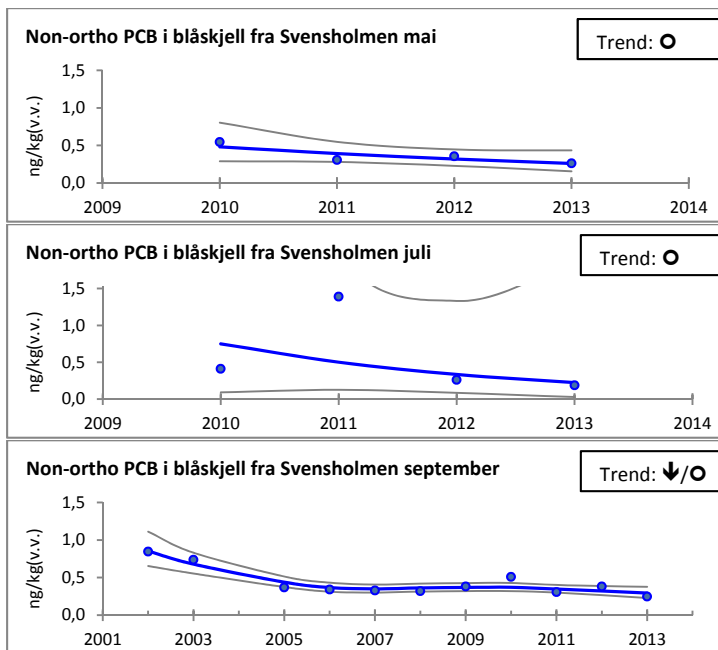
Innholdet av dioksiner/furaner i blåskjell ved Odderøy var lavere i perioden 2011 til 2013 enn i de to foregående årene (Figur 43). Det var ingen signifikant langtidstrend for dioksininnhold i blåskjell ved Odderøy i perioden 1993 til 2013. Innholdet av dioksiner/furaner i blåskjell ved Svensholmen har økt noe fra å ligge på bakgrunnsnivå (klasse I) i 2011 til å være moderat (klasse II) forurensset i 2012 og 2013 (Figur 44). Det var ingen signifikant langtidstrend for dioksiner i blåskjell ved Svensholmen i perioden 2002 til 2013.

Non-ortho PCB

Det var nedadgående langtidstrend for non-ortho PCB ved Svensholmen i september, ellers ble det ikke påvist noen signifikante trender (Figur 45, Figur 46).



Figur 45. Toksisitetsekvivalenter for non-ortho PCB (TE ng/kg v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011. Merk ulik skala på y-aksen.



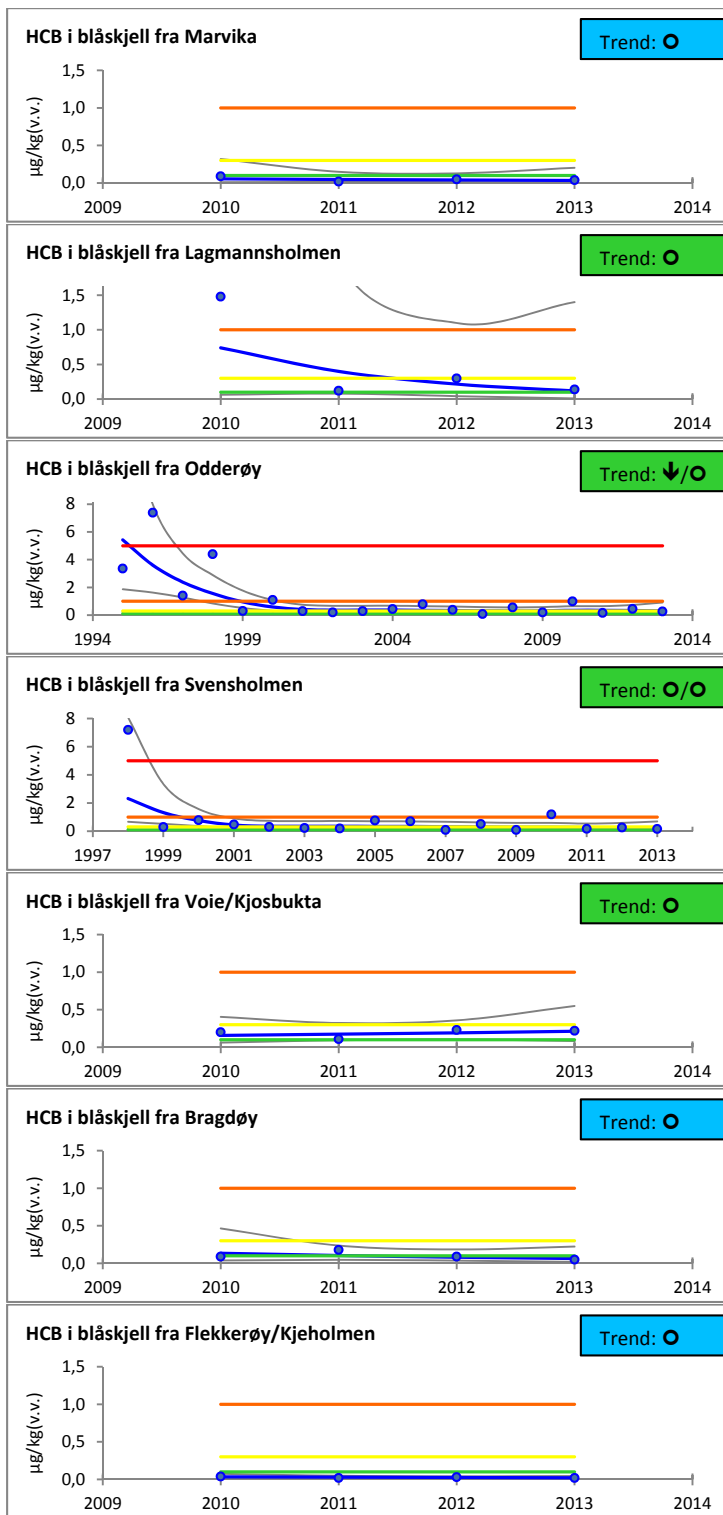
Figur 46. Toksitetsekvivalenter for non-ortho PCB (TE ng/kg v.v.) i blåskjell ved Svensholmen i mai, juli og september.

Det er EQS for PCDD+PCDF+non-ortho PCB i biota relatert til muslinger (6,5 ng/kg v.v.). Ingen blåskjell oversteg denne verdien i Kristiansandsfjorden.

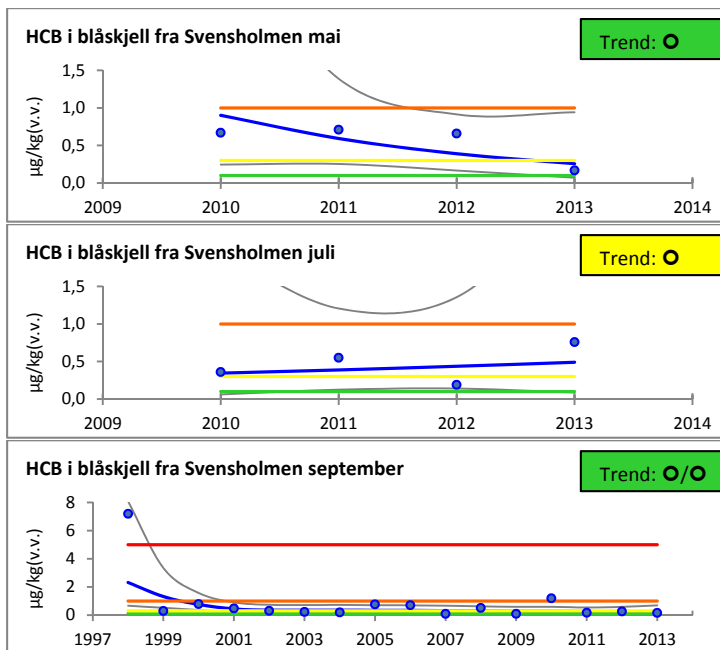
Heksaklorbenzen (HCB)

Blåskjellene var markert (klasse III) forurenset av HCB ved Svensholmen (i juli) og moderat (klasse II) forurenset ved Lagmannsholmen, Odderøy, Svensholmen (i mai og september) og Voie/Kjosbukta (Figur 47, Figur 48). HCB-innholdet i blåskjellene ved Lagmannsholmen og Odderøy har avtatt fra sterkt (klasse IV) forurenset i 2010 til moderat (klasse II) forurenset i 2013. De laveste nivåene av HCB var innerst i fjorden ved Marvika (0,04 µg/kg v.v.) og ytterst i fjorden ved Bragdøy (0,05 µg/kg v.v.) og Flekkerøy/Kjeholmen (0,02 µg/kg v.v.) hvor blåskjellene var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset. Trendanalysene for HCB i blåskjell fra 1995 til 2013 viste signifikant nedadgående langtidstrend ved Odderøy, mens det ikke var noen signifikant trend ved Svensholmen i perioden fra 1998 til 2013 (i september) (Figur 48). Det ble ikke påvist noen signifikante trender ved de andre stasjonene.

Det er EQS for HCB i biota relatert til fisk (10 µg/kg=ng/g v.v.). Hvis vi likevel sammenlikner med hele muslinger var det ingen blåskjell som oversteg grenseverdien i Kristiansandsfjorden.



Figur 47. Nivå av heksaklorbenzen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell innsamlet på høsten. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Resultatene er basert på én blandprøve per stasjon per år bortsett fra ved Odderøy og Svensholmen til og med 2011. Merk ulik skala på y-aksen.



Figur 48. Heksaklorbenzen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.) i blåskjell ved Svensholmen i mai, juli og september. Horisontale fargede linjer markerer grenseverdi for Miljødirektoratets tilstandsklasse (Tabell 5). Merk ulike skala på y-aksen.

Heksaklorbutadien (HCBD)

Det ble ikke funnet påvisbare konsentrasjoner av HCBD. Alle konsentrasjonene var under deteksjonsgrensen ($0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v. i 2010 og 2011, $0,05 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v. i 2012 og $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v. i 2013) ved Svensholmen og Odderøy (Tabell 8, Vedlegg 7.2).

Tabell 8. Nivå av heksaklorbutadien (HCBD) ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell i perioden 2010 til 2013.

Blåskjellstasjoner	2010	2011	2012	2013
Odderøy	<0,1	<0,1	<0,05	<0,2
Svensholmen mai	<0,1		<0,05	<0,2
Svensholmen juli	<0,1	<0,1	<0,05	<0,2
Svensholmen september	<0,1	<0,1	<0,05	<0,2

Det er EQS for HCBD i biota relatert til fisk ($55 \mu\text{g}/\text{kg} = \text{ng}/\text{g}$ v.v.). Hvis vi likevel sammenlikner med hele muslinger var det ingen blåskjell som oversteg grenseverdien i Kristiansandsfjorden.

4. Diskusjon

Det har de siste 15 årene blitt gjennomført betydelige tiltak for å bedre miljøforholdene i Kristiansandsfjorden. Undersøkelsene som ble gjort i 2010, 2011 og 2012 viste at tiltakene har gitt forbedringer med lavere konsentrasjoner av miljøgifter i blåskjell, torsk og krabbe (Schøyen m. fl. 2010, 2012 og 2013b). Overvåkingen for Glencore Nikkelverk AS (Håvardstun m. fl. 2011, Kroglund 2011, Nes og Håvardstun 2012 og 2013) for Elkem Solar AS (Molvær m. fl. 2011, Beyer og Schaanning 2012) og for Elkem Carbon AS og Elkem Solar AS (Schaanning og Molvær 2010, Næs m. fl. 2011, 2012, 2013 og 2014) i sine bedriftsnære sjøområder i Kristiansandsfjorden har dessuten gitt et viktig og godt supplement til myndighetenes overvåkingsprogram. Årlig overvåking av blåskjell ved Odderøy siden 1995 og Svensholmen siden 1998 representerer et godt datagrunnlag for påvisning av endringer i miljøtilstand over tid (Green m. fl. 2012). Undersøkelsen av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden i 2006 gir også et godt sammenligningsgrunnlag (Berge m. fl. 2007).

4.1 Utslipp og konsentrasjoner i blåskjell

For blåskjell ble det analysert 211 tidstrender for miljøgifter hvorav 18 viste signifikante trender. Fire av disse viste signifikante oppadgående trender:

- Al (ved Flekkerøy/Kjeholmen, korttidstrend siden 2010).
- Cd (ved Svensholmen i mai, korttidstrend siden 2010).
- Pb (ved Svensholmen i september, korttidstrend siden 2009).
- Dioksiner (ved Odderøy, langtidstrend siden 1995).

14 viste signifikante nedadgående trender:

- As, Cu, Hg og Pb (ved Lagmannsholmen, alle korttidstrender siden 2010).
- Ca (ved Svensholmen i mai, korttidstrend siden 2010).
- Co (ved Odderøy, korttidstrend siden 2009).
- TBT (ved Odderøy og Svensholmen i september, korttids- og langtidstrender siden hhv. 2003 og 2002).
- PAH (ved Svensholmen i september, langtidstrend siden 1998).
- PCB-7 (ved Odderøy og Svensholmen i september, langtidstrender siden hhv. 1995 og 1998).
- HCB (ved Odderøy, langtidstrend siden 1995).
- Dioksiner (ved Bragdøy, korttidstrend siden 2010).
- Non-ortho PCB (ved Svensholmen i september, langtidstrend siden 2002).

I tillegg til overvekten av signifikante nedadgående trender viser sammenligning med tidligere observasjoner mange tilfeller med klart lavere konsentrasjoner i 2013. Det var lavere konsentrasjoner av Σ PAH, Σ KPAH og B[a]P enn i 2006 ved Marvika, Voie/Kjosbukta og Bragdøy. Ved Marvika var PAH-nivået to tilstandsklasser lavere og PCB-nivået én tilstandsklasse lavere enn i år 2000 (Næs m. fl. 2000). Nivået av dioksiner i blåskjell fra Marvika, Voie/Kjosbukta og Flekkerøy/Kjeholmen var én tilstandsklasse lavere enn i 2006. Nivået av dioksiner i blåskjell fra Marvika, Voie/Kjosbukta og Flekkerøy/Kjeholmen var én tilstandsklasse lavere enn i 2006.

Utslippsdata for luft og vann i de påfølgende kapitlene er hentet fra nettsiden www.norskeutslipp.no og dekker sektoren landbasert industri i Kristiansand kommune.

4.1.1 Hg

Konsentrasjonene av Hg i blåskjell viste moderat (klasse II) forurensning ved Svensholmen (i mai, juli og september) og ved Bragdøy, men konsentrasjonene lå nær nedre grenseverdi. Blåskjellene ved Marvika, Lagmannsholmen, Odderøy, Voie/Kjosbukta og Flekkerøy/Kjeholmen var på bakgrunnsnivå (klasse I). Selv om Hg ved Flekkerøygapet/Kjeholmen var på bakgrunnsnivå, var nivået ved denne referansestasjonen like høy eller høyere sammenliknet med stasjoner i midtre og indre fjordområde. Det ble påvist en signifikant nedadgående trend for Hg ved Lagmannsholmen, men ellers var det ingen signifikante trender.

Utslipp av Hg fra landbasert industri i Kristiansand til vann var tilnærmet null fra 2001 til 2007 som var siste rapporterte måling (Figur 49, www.norskeutslipp.no). Det har vært økte utslipp til luft fra 2009 (4,45 kg Hg/år) til 2012 (11,61 kg Hg/år) og en femdobling av utslippene siden 2001 (2,5 kg Hg/år). Utslipet av Hg til vann i 2012 var til sammenlikning 4,64 kg/år fra Odderøya renseanlegg og 1,12 kg/år fra Bredalsholmen renseanlegg (www.norskeutslipp.no).



Figur 49. Årlige utslipp av Hg til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Det er ikke rapportert data for utslipp til vann i perioden 2008 til 2012. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

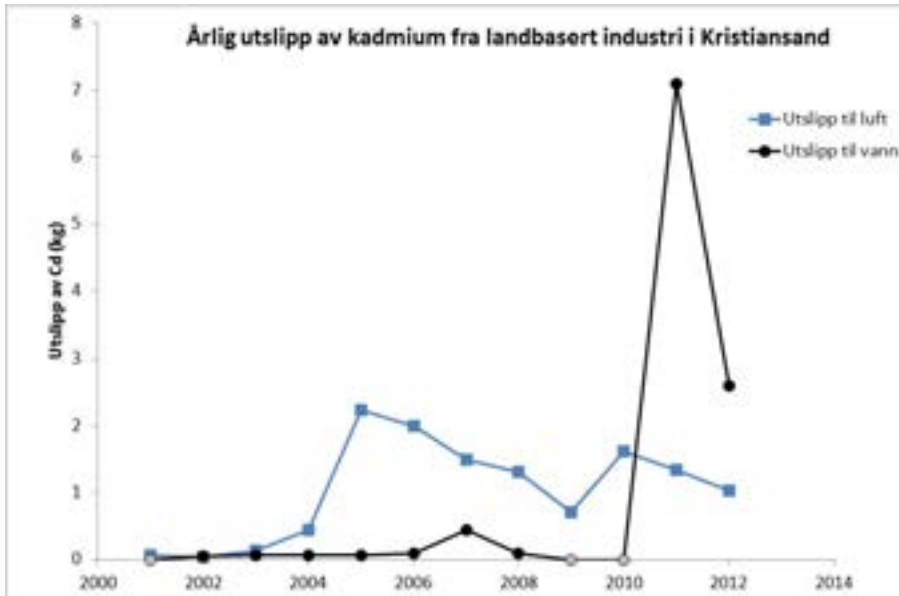
MILKYS/CEMP-data til og med 2012 gir grunnlag for å vurdere om det har vært en økning av Hg i blåskjell på nasjonalt nivå (Green m. fl. 2013). Av 17 tidsserier (basert på data fra hele norskekysten 2002-2012), var det signifikante oppadgående trender ved seks blåskjellstasjoner. For 11 blåskjellstasjoner var det ingen signifikante trender. Det kan derfor tyde på at det er en generell økning av Hg i blåskjell på nasjonalt nivå for denne tiårs perioden.

