

Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010. Undersøkelse av blåskjell, taskekrabber og passive prøvetakere i vann



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010. Undersøkelse av blåskjell, taskekrabber og passive prøvetakere i vann.	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	6089-2010	21.12.2010
Forfattere Merete Schøyen Jarle Håvardstun Sigurd Øxnevad Ian Allan Kristoffer Næs	Prosjektnr.	Sider
	O-10265	167
Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Geografisk område	Distribusjon
	Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder	Oppdragsreferanse Solvår Reiten
---	------------------------------------

Sammendrag

Overvåkingen for Kristiansandsfjorden i 2010 omfatter undersøkelser av miljøgifter i blåskjell, taskekrabber og passive prøvetakere i vann. Blåskjell var relativt lite forurenset av metaller. Samtlige blåskjell var lite forurenset av PCB, og ved Odderøy var det signifikante nedadgående langtidstrender for PCB og HCB. Blåskjellene var markert forurenset av dioksiner ved Lagmannsholmen og Odderøy. Blåskjellene var moderat forurenset av PAH ved Svensholmen, Lagmannsholmen og Voie/Kjosbukta. På alle blåskjellstasjonene var konsentrasjonene av benzo[a]pyren under Mattilsynet/EUs grenseverdier for muslinger på 10 µg/kg våtvektsbasis. Det har vært nedadgående konsentrasjoner av PAH i blåskjell de siste seks årene ved Svensholmen (moderat forurenset) og de siste tre årene ved Odderøy (lite forurenset). Det var en signifikant nedadgående trend for PAH, KPAH og benzo[a]pyren i blåskjell fra Svensholmen for perioden 2005-2010. Blåskjell var lite forurenset av TBT, med unntak av blåskjell som var innsamlet i mai ved Svensholmen og ved Odderøy som var moderat forurenset. Sammenliknet med litteraturovervåking, var konsentrasjonene godt under nivåene for krom og sink, og nær nedre grense for sølv, kadmium og bly. Nikkel og kobber overskred nivåene i Vesterhavnen. Konsentrasjoner av PCB i skallinnmat var høyest for krabber i Topdalsfjorden. Resultatene tyder på at PAH-verdiene i skallinnmat ligger i nedre grense for potensielle negative effekter. Nivået av benzo[a]pyren var under deteksjonsgrensen (0,5 µg/kg våtvektsbasis) for all skallinnmat. Verdiene for kvikksølv i klokjøtt fra krabbe var godt under EUs grenseverdi på 0,5 µg/g våtvektsbasis for hva som er tillatt omsatt som sjømat. Konsentrasjonene av metaller som ble målt i passive prøvetakere (DGT) var lave og det ble målt noen små, men tydelige forskjeller i konsentrasjoner for enkelte metaller (kobber og sink) mellom områdene. Nivåene av organiske forbindelser (PAH, PCB og dioksiner) målt i passive prøvetakere (SPMD) var lave eller svært lave.

Fire norske emneord 1. Overvåking 2. Miljøgifter 3. Blåskjell, krabber, passive prøvetakere 4. Kristiansandsfjorden	Fire engelske emneord 1. Monitoring 2. Contaminants 3. Blue mussel, crabs, passive samplers 4. Kristiansandfjord
---	--

Merete Schøyen

Merete Schøyen
Prosjektleder

Kristoffer Næs

Kristoffer Næs
Forsknings sjef

Bjørn Faafeng

Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010

Undersøkelse av blåskjell, taskekrabber og passive
prøvetakere i vann

Forord

NIVA har på oppdrag for Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder gjennomført undersøkelsen "Overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden i 2010" på grunnlag av revidert 2. gangs tilbud av 12.3.2010. Feltarbeidet for innsamling av blåskjell ble gjennomført i mai, juli og september av Jarle Håvardstun. Feltarbeidet med passive prøvetakere ble utført av Jarle Håvardstun, Kristoffer Næs og Ian Allan i september og oktober. Torsk og taskekrabber ble innsamlet i august av lokale fiskere (Ingar Kristoffersen og Kristoffer Pettersen). Opparbeidelse av blåskjell og taskekrabber ble gjort av Jarle Håvardstun, Lise Tveiten og Mette C. Lie. Analysene er utført ved NIVA, NILU (ved Martin Schlabach) og Eurofins. Rapporten er utarbeidet av Merete Schøyen, Jarle Håvardstun, Sigurd Øxnevad og Ian Allan. Jan Roger Andersen har laget alle kartene og Lise Tveiten har bistått med rapporteringen. Klif har gitt tillatelse for publisering av CEMP-data for 2010 og Tore Høgåsen har tilrettelagt disse dataene for bruk i denne rapporten. Anders Ruus har kvalitetssikret rapporten. Kontaktperson hos Fylkesmannen har vært Solvår Reiten. Merete Schøyen har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakt mot oppdragsgiver.

Alle takkes for innsatsen.

Oslo, 21. desember 2010.

Merete Schøyen

Innhold

Sammendrag	6
Summary	9
1. Innledning	12
1.1 Bakgrunn og formål	12
1.2 Tidligere undersøkelser	12
2. Materiale og metoder	14
2.1 Delundersøkelse 1. Miljøgifter i biota	14
2.1.1 Bakgrunn for undersøkelsene	14
2.1.2 Stasjonsplassering og innsamling av blåskjell	15
2.1.3 Analyser av blåskjell	19
2.1.4 Stasjonsplassering og innsamling av taskekrabbe og torsk	19
2.1.5 Analyser av krabbe	21
2.2 Delundersøkelse 3. Miljøgifter i vann	22
2.2.1 Stasjoner for passive prøvetakere	22
2.2.2 Analyser av passive prøvetakere	22
2.3 Analysemetoder	26
2.3.1 Kjemiske analysemetoder av blåskjell og taskekrabbe	26
2.3.2 Kjemiske analyser av passive prøvetakere	29
2.4 Bedømming av miljøtilstand	30
2.4.1 Klifs klassifiseringssystem	30
2.5 Vanddirektivet	31
3. Resultater	32
3.1 Blåskjell	32
3.1.1 Metaller i blåskjell	34
3.1.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	48
3.2 Taskekrabbe	70
3.2.1 Skallinnmat fra krabbe	70
3.2.2 Metaller i skallinnmat fra krabbe	72
3.2.3 Organiske miljøgifter i skallinnmat fra krabbe	77
3.2.4 Metaller i klokjøtt fra krabbe	84
3.3 Passive prøvetakere	86
3.3.1 DGT	86
3.3.2 SPMD	86
4. Diskusjon	90
4.1 Vurdering av resultatene	90
4.1.1 Blåskjell	90
4.1.2 Krabbe	91
4.1.3 Passive prøvetakere	92

5. Konklusjon	93
5.1 Videre overvåking	93
6. Referanser	94
7. Vedlegg (Rådata)	96
7.1 Analyseresultater for blåskjell	97
7.1.1 Metaller og PAH i blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)	97
7.1.2 Metaller og PAH i CEMP-blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)	103
7.1.3 PCB i blåskjell analysert på NILU (våtvektsbasis)	108
7.1.4 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i blåskjell analysert på NILU (våtvektsbasis)	117
7.1.5 TBT i blåskjell analysert hos Eurofins (våtvektsbasis)	126
7.1.6 HCBD i blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)	128
7.1.7 Trendanalyser for CEMP-blåskjell	129
7.1.8 Satellittfoto av blåskjellstasjoner	131
7.2 Analyseresultater for krabber	133
7.2.1 Oversikt over krabbenes vekt og skallbredde, og vekt av skallinnmat og klokjøtt opparbeidet på NIVA	133
7.2.2 Metaller og PAH i skallinnmat og klokjøtt fra krabber analysert på NIVA (våtvektsbasis)	134
7.2.3 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i skallinnmat fra krabber analysert på NILU (våtvektsbasis)	143
7.2.4 PCB i skallinnmat fra krabber analysert på NILU (våtvektsbasis)	152
7.3 Analyseresultater for miljøgifter i vann	161
7.3.1 Passive prøvetakere (SPMD og DGT) analysert på NIVA	161
7.3.2 Passive prøvetakere (SPMD) analysert på NILU	165

Sammendrag

Denne rapporten omhandler overvåkingen av miljøtilstanden i Kristiansandsfjorden og er utarbeidet på forespørsel av Fylkesmannen i Vest-Agder. Overvåkingsprogrammet for 2010 har omfattet undersøkelser av miljøgifter i blåskjell, krabber og passive prøvetakere i vann.

Hovedmålsetningene for arbeidet:

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

Hovedkonklusjoner fra undersøkelsen:

Blåskjell var relativt lite forurenset av metaller med unntak av blåskjell ved Odderøy som var markert (klasse III) forurenset av bly. Samtlige blåskjellstasjoner var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset av PCB-7 og ved Odderøy var det signifikante nedadgående langtidstrender for PCB-7 og HCB. Blåskjellene var opptil markert (klasse III) forurenset av dioksiner ved Lagmannsholmen og Odderøy. Det har vært nedadgående konsentrasjoner av PAH-16 i blåskjell de siste seks årene ved Svensholmen og de siste tre årene ved Odderøy. Det var signifikante nedadgående trender for PAH-16, KPAH og benzo[a]pyren i blåskjell fra Svensholmen for perioden 2005 til 2010. TBT-konsentrasjonene i blåskjell var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset, med unntak av blåskjell som var innsamlet i mai ved Svensholmen og ved Odderøy som var moderat (klasse II) forurenset.

Skallinnmat fra krabber hadde lave nivåer av dioksiner. PAH-16 verdiene ligger i nedre grense for påvirkning og konsentrasjonen av benzo[a]pyren var under deteksjonsgrensen (0,5 µg/kg våtvekstbasis) for samtlige blandprøver av skallinnmat fra krabber. **Klokkjøtt fra krabber** hadde konsentrasjoner av kvikksølv som var godt under EUs grenseverdi på 0,5 µg/g våtvekt for hva som er tillatt omsatt som sjømat.

Passive prøvetakere (DGT) viste at det var lave konsentrasjoner av metaller i vann. Det ble målt noen små, men tydelige forskjeller i konsentrasjoner for enkelte metaller (kobber og sink). Nivåene av de organiske forbindelsene (PAH-16, PCB-7 og dioksiner) målt i passive prøvetakere (SPMD) var også lave eller svært lave.

Delkonklusjoner fra undersøkelsen:

Metaller i blåskjell

Blåskjell fra Kristiansandsfjorden var relativt lite forurenset av metaller. For flere metaller (kadmium, krom, kvikksølv og sink) var konsentrasjonene på samtlige stasjoner lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset. Blåskjell ved Odderøy var markert (klasse III) forurenset av bly og dette var den høyeste tilstandsklassen som ble funnet for metallinnhold i blåskjell i denne undersøkelsen. Det var gjennomgående lavest metallverdier i utplasserte blåskjell (stedegne blåskjell fantes ikke) ved Marvika sammenliknet med alle blåskjellstasjonene.

Klorerte forbindelser i blåskjell

Samtlige blåskjell var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset av PCB-7. Ved Odderøy var det signifikante nedadgående langtidstrender for PCB-7 og HCB i forhold til gjentatte målinger fra 1995. Det var imidlertid ingen signifikante langtidstrender for disse forbindelsene ved Svensholmen basert på målinger fra 1998. Blåskjellene var opptil sterkt (klasse IV) forurenset av HCB ved Lagmannsholmen og Odderøy.