Det er EQS for Hg i biota relatert til fisk på 20 µg/kg v.v. (tilsvarer 0,02 µg/g=mg/kg). Hvis vi likevel sammenlikner med muslinger, oversteg følgende blåskjellstasjoner denne grenseverdien: Odderøy (0,023 µg/g v.v.), Svensholmen i mai, juli og september (henholdsvis 0,028, 0,029 og 0,026 µg/g v.v.), Bragdøy (0,023 µg/g v.v.) og Flekkerøy/Kjeholmen (0,025 µg/g v.v.). Blåskjell ved Odderøy, Svensholmen (i mai, juli og september), Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen lå også på eller over grenseverdien i 2011 og 2012. I 2010 lå også blåskjellene ved Odderøy, Svensholmen (i mai og september) og Flekkerøy over denne grenseverdien.

4.1.2 Øvrige metaller

Kadmium

Blåskjellene ved samtlige stasjoner har i perioden 2010 til 2013 vært på bakgrunnsnivå (klasse I) med hensyn til Cd, men det ble observert en signifikant økning ved Svensholmen (i mai) for perioden 2010 til 2013. Det ble samtidig rapportert en stor økning i utslipp av Cd fra landbasert industri i Kristiansand til vann, fra nær null-nivå i 2008 til 7,10 kg Cd/år i 2011 og ned til 2,60 kg Cd/år i 2012 (Figur 50, www.norskeutslipp.no).



Figur 50. Årlige utslipp av Cd til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Det er ikke rapportert data for utslipp til vann i 2001, 2009 eller 2010. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

Bly

Blåskjell var fortsatt relativt lite forurenset av metaller (klasse I-II), unntatt ved Odderøy hvor skjellene var markert (klasse III) forurenset av Pb. For konsentrasjonen av Pb var det ikke akseptabelt nivå i henhold til vannforskriftens veileder 01:2009. Fra 2011 (30,4 kg Pb/år) til 2012 (10,9 kg Pb/år) har det vært en nedgang i utslipp av Pb til vann fra landbasert industri i Kristiansand, mens det var en økning fra 2010 (9,0 kg Pb/år) til 2011 (30,4 kg Pb/år) (Figur 51, www.norskeutslipp.no). Dette kan være en årsak til økning av konsentrasjon av Pb i blåskjell. Det kan også være andre kilder til Pb i tettbebygd strøk (Kongsvik 2012). Utslipet av Pb til vann i 2012 var til sammenlikning 13,09 kg/år fra Odderøya renseanlegg og 2,21 kg/år fra Bredalsholmen renseanlegg (www.norskeutslipp.no).



Figur 51. Årlige utslipp av Pb til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

Arsen

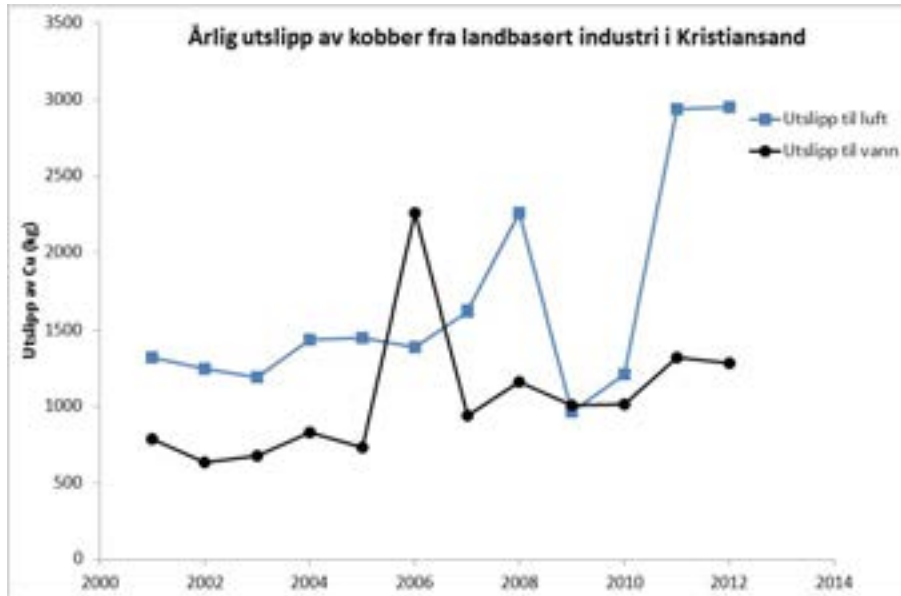
Blåskjellene ved Lagmannsholmen var på bakgrunnsnivå (klasse I), mens skjellene var moderat (klasse II) forurenset ved de resterende stasjonene. Næs og Håvardstun (2013) viste at blåskjellene i nærområdet til Glencore Nikkelverk AS var moderat (klasse II) forurenset med As. Fra 2011 (169,1 kg As/år) til 2012 (142,1 kg As/år) har det vært en nedgang i utslipp av As til vann fra landbasert industri i Kristiansand (Figur 55, www.norskeutslipp.no). Utslipet av As til vann fra industrien i 2012 var likevel høyt sammenlignet med andre kilder, f.eks. 10,46 kg/år fra Odderøya renseanlegg og 3,75 kg/år fra Bredalsholmen renseanlegg (www.norskeutslipp.no).



Figur 52. Årlige utslipp av As til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

Kobber

Blåskjellene ved samtlige stasjoner var på bakgrunnsnivå (klasse I) med hensyn til Cu. Utslippet av Cu til vann fra landbasert industri i Kristiansand har ikke endret seg stort de siste årene fra å være 1321,5 kg Cu/år i 2011 til 1285,1 kg Cu/år i 2012 (Figur 56, www.norskeutslipp.no). Utslippet av Cu til vann i 2012 var til sammenlikning 63,28 kg/år fra Odderøya rensesanlegg og 13,31 kg/år fra Bredalsholmen rensesanlegg (www.norskeutslipp.no).



Figur 53. Årlige utslipp av Cu til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

Nikkel

Blåskjellene ved samtlige stasjoner har i perioden 2010 til 2013 vært på bakgrunnsnivå (klasse I) med hensyn til Ni. Utslippet av Ni til vann fra landbasert industri i Kristiansand har vært økende fra 2009 (880,3 kg Ni/år) til 2012 (2099,2 kg Ni/år) (Figur 54, www.norskeutslipp.no). Det kan nevnes at utslipp av Ni til luft var høyt i 2011 (3552,9 kg Ni/år). Utslippet av Ni til vann i 2012 var til sammenlikning 49,77 kg/år fra Odderøya renseanlegg og 46,73 kg/år fra Bredalsholmen renseanlegg (www.norskeutslipp.no).

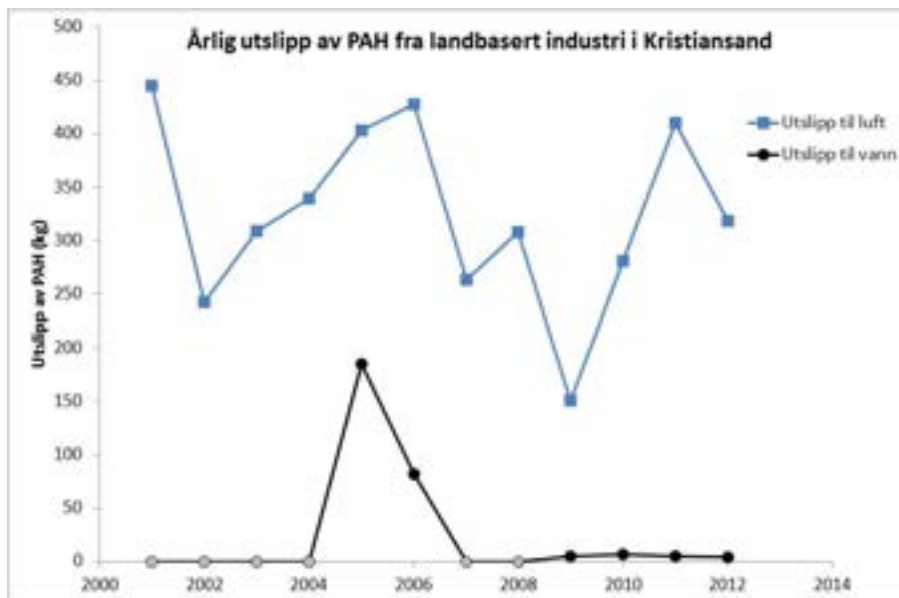


Figur 54. Årlige utslipp av Ni til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

4.1.3 Organiske miljøgifter

Polyaromatiske forbindelser

Blåskjell var moderat (klasse II) forurenset av Σ PAH ved Odderøy og Svensholmen (i mai og juli). Skjellene var markert (klasse III) forurenset av KPAH Svensholmen (i mai) og markert forurenset ved Odderøy, Svensholmen (i juli og september) og Voie/Kjosbukta. Blåskjellene var markert forurenset av B[a]P ved Svensholmen (i mai) og moderat forurenset ved Odderøy, Svensholmen (i juli og september) og Voie/Kjosbukta. Bortsett fra signifikant nedadgående langtidstrend for Σ PAH ved Svensholmen (i september) ble det ikke funnet signifikante trender for Σ PAH, KPAH eller B[a]P. Det var lavere verdier av Σ PAH, Σ KPAH og B[a]P i blåskjell enn i 2006 (Tabell 8). Det har vært lave utslipp av PAH til vann de siste årene (3,9 kg PAH/år i 2012) de årene hvor utslipp har blitt rapportert/registrert, og utslipp til luft har avtatt fra 410 kg PAH/år i 2011 til 318 kg PAH/år i 2012 (Figur 55, www.norskeutslipp.no).



Figur 55. Årlige utslipp av PAH til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Det er ikke rapportert/registrert verdier for utslipp til vann for 2001 til 2004 eller for 2007 og 2008. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

Klororganiske forbindelser

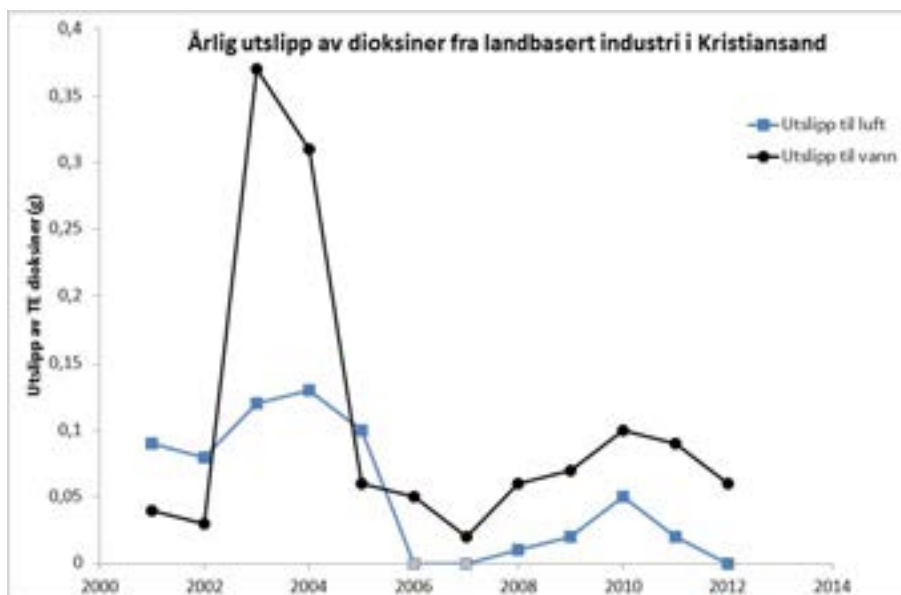
PCB

Konsentrasjonene av PCB var på bakgrunnsnivå (klasse I) ved alle de syv stasjonene i perioden fra 2010 til 2013. Det var nedadgående langtidstrender for PCB ved Odderøy siden 1995 og ved Svensholmen siden 1998. Ved Marvika var PCB-nivået i 2013 (2,25 µg/kg) én tilstandsklasse lavere sammenliknet med år 2000 (11,3 µg/kg) (Næs m. fl. 2000). Det er ikke rapportert/registrert verdier for utslipp av PCB til vann eller luft i Kristiansandsfjorden på www.norskeutslipp.no.

Dioksiner/furaner (TE PCDD/F) og non-ortho PCB

Blåskjell var på bakgrunnsnivå (klasse I) med hensyn til dioksiner ved Marvika, Svensholmen (i juli), Bragdøy og Flekkerøy, og skjellene var moderat (klasse II) forurenset ved de resterende stasjonene. Bortsett fra nedadgående langtidstrend for non-ortho PCB i blåskjell fra Svensholmen siden 2002, var det ingen signifikante trender for dioksiner eller non-ortho PCB i blåskjell. Ingen blåskjellstasjoner oversteg EQS for PCDD+PCDF+non-ortho PCB i biota (6,5 ng/kg v.v.).

Årlige utslipp av dioksiner til vann fra landbasert industri i Kristiansandsfjorden var 0,10 g dioksin/år i 2010 og har blitt redusert til 0,09 g dioksin/år i 2011 og 0,06 g dioksin/år i 2012 (Figur 56, www.norskeutslipp.no).



Figur 56. Årlige utslipp av dioksiner til luft og vann fra landbasert industri i Kristiansand i perioden 2001 til 2012. Det er ikke rapportert/registrert verdier for utslipp til luft for 2006 og 2007. Data for figuren er hentet fra www.norskeutslipp.no.

HCB

Blåskjellene var på bakgrunnsnivå (klasse I) med hensyn til HCB ved Marvika, Bragdøy og Flekkerøy/Kjeholmen, skjellene var moderat forurenset (klasse II) ved Lagmannsholmen, Odderøy, Svensholmen (i mai og september) og Voie/Kjosbukta, og de var markert (klasse III) forurenset ved Svensholmen (i juli). Det er ikke rapportert/registrert verdier for utslipp av HCB til vann eller luft i Kristiansandsfjorden på www.norskeutslipp.no.

Det er EQS for HCB i biota relatert til fisk ($10 \mu\text{g}/\text{kg} = \text{ng}/\text{g}$ v.v.). Hvis vi likevel sammenlikner med hele muslinger var det ingen blåskjell som oversteg grenseverdien i Kristiansandsfjorden. For konsentrasjoner av HCB (klasse III) var det ikke akseptable nivåer i henhold til vannforskriftens veileder 01.

HCBD

Det ble ikke funnet påvisbare konsentrasjoner av HCBD og undersøkelsene viste nivåer under deteksjonsgrensen i perioden 2010 til 2013. Det er EQS for HCB i biota relatert til fisk ($55 \mu\text{g}/\text{kg} = \text{ng}/\text{g}$ v.v.). Hvis vi likevel sammenlikner med hele muslinger var det ingen blåskjell som oversteg grenseverdien i Kristiansandsfjorden.

TBT

Blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset ved Odderøy, ellers var TBT-innholdet på bakgrunnsnivå (klasse I). Det var nedadgående langtidstrender for TBT ved Odderøy siden 2003 og Svensholmen (i september) siden 2002.

Sammenlikning med tidligere undersøkelser

PAH-forbindelsene ΣPAH , ΣKPAH og B[a]P var lavere i blåskjell siden 2006 i Marvika (sammenlignet med Torsvika), Voie/Kjosbukta og Bragdøy, unntatt for B[a]P ved Bragdøy (Berge m. fl. 2007) (Tabell 9). Konsentrasjonen av PAH i blåskjell fra Marvika var i år 2000 på $272 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v. (Næs m. fl. 2000) og i 2013 $16,95 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.

Blåskjell fra Marvika, Voie/Kjosbukta og Flekkerøy/Kjeholmen var mindre forurenset av dioksiner/furaner, tilsvarende én tilstandsklasse lavere enn i 2006.

Ingen blåskjellstasjoner oversteg EQS for fluoranten ($30 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) eller B[a]P ($5 \mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i biota.

Tabell 9. Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i blåskjell i 2013 og 2006 oppgitt på våtvektsbasis (v.v.). PAH og PCB er oppgitt i µg/kg. Dioksiner og non-ortho PCB er oppgitt i toksiske ekvivalenter (TE; ng/kg=pg/g) i henhold til Van den Berg m. fl. (1998) og (2006). Tabellen er gitt i enheter og fargekoder i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem (Tabell 5).

Parametere	Enhet v.v.	Marvika 2013	Torsvika 2006	Voie/ Kjosbukta 2013	Voie/ Kjosbukta 2006	Bragdøy 2013	Bragdøy 2006	Flekkerøy/ Kjøholmen 2013	Flekkerøy/ Kjøholmen 2006
ΣPAH	µg/kg	15,95	79	41,2	160	15,5	61	13,6	13
ΣKPAH	µg/kg	4,39	17	14	58	6,2	16,48	3,82	5
B[a]P	µg/kg	0,5	2	1,2	6	0,5	1	0,5	<0,5
TE dioksiner/ furaner PCDD/F Van den Berg m. fl. (2006)	ng/kg	0,12		0,25		0,11		0,09	
TE dioksiner/ furaner PCDD/F Van den Berg m. fl. (1998)	ng/kg	0,14	0,38	0,29	0,82	0,13		0,10	0,39
TE non-ortho PCB Van den Berg m. fl. (2006)	ng/kg	0,14		0,38		0,14		0,06	
TE non-ortho PCB Van den Berg m. fl. (1998)	ng/kg	0,14	0,1	0,37	0,20	0,13		0,06	0,09

4.2 Statistiske vurderinger

De statistiske analysene av endring over tid for hver miljøgift på hver blåskjellstasjon blir svekket av at det så langt kun er 4 år med data (med unntak av MILKYS/CEMP-stasjonene Odderøy og Svensholmen), dvs. at det er vanskelig å fastslå med statistisk sikkerhet om det er en signifikant økning eller nedgang i konsentrasjonene. Det ble derfor utført en ekstra analyse der vi så på endring over tid på tvers av miljøgifter, noe som gir større statistisk styrke fordi vi ser på en større mengde data samtidig. For denne analysen ble konsentrasjonene (x) log-transformert til x' med formelen $x' = \ln(x + 0.1)$ for å oppnå en tilnærmet normalfordeling og forholdsvis lik varians for hvert miljøgift. For hver stasjon gjorde vi analyser med følgende statistiske modeller:

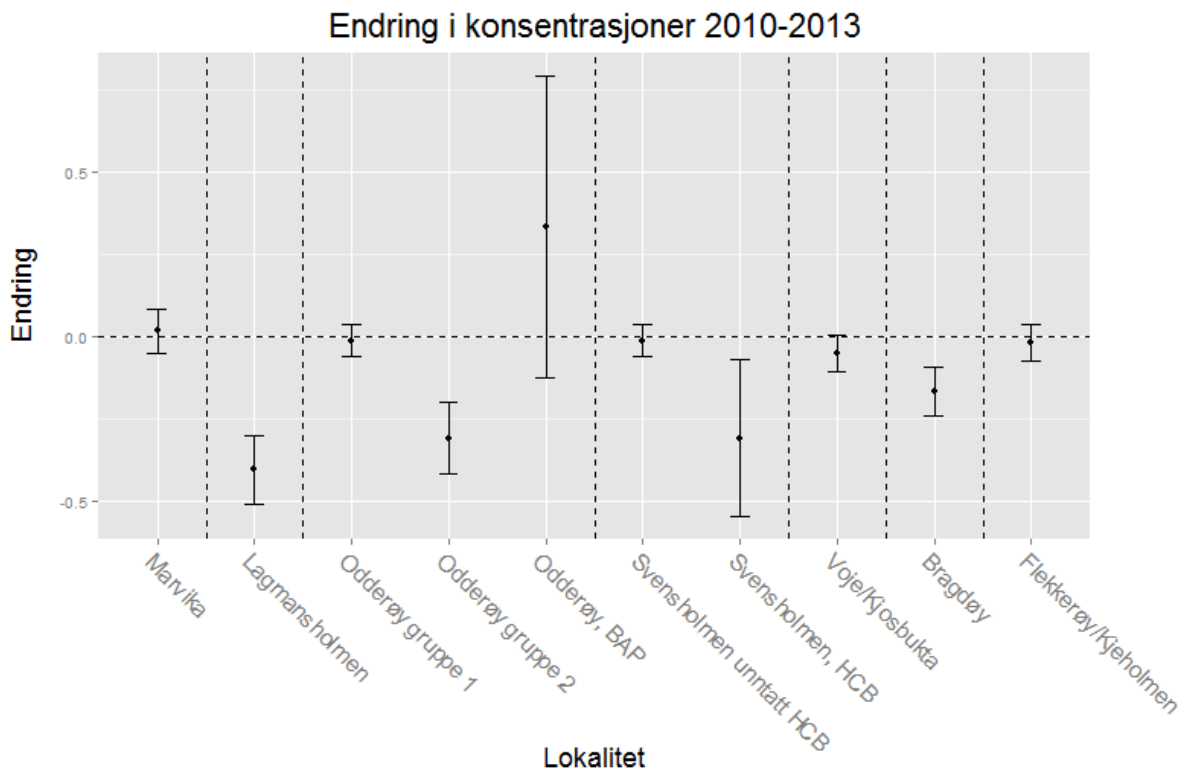
$$(1) y = a + \text{Miljøgift} + b_{\text{Miljøgift}} * \text{År}$$

$$(2) y = a + \text{Miljøgift} + b * \text{År}$$

Begge disse modellene er kovariatanalyser der konsentrasjonene y kan variere mellom miljøgifter og variere som en lineær funksjon av tid (år). I modell 1 varierer effekten av tid (b) mellom hver miljøgift, mens i modell 2 antar vi at effekten av tid er den samme for alle miljøgifter, dvs. at alle miljøgifter synker/øker like raskt over tid. Vi testet først om det var tegn til at modell 1 var bedre enn modell 2 (F-test med en grense på $P = 0.15$). Dersom dette ikke var tilfelle (dvs. at alle miljøgiftene hadde tilnærmet samme trend over tid), gikk vi videre til analyse 2, og så på hvorvidt det var en signifikant effekt av tid (dvs. om b var signifikant forskjellig fra 0). Dersom analyse 1 var signifikant bedre enn analyse 2 (dvs. at tidstrenden varierte for ulike miljøgifter), delte vi miljøgiftene inn i grupper (basert på statistikk) til vi fant grupper av miljøgifter med tilnærmet samme tidstrend (dvs. at modell 1 ikke var bedre enn modell 2 for hver gruppe), og gjennomførte analyser med modell 2. For disse stasjonene rapporterer vi derfor tidstrender for grupper av miljøgifter med tilnærmet samme endring over tid på denne stasjonen. Disse analysene ble kjørt både for 4-årsperioden 2010-2013 og for 3-årsperioden 2011-2013, fordi en del av miljøgiftene viste endringer i trender, f.eks. oppgang fra 2010 til 2011 og deretter nedgang.

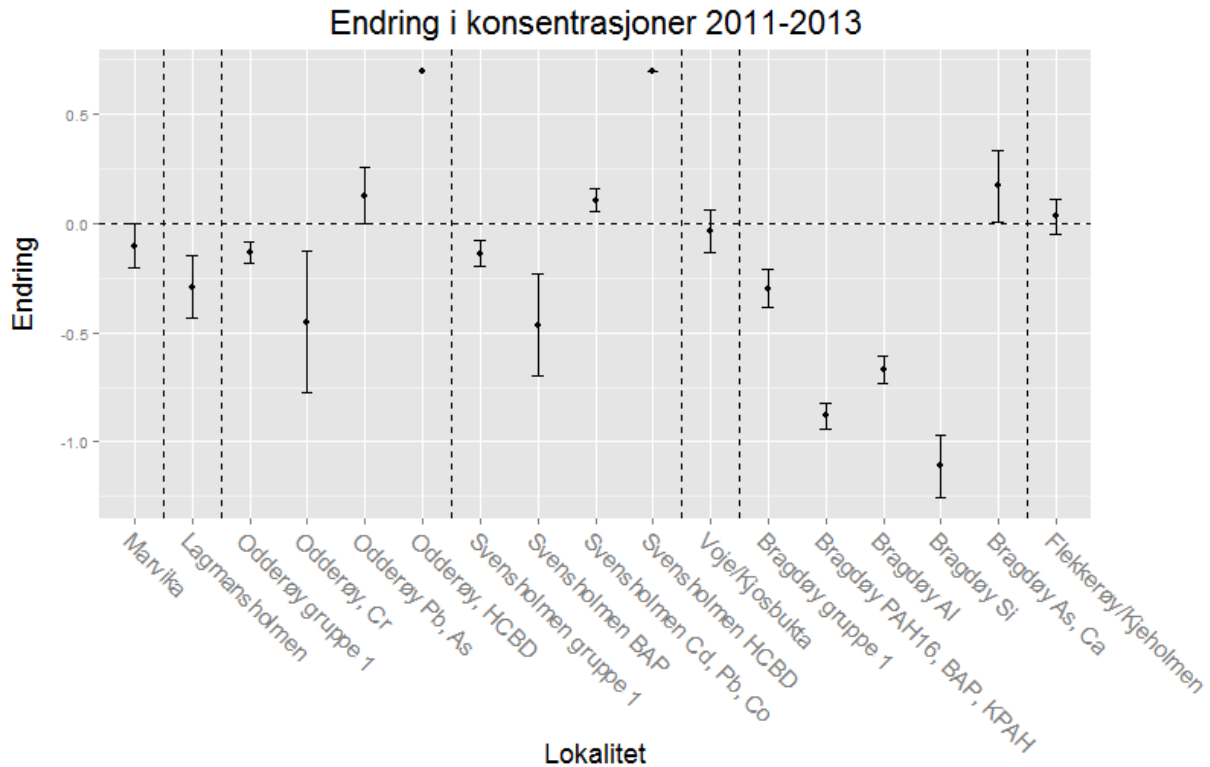
Resultater

For fireårsperioden 2010-2013 (Figur 57) var det ingen endring i konsentrasjoner over tid på de to mest perifere lokalitetene Marvika og Flekkerøy/Kjeholmen. På de to noe mer bynære lokalitetene Lagmannsholmen og Bragdøy viste dataene en klar nedgang for hele settet av målte miljøgifter, og en noe mindre og mer usikker nedgang ved Voie/Kjosbukta. På Odderøy havnet de fleste miljøgiftene (Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Si, Zn, TBT, PAH, KPAH, PCB-7, non-ortho PCB, TE dioksiner) i en gruppe med ingen endring over denne tidsperioden, mens en noe mindre gruppe miljøgifter (Ag, Ca, Cr, HCB, TE dioksiner/furaner, TE furaner) viste en klar nedgang. På Svensholmen havnet de fleste miljøgiftene i en gruppe med marginal nedgang, mens HCB hadde en klar nedgang i perioden. Figuren sier kun noe om trend over tid, ikke noe om det var høye eller lave verdier i utgangspunktet.



Figur 57. Tidstrender på hver stasjon i fireårsperioden 2010-2013. Punktene viser estimert trend, mens de loddrette linjene viser ca. 95 % usikkerhet ($2 \cdot SE$). Positive verdier viser en økning av konsentrasjoner, negative verdier viser en nedgang. Odderøy gruppe 1 inkluderer de fleste metallene og noen organiske miljøgifter (Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Si, Zn, TBT, PAH, KPAH, PCB-7, non-ortho PCB, TE dioksiner). Odderøy gruppe 2 inkluderer Cr, Ag, Ca, HCB, HCB, HCB, TE dioksiner/furaner, TE furaner. Alle HCB-verdiene var under deteksjonsgrensen.

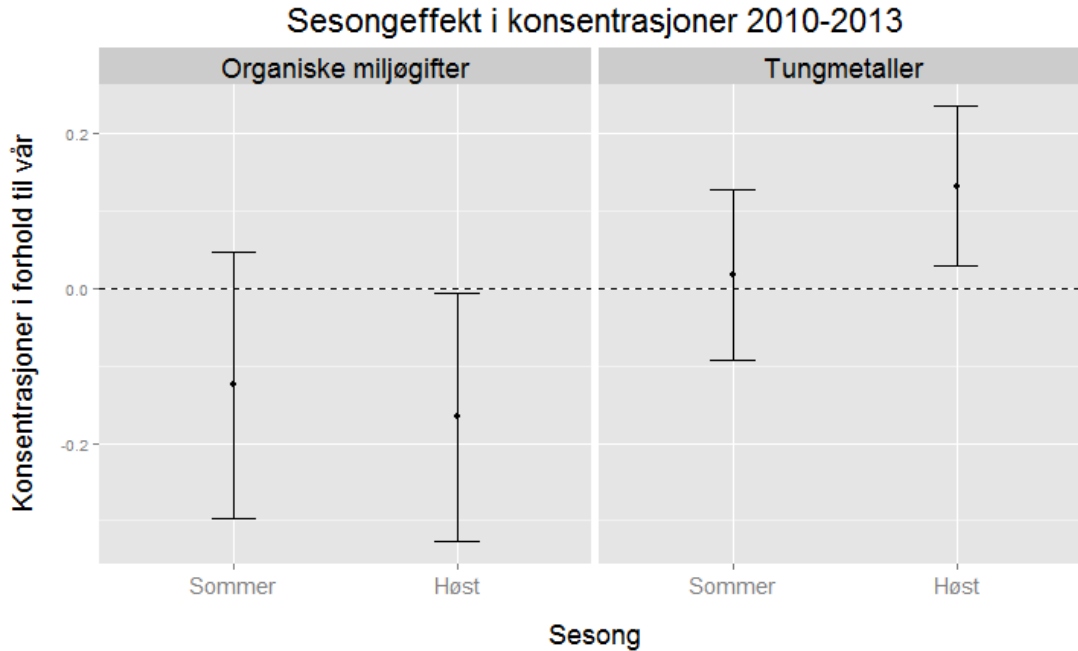
Hvis vi kun ser på utviklingen de siste tre årene (2011-2013) forandres bildet noe (Figur 58). For de aller fleste områder og miljøgifter var det en signifikant nedgang i konsentrasjonene. Dette gjelder alle miljøgifter ved Marvika (på kanten av signifikant) og Lagmannsholmen, alle unntatt tre miljøgifter (Pb, As, HCBd) ved Odderøy, alle unntatt fire miljøgifter (Cd, Pb, Co, HCBd) ved Svensholmen, og alle unntatt to miljøgifter (As, Ca) ved Bragdøy. Ved Voie/Kjosbukta var konsentrasjonen av alle miljøgifter stabile. HCBd og enkelte tungmetaller viste en oppgang på Odderøy og Svensholmen. Når det gjelder HCBd så var denne oppgangen kun statistisk, fordi alle verdiene var under deteksjonsgrensen.



Figur 58. Tidstrender på hver stasjon i 3-årsperioden 2011-2013. Punktene viser estimert trend, mens de loddrette linjene viser ca. 95 % usikkerhet ($2*SE$). Positive verdier viser en økning av konsentrasjoner, negative verdier viser en nedgang. Gruppe 1 for Odderøy, Svensholmen og Bragdøy består av alle miljøgiftene som ikke er spesielt angitt under de andre gruppene, det vil si de aller fleste miljøgiftene. Alle HCBd-verdiene var under deteksjonsgrensen.

Sesongvariasjoner

Det ble analysert for sesongvariasjoner de siste tre årene (2011 til 2013) ved Svensholmen for alle tungmetaller (unntatt Ag) og alle organiske miljøgifter hver for seg ved hjelp av ANOVA (Figur 59). Plottet viser konsentrasjoner sommer (i juli) og høst (i september) i forhold til nivået om våren (i mai). Det var en antydning til en nedgang for de organiske miljøgiftene (men ikke helt statistisk signifikant, ($P = 0.11$)) og en statistisk signifikant ($P = 0.02$) oppgang gjennom sesongen for tungmetallene.



Figur 59. Tidstrender ved Svensholmen konsentrasjoner sommer (i juli) og høst (i september) i forhold til nivået om våren (i mai) de siste tre årene (2011 til 2013).

4.3 Oppsummering av overvåking siden 2010

Overvåkingen av miljøgifter i Kristiansandsfjorden siden 2010 med undersøkelse av blåskjell, torsk, taskekrabbe, sedimenter og bløtbunnsfauna viser at det har skjedd forbedring av miljøtilstanden i fjorden (Schøyen m. fl. 2010, 2012 og 2013b).

For **blåskjell** i 2013 ble det analysert 211 tidstrender som viste endring over tid for hver av de 24 miljøgiftene på hver av de syv blåskjellstasjonene. 18 av disse viste signifikante trender. Fire viste signifikante oppadgående trender for Al (Flekkerøy/Kjeholmen), Cd (Svensholmen mai), Pb (Svensholmen september) og TE dioksiner (Odderøy). 14 viste signifikante nedadgående trender for miljøgiftene As, Cu, Hg og Pb (Lagmannsholmen), Ca (Svensholmen mai), Co (Odderøy), TBT (Odderøy og Svensholmen september), PAH (Svensholmen september), PCB-7 (Odderøy og Svensholmen september), HCB (Odderøy), TE dioksiner (Bragdøy) og non-ortho PCB (Svensholmen). Dette tyder i hovedsak på uendret eller mindre forurensning av miljøgifter i blåskjell. Det var lavere konsentrasjoner av Σ PAH, Σ KPAH og B[a]P enn i 2006 ved flere blåskjellstasjoner. Ved Marvika var PAH-nivået to tilstandsklasser lavere og PCB-nivået én tilstandsklasse lavere enn i år 2000 (Næs m. fl. 2000). Nivået av dioksiner i blåskjell fra Marvika, Voie/Kjosbukta og Flekkerøy/Kjeholmen var én tilstandsklasse lavere enn i 2006.

Statistisk endring over tid på tvers av miljøgiftene på hver blåskjellstasjon ble analysert fordi dette gir en større datamengde. Ved de aller fleste områder og miljøgifter var det en signifikant nedgang i konsentrasjoner i blåskjell de siste tre årene (2011-2013). Dette omfattet alle miljøgifter ved Marvika, Lagmannsholmen, Odderøy (unntatt Pb og As), Svensholmen (unntatt Cd, Pb og Co) og Bragdøy (unntatt As og Ca). Ved Voie/Kjosbukta var konsentrasjoner av alle miljøgifter stabile. Ved Svensholmen var det signifikant økning for tungmetaller (alle unntatt Ag) og en antydning til nedgang for organiske miljøgifter gjennom sesongen fra vår (i mai) til høst (i september) de siste tre årene (2011-2013).

For **torsk** ble det i 2012 ikke funnet noen signifikante endringer i konsentrasjoner av miljøgifter siden 2010 i Vesterhavn (Schøyen m. fl. 2013b). Dette omfattet Hg i torskefilét og PCB-7, dioksiner (TE PCDD), furaner (TE PCDF), dioksiner /furaner (TE PCDD/F), non-ortho PCB og HCB i både filét og lever. Sammenlignet med 2006, var dioksiner (TE PCDD/F) i filét tilsvarende 1/4 i Topdalsfjorden og 1/3 i Vesterhavn, og i lever var konsentrasjonene halverte i hele fjorden. I forhold til 2006, var innholdet av non-ortho PCB i filét halvert i Topdalsfjorden, og i lever var konsentrasjonen 1/3 i Topdalsfjorden og halvert i Vesterhavn.