Blåskjellene var opptil markert (klasse III) forurenset av dioksiner/furaner ved Lagmannsholmen og Odderøy. Dioksin-innholdet i blåskjell har de siste tre årene avtatt ved Svensholmen, mens det har steget på Odderøy. Langtidsanalysene viser imidlertid ingen signifikant trend verken på Svensholmen eller Odderøy.

PAH-16 i blåskjell

Blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset av PAH-16 ved Svensholmen, Lagmannsholmen og Voie/ Kjosbukta. Det var avtagende konsentrasjoner av PAH-16 ved Svensholmen fra mai til september. På alle blåskjellstasjonene var konsentrasjonene av benzo[a]pyren under Mattilsynet/EUs grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt for omsetning av blåskjell.

Det har vært nedadgående konsentrasjoner av PAH-16 i blåskjell de siste seks årene ved Svensholmen og de siste tre årene ved Odderøy. Trendanalyser viser signifikante reduksjoner for benzo[a]pyren, PAH-16 og de tyngre, potensielt kreftfremkallende PAHene (KPAH) ved Svensholmen for perioden 2005 til 2010.

TBT i blåskjell

TBT-konsentrasjonene i blåskjell var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset, med unntak av blåskjell som var innsamlet i mai ved Svensholmen og ved Odderøy som var moderat (klasse II) forurenset. Det var avtagende TBT-konsentrasjoner ved Svensholmen fra mai til september hvor blåskjellene var lite/ubetydelig (klasse I) forurenset.

Metaller i skallinnmat fra krabber

Det er sparsomt med generelle data om konsentrasjoner av tungmetaller i skallinnmat fra taskekrabbe. Konsentrasjonene av krom og sink i Kristiansandsfjorden var godt under litteraturdata over forventet variasjonsbredde. Konsentrasjonene var nær nedre grense for sølv, kadmium og bly. Samtlige konsentrasjoner av nikkel var innenfor variasjonsbredden selv om det var forhøyet nikkelkonsentrasjon som overskred nivået i én av de tre blandprøvene fra Vesterhavn. Innholdet av kobber var over nivåene for alle de tre blandprøvene i Vesterhavn og i én blandprøve fra Topdalsfjorden. Innholdet av sølv, kadmium, kobolt og kobber i skallinnmaten var høyest i Vesterhavn i forhold til Marvika og Flekkerøygapet.

Metaller i klokjøtt fra krabber

For kvikksølv i klokjøtt fra krabbe har EU satt en grenseverdi på 0,5 µg/g våtvekt for hva som er tillatt for omsetning av sjømat. Verdiene i Kristiansandsfjorden var godt under denne grensen. Det er ikke fastsatt norske grenseverdier. Kvikksølvinnholdet i klokjøttet var høyest i Vesterhavn og lavest i Flekkerøygapet. Nivåene av kadmium viste stor variasjon mellom blandprøvene.

Klorerte forbindelser i skallinnmat fra krabber

Konsentrasjoner av PCB-7 i skallinnmat var høyest for krabber i Topdalsfjorden og lavest i Flekkerøygapet. Det var imidlertid stor variasjon mellom blandprøvene i Topdalsfjorden.

Det var lave nivåer av dioksiner i skallinnmat fra krabber. Med unntak av en blandprøve fra Vesterhavn som var moderat (klasse II) forurenset, var all skallinnmat ubetydelig/ lite (klasse I) forurenset av toksisitetsekvivalenter for dioksiner/ furaner. Innholdet av dioksinliknende PCB og HCB var høyest i Vesterhavn, og lavest i Flekkerøygapet. Det var imidlertid stor variasjon mellom blandprøvene i Vesterhavn og alle viste konsentrasjoner over det totale gjennomsnittet for de tre områdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Det ble funnet lavere konsentrasjoner av toksisitetsekvivalenter for dioksiner, furaner og dioksinliknende PCB sammenlignet med undersøkelsen fra 2006.

PAH-16 i skallinnmat fra krabber

I skallinnmat fra krabber var konsentrasjonene av PAH-16 og potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) nokså like innenfor de tre hovedområdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Det er også begrenset og varierende informasjon om konsentrasjoner av PAH-16 i skallinnmat av taskekrabbe og Klif har heller ikke utarbeidet tilstandsklasser. Resultatene tyder på at PAH-16 verdiene ligger i nedre grense for potensielle negative effekter. Konsentrasjonen av benzo[a]pyren var under deteksjonsgrensen (0,5 µg/kg våtvektbasis) for samtlige blandprøver av skallinnmat fra krabber.

Metaller i vannmassene

DGTer (Diffusive Gradient in Thin film devices) brukes for å måle tidsintegreerte konsentrasjoner av labile metaller i vann. Konsentrasjonene som ble målt var lave og det ble målt noen små, men tydelige forskjeller i konsentrasjoner for enkelte metaller (f.eks. kobber og sink) mellom Marvika, Kjerkebåen og Flekkerøygapet.

PAH i vannmassene

SPMDene (SemiPermeable Membran Devices) måler konsentrasjoner av fritt løste organiske forbindelser. Nivåene av alle PAH-forbindelsene som ble målt var lave eller svært lave. PAH-konsentrasjonene ved Kjerkebåen var opptil fire ganger høyere enn i Marvika og Flekkerøygapet.

Klorerte forbindelser i vannmassene

Konsentrasjonene av PCB var svært lave og bare noen kongenerer ble påvist i enkelte prøver. De fleste forbindelsene var under deteksjonsgrensene. Pentaklorobenzen og heksaklorbenzen ble påvist med den høyeste konsentrasjonen av heksaklorbenzen som ble funnet ved Kjerkebåen (10 ganger høyere konsentrasjon enn i Marvika). Bare noen få dioksin-kongenerer ble funnet og da i svært lave konsentrasjoner.

Summary

Title: Monitoring of contaminants in the Kristiansandfjord in 2010. Investigations of blue mussel, crabs and passive samplers in water.

Year: 2010.

Author: Merete Schøyen, Jarle Håvardstun, Sigurd Øxnevad, Ian Allan, Kristoffer Næs.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5824-0.

This report has been produced by NIVA on request from the County Governor in Vest-Agder. The purpose of the work was to monitor the levels of contaminants in blue mussel, crabs and passive samplers in water.

The main objectives were to:

- Provide a basis for classification and development of the environment
- Identify any spatio-temporal trends with respect to the concentration of selected pollutants
- Provide basic data in accordance with the implementation of the Water Framework Directive and proposed environmental objectives for the area
- Provide the basis for new and future assessments for consumption advices issued by the Norwegian Food Safety Authority.

The main conclusions:

Blue mussel was only slightly contaminated by metals with one exception, blue mussel from Odderøy were markedly polluted (Class III) by lead. All blue mussel was insignificantly polluted (Class I) by PCB-7. Significant downward trends were observed for PCB-7 and HCB in blue mussel from Odderøy. Blue mussel from Lagmannsholmen and Odderøy was markedly polluted (Class III) by dioxins. The concentrations of PAH-16 in blue mussel from Svensholmen have decreased during the last six years, and also for blue mussel from Odderøy there has been a decrease for the last three years. Significant downward trends were found for PAH-16, KPAHs and Benzo[a]Pyrene in blue mussel from Svensholmen since 2005. Blue mussel was mostly insignificantly polluted (Class I) by TBT. Only blue mussel collected from Svensholmen in May and from Odderøy was up to moderately polluted (Class II) by TBT.

The concentrations of dioxins found in crab tissue were low. The concentrations of PAH-16 in crab tissue were low, only slightly higher than presumed background level. It was not possible to detect Benzo[a]Pyrene in the samples of crab tissue (limit of detection = 0,5 µg/kg). The observed concentrations of mercury in crab claws tissue were low, below the 0,5 µg/kg wet weight limit for sale of sea food set by the EU.

The concentrations of metals measured with passive sampler (DGTs) were low, and only small significant differences in concentrations for copper and zinc were observed. The concentrations of PAH-16, PCBs and dioxins measured with passive samplers (SPMDs) were also low to very low.

Additional conclusions:

Metals in blue mussel

Metal concentrations in blue mussel were relatively low in the Kristiansandsfjord. Blue mussel was insignificantly (Class I) polluted by metals such as cadmium, chromium, mercury or zinc. Blue mussel at Odderøy was markedly (Class III) polluted by lead, and this was the highest class for metals in this survey. Blue mussel at Marvika had the lowest metal concentrations of all blue mussel monitoring stations.

Chlorinated compounds in blue mussel

PCB-7 contamination at all blue mussel monitoring stations was insignificant (Class I). There were significant downward trends for PCB-7 and HCB concentrations in blue mussel at Odderøy based on measurements from 1995. There were no significant trends for these compounds at Svensholmen based on measurements from 1998. Blue mussel was up to severely (Class IV) polluted by HCB at Lagmannsholmen and Odderøy. Blue mussel was up to markedly (Class III) polluted by dioxins/furans at Lagmannsholmen and Odderøy. Dioxin levels in blue mussel have decreased for the last three years at Svensholmen, while an increase could be observed for Odderøy. A long-term analysis showed no significant trend at either Svensholmen or Odderøy.

PAH-16 in blue mussel

For many years, the Kristiansandfjord has received contaminated discharges, in particular from the industry. As a result, the main environmental issue has been the effluent's content of PAHs. PAH-16 concentrations in blue mussel have been decreasing at Svensholmen for the last six years and for the last three years at Odderøy. Although the levels have been decreasing in recent years, there are no significant trends for PAH-16, carcinogenic PAHs or Benzo[a]Pyrene. These measurements started in 1998 at Svensholmen and in 1995 at Odderøy. A shorter trend analysis measured between 2005 and 2010 showed however significant downward trends for Benzo[a]Pyrene, PAH-16 and KPAHs in blue mussel at Svensholmen. Blue mussel contamination by PAH-16 was up to moderate (Class II) at Svensholmen, Lagmannsholmen and Voie/ Kjosbukta. PAH-16 concentrations decreased at Svensholmen from May to September. The concentration of Benzo[a]Pyrene was below the limit (10 µg/kg wet weight) issued by Norwegian Food Safety Authorities (Mattilsynet) and EU for mussels.

TBT in blue mussel

TBT levels in blue mussel were up to moderate at Svensholmen in May and at Odderøy. TBT concentrations decreased at Svensholmen from May to September.

Metals in crab tissue

There are few data in the literature regarding concentrations of metals in crab tissue. Compared with the expected range of metal concentrations in crab tissue, concentrations measured in crab from the Kristiansandsfjord were below these values for chromium and zinc. Concentrations were close to lower limits for silver, cadmium and lead. All measured crab tissue concentrations of nickel were within the expected range of concentrations although one of the three bulked samples at Vesterhavn exceeded that level. The copper content exceeded the levels for all of the three bulked samples from Vesterhavn and for one bulked sample from the Topdalsfjord. Concentrations of silver, cadmium, cobalt and copper in the crab tissue were highest for Vesterhavn compared with those from Marvika and Flekkerøygapet.

Metals in crab claw tissue

The EU has set a limit (0,5 µg/g wet weight) for mercury in crab claw for what is permitted for trading as seafood. Values measured in the Kristiansandsfjord were below this limit. There are no Norwegian limits for mercury level in crab claw tissue. The content of mercury was highest in Vesterhavn and lowest in Flekkerøygapet. The cadmium levels showed variations between the bulked samples.