For **krabbe** var det i 2012 signifikante endringer av flere miljøgifter i skallinnmat siden 2010 ved Flekkerøya (10 var økende og 1 var avtagende), Vesterhavn (5 var økende og 3 var avtagende) og Topdalsfjorden (3 var økende og 1 var avtagende) (Schøyen m. fl. 2013b). Når skallinnmat fra hele fjorden (Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet) ble vurdert samlet, var det signifikant økning siden 2010 av As, Cd, Pb, Zn, PCB-7, dioksiner, furaner, dioksiner/furaner, non-ortho PCB og HCB. Det var signifikant nedgang av PAH-16 og KPAH. De høyeste konsentrasjonene av dioksiner (TE PCDD), furaner (TE PCDF), dioksiner/furaner (TE PCDD/F) og non-ortho PCB i skallinnmat ble målt i Vesterhavn i 2006. Det var signifikant økning av Hg i kløkjøtt i Vesterhavn og Flekkerøygapet og av Cd ved alle de tre områdene i Kristiansandsfjorden siden 2010.

Sedimentprøvene tatt i 2012 i Vesterhavnsområdet hadde høye konsentrasjoner av en rekke miljøgifter. Tilstanden var opptil dårlig (klasse IV) for As, Ni, Pb, dioksiner og HCB, og opptil svært dårlig tilstand (klasse V) for Cu, PAH og TBT (Schøyen m. fl. 2013b). Samlet for hele Kristiansandsfjordområdet var det ikke signifikant forskjell i PAH-16 mellom årene 1996, 2006 og 2012. Det var signifikant nedgang av dioksiner i sedimenter i Vesterhavn siden 2006.

Undersøkelser av **bløtbunnsfauna** i 2012 viste at økologisk tilstand ble klassifisert som moderat i Hanneviksbukta og Vesterhavn, god i Fiskåbukta og Marvika og svært god i ytre Vesterhavn (Dybingen) og referanselokalteter utenfor Vesterhavnsområdet (Schøyen m. fl. 2013b). Tilstanden ble karakterisert som dårligere i Vesterhavn i 2012 enn i 2006. I Fiskåbukta var tilstanden litt bedre.

Bunnfaunaen i Vesterhavn tilfredsstilte ikke vannforskriftens krav til minimum god økologisk tilstand for vannforekomsten «Kristiansandsfjorden-indre havn». De øvrige tre vannforekomstene «Kongsgårdsbukta-Marviksbukta», «Østergapet-indre» og «Kristiansandsfjorden-indre» tilfredsstilte derimot kravet om minimum god økologisk tilstand.

I **vann** i 2011 ble det funnet lave konsentrasjoner av metaller og det var ingen signifikante forskjeller fra 2010 (Schøyen m. fl. 2012). Det var lave konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannmassene, men det var noe høyere konsentrasjoner i Marvika og Flekkerøygapet i 2011 enn i 2010. Konsentrasjonene av PCB og dioksiner i vannmassene var lave eller svært lave.

4.4 Supplerende undersøkelser

Glencore Nikkelverk AS gjennomfører et langsiktig overvåkingsprogram i det bedriftsnære sjøområdet i Kristiansandsfjorden (Håvardstun m. fl. 2011, Næs og Håvardstun 2012 og 2013). Blåskjellundersøkelser ble gjennomført i 2010, 2011 og 2012 på stasjoner i Hanneviksbukta, ved Myrodden og i Kolsdalsbukta (kun i 2010). Resultatene viste at det generelt var lave verdier (moderat (klasse II) forurenset eller lavere) for metallene As, Cd, Cr, Cu, Hg og Zn i blåskjell. For Pb og Ni ble stasjonen i Hanneviksbukta i 2011 klassifisert til markert (klasse III) forurenset, mens skjellene fra de to andre stasjonene lå på bakgrunnsnivå (klasse I) for Pb.

Elkem Carbon AS og Elkem Solar AS gjennomførte også overvåking, og blåskjellanalysene fra 2010-2013 viste generelt sett relativt lave verdier av tungmetaller (Næs m. fl. 2011, 2012, 2013 og 2014). Alle stasjonene i Fiskåbukta kunne karakteriseres som lite/ubetydelig (klasse I) til moderat (klasse II) forurenset av metaller. Nivåene var også tilsvarende det som ble observert i skjell fra referansestasjonen ved Flekkerøya/Kjeholmen. Eventuelle forhøyede konsentrasjoner av elementene Ca og Si har vært antatt å kunne være en indikasjon på påvirkning fra Elkem Solar AS. Ca-verdiene varierte relativt usystematisk mellom stasjonene og det var ikke noen trender i tid, eller vesentlige forskjeller mellom stasjonen i Fiskåbukta og den ved Flekkerøy/Kjeholmen. Det kunne være en tendens til økende Si-konsentrasjoner i skjellene fra alle stasjonene i Fiskåbukta fra 2010 til 2013. Konsentrasjonene av PAH-16 i blåskjell fra nærområdet til Elkem (stasjonene Lumber og Fiskåtangen) tilsvarte markert (klasse III) forurensning i 2013. PAH-påvirkningen så i mindre grad ut til å påvirke blåskjellene fra stasjonen ved Timlingene som ligger noe lengere bort fra det nære bedriftsområdet. Her tilsvarte konsentrasjonene i skjellene til moderat (klasse II) forurensning. For KPAH og B[a]P var det tilstandsklasse III (markert forurenset) ved Timlingene, så denne stasjonen var ikke upåvirket.

4.5 Status i Kristiansandsfjorden

Otraledningen

NIVA gjorde undersøkelser i sjøområdet utenfor munningen til Otraledningen i 2011 som omfattet miljøgifter og bunnforhold med fokus på miljøgifter som kan stamme fra avløpsvannet (Oug og Håvardstun 2012). Det ble påvist forhøyede verdier for Cu, Hg, Ni, PAH, PCB og TBT som tilsvarte tilstandsklassene moderat (klasse III) til dårlig (klasse IV). For alle forbindelser med unntak for PCB og TBT var det høyere verdier i indre Østerhavn (20 m) enn ved utslippsstedet (50 m). For andre metaller (As, Pb, Cd, Cr, Zn), andre organiske miljøgifter (HCB, QCB) og pesticider var det lave konsentrasjoner. Det var ingen påvisbar sammenheng mellom de forhøyde verdiene og tilførslene av metaller og organiske miljøgifter i avløpsvannet. Sedimentene fra OTRAS munning og utover var mørke med moderat til markert lukt av hydrogen sulfid, men var uten H₂S-lukt i indre og ytre områder. Organisk innhold var generelt høyt. Det ble påvist bunnfauna på alle lokaliteter, men ved OTRAS munning var faunaen svært artsfattig.

Hanneviksbukta

NIVA utførte overvåkingsprogram i det bedriftsnære sjøområdet til Glencore Nikkelverk AS i Kristiansandsfjorden i 2010, 2011 og 2012 (Håvardstun m. fl. 2011, Næs m. fl. 2012 og 2013). Vannmasser og blåskjell ble analysert for As og det ble gjennomført en omfattende sedimentundersøkelse i Hanneviksbukta i juni 2012. Tildekkingen av sedimentene i Hanneviksbukta med rent, sandig materiale førte til en betydelig reduksjon i konsentrasjoner i overflatesedimentene, men sedimentene var i 2012 betydelig rekontaminert. Rekontamineringen skyldes trolig dels sedimentasjon av forurensede partikler, oppvirket i sin tid fra kaiområdet, dels også på grunn av dagens tilførsler i form av aktive utslipp og transport og sedimentasjon av forurensede partikler fra det utledede området utenfor Hanneviksbukta.

To kommunale overløpsledninger går ut i Hannevika (Kroglund og Håvardstun 2011). Overløp i Hannevika (og ellers til fjorden) kan være en kilde til forurensing.

Fiskåbukta

Elkem Carbon AS og Elkem Solar AS gjennomførte i 2013 (Næs m. fl. 2014) en oppdatert risikovurdering av sedimenter i Fiskåbukta og Elkembukta (det bedriftsnære havneområdet). Her inngikk også ny prøvetaking av bløtbunnsfauna. I den rapporten konkluderes det med at beregningene viste at forurensningen i Elkembukta utgjør en risiko for skade på sedimentlevende organismer. Risikoen utgjøres til en viss grad av PAH, men i betydelig større grad TBT. Toksitetester av sedimentet viste også effekter, men det er viktig å påpeke at disse representerer en samlet påvirkning fra alle forbindelsene som måtte være i sedimentet, og kan ikke nødvendigvis knyttes til PAH direkte. Utlekkingen fra sedimentet i Elkembukta representerer en risiko for organismer som lever i vannmassene, svak for PAH, noe mer fra TBT.

Beregningene for Fiskåbukta viser at totalspredningen av metaller, PAH, PCB og TBT var større enn fra Elkembukta. Dette skyldes et større areal, mens spredning per arealenhet fjordbunn var mindre enn i Elkembukta. Sedimentene i Fiskåbukta viste også en beregnet risiko for skade på human helse på grunn av konsentrasjoner av metaller, PAH, PCB og TBT. Sedimentene i Fiskåbukta representerte en økologisk risiko for sedimentlevende dyr på grunn av metaller og TBT og på organismer i vannmassene på grunn av TBT.

De **økologiske tilstandsvurdingene** for Fiskåbukta viste at alle stasjonene, med unntak for én stasjon i overgangen til Elkembukta (stasjon EC1), ble vurdert til god tilstand (NQI1- indeksen). Indeksen vurderer påvirkning med hensyn på næringsstoffer og eutrofi og ikke miljøgifter. I henhold til vannforskriften skal imidlertid også fysisk-kjemiske støtteparametre vurderes når de biologiske kvalitetselementene er i god eller svært god tilstand. Alle miljøgifter som ikke inngår blant EUs prioriterte stoffer, vil her bli betraktet som støtteparametre. Når disse er i moderat eller dårligere tilstandsklasse, skal økologisk tilstand nedgraderes.

Det har vært en betydelig forbedring av bløtbunnsfaunaen i Fiskåbukta fra tidlig 80-tallet og frem til i dag. Det kan kanskje synes uventet fordi sedimentkonsentrasjonene ikke er vesentlig endret ennå selv om direktetilførsler er sterkt redusert. En nylig utført utredning har vist at svært mange industriforurensede fjorder med høye konsentrasjoner av miljøgifter i bunnsedimentene, ofte har bløtbunnsfauna som klassifiseres til god eller svært god økologisk tilstand (Oug m. fl. 2013). Dette fører til at kjemisk og økologisk klassifisering generelt viser store sprik. Dels skyldes nok at den kjemiske klassifiseringen er svært konservativ og skal sikre at ingen effekter på organismer skal finne sted, men samtidig er det altså grunn til å tro at den økologiske klassifiseringen først gir utslag når effektene blir forholdsvis store.

Det er rimelig å tro at bunnfaunaen i Fiskåbukta var påvirket også av andre faktorer enn miljøgiftene fra industrien. Fiskåbukta ligger sentralt i et urbanisert område med varierte aktiviteter og flere kilder til forurensning. Spesielt den indre lokaliteten (stasjon K16) er ganske nær til en stor småbåthavn i Auglandsbukta. Det kommer ut avrenningsvann i flere småvassdrag som drenerer større boligområder i områdene omkring. Trolig er dagens økologiske tilstand til bløtbunnsfaunaen omtrent så god som det kan forventes innenfor et generelt urbanisert område.

5. Konklusjon

Det har skjedd en forbedring av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden, med generelt lavere konsentrasjoner av miljøgifter sammenlignet med forrige store undersøkelse i 2006.

Det ble gjort tidstrendanalyser på 211 datasett som viste endring over tid for hver miljøgift på hver blåskjellstasjon. 18 av disse viste signifikante trender. Fire av disse viste oppadgående trender og 14 viste nedadgående trender, og dette tyder i hovedsak på uendret eller mindre forurensning av miljøgifter i blåskjell. Det ble ikke påvist sterk (klasse IV) eller meget sterk (klasse V) forurensning av noen miljøgifter i blåskjell i denne undersøkelsen i 2013.

Den dårligste miljøtilstanden basert på metallkonsentrasjoner i blåskjell ble funnet for Pb fra Odderøy hvor det var markert (klasse III) forurensning. Ellers var metallkonsentrasjonene gjennomgående lave (klasse I-II). PCB var på bakgrunnsnivå (klasse I). Det var opptil moderat (klasse II) forurensning av TBT, PAH og dioksiner, og markert (klasse III) forurensning av KPAH, B[a]P og HCB. Det ble ikke funnet påvisbare konsentrasjoner av HCBd. Det ble påvist nedadgående langtidstrender for TBT, PAH, PCB og non-ortho PCB i blåskjell fra Svensholmen. Det var også nedadgående langtidstrender for TBT, PCB og HCB i blåskjell fra Odderøy.

Statistisk endring over tid på tvers av miljøgiftene på hver blåskjellstasjon ble analysert fordi dette gir en større datamengde. Ved de aller fleste områder og miljøgifter var det en signifikant nedgang i konsentrasjonene i blåskjell de siste tre årene (2011-2013). Dette omfattet alle miljøgifter ved Marvika, Lagmannsholmen, Odderøy (unntatt Pb og As), Svensholmen (unntatt Cd, Pb og Co) og Bragdøy (unntatt As og Ca). Ved Voie/Kjosbukta var konsentrasjoner av miljøgifter stabile. Ved Svensholmen var det signifikant oppgang for tungmetaller og en antydning til nedgang for de organiske miljøgiftene gjennom sesongen fra vår (i mai) til høst (i september) de siste tre årene (2011-2013).

6. Referanser

2013/39/EU. Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy. Replaces Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council.

Ahlborg, U.G., Hakansson, H., Wærn, F., Hanberg, A. 1988. *Nordisk dioxinriskbedomning*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark, Miljørapport 1988:7.

Berge, J.A., Bjerkgeng, B., Næs, K., Oug, E., Ruus, A. 2007. Undersøkelse av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden 2006. Miljøgifter i sediment og organismer og sammensetning av bløtbnnsfauna. NIVA-rapport 5506-2007.

Beyer, J., Schaanning, M. 2012. Revidert miljørisikovurdering av metaller i utslipp av rensset avløpsvann til sjø fra Elkem Solar Kristiansand. NIVA-rapport 6440-2012.

Bjerkgeng, B., Staalstrøm, A. 2008. Vurdering av utslipp av slam fra Rossevann vannbehandlingsanlegg i Sandvikdalsfjorden ved Kristiansand. NIVA-rapport 5581-2008.

Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L. 2012. Coordinated environmental monitoring programme (CEMP). Hazardous substances in fjords and coastal waters-2011. Levels, trends and effects. Long-term monitoring of environmental quality in Norwegian coastal waters. Klima- og forurensningsdirektoratet, Statlig program for forurensningsovervåking, SPFO rapportnr. 1132/2012, TA nr. 2974/2012. NIVA-rapport 6432-2012.

Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Allan, I., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L. 2013. Contaminants in coastal waters of Norway 2012. Miljøgifter i kystområdene 2012. Norwegian Environment Agency/Miljødirektoratet. Statlig program for forurensningsovervåking, SPFO rapport nr. 1154/2013, M rapport 69/2013. NIVA. NIVA-rapport 6582-2013.

Håvardstun, J., Molvær, J., Næs, K. 2011. Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand i 2010. NIVA-rapport 6141-2011.

IARC 1987. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Supplement 7, Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42, Lyon, IARC.

Knutzen, J., Næs, K., Berglind, L., Biseth, Aa., Brevik, E.M., Følsvik, N., Schlabach, M. 1998. Overvåking av miljøgifter i sediment og organismer fra Kristiansandsfjorden 1996. Statlig prog. Forurensningsovervåk., TA-1539/1998, NIVA-rapport 3833-1998.

Kongsvik, M. K. 2012. Geokjemisk kartlegging av overflatejord i Kristiansand. Fordeling av, og mulige kjelder til: arsen, bly, kadmium, kopar, krom, kvikksølv, nikkel, sink, PAH, benzo(a)pyren, og PCB i jord. Masteroppgave ved Institutt for kjemi, NTNU, 2012.

Kringstad, A. 2010. Analyserapport. Analyse av klorerte alkylbenzener (KAB) i avløpsvann fra Xstrata Nikkelverk AS og sediment og biologisk materiale fra Kristiansandsfjorden NIVA-brev/notat j. nr. 1940/2009.

Kroglund, T. 2011. Forprosjekt. Tiltak for å hindre begroing i inntaksledningen til Xstrata Nikkelverk. NIVA-rapport 6212-2011.

Kroglund, T., Håvardstun, H. 2011. Forurensningsbudsjett for utvalgte forbindelser i Hannevika, Kristiansandsfjorden. NIVA-rapport 6114-2011.

Kroglund, T., Oug, E. 2011. Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden. Marine undersøkelser ved Odderøya og Bredalsholmen 2008-2009. NIVA-rapport 6200-2011.

Lobel P. B., Marshall H. D. 1998. A unique low molecular zinc-binding ligand in the kidney cytosol of the mussel *Mytilus edulis*, and its relationship to the inherent variability of zinc accumulation in organisms. *Mar Biol* 99:101-105.

MD 2006. ref. FOR 2006-12-15 NR 1466. Forskrift om rammer for vannforvaltningen www.vannportalen.no/Forskriften_endret_1_januar_2010_aaBuW.pdf.file.

Molvær, J., Helland, A. 2007. Hannevika. Undersøkelser vedrørende tildekkingen av forurensede sedimenter. NIVA-rapport 5328-2007.

Molvær, J., Farnen, E., Lillicrap, A. 2011. Resipientvurdering knyttet til utslipp av suspendert stoff fra Elkem Solar i Kristiansand. NIVA teknisk notat N-14/11.

National Research Council, Environmental Protection Agency. 1980. The International MUSSEL WATCH. Report of a Workshop Sponsored by the Environmental Studies board, Commission on Natural Resources and the National Research Council. National Academy of Sciences, Washington D.C. Library of Congress Catalog Card Number 80-80896. International Standard Book Number 0-309-03040-4.

Næs, K., Knutzen, J., Håvardstun, J., Kroglund T., Lie, M., Knutsen, J.A., Wiborg, M.L. 2000. Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4232.

Næs, K., Håvardstun, J. 2010. Sedimentasjon av dioksiner og metaller i Hanneviksbukta, Kristiansand, 2009. NIVA-rapport 5942-2010.

Næs, K. Håvardstun, J., Oug, E. Allan, I. 2011. Overvåking av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2010. Undersøkelse av konsentrasjoner av metaller og PAH i vann, blåskjell og sedimenter samt sammensetningen av dyrelivet på bløtbunn. NIVA-rapport 6145-2011.

Næs, K., Allan, I., Håvardstun, J. 2012. Overvåking av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2011. Undersøkelse av konsentrasjoner av metaller og PAH i vann og blåskjell. NIVA-rapport 6373-2012.

Næs, K. Håvardstun, J. 2012. Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand i 2011: Metaller og klorerte forbindelser i vann og blåskjell. NIVA-rapport 6377-2012.

Næs, K. og Håvardstun, J. 2013. Overvåking av miljøgifter i nærområdet til Xstrata Nikkelverk AS i Kristiansand i 2012; Metaller i sedimenter, vann og blåskjell. NIVA-rapport 6547-2013.

- Næs, K., Håvardstun, J., Oug, Allan, I. 2013. Overvåking av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2012. Undersøkelse av konsentrasjoner av metaller og PAH i vann, blåskjell og sedimenter samt sammensetningen av dyrelivet på bløtbunn. NIVA-rapport 2013.
- Næs, K., Håvardstun, J., Oug, E., Beyer, J., Bakke, T., Heiaas, H., Lillicrap, A., og Allan, I. 2014. Oppdatert risikovurdering av sedimenter og overvåking med vekt på PAH, av det nære sjøområdet til Elkem i Kristiansand i 2013. NIVA-rapport 6664-2014.
- Næs, K., Rygg, B. 2001. Tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden. Kartlegging av konsentrasjoner i sedimentet i 2001 samt kartfremstilling av resultater fra tidligere undersøkelser. NIVA-rapport 4371-2001.
- Oehme, M., Klungsøyr, J., Biseth, Aa., Schlabach, M. 1994. Quantitative determination of ppq-ppt levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediments from the Arctic (Barents Sea) and the North Sea. *Anal. Meth. Instr.* 1:153-163.
- Oug, E., Moy, F. 1991. Overvåking av Kristiansandsfjorden 1990. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Bredalsholmen og i Fiskåbukta. NIVA-rapport 2651.
- Oug, E., Jacobsen, T., Moy, F. 1994. Overvåking av Kristiansandsfjorden 1992-93. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Odderøya, i Vesterhavn i Korsvikfjorden. 56s. NIVA-rapport 3075-1994.
- Oug, E., Ruus, A., Håvardstun, J. 2004. Miljøtilstanden i Hanneviksbukta og Vesterhavn, Kristiansandsfjorden, før tildekking av forurensede bunnsedimenter. Bunnfauna og miljøgifter i organismer. NIVA-rapport 4915-2004.
- Oug, E., Ruus, A., Norling, K., Bakke, T. 2013. Klassifisering av miljøtilstand i industrifjorder – hvor godt samsvarer miljøgifter og bløtbunnsfauna? Miljødirektoratet rapport M-75/2013. NIVA-rapport 6594-2013.
- Oug, E., Kroglund, T. 2008. Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden. Korsvikfjorden 2008 – strandsone og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 5711-2008.
- Oug, E., Håvardstun, J. 2012. Resipientovervåking i Kristiansandsfjorden. Undersøkelser i Østerhavn ved utslipp fra Otraledningen 2011. NIVA-rapport 6428-2012.
- Ruus, A., Næs, K., Källqvist, T. Schøyen, M., Øxnevad, S., Bøyum, O. 2007. Biotilgjengelighet av miljøgifter i sedimenter fra Bredalsholmen, samt toksisitet av sedimentene for algen *Skeletonema costatum*. NIVA-rapport 5503-2007.
- Rygg, B. 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport I. Bløtbunnsfaunaundersøkelser 1983. Statlig program forurensningsovervåking 176/85. NIVA-rapport 1711.
- Schaanning, M., Molvær, J. 2010. Vurdering av pH i utslipp fra Elkem Solar AS` renseanlegg. NIVA teknisk notat 31.5.2010.
- Schlabach, M., Biseth, Aa., Gundersen, H., Oehme, M. 1993. On-line PGC/carbon clean up method for determination of PCDD/F in sediment and sewage sludge samples. *Organohalogen Compounds* 11:71-74.
- Schlabach, M., Biseth, Aa., Gundersen, H., Knutzen, J. 1995. Congener specific determination and levels of polychlorinated naphthalenes in cod liver samples from Norway. *Organohalogen Compounds* 24:489-492.

Schøyen, M., Håvardstun, J., Øxnevad, S., Allan, I., Næs, K. 2010. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010. Blåskjell, taskekrabbe og passive prøvetakere i vann. NIVA-rapport 6089-2010.

Schøyen, M., Håvardstun, J., Øxnevad, S., Allan, I. 2012. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2011. Undersøkelse av blåskjell, torsk og vann. NIVA-rapport, 6364-2012.

Schøyen, M., Borgersen, G., Øxnevad, S. 2013a. Undersøkelser av miljøgifter og bløtbunnsfauna i sedimentene i Sandvikdalsfjorden nær Kristiansandsfjorden i 2012. NIVA-rapport 6459-2012.

Schøyen, M., Håvardstun, J., Øxnevad, S., Borgersen, G., Oug, E., Høgåsen, T. 2013b. Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2012. Undersøkelse av blåskjell, torsk, taskekrabbe, sedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 6540-2013.

Skei, J., Olsgard, F., Ruus, A., Oug, E., Rygg, B. 2002. Risikovurderinger knyttet til forurensede sedimenter med fokus på Kristiansandsfjorden. SFT rapport TA 1864/2002. www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/1864/ta1864.pdf.

TA-1467/1997. Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997.

Van den Berg, M., Birnbaum, L., Bosveld, A.T.C., Brunström, B., Cook, P., Feeley, M., Giesy, J.P., Hanberg, A., Hasegawa, R., Kennedy, S.W., Kubiak, T., Larsen, J.C., van Leeuwen, F.X.R., Liem, A.K.D., Nolt, C., Peterson, R.E., Poellinger, L., Safe, S., Schrenk, D., Tillitt, D., Tysklind, M., Younes, M., Wærn, F., Zacharewski, T. 1998. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environ Hlth. Perspect.* 106:775-79.

Van den Berg, M., Birnbaum, L. S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W. Feeley, M., Fiedler, H., Hakansson, H., Hanberg, A., Haws, L. Rose, M., Safe, S., Schrenk, D., Tohyama. C., Tritscher, A., Tuomisto, J., Tysklind, M., Walker, N., Peterson, R. 2006. The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. *Toxicological Sciences* 93 (2). 223-221.

Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. www.vannportalen.no.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. www.vannportalen.no.

Vinje, J.E., 2007. Pilotprosjekt Kristiansandsfjorden. Sluttrapport for gjennomførte prosjekter. Multiconsult-rapport 311089-2007.

VKM. 2007. New WHO TEFs for dioxins and dioxin-like PCBs: Assessment of consequence of altered TEF values for dioxins and dioxin-like PCBs on current exposure in the Norwegian population. 2007.

7. Vedlegg (Rådata)

7.1 Oversikt over blåskjell

Marvika (utsatte blåskjell) i oktober

Marvika (utsatte skjell) 18.10.13														
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall
	20		30		40		50		60	1	70		80	1
	21		31		41		51		61	1	71		81	
	22		32		42		52	3	62	1	72	1	82	
	23		33		43		53	1	63	1	73		83	1
	24		34		44		54	4	64		74		84	
	25		35		45		55	2	65	1	75		85	
	26		36		46		56	1	66		76	1	86	
	27		37		47	1	57	1	67	1	77		87	
	28		38		48	1	58	1	68		78	1	88	
	29		39		49	1	59	1	69		79		89	
sum		0		0		3		14		6		3		2
totalt antall														28

Lagmannsholmen (utsatte blåskjell) i oktober

Lagmannsholmen (utsatte skjell) 18.10.13														
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall
	20		30		40		50		60		70		80	1
	21		31		41		51		61		71	1	81	
	22		32		42		52		62	2	72	1	82	
	23		33		43		53		63		73	1	83	
	24		34		44		54		64		74	3	84	
	25		35		45		55	2	65		75	1	85	1
	26		36		46		56	1	66		76		86	
	27		37		47		57	1	67		77	1	87	
	28		38		48		58		68		78	1	88	
	29		39		49		59		69	1	79		89	
sum		0		0		0		4		3		9		2
totalt antall														18

Odderøy i september

Odderøya 05.09.13														
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall
	20		30	4	40	3	50	4	60		70		80	
	21		31	3	41	2	51	1	61		71		81	
	22		32	2	42	5	52	1	62		72		82	
	23		33	2	43	1	53	2	63		73		83	
	24		34	1	44	4	54	1	64		74		84	
	25		35	2	45	3	55	1	65		75		85	
	26		36	5	46	3	56	4	66		76		86	
	27		37	3	47	4	57		67		77		87	
	28		38	3	48	2	58	1	68		78		88	
	29		39	2	49	4	59		69		79		89	
sum		0		27		31		15		0		0		
totalt antall														73

Svensholmen i mai

Svensholmen 30.05.13													
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	
20			30		40		50		60	1	70		80
21			31		41		51		61	4	71		81
22			32		42		52		62	4	72		82
23			33		43		53	1	63	3	73	2	83
24			34		44		54	1	64	4	74		84
25			35		45		55	1	65		75		85
26			36		46		56	1	66	1	76		86
27			37		47		57	1	67	5	77		87
28			38		48		58		68	1	78		88
29			39		49		59		69		79		89
sum		0		0		0		5		23		2	
totalt antall													30

Svensholmen i juli

Svensholmen 12.07.13													
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	
20			30		40		50		60	6	70	1	80
21			31		41		51	2	61	4	71		81
22			32		42		52		62	3	72		82
23			33		43		53	1	63	2	73		83
24			34		44	1	54	5	64		74		84
25			35		45		55	4	65	1	75		85
26			36		46		56	1	66	1	76		86
27			37		47		57	2	67		77		87
28			38		48	2	58	2	68		78		88
29			39		49	2	59	3	69		79		89
sum		0		0		5		20		17		1	
totalt antall													43

Svensholmen i september

Svensholmen 05.09.13													
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	
20			30		40		50		60	3	70		80
21			31		41		51		61	4	71	2	81
22			32		42		52	3	62	1	72		82
23			33		43		53	2	63		73		83
24			34		44		54	4	64		74		84
25			35		45		55	4	65	1	75		85
26			36		46	1	56	1	66	2	76		86
27			37		47		57	3	67	1	77	1	87
28			38		48		58	4	68		78		88
29			39		49	1	59	2	69		79		89
sum		0		0		2		23		12		3	
totalt antall													40

Voie/Kjosbukta i september

Voie/Kjosbukta 05.09.13													
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	
20			30		40		50	2	60		70	1	80
21			31		41		51	1	61	1	71	2	81
22			32		42		52	1	62	2	72	2	82
23			33		43		53		63	2	73	5	83
24			34		44		54		64	4	74		84
25			35		45	1	55	1	65		75		85
26			36		46		56	1	66		76		86
27			37		47		57	1	67	1	77		87
28			38		48	1	58	1	68	3	78		88
29			39		49	2	59		69		79		89
sum		0		0		4		8		14		10	
totalt antall													36

Bragdøy i september

Bragdøya 05.09.13													
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm
	20		30		40		50		60	8	70	3	80
	21		31		41		51		61	3	71	1	81
	22		32		42		52		62	5	72		82
	23		33		43		53		63	1	73		83
	24		34		44		54	1	64	1	74	1	84
	25		35		45		55		65	2	75		85
	26		36		46		56	1	66	2	76		86
	27		37		47		57		67	1	77		87
	28		38		48		58		68	1	78	1	88
	29		39		49		59	2	69	1	79		89
sum		0		0		0		4		25		6	
totalt antall													35

Flekkerøy/Kjeholmen i september

Flekkerøy 05.09.13													
Blåskjell	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm	antall	lengde i mm
	20		30	5	40	1	50	4	60	1	70		80
	21		31	2	41	2	51	1	61		71		81
	22	1	32		42	3	52		62		72		82
	23		33	3	43	2	53		63		73		83
	24	2	34	3	44		54	1	64		74		84
	25	3	35	4	45	1	55	2	65		75		85
	26	2	36	5	46	1	56	1	66		76		86
	27	2	37	2	47		57	1	67		77		87
	28	5	38	1	48	2	58	1	68		78		88
	29	2	39	2	49	2	59		69		79		89
sum		17		27		14		11		1		0	
totalt antall													70

7.2 Metaller og PAH i blåskjell (våtvektsbasis)

Side nr.99/137

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

Gaustadalléen 21
 0349 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

**ANALYSE
 RAPPORT**

Navn **Overvåkning Kristiansand**
 Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2013-3003 v01 O.nr. O 10265	04.07.2014

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Marvika okt 2013 156g		2013.11.26	2013.12.20-2014.04.22
2	Lagmannsholmen okt2013 156g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
3	Odderøy sept 2013 128g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
4	Svensholmen mai 2013 192g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
5	Svensholmen juli 2013 170g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
6	Svensholmen sept 2013 154g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
7	Voie/Kjosbukta sept2013 211g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
	Tørrstoff	%	16	15	15	13	12	13	15
	B 3								
	Fett	% pr. v.v.	1,9	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,4
	H 3-4								
	Sølv	µg/g v.v.	<0,005	0,005	<0,005	0,006	0,005	<0,005	<0,005
	E 8-3								
	Arsen	µg/g v.v.	1,73	1,29	1,62	2,00	2,05	2,03	1,71
	E 8-3								
	Kalsium	µg/g v.v.	408	358	486	383	490	701	515
	E 8-3								
	Kadmium	µg/g v.v.	0,089	0,085	0,190	0,207	0,217	0,215	0,180
	E 8-3								
	Kobolt	µg/g v.v.	0,0683	0,0844	0,151	0,122	0,155	0,141	0,106
	E 8-3								
	Krom	µg/g v.v.	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	E 9-5								
	Kobber	µg/g v.v.	1,06	0,99	1,49	1,16	0,99	0,79	1,00

NIVA 6695-2014

Prøvenr Analysevariabel Metode	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
E 8-3 Kvikksølv	µg/g v.v.	0,011	0,007	0,023	0,028	0,029	0,026	0,017
E 5-1* Nikkel	µg/g v.v.	0,12	0,22	0,64	0,54	0,58	0,56	0,35
E 8-3 Bly	µg/g v.v.	0,11	0,11	2,99	0,58	0,67	0,62	0,91
E 8-3 Sink	µg/g v.v.	11,5	11,6	19,8	14,6	16,5	14,5	17,1
E 8-3 Naftalen	µg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
v.v. H 2-4 Acenaftalen	µg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
v.v. H 2-4 Acenaften	µg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	0,68	<0,5	<0,5	<0,5
v.v. H 2-4 Fluoren	µg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	0,81	<0,5	<0,5	<0,5
v.v. H 2-4 Fenantren	µg/kg	2,2	1,9	3,8	5,8	2,6	1,6	2,2
v.v. H 2-4 Antracen	µg/kg	<0,5	<0,5	0,65	0,55	<0,5	<0,5	<0,5
v.v. H 2-4 Fluoranten	µg/kg	2,8	2,8	11	22	6,9	5,5	8,2
v.v. H 2-4 Pyren	µg/kg	2,6	2,9	9,7	17	6,4	5,3	7,6
v.v. H 2-4 Benz(a)antracen	µg/kg	0,53	1,2	6,5	16	11	10	4,7
v.v. H 2-4 Chrysen	µg/kg	1,1	1,9	8,0	23	9,0	7,4	5,1
v.v. H 2-4 Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg	1,8	2,5	7,1	18	7,8	7,5	5,0
v.v. H 2-4 Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,56	0,76	2,2	6,0	2,4	2,5	1,6
v.v. H 2-4 Benzo(a)pyren	µg/kg	<0,5	<0,5	1,8	3,4	1,6	1,8	1,2
v.v. H 2-4 Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	<0,5	<0,5	1,8	3,0	1,4	1,8	1,0
v.v. H 2-4								

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2013-3003 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Marvika okt 2013 156g		2013.11.26	2013.12.20-2014.04.22
2	Lagmannsholmen okt2013 156g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
3	Odderøy sept 2013 128g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
4	Svensholmen mai 2013 192g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
5	Svensholmen juli 2013 170g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
6	Svensholmen sept 2013 154g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
7	Voie/Kjosbukta sept2013 211g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24