Organochlorines in crab tissue

The PCB-7 concentrations in crab tissue were highest at the Topdalsfjord and lowest at Flekkerøygapet. The content of dioxins, dioxin-like PCB and HCB were highest in Vesterhavn and lowest in Flekkerøygapet. The level of toxicity equivalents of dioxins, furans and dioxin-like PCBs were lower than in 2006.

PAH-16 in crab tissue

The contents of PAH-16 and carcinogenic PAHs in crab tissue were reasonably similar for the three main areas; the Topdalsfjord, Vesterhavn and Flekkerøygapet. The information in the literature

regarding PAH concentrations in crab tissue is limited. The Norwegian Climate and Pollution Agency (Klif) has no classification system for this. Results indicate that PAH concentrations are low and below levels that may result in an impact. The concentration of Benzo[a]Pyrene was under limits of detection (0,5 µg/kg wet weight) for all the bulked samples of crab tissue from the Kristiansandsfjord.

Metals in overlying water masses

DGTs (Diffusive Gradient in Thin film devices) are used to measure time-averaged concentrations of labile metals species in the water. The concentrations were low and some small but significant differences in concentrations were measured for some metals (for example copper and zinc) between Marvika, Kjerkebåen and Flekkerøygapet.

PAH in overlying water masses

SPMDs (SemiPermeable Membran Devices) are passive sampling devices capable of accumulating nonionic lipophilic compounds dissolved in water. Levels of all compounds that were measured were low or very low. PAH concentrations at Kjerkebåen were higher than those measured in Marvika and Flekkerøygapet (by up to a factor of 4).

Chlorinated compounds in overlying water masses

SPMDs are also capable of accumulating organic compounds like PCBs and dioxins present in water. PCB concentrations were all very low and only a few congeners were detected in some samplers. Organochlorines were mostly below limits of detection. Pentachlorobenzene and hexachlorobenzene (HCB) were detected and as for PAHs, the highest concentration of HCB (by a factor of 10 compared to Marvika) was found for Kjerkebåen. Only certain dioxin congeners were found above very low limits of detection.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Formålet med denne undersøkelsen var å etablere et overvåkingsprogram med hensyn på miljøgifter i Kristiansandsfjorden for å kunne:

- Påvise eventuelle tidstrender mht. konsentrasjoner av utvalgte miljøgifter
- Gi grunnlag for nye og fremtidige vurderinger av kostholdsråd
- Gi grunnlag for klassifisering og utvikling av miljøtilstand i henhold til implementeringen av vanddirektivet og foreslåtte miljømål for området

Overvåkingsprogrammet bygger på et statistisk grunnlag fra dagens kunnskap om området. I overvåkingsprogrammet for 2010 inngikk følgende undersøkelser:

- Miljøgifter i biota (blåskjell og taskekrabbe)
- Miljøgifter i vann (passive prøvetakere)

Følgende områder er prøvetatt:

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

Fylkesmannen i Vest-Agder har tatt initiativ til å få utarbeidet overvåkingsprogrammet. Foranledningen til undersøkelsen er "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 og medarbeidere 2007) for å få 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 Klif 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 som 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.

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 bunnsedimenter er gitt av Næs og Rygg (2001). De senere større undersøkelsene knyttet til forurensningsstatus og kostholdsproblematikk har blitt gjennomført i 1996 (Knutzen og medarbeidere 1998) og i 2006 (Berge og medarbeidere 2007). Disse undersøkelsene har omfattet både miljøgifter i sedimenter og organismer, og senere også sammensetning av bløtbunnsfauna. I tilknytning til tiltakene for opprydning i forurensede 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 også oppsummert av Vinje (2007). NIVA-undersøkelsen i 2006 viser at tiltakene i fjorden har gitt forbedringer for enkelte forurensningskomponenter, mens det for andre har vært små forandringer. Forbedringene gjelder enkelte miljøgifter i sedimenter og organismer (dioksiner og non-ortho PCB), samt tilstanden i bløtbunnsamfunn. Fortsatt representerer dioksiner og PAH et problem for fisk og skalldyr. I Hanneviksbukta ble det etablert bunnfaunastasjoner ved tildekkingen av sedimentene (Oug og medarbeidere 2004) som har vært fulgt opp i 2005 og 2006 for å følge reetableringen av naturlig bunnfauna (Berge og medarbeidere 2007). Berge konkluderte i 2007 med at det fortsatt er behov for videre overvåking i Kristiansandsfjorden. Dette overvåkingsprogrammet skal gi et statistisk godt datagrunnlag for tidstrender av miljøgiftene i Kristiansandsfjorden.

2. Materiale og metoder

2.1 Delundersøkelse 1. Miljøgifter i biota

2.1.1 Bakgrunn for undersøkelsene

Mattilsynet har fastsatt omsetningsforbud for all fisk og skalldyr fanget i det indre området av Kristiansandsfjorden. Dette gjelder for området innenfor yttersiden av Odderøya-Dybingen-Bragdøya og Andøya. Mattilsynet har også gitt kostholdsråd som fraråder å spise fisk og skalldyr fra indre havneområde, og torskelever fra et større område avgrenset av nordsiden av Dvergøya til Flekkerøya. Kostholdsrådene ble sist vurdert i 2008. Det er i denne undersøkelsen i 2010 samlet inn blåskjell (*Mytilus edulis*), taskekrabbe (*Cancer pagurus*) og torsk (*Gadus morhua*). Miljøgiftinnholdet i disse organismene skal gi grunnlag for nye og fremtidige vurderinger av eventuelle kostholdsråd for Kristiansandsfjorden. Oversiktskart over undersøkelsesområdet er vist på kart i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet i Kristiansandsfjorden for innsamling av blåskjell, krabber og torsk, samt målinger med passive prøvetakere.

2.1.2 Stasjonsplassering og innsamling av blåskjell

Plasseringen av blåskjellstasjonene ble gjort ut fra kriterier om at de skal gi informasjon fra de tre hovedområdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet, ta hensyn til lokaliseringen av den viktigste punktkilden for PAH-tilførsler (Elkem), inkludere stasjoner fra det nasjonale overvåkingsprogrammet Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP, tidligere Joint Assessment and Monitoring Programme JAMP), samt ta hensyn til sedimentresuspensjon (oppvirvling av nye sedimenter) i Vesterhavnområdet (skipstrafikk, utbygging, osv.). Stasjoner som dekker industriområdene bedre, inngår i lokale overvåkingsprogram for Xstrata og Elkem.

Plasseringen av blåskjellstasjonene i denne undersøkelsen, stasjonene i de lokale overvåkingsprogrammene for Xstrata og Elkem, og utplasserte blåskjell er vist på kart i (Figur 2). Blåskjellstasjonen på Fiskåtangen ble bestemt flyttet til Lagmannsholmen på prosjektets oppstartsmøte med oppdragsgiver. Blåskjellstasjonen på Fiskåtangen inngår i Elkems program. Utsatte blåskjell er utplassert på NIVAs eget initiativ. Koordinater for stasjonene er gitt i Tabell 1. Satellittfoto av blåskjellstasjonene er gitt i Vedlegg 6.1.7.



Figur 2. Oversikt over blåskjellstasjoner for Fylkesmannen (Fiskåtangen er flyttet til Lagmannsholmen) hvor stasjonene for NIVAs prosjekter for Xstrata og Elkem er inkludert (Fiskåtangen inngår i Elkems program). De utsatte blåskjellene er utplassert på NIVAs eget initiativ.

Tabell 1. Blåskjellstasjoner med posisjoner (WGS84). 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.

Stasjonsnavn	Breddegrader	Lengdegrader
Marvika (utplasserte)	N 58°09.0082	Ø 08°02.102
Lagmannsholmen (stedegne)	N 58°08.373	Ø 07°59.418
Hanneviksbukta (stedegne)	N 58°08.163	Ø 07°58.149
Myrodden (stedegne)	N 58°07.892	Ø 07°58.626
Odderøya vest (CEMP st. I133) (stedegne)	N 58°07.900	Ø 08°00.10
Fiskåtangen (stedegne)	N 58°07.791	Ø 07°58.756
Fiskåtangen (utplasserte)	N 58°07.743	Ø 07°58.765
Kjerkebåen (utplasserte)	N 58°07.706	Ø 07°59.288
Lumber (stedegne)	N 58°07.457	Ø 07°58.428
Lumber (utplasserte)	N 58°07.476	Ø 07°58.496
Svensholmen (CEMP st. I132) (stedegne)	N 58°07.500	Ø 07°59.33
Timlingene (stedegne)	N 58°07.156	Ø 07°58.869
Voie/ Kjosbukta (stedegne)	N 58°06.903	Ø 07°57.783
Bragdøy øst (stedegne)	N 58°06.930	Ø 08°00.282
Flekkerøygapet (rigg)	N 58°04.798	Ø 07°58.406
Flekkerøygapet/ Kjøholmen (stedegne)	N 58°04.795	Ø 07°57.440

Innsamlingene av blåskjell foregikk ved vassing i fjæra eller ved snorkling. På noen lokaliteter fant vi ikke naturlig forekommende blåskjell og det ble her satt ut innkjøpte skjell beregnet for konsum. Skjellene ble plassert i plastbur og hengt på riggen til de passive prøvetakerne og ble eksponert i samme tidsperiode som disse (Figur 3). For denne undersøkelsen er de utplasserte blåskjellene i Marvika benyttet etter avtale med oppdragsgiver fordi det ikke fantes stedegne blåskjell i området.



Figur 3. Oversikt over blåskjellstasjoner for utplasserte blåskjell som ble montert på SPMD/DGT-riggene. Kun de utplasserte blåskjellene i Marvika ble benyttet i overvåkingsprosjektet for Fylkesmannen.

Blåskjell på alle de syv stasjonene som inngår i overvåkingsprogrammet for Fylkesmannen ble innsamlet i september 2010, bortsett fra blåskjellene på Svensholmen (CEMP st. I132) som i tillegg ble innsamlet i mai og juli samme år for å se på variasjonen mellom vår, sommer og høst (Figur 4).



Figur 4. Blåskjellstasjon Svensholmen (Foto: Jarle Håvardstun).

Det ble innsamlet minst 50 blåskjell (størrelse 3-5 cm) fra hver stasjon for å få nok materiale til analysene. Fra de to blåskjellstasjonene Svensholmen og Odderøy, som inngår i CEMP-programmet, ble det i september innsamlet 100 skjell i størrelse 3-5 cm og det var nødvendig med flere skjell for å dekke en utvidet analyseserie. Fra Svensholmen og Odderøy eksisterer det tidsserier fra henholdsvis 1998 og 1995.

Blåskjellene ble frosset ned etter innsamling og senere opparbeidet på laboratoriet i henhold til gjeldende retningslinjer (modifisert CEMP-prosedyre hvor skallengde og vekt av bløtdelene er målt, mens tarminnholdet ikke er tømt, se Green om medarbeidere 2010). Det ble laget én blandprøve av minst 50 skjell fra hver stasjon.

2.1.3 Analyser av blåskjell

Det ble analysert på miljøgiftinnhold i blåskjell fra syv stasjoner for overvåkingsprogrammet. I Marvika ble det benyttet utplasserte blåskjell fordi det ikke fantes stedegne skjell på lokaliteten. Ved forrige undersøkelse (Berge og medarbeidere 2007) ble det vist at det var liten variasjon mellom replikater fra samme lokalitet og det er derfor ikke analysert på flere replikater fra samme stasjon i denne undersøkelsen.

Alle blåskjellene ble analysert av NIVAs laboratorium for metallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn), bly (Pb), nikkel (Ni), arsen (As), krom (Cr), kobolt (Co), sølv (Ag) og kalsium (Ca). I tillegg ble blåskjellene på Bragdøya og Flekkerøy/ Kjeholmen analysert for silisium (Si), jern (Fe) og aluminium (Al). Blåskjellene ble også analysert for polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16). Ved Svensholmen (mai, juli og september) og Odderøya ble det i tillegg analysert for heksaklorbutadien (HCBd). NILUs laboratorium gjennomførte analysene av dioksin, dioksinliknende PCB (non-ortho), heksaklorbenzen (HCB) og polyklorerte bifenyl (PCB-7). Tinnorganiske forbindelser (som TBT) ble analysert hos Eurofins.

2.1.4 Stasjonsplassering og innsamling av taskekrabbe og torsk

Taskekrabbe og torsk ble fisket innenfor hvert av de tre områdene vist på kartet i Figur 5.



Figur 5. Oversikt over områder for fangst av taskekrabbe og torsk.

Både krabbe og torsk ble fisket med ruser. Det ble samlet inn 15 hannkrabber fra hvert område (henholdsvis Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet) i august. Fra Topdalsfjorden og Flekkerøygapet ble det innsamlet 5 torsk, mens det ble samlet inn 15 torsk fra Vesterhavnområdet. Krabber og torsk ble frosset ned etter innsamling og pakket slik at fisk og krabbe fra samme stasjon ble plassert i egen pakke. Torsk som ble samlet inn i løpet av august 2010, oppbevares frosset til den skal opparbeides og analyseres i 2011. Resultatene av torsk vil bli rapportert i 2011.

2.1.5 Analyser av krabbe

Kun hannkrabber ble benyttet i analysene for å kunne sammenligne med tidligere undersøkelser (Berge og medarbeidere 2007). Størrelsen på krabbene ble angitt ved å måle største skallbredde. På laboratoriet ble de frosne krabbene tint og det ble tatt ut tilnærmet like mye skallinnmat og kjøtt fra de store klørne fra hvert individ til analyse. Oversikt over krabbenes skallbredde og vekt av skallinnmat og klokjøtt er gitt i Vedlegg 6.2.1. Fra hvert område ble det laget tre blandprøver bestående av 5 individer for både skallinnmat og klokjøtt. Hver av de tre replikatene er analysert for å kunne si noe om variasjonen av miljøgiftinnhold i krabber fra samme geografiske område.

Skallinnmaten hos taskekrabbene ble analysert for metallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn), bly (Pb), nikkel (Ni), arsen (As), krom (Cr), kobolt (Co), sølv (Ag) og kalsium (Ca). Skallinnmaten ble også analysert for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16), dioksin, dioksinliknende PCB, heksaklorbenzen (HCB) og polyklorerte bifenyler (PCB-7). Klokjøttet ble analysert for kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd).

2.2 Delundersøkelse 3. Miljøgifter i vann

2.2.1 Stasjoner for passive prøvetakere

Passive prøvetakere DGTer (Diffusive Gradients in Thin films) og SPMDer (Semi Permeable Membran Devices) ble brukt for å overvåke konsentrasjonen av utvalgte miljøgifter i vannmassene i Kristiansandsfjorden. Prøvetakingsstasjonene for DGTer og SPMDer var innenfor de tre hovedområdene (Tabell 2 og Figurene 6 til 9):

- Topdalsfjorden (Marvika)
- Vesterhavn (Kjerkebåen)
- Ytre fjordområde (Flekkerøygapet)

Tabell 2. Stasjoner for passive prøvetakere med posisjoner (WGS84).

Stasjonsnavn	Breddegrader	Lengdegrader
Topdalsfjorden (Marvika)	N 58°09.078	Ø 07°02.065
Vesterhavn (Kjerkebåen)	N 58°07.707	Ø 07°59.232
Flekkerøygapet	N 58°04.794	Ø 07°58.443

Det ble satt ut henholdsvis én DGT og én SPMD ved hver prøvetakingsstasjon.

2.2.2 Analyser av passive prøvetakere

Analyse av miljøgifter i passive prøvetakere er et supplement til bruk av organismer (for eksempel blåskjell) som indikator på eksponering. DGTer ble analysert for metaller. Disse prøvetakerne fanger opp den ioniske formen av metallene samtidig som de integrerer konsentrasjoner over tid. SPMDer ble anvendt for å måle konsentrasjonen av de hydrofobe forbindelsene PAH og i vannmassene. SPMDene ble også analysert for dioksiner.



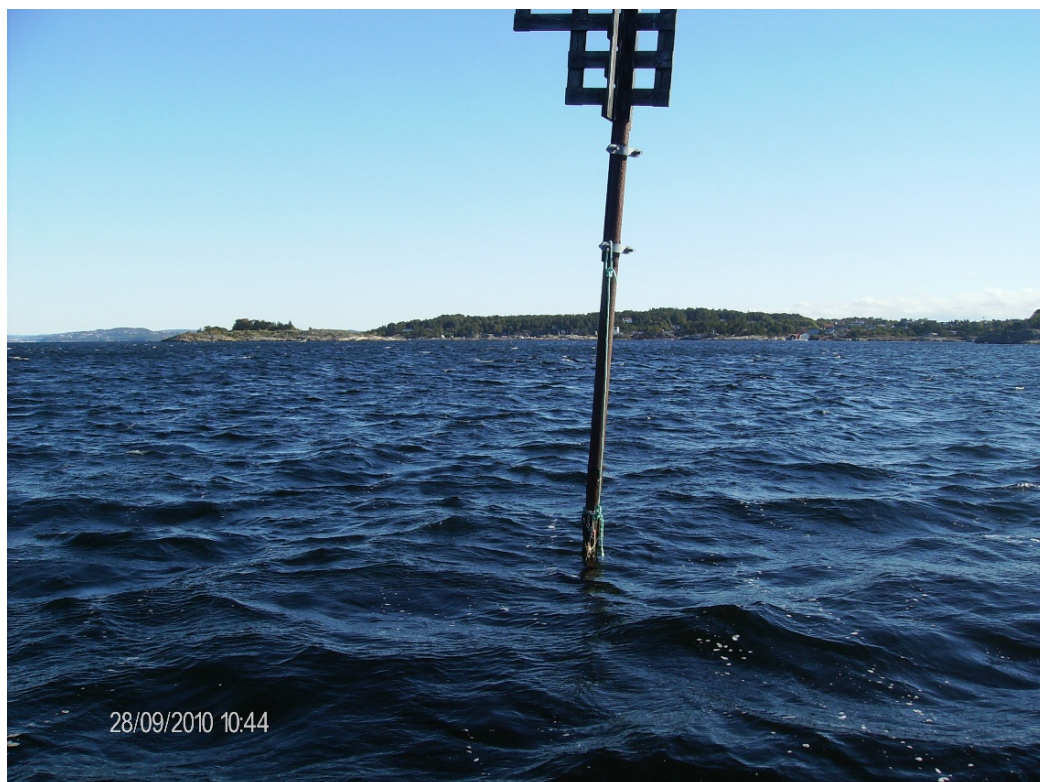
Figur 6. Oversiktskart over utplasserte passive prøvetakere SPMDer og DGTer i Kristiansandsfjorden. Tre SPMD/DGT-rigger tilhører overvåkingsprosjektet for Fylkesmannen og to SPMD/DGT-rigger tilhører Elkems program.



Figur 7. Stasjon Marvika for passive prøvetakere (Foto: Ian Allan).



Figur 8. Stasjon Kjerkebåen for passive prøvetakere (Foto: Henning Aaser).



Figur 9. Stasjon Flekkerøygapet for passive prøvetakere (Foto: Henning Aaser).

2.3 Analysemetoder

DGTene ble analysert for aluminium (Al), kadmium (Cd), kobolt (Co), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), krom (Cr), kobber (Cu), kalsium (Ca) og jern (Fe) ved NIVAs laboratorium. SPMDene ble analysert for dioksin, polyklorerte bifenyler (PCB) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) hos NILU. Det ble i tillegg analysert én blankprøve for DGT og én blankprøve for SPMD. Disse blankprøvene blir ikke satt ut i sjøen, men fanger bidraget av metaller og organiske miljøgifter som kommer fra luften ved utsetting og opptak av prøvetakerene.

2.3.1 Kjemiske analysemetoder av blåskjell og taskekrabbe

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. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med pentan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre 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 ultralydkanon. 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 indre standard. Måleusikkerheten er generelt 10-20 %, dog kan den være høyere for enkelte forbindelser.

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 som oppnås, og selve kvantifiseringen utføres med den indre standarden.

Alle analyser utført ved NIVAs laboratorium er basert på NS- eller EU/ISO standarder der disse finnes.

Oversikt over innsamling og prøvetaking av biota og kjemiske analyser (koordinering med CEMP-programmet i september for Svensholmen og Odderøy) er vist i Tabell 3 og analyseparametere med deteksjonsgrenser (våtvektsbasis) for biota er vist i Tabell 4.

Tabell 3. Oversikt over innsamling og prøvetaking av biota og kjemiske analyser (koordinering med CEMP-programmet i september for blåskjellstasjonene Svensholmen og Odderøy).

Hoved-område	Stasjon	Art	Vevstype	Analyse-parametre	Min ant. ind.	Ant. ind. per replikat	Ant. replikater til analyse
Topdalsfjorden (Marvika)	Topdalsfjorden (august)	Krabbe	klokkjøtt	Hg, Cd	15	5	3
			skall-innmat	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7	15	5	3
	Marvika (august)	Blåskjell (utplasserte)	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7, TBT	50	50	1
Vesterhav – Fiskåbukta	Vesterhavn (august)	Krabbe	klokkjøtt	Hg, Cd	15	5	3
			skall-innmat	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7	15	5	3
	Lagmannsholmen (august)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7	50	50	1
	Voie/ Kjosbukta (august)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7	50	50	1
	Bragdøy Øst (august)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca, Si, Fe, Al), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7	50	50	1
	Odderøya vest (CEMP-st I133) (august)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, PCB-7, HCB, dioksin og dioksinlignende PCB, TBT, HCBd	20	20	1
	Svensholmen (CEMP-st. I132)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, PCB-7, HCB, dioksin og dioksinlignende PCB, TBT, HCBd	20	20	1
	Svensholmen (CEMP-st I132) (mai og juli)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, PCB-7, HCB, dioksin og dioksinlignende PCB, TBT, HCBd	50*	50*	2*
Ytre fjordområde (NV Flekkerøya)	Flekkerøy-gapet (august)	Krabbe	klokkjøtt	Hg, Cd	15	5	3
			skall-innmat	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7	15	5	3
	Flekkerøy/ Kjeholmen (august)	Blåskjell	bløtdeler	Metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr, Co, Ag, Ca, Si, Fe, Al), PAH-16, dioksin og dioksinlignende PCB, HCB, PCB-7, TBT	50	50	1

*ekstra blåskjellinnsamling i mai og juli i tillegg til CEMP-innsamlingen i september.

Tabell 4. Analyseparametere med deteksjonsgrenser (våtvektsbasis) for biota.