Prøvenr	1	2	3	4	5	6	7	
Analysevariabel								
Metode								
Dibenz(ac+ah)antrac. v.v. H 2-4	µg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	0,62	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(ghi)perylene v.v. H 2-4	µg/kg	0,86	1,0	3,4	3,7	2,2	2,8	2,1
Sum PAH v.v. Beregnet	µg/kg	<16,95	<19,46	<58,95	<122,06	<54,8	<49,7	<42,2
Sum PAH16 v.v. Beregnet	µg/kg	<16,95	<19,46	<58,95	<122,06	<54,8	<49,7	<42,2
Sum KPAH v.v. Beregnet	µg/kg	<6,49	<8,86	<28,9	<71,02	<34,7	<32,5	<20,1
Monobutyltinn SOP-No. 03	µg/kg	<0,3		1,4	4,0	5,1	4,2	
Dibutyltinn SOP-No. 03	µg/kg	3,0		4,2	4,3	5,0	4,0	
Tributyltinn SOP-No. 03	µg/kg	6,5		15,2	10,2	10,5	6,0	
Monophenyltinn SOP-No. 03	µg/kg	<0,3		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
Diphenyltinn SOP-No. 03	µg/kg	<0,3		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
Triphenyltinn SOP-No. 03	µg/kg	<0,3		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
HCBD i biota Intern*	µg/kg v.v			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2013-3003 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Bragdøya sept 2013 190g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
9	Flekkerøy/Kjeholm sept2013 91g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	8	9
	Tørrstoff	% B 3	11	13
	Fett	% pr.v.v. H 3-4	0,94	0,85
	Sølv	µg/g v.v. E 8-3	<0,005	0,007
	Aluminium	µg/g v.v. E 8-3	5,54	13,4
	Arsen	µg/g v.v. E 8-3	1,66	2,41
	Kalsium	µg/g v.v. E 8-3	387	613
	Kadmium	µg/g v.v. E 8-3	0,150	0,167
	Kobolt	µg/g v.v. E 8-3	0,0682	0,0901
	Krom	µg/g v.v. E 9-5	0,2	0,35
	Kobber	µg/g v.v. E 8-3	0,67	0,97
	Jern	µg/g v.v. E 8-3	39	52
	Kvikksølv 1*	µg/g v.v. E 5-	0,023	0,025
	Nikkel	µg/g v.v. E 8-3	0,24	0,51
	Bly	µg/g v.v. E 8-3	0,58	1,06
	Silisium 5*	µg/g v.v. E 9-	6,3	11,7
	Sink	µg/g v.v. E 8-3	11,1	17,5
	Naftalen	µg/kg v.v. H 2-4	<1	<1
	Acenaftylen	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
	Acenaften	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
	Fluoren	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
	Fenantren	µg/kg v.v. H 2-4	1,0	1,7
	Antracen	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
	Fluoranten	µg/kg v.v. H 2-4	1,9	2,7
	Pyren	µg/kg v.v. H 2-4	1,8	1,5
	Benz(a)antracen	µg/kg v.v. H 2-4	2,7	0,72
	Chrysen	µg/kg v.v. H 2-4	1,6	1,2
	Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg v.v. H 2-4	1,5	1,1
	Benzo(k)fluoranten	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
	Benzo(a)pyren	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
	Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg v.v. H 2-4	<0,5	<0,5

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2013-3003 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Bragdøya sept 2013 190g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24
9	Flekkerøy/Kjeholm sept2013 91g		2013.11.26	2013.12.20-2014.01.24

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	<0,5
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	v.v. H 2-4	1,0	0,68
Sum PAH	µg/kg	v.v. Beregnet	<16,5	<14,6
Sum PAH16	µg/kg	v.v. Beregnet	<16,5	<14,6
Sum KPAH	µg/kg	v.v. Beregnet	<8,8	<6,02
Monobutyltinn 03	µg/kg	SOP-No.		<0,3
Dibutyltinn 03	µg/kg	SOP-No.		1,4
Tributyltinn 03	µg/kg	SOP-No.		2,9
Monophenyltinn 03	µg/kg	SOP-No.		<0,3
Diphenyltinn 03	µg/kg	SOP-No.		<0,3
Triphenyltinn 03	µg/kg	SOP-No.		<0,3

Norsk institutt for vannforskning

Marit Villø
Tekniker

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2013-3003 v01

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

7.3 PCB i blåskjell (våttvektsbasis)



Norsk Institutt for vannforskning
Gautstadalleen 21
0349 OSLO

Att.: Signe Brenno

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:
MSc/BMo/O-113019

Kjeller,
22.01.2014

Results of PCDD/F and PCB

We are referring to the receipt of samples for analyses.

Our measuring reports O-9653 and O-9654 are enclosed.

Our methods NILU-O-1 and NILU O-2, accredited after ISO/IEC-10725, are used.

Regards,


Aasmund Fahre Vik
Research Director
Environmental Chemistry


Martin Schlabach
Senior Scientist

Enclosure: Measuring reports O-9653 and O-9654

*Delbaker i CEENS og Framseteret / Associated with CEENS and the Fram Centre
ISO-sertifisert etter / ISO certified according to NS-EN ISO 9001/ISO 14001*

NILU – Norsk institutt for luftforskning
PO Box 100
NO-2027 Kjeller, Norway
Phone: +47 63 89 80 00/Fax: +47 63 89 80 50
Besøk/visit: Instituttveien 18, 2007 Kjeller

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Framseteret / The Fram Centre
NO-9296 TROMSØ, Norway
Phone: +47 77 75 03 75/Fax: +47 77 75 03 76
Besøk/visit: Hjalmar Johansens gt. 14, 9007 Tromsø

e-mail: nilu@nilu.no
nilu-trams@nilu.no
Internet: www.nilu.no
Bank: 5502 05 12030
Foretaksvr./Enterprise no. 941705561

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the Institute.



Measuring report No. O-9654

Customer: Norsk Institutt for vannforskning
 Gaustadalleen 21
 0349 Oslo
 Att: Signe Brenno

Project No.: O-113019

Sampling:
Location: Customer
Responsibility: Customer
Comments: Customer

Sample information:

NILU sample ID	Customer's sample ID	Sample type	Sample received	Sample approved
13/3467	3003-1	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3468	3003-2	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3469	3003-3	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3470	3003-4	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3471	3003-5	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3472	3003-6	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3473	3003-7	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3474	3003-8	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014
13/3475	3003-9	Blåskjeil	20.12.2013	21.01.2014

Analyses:

Performed by: NILU - Norwegian Institute for Air Research
 P.O. Box 100
 N-2027 Kjeller

Method: NILU-O-2: ("Determination of semivolatile persistent organic compounds – pesticides and PCB's")

Comments: Information about measurement uncertainty will be provided upon request.



Accepted: Kjeller, February 21st 2014
Aasmund Fahre Vik
Aasmund Fahre Vik
Research Director, Environmental Chemistry

Enclosures: Results of nine PCB analyses: 9 pages
Measuring report and enclosures cover 11 pages in all

Measuring results represent only the samples analysed. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the measuring laboratory.

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Marvika (november)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654

NILU-Sample number: 13/3467

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-1

:

Sample type: Blåskjell

Analysed sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: ng/g

Data files: M_20_01_14

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		< 0,01	35		
HCB		0,04	53		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,03	55		
2,4',5'-TriCB	31	0,02			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,08	*		
2,2',4,4'-TetCB	47	0,04	b		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,09	55		
2,3',4,4'-TetCB	66	0,10	b		
2,4,4',5'-TetCB	74	0,04	b		
Sum-TetCB		0,28	*		
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,16			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,36	67		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,06	84	0,01	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01	84	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,23	81	0,02	0,01
2,3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01	79	0,00	0,00
Sum-PenCB		0,83	*		
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,08			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,55	81		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,45			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,85	79		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,04	100	0,02	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01	99	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,03	93	0,00	0,00
Sum-HexCB		2,01	*		
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,03			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,14	99		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,06			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,17			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01	103	0,00	0,00
Sum-HepCB		0,40	*		
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		2,24			
Sum PCB		3,63	*	0,06	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+138+153+180)

Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)

<: Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Low or than 10 times method blank.

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

*: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Lagmannsholmen (november)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3468
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-2

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound	Structure	IUPAC-no.	Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
PeCB			0,04	34		
HCb			0,14	53		
2,2',5'-TriCB		18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB		28	0,02	55		
2,4',5'-TriCB		31	0,02			
2',3,4'-TriCB		33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB		37	< 0,01			
Sum-TriCB			0,08	*		
2,2',4,4'-TetCB		47	0,03	b		
2,2',5,5'-TetCB		52	0,06	b	55	
2,3',4,4'-TetCB		66	0,07	b		
2,4,4',5'-TetCB		74	0,03	b		
Sum-TetCB			0,19	*		
2,2',4,4',5'-PenCB		99	0,11	b		
2,2',4,5,5'-PenCB		101	0,25	66		
2,3,3',4,4'-PenCB		105	0,05	77	0,01	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB		114	< 0,01	78	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB		118	0,19	76	0,02	0,01
2,3,3',4,5'-PenCB		122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB		123	< 0,01	74	0,00	0,00
Sum-PenCB			0,62	*		
2,2',3,3',4,4'-HexCB		128	0,06			
2,2',3,4,4',5'-HexCB		138	0,37	75		
2,2',3,4,5,5'-HexCB		141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB		149	0,28			
2,2',4,4',5,5'-HexCB		153	0,59	76		
2,3,3',4,4',5'-HexCB		156	0,02	92	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB		157	< 0,01	91	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB		167	0,02	85	0,00	0,00
Sum-HexCB			1,35	*		
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB		170	< 0,01			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB		180	0,05	90		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB		183	0,04			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB		187	0,11			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB		189	< 0,01	93	0,00	0,00
Sum-HepCB			0,21	*		
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB		194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB		206	< 0,01			
DecaCB		209	< 0,01			
Sum 7 PCB			1,53			
Sum PCB			2,47	*	0,05	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+138+153+180)
 Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 <: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b: Lower than 10 times method blank.
 g: Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M Van den Berg et al., 2005)
 *: Not according to NS-EN ISO / EC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Odderøy (i september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3469
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-3
 :
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound	Structure	IUPAC-no.	Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
PeCB			0,03	40		
HCb			0,14	59		
2,2',5'-TriCB		18	0,01			
2,4,4'-TriCB		28	0,03	59		
2,4',5'-TriCB		31	0,02			
2',3,4'-TriCB		33	0,01			
3,4,4'-TriCB		37	< 0,01			
Sum-TriCB			0,09 *			
2,2',4,4'-TeCB		47	0,03	b		
2,2',5,5'-TeCB		52	0,07	60		
2,3',4,4'-TeCB		66	0,07	b		
2,4,4',5'-TeCB		74	0,04	b		
Sum-TetCB			0,21 *			
2,2',4,4',5'-PenCB		99	0,10	b		
2,2',4,5,5'-PenCB		101	0,24	72		
2,3,3',4,4'-PenCB		105	0,06	95	0,01	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB		114	< 0,01	95	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB		118	0,19	90	0,02	0,01
2,3,3',4,5'-PenCB		122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB		123	< 0,01	89	0,00	0,00
Sum-PenCB			0,61 *			
2,2',3,3',4,4'-HexCB		128	0,07			
2,2',3,4,4',5'-HexCB		138	0,40	91		
2,2',3,4,5,5'-HexCB		141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB		149	0,28			
2,2',4,4',5,5'-HexCB		153	0,58	88		
2,3,3',4,4',5'-HexCB		156	0,03	105	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB		157	< 0,01	103	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB		167	0,02	105	0,00	0,00
Sum-HexCB			1,39 *			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB		170	0,02			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB		180	0,08	101		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB		183	0,05			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB		187	0,14			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB		189	< 0,01	96	0,00	0,00
Sum-HepCB			0,29 *			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB		194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB		206	< 0,01			
DecaCB		209	< 0,01	102		
Sum 7 PCB			1,59			
Sum PCB			2,62 *		0,05	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+138+153+180)

Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank.

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

*: Not according to NS-EN ISO / EC 17025

Ver. 11.07.06.0_eng

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Svensholmen (i mai)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3470
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-4

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,04	38		
HCB		0,17	58		
2,2',5'-TriCB	18	0,01	59		
2,4,4'-TriCB	28	0,03			
2,4',5'-TriCB	31	0,02			
2',3,4'-TriCB	33	0,01			
3,4,4'-TriCB	37	0,01			
Sum-TriCB		0,11 *			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,03	58		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,06			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,07			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,03			
Sum-TetCB		0,19 *			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,08	68	0,01	0,00
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,21			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,06			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,17			
2,3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		0,53 *			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,05	81	0,01	0,00
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,34			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,25			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,51			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,02			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02			
Sum-HexCB		1,21 *			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,01	95	0,00	0,00
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,07			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,04			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,12			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,25 *			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	96		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		1,39			
Sum PCB		2,32 *		0,05	0,01

Sum 7 PCB : PCB(28+52+101+118+138+153+180)
 Sum PCB : Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 < : Low er than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b : Low er than 10 times method blank.
 g : Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-or-tho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-or-tho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 2005)
 * : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Svensholmen (i juli)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3471
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-5

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound	Structure	IUPAC-no.	Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
			ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB			0,09	27		
HCb			0,76	46		
2,2',5'-TriCB		18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB		28	0,02	47		
2,4',5'-TriCB		31	0,01			
2',3,4'-TriCB		33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB		37	0,01			
Sum-TriCB			0,07			
2,2',4,4'-TetCB		47	0,02	b		
2,2',5,5'-TetCB		52	0,05	b	47	
2,3',4,4'-TetCB		66	0,06	b		
2,4,4',5'-TetCB		74	0,03	b		
Sum-TetCB			0,15			
2,2',4,4',5'-PenCB		99	0,06	b		
2,2',4,5,5'-PenCB		101	0,15	60		
2,3,3',4,4'-PenCB		105	0,04	79	0,00	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB		114	< 0,01	80	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB		118	0,12	76	0,01	0,00
2',3,3',4,5'-PenCB		122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB		123	< 0,01	75	0,00	0,00
Sum-PenCB			0,38			
2,2',3,3',4,4'-HexCB		128	0,03			
2,2',3,4,4',5'-HexCB		138	0,23	74		
2,2',3,4,5,5'-HexCB		141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB		149	0,17			
2,2',4,4',5,5'-HexCB		153	0,37	72		
2,3,3',4,4',5'-HexCB		156	0,02	92	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB		157	< 0,01	91	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB		167	0,01	87	0,00	0,00
Sum-HexCB			0,84			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB		170	< 0,01			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB		180	0,04	87		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB		183	0,03			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB		187	0,09			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB		189	< 0,01	73	0,00	0,00
Sum-HepCB			0,17			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB		194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB		206	< 0,01			
DecaCB		209	< 0,01			
Sum 7 PCB			0,97			
Sum PCB			1,63		0,04	0,01

Sum 7 PCB : PCB(28+52+101+118+138+153+180)
 Sum PCB : Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 < : Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b : Low or than 10 times method blank
 g : Recovery is not according to NILU's quality criteria
 TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 2005)
 * : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Svensholmen (i september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3472
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-6

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,03	33		
HCB		0,16	51		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,01	50		
2,4',5'-TriCB	31	< 0,01			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,04	*		
2,2',4,4'-TetCB	47	0,02	b		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,03	b	51	
2,3',4,4'-TetCB	66	0,04	b		
2,4,4',5'-TetCB	74	0,02	b		
Sum-TetCB		0,11	*		
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,06	b		
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,14	61		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,04	80	0,00	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01	81	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,12	77	0,01	0,00
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01	77	0,00	0,00
Sum-PenCB		0,37	*		
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,04			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,25	75		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,17			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,40	73		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,02	88	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01	87	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02	87	0,00	0,00
Sum-HexCB		0,91	*		
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	< 0,01			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,04	85		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,04			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,10			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01	80	0,00	0,00
Sum-HepCB		0,19	*		
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01	87		
Sum 7 PCB		1,00			
Sum PCB		1,64	*	0,04	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+153+180)

Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)

<: Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Low or than 10 times method blank.