Parameter	Forbindelse	Deteksjonsgrense
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 enkeltforb.: 1
	Dibutyltinn	
	Tributyltinn	
	Monfenyttinn	
	Difenyttinn	
PAH (µg/kg)	Naftalen	Alle enkeltforb.: 0,5
	Fenatren	
	Antracen	
	Acenaftalen	
	Acenaften	
	Fluoren	
	Pyren	
	Benz(a)antracen	
	Crycen/trifenylene	
	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-7 (µg/kg)	PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, SUM PCB	0,05
Dioksin og dioksinlignende forbindelser - fra NILU (pg/g)	Non-ortho PCB kongenere (IUPAC code PCB 77,81, 126 og 169)	0,1–1
	Mono-ortho PCB kongenere (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)	0,1–1
	2,3,7,8-TCDF	
	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	0,1
Fettinnhold (%)		0,01

2.3.2 Kjemiske analyser av passive prøvetakere

SPMDer anvendes for å måle konsentrasjonen av de hydrofobe forbindelsene PAH og PCB i vannmassene. Dioksiner ble også analysert. SPMDene ble tilsatt såkalte PRC-forbindelser (performance reference compounds=deutererte PAHer). Dette gjør oss i stand til å avgjøre om likevekt er nådd og til å beregne ”sampling rate” (ekstrahert vannvolum) som er helt nødvendig for tilbakeregning til vannkonsentrasjoner.

DGTer (Diffusive Gradient in Thin Film devices) brukes for å måle tidsintegrerte konsentrasjoner av labile metaller i vann. DGTene fanger den ioniske formen av metaller i opptakslaget (chelaterende gel). DGTene blir vanligvis eksponert i perioder fra dager til uker for å integrere konsentrasjonen over tid og ikke bare gi øyeblikksbilder. Opptakslaget på DGTene ble samlet opp og tilsatt HNO₃. Denne løsningen ble fortynnet før ICP-MS analyse for Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb og Zn. Basert på temperaturen i vannet, ble prøverater fastsatt og brukt til å beregne vannvolumet som har passert prøvetakerne.

SPMDer (SemiPermeable Membran Devices) består av tynne plastremser fylt med ca. 1 g fett som fanger opp den fritt løste fraksjonen av lipofile forbindelser i vann. SPMDene ble vasket ut ved dialyse med heksan i henhold til standardprotokoller etablert ved NIVA (gel, gjennomtrengning, kromatografi, H₂SO₄-behandling). Prøvene ble rensert og analysert med en kombinasjon av GC/MS og GC/ECD for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) og andre organiske klorforbindelser. Ekstrakter ble sendt NILU for PCDD/PCDF analyser. Før eksponering ble prøvene tilsatt referanseforbindelser (PRCs) som deuterert PAH, som brukes til å estimere mengden av vann innsamlet under eksponeringen (l/d). En kontrollprøve ble brukt til å vurdere startkonsentrasjonen av PRC og potensiell forurensing av prøvetakerne. Med kunnskap om eksponering, prøvetakingsperiode og akkumulert masse, er det mulig å beregne gjennomsnittskonsentrasjoner for forbindelsene.

2.4 Bedømming av miljøtilstand

2.4.1 Klifs klassifiseringssystem

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

Tabell 5. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og utvalgte klororganiske forbindelser i blåskjell og taskekrabbe (Molvær og medarbeidere 1997).

Arter/ vev	Parametere	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		<i>Ubetydelig – Lite forurenset</i>	<i>Moderat forurenset</i>	<i>Markert forurenset</i>	<i>Sterkt forurenset</i>	<i>Meget sterkt forurenset</i>
Blåskjell (tørrvektsbasis)	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	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Arsen (mg Ar/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 (våtvektsbasis)	PAH-16 (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)**	<4/3**	4/3-15	15-40	40-100	>100
Taske-krabbe Hepato-pancreas (våtvektsbasis)	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	<10	10-30	30-100	100-250	>250

*Tributyltinn (se Molvær og medarbeidere 1997)

**Revisjoner for klasse I konsentrasjoner etter Knutzen og Green 2001, blåskjell PCB-7 grense endret fra 4 til 3 (gjelder CEMP-trendanalyser)

I PAH-16 i rapporten inngår enkeltforbindelsene naftalen, 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.

I KPAH i rapporten 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 potesielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARCs kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig kreftfremkallende).

2.5 Vanndirektivet

Vanndirektivet ga føringer for hvilke fokuselementer som skulle inngå i overvåkingen innenfor 6-årige forvaltningssykluser. I henhold til vanndirektivet skal kjemisk status overvåkes ved måling av konsentrasjoner av stoffer som det finnes miljøstandarder for (EQS-verdier, *Environmental Quality Standards*). Slike miljøstandarder er basert på resultater fra økotoks-tester og er dividert med en sikkerhetsfaktor (10, 100 eller 1000 avhengig av hvilket stoff det gjelder). Dersom de målte konsentrasjonene overskrider disse miljøstandardene for de aktuelle stoffene, må det gjennomføres tiltak (utslippsreduksjoner, evt. fjord-interne remedieringstiltak) som sikrer at man kommer under EQS-grensene innen 2015. Den miljøgiftmessige hovedproblemstillingen i Kristiansandsfjorden er knyttet til dioksiner, PAH og metaller.

Undersøkelsen tar hensyn til EUs vanndirektiv (2000/60/EC). En liste over prioriterte stoffer som inngår i vanndirektivet er gitt i et datterdirektiv (2008/105/EC) og noen av disse stoffene inngår i undersøkelsen. Vurdering av tilstand dømmes ut i fra EQS, men disse er bare definert for vannprøver, med unntak av tre stoffer (kvikksølv (Hg), heksaklorbenzen (HCB) og heksaklorbutadien (HCBd)) i biologisk materiale. Denne undersøkelsen omfatter bruk av passive prøvetakere som gjenspeiler løste konsentrasjoner i vann. Det pågår en prosess for bruk av passive prøvetakere, overvåking og evaluering av miljøgifter i sediment og biologisk materiale under EUs *Chemical Monitoring Activity* (CMA). Det forventes at det vil komme retningslinjer om dette fra EU i de kommende år. Inntil disse retningslinjene foreligger er vurdering av tilstand for denne undersøkelsen basert på Klifs klassifiseringssystem for biologisk materiale (Molvær og medarbeidere 1997). Ekstra materiale er innsamlet og lagret dersom andre prioriterte stoffer skal undersøkes og dersom det blir behov for tilleggsanalyser når eventuelt nye EQS-verdier finner sted.

I vanndirektivet er det konsentrasjoner i vannmassene som gjelder, men det er foreløpig i stor grad opp til det enkelte land hvilke matrikser som kan brukes. Å bruke vannmasser er vanskelig for miljøgifter og i Norge velger vi derfor sedimenter og biota. I vanndirektivet er det per i dag bare EQSer for Hg, HCB og HCBd i biotaprøver og vi har derfor inkludert disse i overvåkingen.

Ekstra materiale er lagret til bruk for eventuelle senere analyser når det er foretatt et utvalg fra den prioriterte listen. Det er til sammen 33 prioriterte stoffer (hvorav 22 er definert som farlige) på listen i vannforskriftens Vedlegg VIII, hvor blant annet PAH inngår men ikke dioksiner. Det er på det nåværende tidspunkt ikke mulig å skille skarpt mellom krav i vanndirektivet og krav i den generelle miljøgiftovervåkingen bortsett fra for de tre nevnte forbindelsene i biota.

3. Resultater

3.1 Blåskjell

Resultatene for analysene av blåskjell er presentert i Tabell 6. Alle rådataene befinner seg i Vedlegg 6.1.

Tabell 6. Konsentrasjoner oppgitt i tørrvekt for metaller og våtvekt for organiske miljøgifter (dioksiner, furaner og non-ortho PCB samt toksiske ekvivalenter (TE; pg/g av sum dioksiner og sum furaner) i blåskjell. Verdiene for deteksjonsgrensene er benyttet der konsentrasjonene er under deteksjonsgrensene (maksimumsverdier). Tabellen er gitt i fargekoder i henhold til Klifs klassifiseringssystem (Tabell 5).

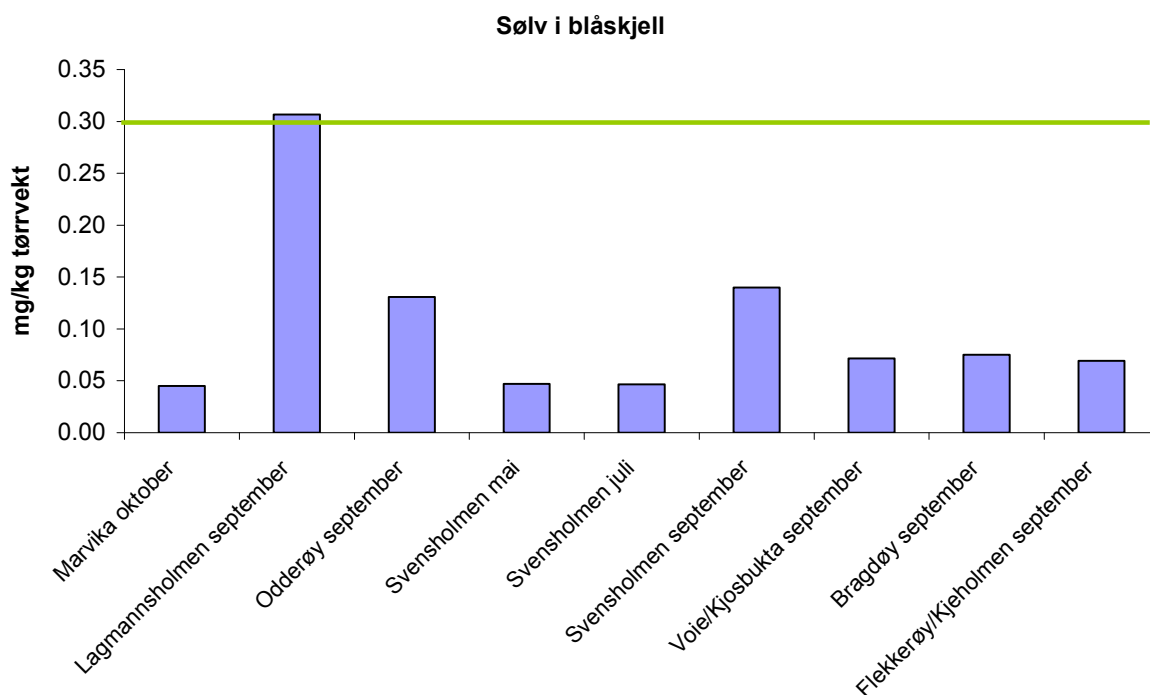
	Enhet	Marvika	Lagmannsholmen	Odderøy	Svensholmen mai	Svensholmen juli	Svensholmen september	Voie/ Kjosbukta	Bragdøy	Flekkerøy/ Kjeholmen
Ag	µg/g t.v.	0,045	0,307	0,131	0,047	0,047	0,14	0,07	0,075	0,069
As	µg/g t.v.	14,6	12,87	13,54	16,94	15,27	14,93	15,71	17,42	23
Cd	µg/g t.v.	0,55	1,067	1,477	1,259	0,933	1,047	1,371	1,208	1,369
Co	µg/g t.v.	0,0836	0,243	0,16	0,158	0,11	0,171	0,187	0,111	0,118
Cr	µg/g t.v.	0,5	1,3	2,3	1,2	0,7	1,3	2,1	2,5	1,5
Cu	µg/g t.v.	8,7	12,33	8,85	9,12	8,4	9,73	11,07	8,58	6,92
Fe	µg/g t.v.								50	30
Hg	µg/g t.v.	0,035	0,113	0,162	0,141	0,107	0,133	0,129	0,142	0,177
Ni	µg/g t.v.	0,75	7,00	4	3,24	3,8	5,33	5,00	4,08	3,85
Pb	µg/g t.v.	0,75	4	19,62	3,35	3,6	3,87	5,64	4,42	7,85
Zn	µg/g t.v.	89	130,7	158,5	115,9	102,7	112	131,4	115	130,8
Al	µg/g t.v.								71,3	39,5
Ca	µg/g t.v.	1775	3373	5731	4253	3033	4800	3214	3758	4462
Si	µg/g t.v.								133,3	61,5
PAH-16	µg/kg v.v.	<15,58	<76,53	<47,51	<141,61	<81,96	<67,92	<75,72	<25,49	<13,13
KPAH	µg/kg v.v.	<5,33	<33,7	<21,77	66,46	<41,25	35,26	<37,06	<12,89	<6,75
B[a]P	µg/kg v.v.	<0,5	2	0,84	4,3	2,8	2,6	3,1	0,79	<0,5
TBT	µg/kg t.v.	10,00		104,615	162,94	96,67	13,33			28,46
Sn	µg/kg t.v.	4,00		43,08	66,47	39,33	<5,33			11,54
PCB-7	ng/g v.v.	1,78	2,12	1,17	1,52	1,09	0,55	1,71	0,79	0,48
TE-Dioksiner PCDD	pg/g v.v.	0,05	0,22	0,14	0,13	0,07	0,08	0,1	0,06	0,05
TE-Furaner PCDF	pg/g v.v.	0,05	1,2	0,64	0,19	0,14	0,11	0,19	0,09	0,07
TE-PCDD/PCDF	pg/g v.v.	0,1	1,42	0,77	0,32	0,21	0,19	0,3	0,16	0,11
TE-PCB	pg/g v.v.	0,13	1,31	0,56	0,55	0,41	0,13	0,44	0,2	0,14
HCB	ng/g v.v.	0,09	1,48	1,19	0,67	0,36	0,07	0,2	0,09	0,04
HCBD	µg/kg v.v.			0,1	0,1	0,1	0,1			
TTS	%	20	15	13	17	15	15	14	12	13
Fett	%	2,3	1,4	1,1	2	1,5	1,1	1,6	1,1	1,1