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

*: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Voie/Kjosbukta (i september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3473
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-7

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound	Structure	IUPAC-no.	Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
PeCB			0,05	33		
HCB			0,22	53		
2,2',5'-TriCB		18	0,01			
2,4,4'-TriCB		28	0,05	54		
2,4',5'-TriCB		31	0,03			
2',3,4'-TriCB		33	0,02			
3,4,4'-TriCB		37	0,02			
Sum-TriCB			0,15 *			
2,2',4,4'-TetCB		47	0,09			
2,2',5,5'-TetCB		52	0,14	55		
2,3',4,4'-TetCB		66	0,27			
2,4,4',5'-TetCB		74	0,12			
Sum-TetCB			0,62 *			
2,2',4,4',5'-PenCB		99	0,22			
2,2',4,5,5'-PenCB		101	0,33	68		
2,3,3',4,4'-PenCB		105	0,13	86	0,01	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB		114	0,01	87	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB		118	0,37	83	0,04	0,01
2,3,3',4,5'-PenCB		122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB		123	< 0,01	81	0,00	0,00
Sum-PenCB			1,08 *			
2,2',3,3',4,4',5'-HexCB		128	0,07			
2,2',3,4,4',5'-HexCB		138	0,48	83		
2,2',3,4,5,5'-HexCB		141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB		149	0,34			
2,2',4,4',5,5'-HexCB		153	0,78	79		
2,3,3',4,4',5'-HexCB		156	0,03	102	0,02	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB		157	< 0,01	102	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB		167	0,03	97	0,00	0,00
Sum-HexCB			1,75 *			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB		170	0,02			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB		180	0,09	98		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB		183	0,06			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB		187	0,18			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB		189	< 0,01	99	0,00	0,00
Sum-HepCB			0,35 *			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB		194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB		206	< 0,01			
DecaCB		209	< 0,01			
Sum 7 PCB			2,24			
Sum PCB			3,98 *		0,08	0,02

Sum 7 PCB : PCB(28+52+101+118+138+153+180)
 Sum PCB : Sum of observed PCB (mono- and di-CB) are not included
 < : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b : Lower than 10 times method blank
 g : Recovery is not according to NILUs quality criteria
 TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 2005)
 * : Not according to NS-EN ISO / EC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Bragdøy (i september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3474
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-8

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound	Structure	IUPAC-no.	Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
			ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB			0,01	36		
HCb			0,05	56		
2,2',5'-TriCB		18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB		28	0,01	58		
2,4',5'-TriCB		31	< 0,01			
2',3,4'-TriCB		33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB		37	< 0,01			
Sum-TriCB			0,04 *			
2,2',4,4'-TetCB		47	0,02	b		
2,2',5,5'-TetCB		52	0,05	59		
2,3',4,4'-TetCB		66	0,07	b		
2,4,4',5'-TetCB		74	0,03	b		
Sum-TetCB			0,18 *			
2,2',4,4',5'-PenCB		99	0,08	b		
2,2',4,5,5'-PenCB		101	0,16	69		
2,3,3',4,4'-PenCB		105	0,05	84	0,01	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB		114	< 0,01	86	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB		118	0,14	82	0,01	0,00
2,3,3',4,5'-PenCB		122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB		123	< 0,01	81	0,00	0,00
Sum-PenCB			0,44 *			
2,2',3,3',4,4'-HexCB		128	0,03			
2,2',3,4,4',5'-HexCB		138	0,22	82		
2,2',3,4,5,5'-HexCB		141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB		149	0,14			
2,2',4,4',5,5'-HexCB		153	0,33	78		
2,3,3',4,4',5'-HexCB		156	0,02	97	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB		157	< 0,01	97	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB		167	0,01	94	0,00	0,00
Sum-HexCB			0,76 *			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB		170	< 0,01			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB		180	0,03	96		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB		183	0,03			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB		187	0,07			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB		189	< 0,01	103	0,00	0,00
Sum-HepCB			0,14 *			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB		194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB		206	< 0,01			
DecaCB		209	< 0,01			
Sum 7 PCB			0,94			
Sum PCB			1,58 *		0,04	0,01

Sum 7 PCB: PCB(28+52+101+118+138+153+180)
 Sum PCB: Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 <: Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b: Low or than 10 times method blank.
 g: Recovery is not according to NILUs quality criteria
 TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-orho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-orho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 2005)
 *: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCB i blåskjell (våtvекtsbasis) ved Flekkerøy/Kjeholmen (i september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9654
 NILU-Sample number: 13/3475
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: 3003-9

Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 5,00 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_20_01_14

Compound	Structure	IUPAC-no.	Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
PeCB			< 0,01	39		
HCb			0,02	59		
2,2',5'-TriCB		18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB		28	< 0,01	58		
2,4',5'-TriCB		31	< 0,01			
2',3,4'-TriCB		33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB		37	< 0,01			
Sum-TriCB			0,02	*		
2,2',4,4'-TetCB		47	< 0,01			
2,2',5,5'-TetCB		52	0,01	b	58	
2,3',4,4'-TetCB		66	0,02	b		
2,4,4',5'-TetCB		74	< 0,01			
Sum-TetCB			0,05	*		
2,2',4,4',5'-PenCB		99	0,02	b		
2,2',4,5,5'-PenCB		101	0,04	b		
2,3,3',4,4'-PenCB		105	0,01		0,00	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB		114	< 0,01		0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB		118	0,04	b	0,00	0,00
2,3,3',4,5'-PenCB		122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB		123	< 0,01		0,00	0,00
Sum-PenCB			0,12	*		
2,2',3,3',4,4'-HexCB		128	0,01			
2,2',3,4,4',5'-HexCB		138	0,09			
2,2',3,4,5,5'-HexCB		141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB		149	0,05			
2,2',4,4',5,5'-HexCB		153	0,14			
2,3,3',4,4',5'-HexCB		156	< 0,01		0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB		157	< 0,01		0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB		167	< 0,01		0,00	0,00
Sum-HexCB			0,31	*		
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB		170	< 0,01			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB		180	0,02			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB		183	0,01			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB		187	0,04			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB		189	< 0,01		0,00	0,00
Sum-HepCB			0,07	*		
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB		194	< 0,01			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB		206	< 0,01			
DecaCB		209	< 0,01			
Sum 7 PCB			0,35			
Sum PCB			0,59	*	0,02	0,00

Sum 7 PCB : PCB(28+52+101+118+138+153+180)
 Sum PCB : Sum of observed PCB (mono- and di-CB are not included)
 < : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1
 i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.
 This may be due to instrumental noise or/and chemical interference
 b : Lower than 10 times method blank
 g : Recovery is not according to NILUs quality criteria
 TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 1998)
 TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents of the mono-ortho PCB according to the WHO model
 (M. Van den Berg et al., 2005)
 * : Not according to NS-EN ISO / EC 17025

7.4 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i blåskjell (våtvektsbasis)



Norsk Institutt for vannforskning
Gautstadalleen 21
0349 OSLO

Att.: Signe Brenno

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:
MSc/BMo/O-113019

Kjeller,
22.01.2014

Results of PCDD/F and PCB

We are referring to the receipt of samples for analyses.

Our measuring reports O-9653 and O-9654 are enclosed.

Our methods NILU-O-1 and NILU O-2, accredited after ISO/IEC-10725, are used.

Regards,


Aasmund Fahre Vik
Research Director
Environmental Chemistry


Martin Schlabach
Senior Scientist

Enclosure: Measuring reports O-9653 and O-9654

Delbaker i CEENS og Framsentret / Associated with CEENS and the Fram Centre
ISO-sertifisert etter / ISO certified according to NS-EN ISO 9001/ISO 14001

NILU – Norsk institutt for luftforskning
PO Box 100
NO-2027 Kjeller, Norway
Phone: +47 63 89 80 00/Fax: +47 63 89 80 50
Besøk/visit: Instituttveien 18, 2007 Kjeller

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Framsentret / The Fram Centre
NO-9296 Tromsø, Norway
Phone: +47 77 75 03 75/Fax: +47 77 75 03 76
Besøk/visit: Hjalmar Johansens gt. 14, 9007 Tromsø

e-mail: nilu@nilu.no
nilu-trams@nilu.no
Internet: www.nilu.no
Bank: 5502 05 12030
Foretaksknr./Enterprise no. 941705561

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the Institute.

Measuring report No. O-9653

Customer: Norsk Institutt for vannforskning
Gautstadalleen 21
0349 Oslo
Att: Signe Brenno

Project No.: O-113019

Sampling:

Method: Customer

Location:

Responsibility: Customer

Comments:

Sample information:

NILU sample ID	Customer's sample ID	Sample type	Sample received	Sample approved
13/3467	3003-1	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3468	3003-2	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3469	3003-3	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3470	3003-4	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3471	3003-5	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3472	3003-6	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3473	3003-7	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3474	3003-8	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014
13/3475	3003-9	Blåskjell	20.12.2013	21.01.2014

Analyses:

Performed by: NILU - Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100
N-2027 KJELLER

Method: NILU-O-1: ("Determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans")

Comments: Information about measurement uncertainty will be provided upon request.

Accepted: Kjeller, January 21st 2014


Aasmund Fahre Vik
Research Director, Environmental Chemistry



Enclosures: Results of four PCDD/PCDF and nonortho-PCB analyses-9 pages
Measuring report and enclosures cover 11 pages in all

Measuring results represent only the samples analysed. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the measuring laboratory.

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Marvika (november)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3467

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-1

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD319

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	0,01		84	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD	0,02		93	0,01	0,02	0,02
123478-HxCDD	0,01		96	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03		94	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01			0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,16		94	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,42		96	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,03	0,04	0,04
Furanes						
2378-TCDF	0,40		97	0,04	0,04	0,04
12378/12348-PeCDF	0,04			0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,09		97	0,04	0,04	0,03
123478/123479-HxCDF	0,03		98	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,02		95	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<			0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,03		94	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF	0,08		93	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,01			0,00	0,00	0,00
OCDF	0,10		97	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,09	0,09	0,08
SUM PCDD/PCDF				0,12	0,14	0,12
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)	8,91		92		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,36				0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	1,32		96		0,13	0,13
33'44'5'5'-HxCB (PCB-169)	0,22		99		0,00	0,01
SUM TE-PCB					0,14	0,14

IE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Low or than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

*: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Lagmannsholmen (november)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/6468

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-2

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD139

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	90	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,03	90	0,01	0,03	0,03
123478-HxCDD	0,01	90	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	90	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,14	86	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,34	93	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,04	0,05	0,05
Furanes					
2378-TCDF	0,97	96	0,10	0,10	0,10
12378/12348-PeCDF	0,11	*	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,17	97	0,09	0,09	0,05
123478/123479-HxCDF	0,05	92	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,05	87	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,06	85	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,12	89	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,15	95	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,20	0,21	0,17
SUM PCDD/PCDF			0,24	0,26	0,22
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	8,50	90		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	1,25			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	2,28	96		0,23	0,23
33'44'5'5'-HxCB (PCB-189)	0,42	98		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,23	0,24

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1996)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våttvektsbasis) ved Odderøy (i september)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3469

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-3

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 34,8 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD319

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,01	87	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD	0,04	100	0,02	0,04	0,04
123478-HxCDD	0,01	103	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	102	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,20	95	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,57	101	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,04	0,06	0,06
Furanes					
2378-TCDF	0,74	105	0,07	0,07	0,07
12378/12348-PeCDF	0,10	x	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,20	103	0,10	0,10	0,06
123478/123479-HxCDF	0,06	106	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,06	102	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,02	x	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,09	92	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,23	102	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	x	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,19	105	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,20	0,20	0,16
SUM PCDD/PCDF			0,24	0,26	0,22
nonortho - PCB					
3344'-TeCB (PCB-77)	9,30	101		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	1,16			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,01	102		0,30	0,30
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,51	106		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,31	0,32

It(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

*: Sampling standard NS-EN 1948

*: Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Svensholmen (i mai)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3470

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-4

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD319

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	79	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,05	84	0,02	0,05	0,05
123478-HxCDD	0,02	82	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05	81	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,03		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,25	72	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,51	83	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,06	0,09	0,09
Furanes					
2378-TCDF	0,82	92	0,08	0,08	0,08
12378/12348-PeCDF	0,10		0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,19	86	0,09	0,09	0,06
123478/123479-HxCDF	0,04	89	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,05	83	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,01		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,06	73	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,11	75	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,01		0,00	0,00	0,00
OCDF	0,11	84	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,20	0,20	0,16
SUM PCDD/PCDF			0,26	0,28	0,24
nonortho - PCB					
3344'-TeCB (PCB-77)	8,88	85		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	1,18			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	2,49	84		0,25	0,25
33'44'5'5'-HxCB (PCB-169)	0,40	86		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,25	0,26

It(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i) : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b) : Low or than 10 times method blank

g) : Recovery is not according to NILU's quality criteria

* : Sampling standard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Svensholmen (i juli)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3471

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-5

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD139

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,01	92	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD	0,02	98	0,01	0,02	0,02
123478-HxCDD	<	97	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,02	95	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,11	86	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,30	92	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,03	0,04	0,04
Furanes					
2378-TCDF	0,52	108	0,05	0,05	0,05
12378/12348-PeCDF	0,06		0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,10	101	0,05	0,05	0,03
123478/123479-HxCDF	0,02	104	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,02	98	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,03	85	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF	0,07	81	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,01		0,00	0,00	0,00
OCDF	0,06	97	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,11	0,12	0,09
SUM PCDD/PCDF			0,14	0,15	0,13
nonortho - PCB					
3344'-TeCB (PCB-77)	6,41	103		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	1,03			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	1,78	94		0,18	0,18
33'44'5'5'-HxCB (PCB-189)	0,26	75		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,18	0,19

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

*: Not according to NS-EN ISO / EC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Svensholmen (i september)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3472

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-6

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD320

Compound	Concentration	Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	63	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,04	71	0,02	0,04	0,04
123478-HxCDD	0,01	72	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	68	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,13	65	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,26	67	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,04	0,06	0,06
Furanes					
2378-TCDF	0,76	76	0,08	0,08	0,08
12378/12348-PeCDF	0,13	*	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,19	72	0,09	0,09	0,06
123478/123479-HxCDF	0,05	72	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,04	70	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,05	64	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,12	64	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,13	69	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,19	0,19	0,15
SUM PCDD/PCDF			0,23	0,26	0,22
nonortho - PCB					
3344'-TeCB (PCB-77)	5,97	68		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,86			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	2,34	70		0,23	0,23
33'44'5'5'-HxCB (PCB-169)	0,44	73		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,24	0,25

It(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i) : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b) : Lower than 10 times method blank

g) : Recovery is not according to NILU's quality criteria

* : Sampling standard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Voie/Kjosbukta (i september)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3473

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-7

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD320

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	71	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,03	80	0,02	0,03	0,03
123478-HxCDD	0,01	79	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	81	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,16	76	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,39	80	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,05	0,06	0,06
Furanes					
2378-TCDF	1,11	85	0,11	0,11	0,11
12378/12348-PeCDF	0,11	x	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,18	81	0,09	0,09	0,05
123478/123479-HxCDF	0,06	85	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,05	80	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,02	x	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,06	73	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,18	76	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	x	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,15	80	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,22	0,23	0,19
SUM PCDD/PCDF			0,27	0,29	0,25
nonortho - PCB					
3344'-TeCB (PCB-77)	23,0	77		0,00	0,00
3445'-TeCB (PCB-81)	1,71			0,00	0,00
33445'-PeCB (PCB-126)	3,59	77		0,36	0,36
334455'-HxCB (PCB-169)	0,49	82		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,37	0,38

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

*: Not according to NS-EN ISO / EC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våtvektsbasis) ved Bragdøy (i september)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3474

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-8

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD320

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	<	0,01	55	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD		0,02	66	0,01	0,02	0,02
123478-HxCDD	<	0,01	70	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD		0,02	69	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	<	0,01		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD		0,10	65	0,00	0,00	0,00
OCDD		0,28	66	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,03	0,04	0,04
Furans						
2378-TCDF		0,38	64	0,04	0,04	0,04
12378/12348-PeCDF		0,05	x	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF		0,08	67	0,04	0,04	0,03
123478/123479-HxCDF		0,02	70	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF		0,02	65	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<	0,01	x	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF		0,03	62	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF		0,07	67	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	<	0,01	x	0,00	0,00	0,00
OCDF		0,06	67	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,09	0,09	0,07
SUM PCDD/PCDF				0,12	0,13	0,11
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		6,74	52		0,00	0,00
3445-TeCB (PCB-81)		0,44			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)		1,31	60		0,13	0,13
33'44'55'-HxCB (PCB-169)		0,20	67		0,00	0,01
SUM TE-PCB					0,13	0,14

It(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILU's quality criteria

* : Sampling standard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i blåskjell (våttvektsbasis) ved Flekkerøy/Kjeholmen (i september)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-9653

NILU sample number: 13/3475

Customer: NIVA

Customers sample ID: 3003-9

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 25,5 g

Concentration units: pg/g

Data files: VD320

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	<	0,01	67	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD		0,02	83	0,01	0,02	0,02
123478-HxCDD		0,01	84	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD		0,03	85	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD		0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD		0,21	78	0,00	0,00	0,00
OCDD		0,42	83	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,03	0,04	0,04
Furanes						
2378-TCDF		0,16	89	0,02	0,02	0,02
12378/12348-PeCDF		0,04	x	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF		0,06	85	0,03	0,03	0,02
123478/123479-HxCDF		0,02	88	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF		0,02	82	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<	0,01	x	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF		0,03	75	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF		0,07	80	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF		0,01	x	0,00	0,00	0,00
OCDF		0,08	83	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,06	0,06	0,04
SUM PCDD/PCDF				0,09	0,10	0,09
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		2,67	78		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)		0,14			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)		0,58	80		0,06	0,06
33'44'55'-HxCB (PCB-169)		0,11	87		0,00	0,00
SUM TE-PCB					0,06	0,06

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M Van den Berg et al., 2005)

<: Low or than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Low or than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILU's quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

*: Not according to NS-EN ISO / EC 17025

7.5 Medianverdier for blåskjell

I tabellen er 2013-resultatene for Odderøy i denne undersøkelsen for Fylkesmannen i Vest-Agder slått sammen med medianverdiene til statlig program for lange tidsserier for Klima- og miljødepartementet (KLD) for 2013. Flere data gjør at tilstandsklassifiseringen kommer ulikt ut for Cu, som her havner i klasse II (moderat forurensning) i forhold til klasse I (bakgrunn) når dataene for de to prosjektene ikke er slått sammen. Også TBT, som her havner i klasse I (bakgrunnsnivå) kommer ulikt ut i forhold til klasse II (moderat forurensning) når dataene for Fylkesmannen i Vest-Agder er vurdert alene.

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
Ag	mg/kg	Marvika	t.v.		0,045	0,058	0,031	0,031	2010	2013	4	○
Ag	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		0,307	0,077	0,026	0,033	2010	2013	4	○
Ag	mg/kg	Odderøy	t.v.	0,043	0,146	0,1	0,033	0,031	2009	2013	5	○
Ag	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		0,047	0,053	0,036	0,046	2010	2013	4	○
Ag	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		0,047	0,053	0,038	0,042	2010	2013	4	○
Ag	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	0,058	0,136	0,056	0,038	0,038	2009	2013	5	○
Ag	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		0,071	0,042	0,036	0,033	2010	2013	4	○
Ag	mg/kg	Bragdøy	t.v.		0,075	0,093	0,038	0,045	2010	2013	4	○
Ag	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		0,069	0,154	0,038	0,054	2010	2013	4	○
Al	µg/kg	Bragdøy	t.v.		71,333	192,143	103,846	50,364	2010	2013	4	○
Al	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		39,538	51,615	81,538	103,077	2010	2013	4	↑
As	mg/kg	Marvika	t.v.		14,6	11,5	9,375	10,813	2010	2013	4	○
As	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		12,867	11,154	9,474	8,6	2010	2013	4	↓
As	mg/kg	Odderøy	t.v.	15,869	14,167	10	12,667	10,392	2009	2013	5	○
As	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		16,941	15,941	20,714	15,385	2010	2013	4	○
As	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		15,267	17,133	15,385	17,083	2010	2013	4	○
As	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	18,4	16,357	16,938	16,846	15,615	2009	2013	5	○
As	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		15,714	11,583	16,429	11,4	2010	2013	4	○
As	mg/kg	Bragdøy	t.v.		17,417	10,786	16,923	15,091	2010	2013	4	○
As	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		23	4,385	16,154	18,538	2010	2013	4	○
B[a]P	µg/kg	Marvika	v.v.		0,5	0,55	0,96	0,5	2010	2013	4	○
B[a]P	µg/kg	Lagmannsholmen	v.v.		2	1,7	2,2	0,5	2010	2013	4	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
B[a]P	µg/kg	Odderøy	v.v.	13	0,84	3,9	3,6	1,8	1995	2013	18	○/○
B[a]P	µg/kg	Svensholmen vår	v.v.		4,3	5,3	2,9	3,4	2010	2013	4	○
B[a]P	µg/kg	Svensholmen sommer	v.v.		2,8	6,3	2,1	1,6	2010	2013	4	○
B[a]P	µg/kg	Svensholmen høst	v.v.	3,7	2,6	5,3	3,9	1,8	1998	2013	16	○/○
B[a]P	µg/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		3,1	1,3	4	1,2	2010	2013	4	○
B[a]P	µg/kg	Bragdøy	v.v.		0,79	3,5	1,2	0,5	2010	2013	4	○
B[a]P	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,5	0,5	0,5	0,5	2010	2013	4	▪
Ca	mg/kg	Marvika	t.v.		1775	3825	2062,5	2550	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		3373,333	3846,154	2684,211	2386,667	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Odderøy	t.v.		5730,769	5613,333	3666,667	3240	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		4252,941	4000	3428,571	2946,154	2010	2013	4	↓
Ca	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		3033,333	3666,667	7769,231	4083,333	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.		4800	3800	6615,385	5392,308	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		3214,286	8083,333	5642,857	3433,333	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Bragdøy	t.v.		3758,333	2492,143	3615,385	3518,182	2010	2013	4	○
Ca	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		4461,538	2923,077	9307,692	4715,385	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Marvika	v.v.		1,78	1,75	2,19	2,25	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Lagmannsholmen	v.v.		4,24	1,74	2,3	1,53	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Odderøy	v.v.	2,03	1,25	1,78	1,55	1,727	1995	2013	19	↓/○
PCB-7	µg/kg	Svensholmen vår	v.v.		1,53	2,16	1,63	1,39	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Svensholmen sommer	v.v.		1,08	2,43	0,99	0,98	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Svensholmen høst	v.v.	3,81	1,87	1,4	1,26	0,99	1998	2013	16	↓/○
PCB-7	µg/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		1,71	2,11	2,48	2,24	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Bragdøy	v.v.		1,6	1,78	1,23	0,94	2010	2013	4	○
PCB-7	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,94	0,51	0,39	0,35	2010	2013	4	○
Cd	mg/kg	Marvika	t.v.		0,55	1,158	0,456	0,556	2010	2013	4	○
Cd	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		1,067	1,231	0,384	0,567	2010	2013	4	○
Cd	mg/kg	Odderøy	t.v.	1,851	1,692	1,493	1,407	1,65	2009	2013	5	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
Cd	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		1,259	1,4	1,407	1,592	2010	2013	4	↑
Cd	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		0,933	1,04	1,108	1,808	2010	2013	4	○
Cd	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	1,219	1,12	1,488	1,308	1,654	2009	2013	5	○
Cd	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		1,371	1,092	1,486	1,2	2010	2013	4	○
Cd	mg/kg	Bragdøy	t.v.		1,208	1,6	1,031	1,364	2010	2013	4	○
Cd	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		1,369	1,077	1,085	1,285	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Marvika	t.v.		0,418	0,81	0,21	0,427	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		1,62	1,054	0,41	0,563	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Odderøy	t.v.	1,496	1,477	1,293	1,013	0,923	2009	2013	5	↓
Co	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		0,929	0,871	1,064	0,938	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		0,733	0,94	0,931	1,292	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	1,007	1,207	0,925	1,192	1,085	2009	2013	5	○
Co	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		1,336	0,804	1,314	0,707	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Bragdøy	t.v.		0,925	1,439	0,729	0,62	2010	2013	4	○
Co	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		0,908	0,55	0,8	0,693	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Marvika	t.v.		0,5	1,667	0,438	0,625	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		1,333	7,692	0,421	0,667	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Odderøy	t.v.	3,019	2,833	3,071	1,2	1,763	2009	2013	5	○
Cr	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		1,176	2,118	1,214	1,538	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		0,667	3,733	1,769	1,667	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	2,062	2,5	2,25	1,846	1,538	2009	2013	5	○
Cr	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		2,143	2,5	2,714	1,333	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Bragdøy	t.v.		2,5	3	1,462	1,818	2010	2013	4	○
Cr	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		1,538	2,692	5,692	2,692	2010	2013	4	○
Cu	mg/kg	Marvika	t.v.		8,7	7,083	9,313	6,625	2010	2013	4	○
Cu	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		12,333	10,077	7,684	6,6	2010	2013	4	↓
Cu	mg/kg	Odderøy	t.v.	10,986	9,615	16,4	14,733	11,917	2009	2013	5	○
Cu	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		9,118	9,647	10,857	8,923	2010	2013	4	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
Cu	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		8,4	12,333	8,154	8,25	2010	2013	4	○
Cu	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	12,199	10,5	10,25	10,077	6,077	2009	2013	5	○
Cu	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		11,071	6,667	9,929	6,667	2010	2013	4	○
Cu	mg/kg	Bragdøy	t.v.		8,583	14	8,077	6,091	2010	2013	4	○
Cu	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		6,923	5,846	7,308	7,462	2010	2013	4	○
Fe	mg/kg	Bragdøy	t.v.		416,667	332,857	438,462	354,545	2010	2013	4	○
Fe	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		230,769	392,308	361,538	400	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Marvika	v.v.		0,09	0,02	0,05	0,04	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Lagmannsholmen	v.v.		1,48	0,12	0,3	0,14	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Odderøy	v.v.	0,2	1	0,17	0,46	0,275	1995	2013	19	↓/○
HCB	µg/kg	Svensholmen vår	v.v.		0,67	0,71	0,66	0,17	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Svensholmen sommer	v.v.		0,36	0,55	0,19	0,76	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Svensholmen høst	v.v.	0,1	1,2	0,18	0,26	0,16	1998	2013	16	○/○
HCB	µg/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		0,2	0,11	0,23	0,22	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Bragdøy	v.v.		0,09	0,18	0,09	0,05	2010	2013	4	○
HCB	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,04	0,02	0,03	0,02	2010	2013	4	○
HCBD	µg/kg	Odderøy	v.v.				0,05	0,2	2012	2013	2	▪
HCBD	µg/kg	Svensholmen vår	v.v.				0,05	0,2	2012	2013	2	▪
HCBD	µg/kg	Svensholmen sommer	v.v.				0,05	0,2	2012	2013	2	▪
HCBD	µg/kg	Svensholmen høst	v.v.				0,05	0,2	2012	2013	2	▪
Hg	mg/kg	Marvika	t.v.		0,035	0,092	0,062	0,069	2010	2013	4	○
Hg	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		0,113	0,085	0,053	0,047	2010	2013	4	↓
Hg	mg/kg	Odderøy	t.v.	0,177	0,192	0,2	0,153	0,154	2009	2013	5	○
Hg	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		0,141	0,206	0,193	0,215	2010	2013	4	○
Hg	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		0,107	0,18	0,192	0,242	2010	2013	4	○
Hg	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	0,143	0,15	0,219	0,169	0,2	2009	2013	5	○
Hg	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		0,129	0,183	0,15	0,113	2010	2013	4	○
Hg	mg/kg	Bragdøy	t.v.		0,142	0,214	0,162	0,209	2010	2013	4	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
Hg	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		0,177	0,223	0,2	0,192	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Marvika	t.v.		0,75	1,917	0,938	0,75	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		7	8,308	1,684	1,467	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Odderøy	t.v.	5,179	4,667	6,5	4,733	4,154	2009	2013	5	○
Ni	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		3,235	3,765	4,571	4,154	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		3,8	6,133	4,846	4,833	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	6,633	5,929	4	6,462	4,308	2009	2013	5	○
Ni	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		5	3,917	4,714	2,333	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Bragdøy	t.v.		4,083	6,429	3,154	2,182	2010	2013	4	○
Ni	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		3,846	3	3,692	3,923	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Marvika	v.v.		14,58	12,66	42,38	15,95	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Lagmannsholmen	v.v.		150,26	28,5	57,9	18,46	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Odderøy	v.v.	238	46,51	105,96	111,92	57,95	1995	2013	18	○/○
ΣPAH	µg/kg	Svensholmen vår	v.v.		140,41	131,23	93,87	121,06	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Svensholmen sommer	v.v.		80,96	169,31	49,07	53,8	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Svensholmen høst	v.v.	90,26	70,56	131,23	90,12	48,7	1998	2013	16	↓/○
ΣPAH	µg/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		74,72	43,98	118,39	41,2	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Bragdøy	v.v.		48,98	99,14	37,2	15,5	2010	2013	4	○
ΣPAH	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		24,26	13,07	16,45	13,6	2010	2013	4	○
Pb	mg/kg	Marvika	t.v.		0,75	1	0,938	0,688	2010	2013	4	○
Pb	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		4	2,846	0,942	0,733	2010	2013	4	↓
Pb	mg/kg	Odderøy	t.v.	12,803	23,846	15,067	25,867	39,389	2009	2013	5	○
Pb	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		3,353	3,882	5,071	4,462	2010	2013	4	○
Pb	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		3,6	3,733	4	5,583	2010	2013	4	○
Pb	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	3,833	3,867	4,125	4,692	4,769	2009	2013	5	↑
Pb	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		5,643	5,167	6,643	6,067	2010	2013	4	○
Pb	mg/kg	Bragdøy	t.v.		4,417	16,786	5	5,273	2010	2013	4	○
Pb	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		7,846	10,769	8,154	8,154	2010	2013	4	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
ΣKPAH	µg/kg	Marvika	v.v.		3,7	5,4	10,05	4,39	2010	2013	4	○
ΣKPAH	µg/kg	Lagmannsholmen	v.v.		47,6	10,9	19,3	5,96	2010	2013	4	○
ΣKPAH	µg/kg	Odderøy	v.v.	114,6	15,27	35,76	33,82	19,9	1995	2013	18	○/○
ΣKPAH	µg/kg	Svensholmen vår	v.v.		46,26	50,66	34,22	47,02	2010	2013	4	○
ΣKPAH	µg/kg	Svensholmen sommer	v.v.		30,95	62,9	22,8	24,7	2010	2013	4	○
ΣKPAH	µg/kg	Svensholmen høst	v.v.	37,32	28,67	50,66	36,12	24,1	1998	2013	16	○/○
ΣKPAH	µg/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		29,56	14,9	37,79	14	2010	2013	4	○
ΣKPAH	µg/kg	Bragdøy	v.v.		18,78	32,34	13,2	6,2	2010	2013	4	○
ΣKPAH	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		9,1	5,45	6,25	3,82	2010	2013	4	○
Si	mg/kg	Bragdøy	t.v.		133,333	529,286	153,846	57,273	2010	2013	4	○
Si	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		61,538	95,385	115,385	90	2010	2013	4	○
TBT	µg/kg	Marvika	t.v.		10	27,5	66,875	40,625	2010	2013	4	○
TBT	µg/kg	Odderøy	t.v.	209,782	109,7	112,097	90	70,749	2003	2013	11	↓/↓
TBT	µg/kg	Svensholmen vår	t.v.		162,941	98,235	60,714	78,462	2010	2013	4	○
TBT	µg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		96,667	68	100	87,5	2010	2013	4	○
TBT	µg/kg	Svensholmen høst	t.v.	206,587	85,4	63,776	63,846	46,154	2002	2013	11	↓/↓
TBT	µg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		28,462	28,462	14,615	22,308	2010	2013	4	○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Marvika	v.v.		0,104	0,142	0,141	0,122	2010	2013	4	○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Lagmannsholmen	v.v.		3,573	0,374	0,319	0,244	2010	2013	4	○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Odderøy	v.v.	0,637	0,991	0,263	0,401	0,239	1995	2013	14	○/○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Svensholmen vår	v.v.		0,344	0,217	0,358	0,253	2010	2013	4	○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Svensholmen sommer	v.v.		0,223	0,866	0,236	0,137	2010	2013	4	○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Svensholmen høst	v.v.	0,483	0,552	0,217	0,426	0,237	2002	2013	12	○/○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		0,311	0,214	0,299	0,266	2010	2013	4	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
furaner												
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Bragdøy	v.v.		0,324	0,452	0,176	0,113	2010	2013	4	○
TE dioksiner/ furaner	ng/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,235	0,117	0,135	0,084	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Marvika	v.v.		0,127	0,104	0,172	0,14	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Lagmannsholmen	v.v.		2,627	0,209	0,308	0,242	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Odderøy	v.v.	0,267	0,589	0,326	0,344	0,318	1995	2013	13	○/○
Non-ortho PCB	ng/kg	Svensholmen vår	v.v.		0,546	0,307	0,357	0,262	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Svensholmen sommer	v.v.		0,412	1,39	0,262	0,187	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Svensholmen høst	v.v.	0,383	0,51	0,307	0,381	0,248	2002	2013	11	↓/○
Non-ortho PCB	ng/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		0,44	0,381	0,417	0,377	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Bragdøy	v.v.		0,402	0,565	0,201	0,138	2010	2013	4	○
Non-ortho PCB	ng/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,274	0,077	0,065	0,062	2010	2013	4	○
TE dioksiner	ng/kg	Marvika	v.v.		0,046	0,104	0,059	0,037	2010	2013	4	○
TE dioksiner	ng/kg	Lagmannsholmen	v.v.		0,461	0,101	0,083	0,057	2010	2013	4	○
TE dioksiner	ng/kg	Odderøy	v.v.	0,274	0,146	0,062	0,119	0,058	1995	2013	14	↑/○
TE dioksiner	ng/kg	Svensholmen vår	v.v.		0,141	0,046	0,115	0,083	2010	2013	4	○
TE dioksiner	ng/kg	Svensholmen sommer	v.v.		0,066	0,23	0,067	0,035	2010	2013	4	○
TE dioksiner	ng/kg	Svensholmen høst	v.v.	0,141	0,101	0,046	0,106	0,067	2002	2013	12	○/○
TE dioksiner	ng/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		0,101	0,056	0,07	0,058	2010	2013	4	○
TE dioksiner	ng/kg	Bragdøy	v.v.		0,136	0,118	0,05	0,035	2010	2013	4	↓
TE dioksiner	ng/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,097	0,049	0,051	0,038	2010	2013	4	○
TE furaner	ng/kg	Marvika	v.v.		0,056	0,05	0,083	0,078	2010	2013	4	○
TE furaner	ng/kg	Lagmannsholmen	v.v.		2,407	0,235	0,213	0,171	2010	2013	4	○
TE furaner	ng/kg	Odderøy	v.v.	0,335	0,648	0,175	0,249	0,163	1995	2013	14	○/○
TE furaner	ng/kg	Svensholmen vår	v.v.		0,192	0,15	0,227	0,159	2010	2013	4	○
TE furaner	ng/kg	Svensholmen sommer	v.v.		0,141	0,585	0,155	0,093	2010	2013	4	○

Parameter	Enhet	Stasjon	Basis	2009	2010	2011	2012	2013	Første år	Siste år	Antall år	Trend
TE furaner	ng/kg	Svensholmen høst	v.v.	0,29	0,368	0,15	0,284	0,154	2002	2013	12	○/○
TE furaner	ng/kg	Voie/Kjosbukta	v.v.		0,196	0,142	0,209	0,189	2010	2013	4	○
TE furaner	ng/kg	Bragdøy	v.v.		0,182	0,295	0,115	0,072	2010	2013	4	○
TE furaner	ng/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	v.v.		0,128	0,064	0,077	0,044	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Marvika	t.v.		89	151,667	73,75	71,875	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Lagmannsholmen	t.v.		130,667	143,846	68,947	77,333	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Odderøy	t.v.	151,772	157,5	150	170	164,982	2009	2013	5	○
Zn	mg/kg	Svensholmen vår	t.v.		115,882	112,353	122,857	112,308	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Svensholmen sommer	t.v.		102,667	118,667	96,154	137,5	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Svensholmen høst	t.v.	102,404	118,667	119,375	108,462	111,538	2009	2013	5	○
Zn	mg/kg	Voie/Kjosbukta	t.v.		131,429	106,667	145,714	114	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Bragdøy	t.v.		115	152,143	107,692	100,909	2010	2013	4	○
Zn	mg/kg	Flekkerøy/Kjeholmen	t.v.		130,769	106,154	131,538	134,615	2010	2013	4	○

Alle blåskjellene er innsamlet på høsten unntatt ved Svensholmen hvor det i tillegg var innsamling i mai og juli. Symbolene for organiske miljøgifter ved Odderøy og Svensholmen (i september) viser trend for hele perioden (langtidstrend)/trend for de siste 10 årene (korttidstrend).

Tabellforklaringer (se Green m. fl. 2013):

↑ betyr at signifikant oppadgående trend ble påvist

↓ betyr at signifikant nedadgående trend ble påvist

○ betyr at det ikke ble påvist noen signifikant trend

▪ betyr at det ikke kan utregnes noen trend

Farger i tabellen tilsvarende Miljødirektoratets tilstandsklasser (Tabell 5)

Tørrvekt (t.v.)

Våtvekt (v.v.)

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no