3.1.1 Metaller i blåskjell

Resultatene for metallene er basert på én blandprøve fra hver stasjon i 2010.

Sølv (Ag)

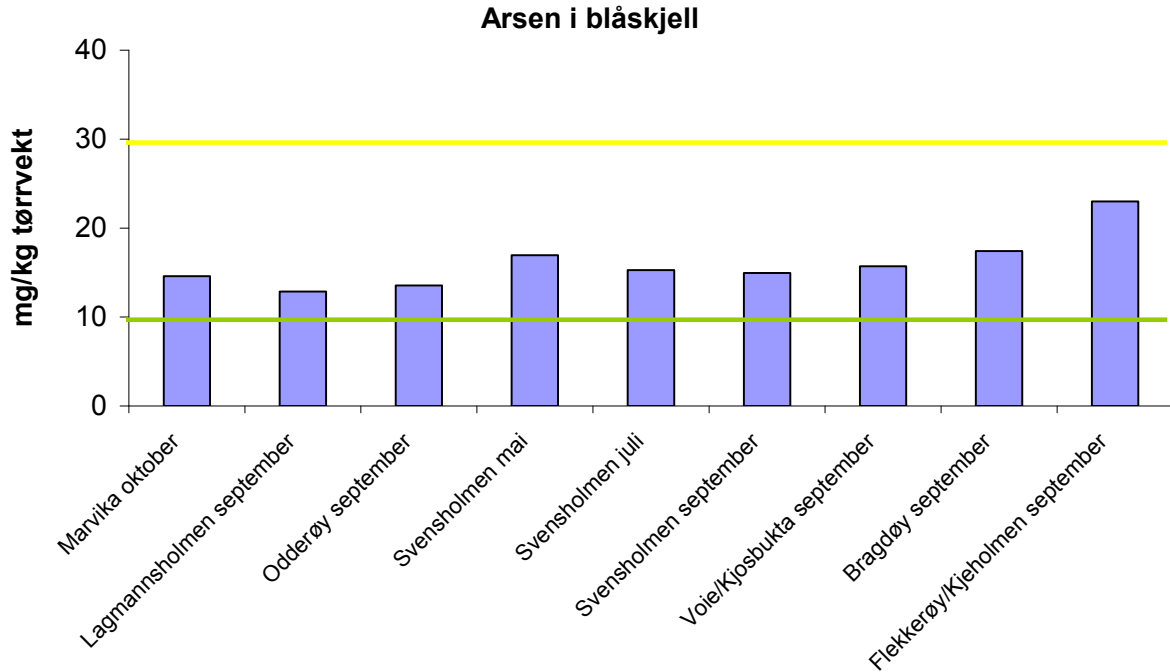
Sølv viste opp til moderat (klasse II) forurensning på Lagmannsholmen (Figur 10). Ved alle de andre stasjonene var blåskjellene ubetydelig/ lite (klasse I) forurenset. Den laveste verdien ble funnet i Marvika.



Figur 10. Innhold av sølv (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Arsen (As)

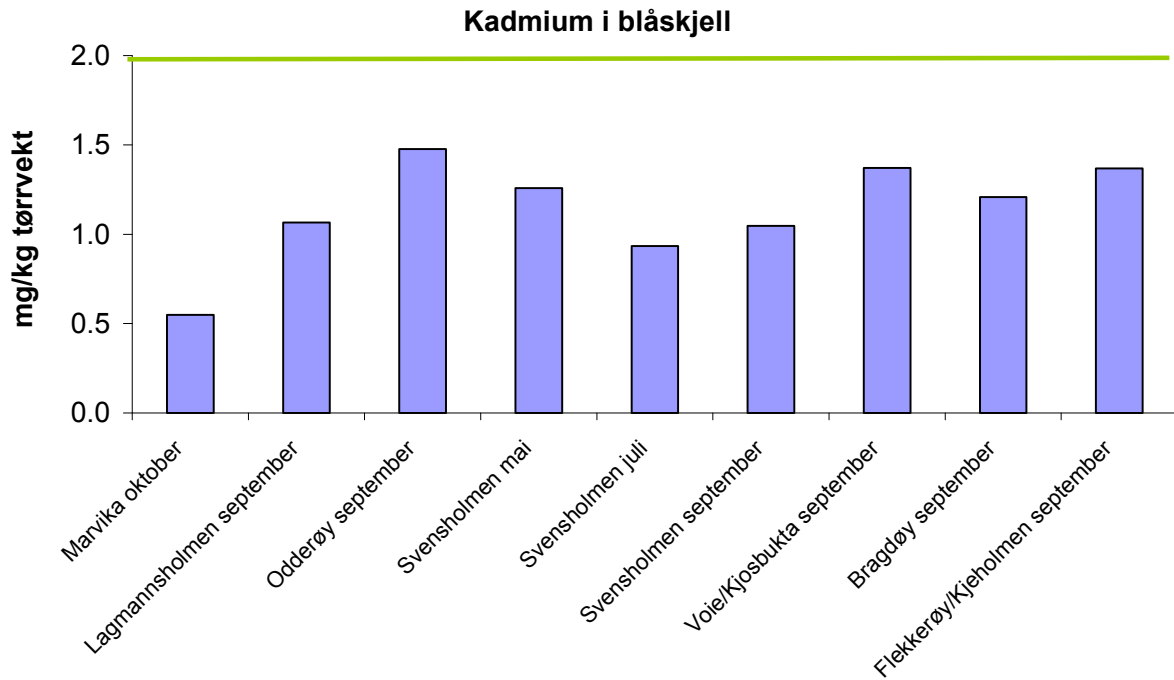
Blåskjellene ved alle stasjonene var moderat forurenset (klasse II) av arsen (Figur 11). Den laveste verdien ble funnet ved Lagmannsholmen og den høyeste verdien ble funnet ytterst i fjorden ved Flekkerøy/ Kjeholmen.



Figur 11. Nivåer av arsen (mg/kg tørrvektbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Kadmium (Cd)

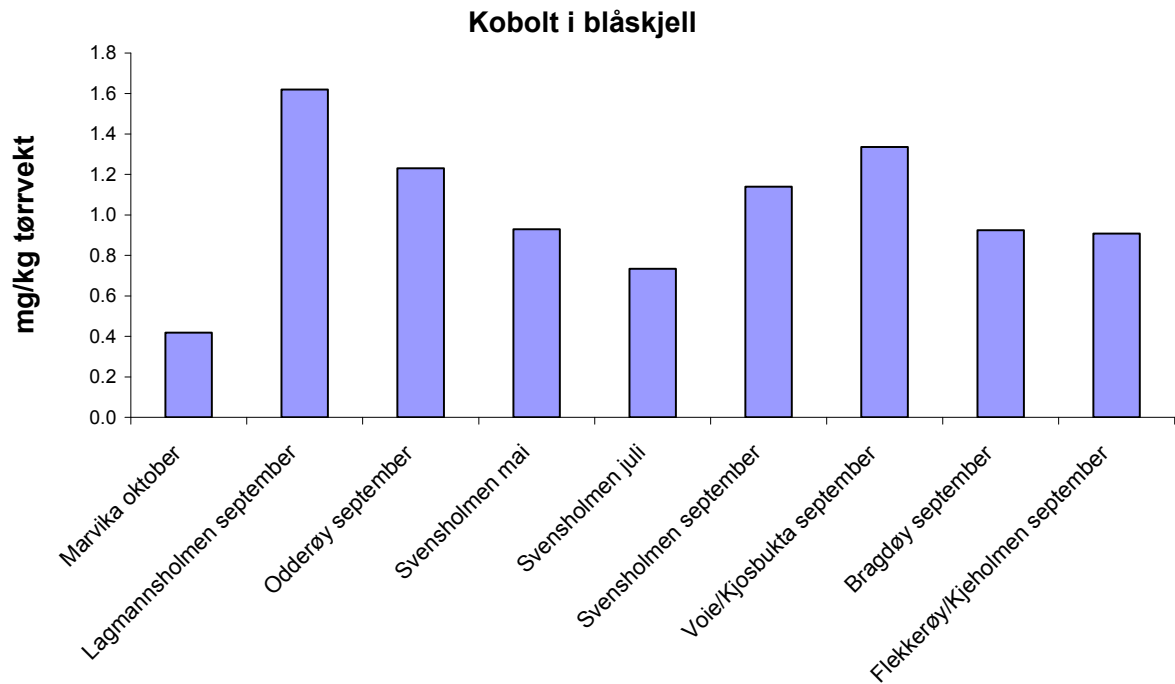
Blåskjellene ved samtlige stasjoner var ubetydelig/ lite forurenset av kadmium (Figur 12). Den laveste verdien ble funnet ved de utplasserte blåskjellene ved Marvika.



Figur 12. Innhold av kadmium (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Kobolt (Co)

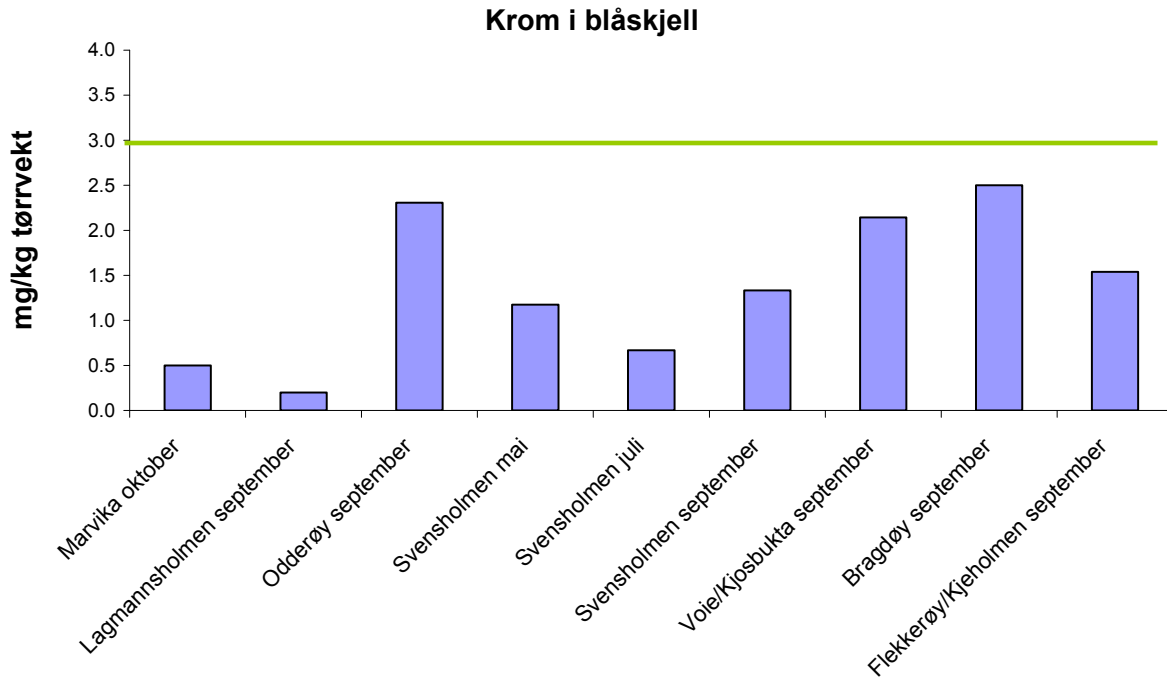
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for kobolt i blåskjell (Figur 13). Det var lavest konsentrasjon av kobolt i de utplasserte blåskjellene ved Marvika og høyest i blåskjellene samlet inn fra Lagmannsholmen.



Figur 13. Konsentrasjoner av kobolt (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell.

Krom (Cr)

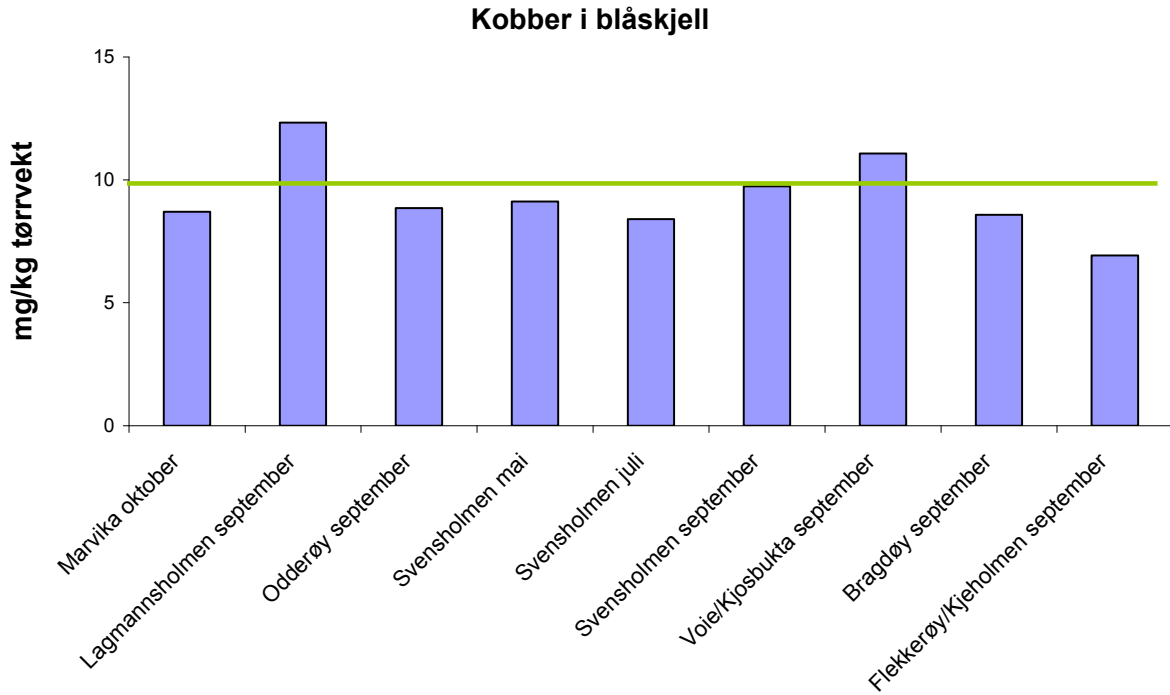
Blåskjellene ved alle stasjonene var ubetydelig/ lite forurenset (klasse I) av krom (Figur 14). Den laveste verdien ble funnet ved Marvika og den høyeste konsentrasjonen ble funnet ved Bragdøy.



Figur 14. Innhold av krom (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Kobber (Cu)

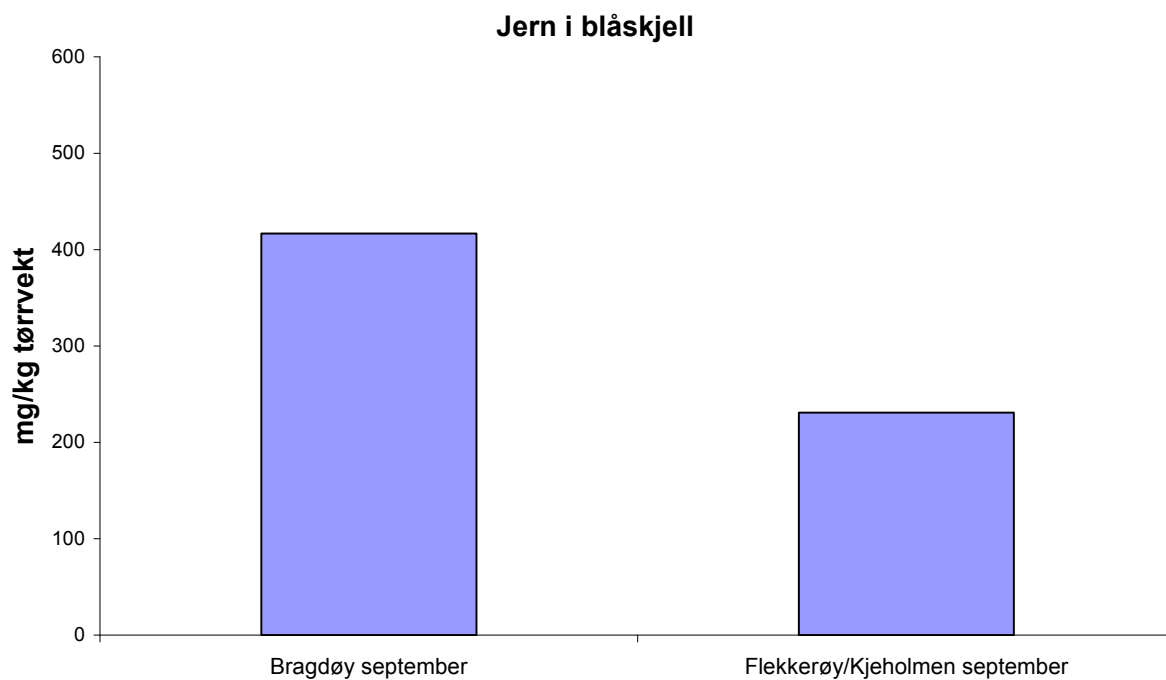
Blåskjellene var ubetydelig/ lite (klasse I) forurenset av kobber ved de fleste stasjonene. Tilstandsklasse II (moderat forurenset) ble kun påvist ved stasjonene Lagmannsholmen og Voie/ Kjosbukta (Figur 15). Den laveste verdien ble funnet ytterst i fjorden ved Flekkerøy/ Kjeholmen.



Figur 15. Konsentrasjoner av kobber (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Jern (Fe)

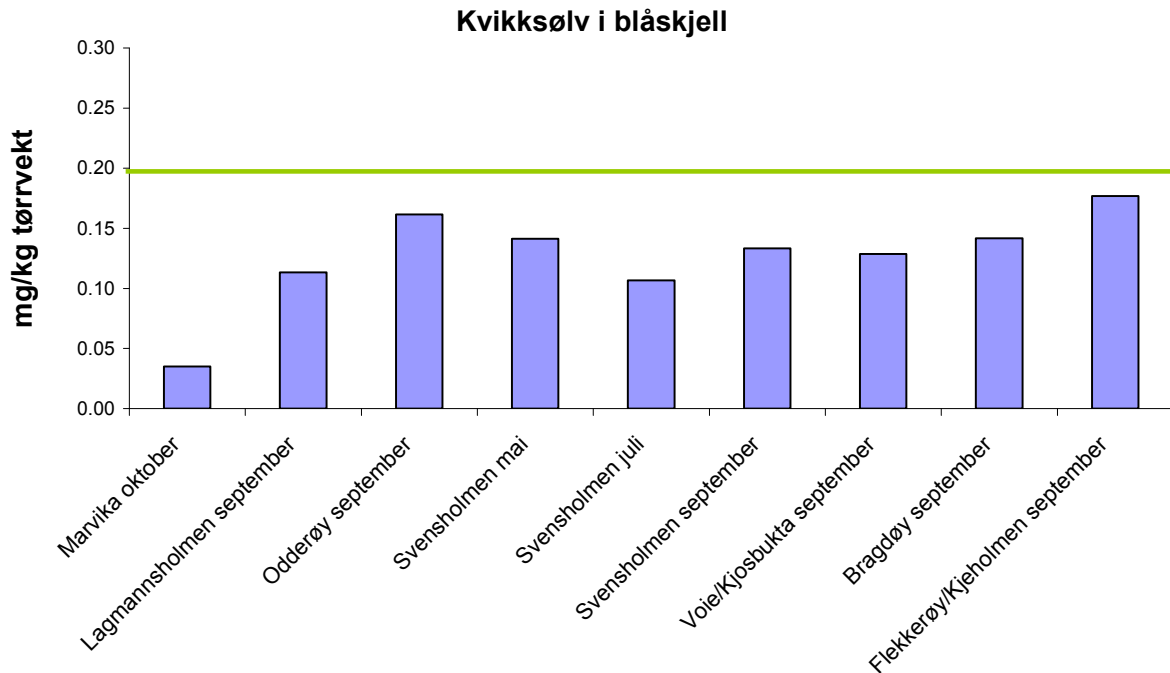
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for jerninnhold i blåskjell og kun to stasjoner ble analysert. Stasjonen ved Bragdøya og stasjonen ved Flekkerøy/ Kjeholmen ytterst i fjorden (Figur 16). Det var lavest konsentrasjon på den ytterste stasjonen Flekkerøy/ Kjeholmen.



Figur 16. Innhold av jern (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell ved de to stasjonene Bragdøy og Flekkerøy.

Kvikksølv (Hg)

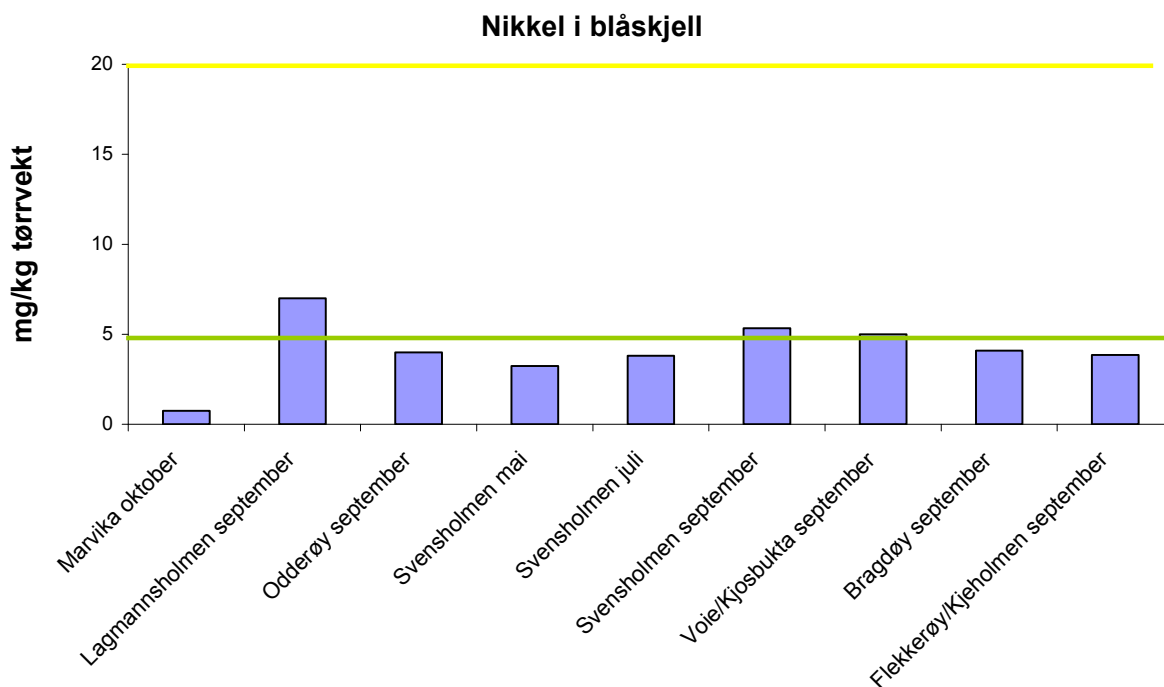
Blåskjellene ved alle stasjonene hadde lavt innhold av kvikksølv og var ubetydelig/ lite forurenset (Klasse I) (Figur 17). Kvikksølvnivået var lavest for de utplasserte blåskjellene ved Marvika og høyest ved Flekkerøy/ Kjeholmen.



Figur 17. Nivå av kvikksølv (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Nikkel (Ni)

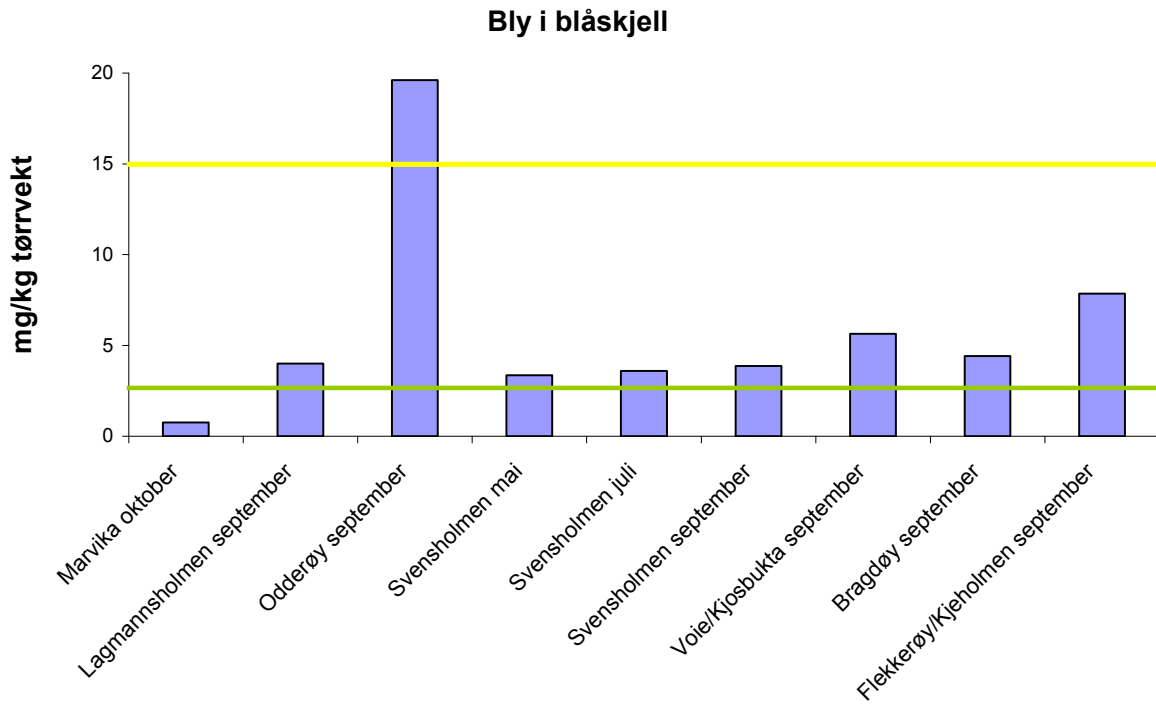
Blåskjellene ved Svensholmen i september, Lagmannsholmen og Voie/ Kjosbukta var moderat (klasse II) forurenset av nikkel (Figur 18). De resterende blåskjellene var ubetydelig/ lite (klasse I) forurenset av nikkel. Nikkelnivået ved Svensholmen var høyest i september i forhold til i mai og juli.



Figur 18. Innhold av nikkel (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Bly (Pb)

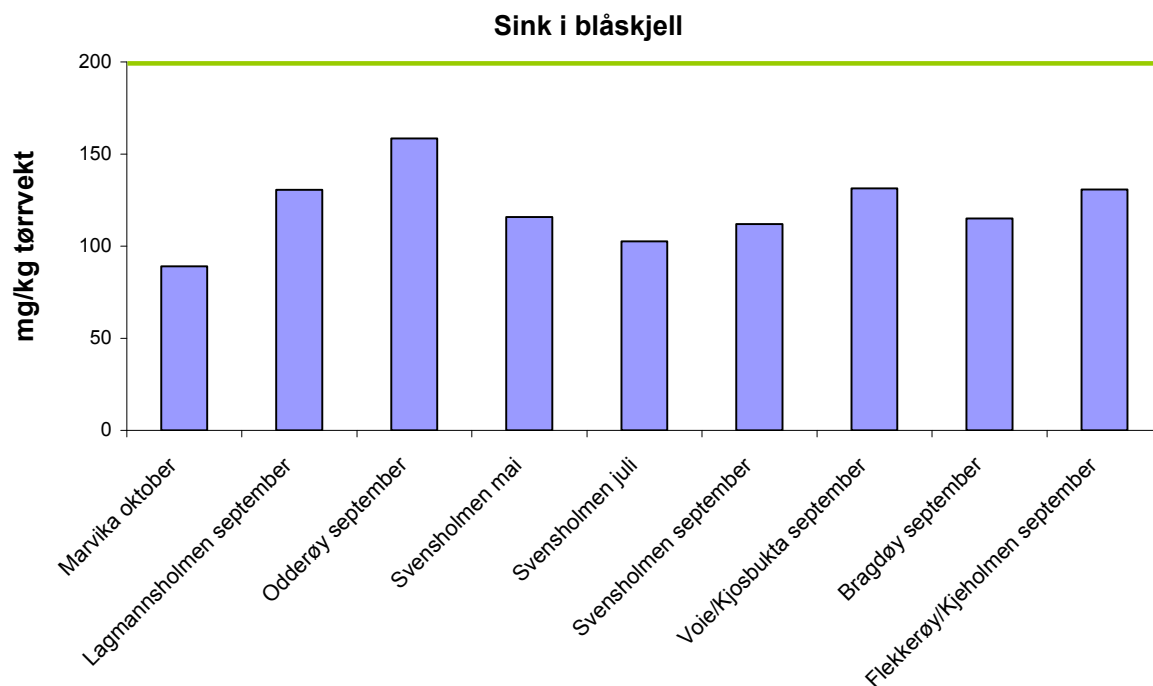
Bly viste opptil markert (klasse III) forurensning ved Odderøy. Blåskjellene ved Svensholmen i mai, juni og september, samt blåskjellene ved Lagmannsholmen, Voie/ Kjosbukta, Bragdøy og Flekkerøy/ Kjeholmen var moderat (klasse II) forurenset av bly (Figur 19). Kun de utplasserte blåskjellene ved Marvika var ubetydelig/ lite (klasse I) forurenset av bly.



Figur 19. Konsentrasjoner av bly (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinjer i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Sink (Zn)

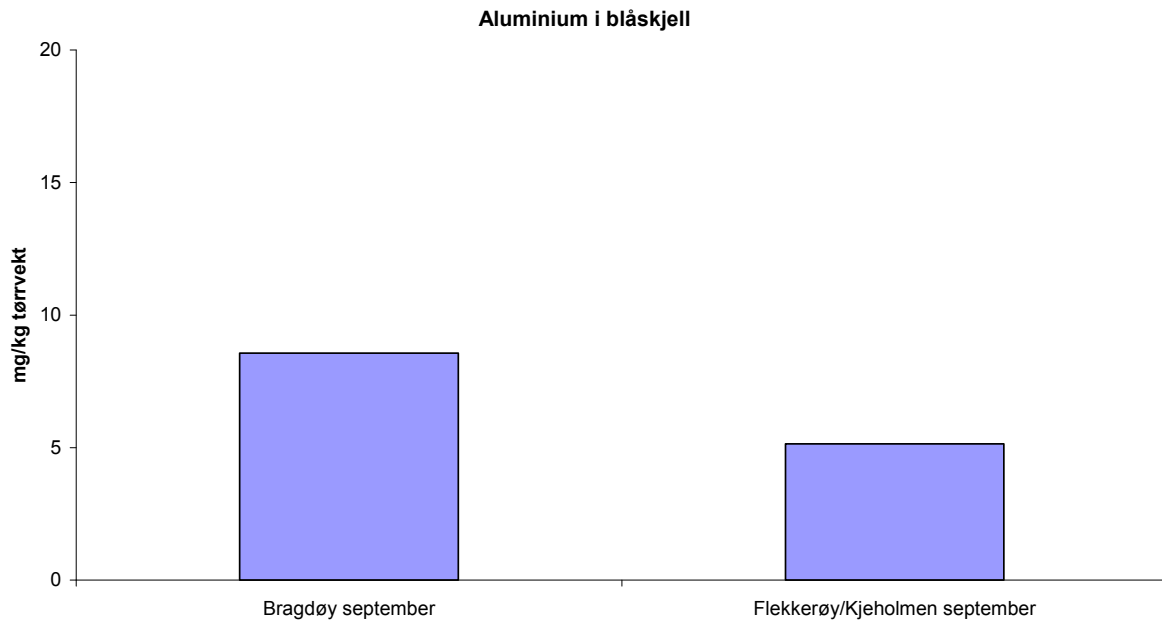
Alle observasjonene av sink tilsvarte liten/ ubetydelig (klasse I) forurensning i blåskjell (Figur 20). Sinkinnholdet var lavest for de utplasserte blåskjellene ved Marvika og høyest ved Odderøy.



Figur 20. Innhold av sink (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvare Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Aluminium (Al)

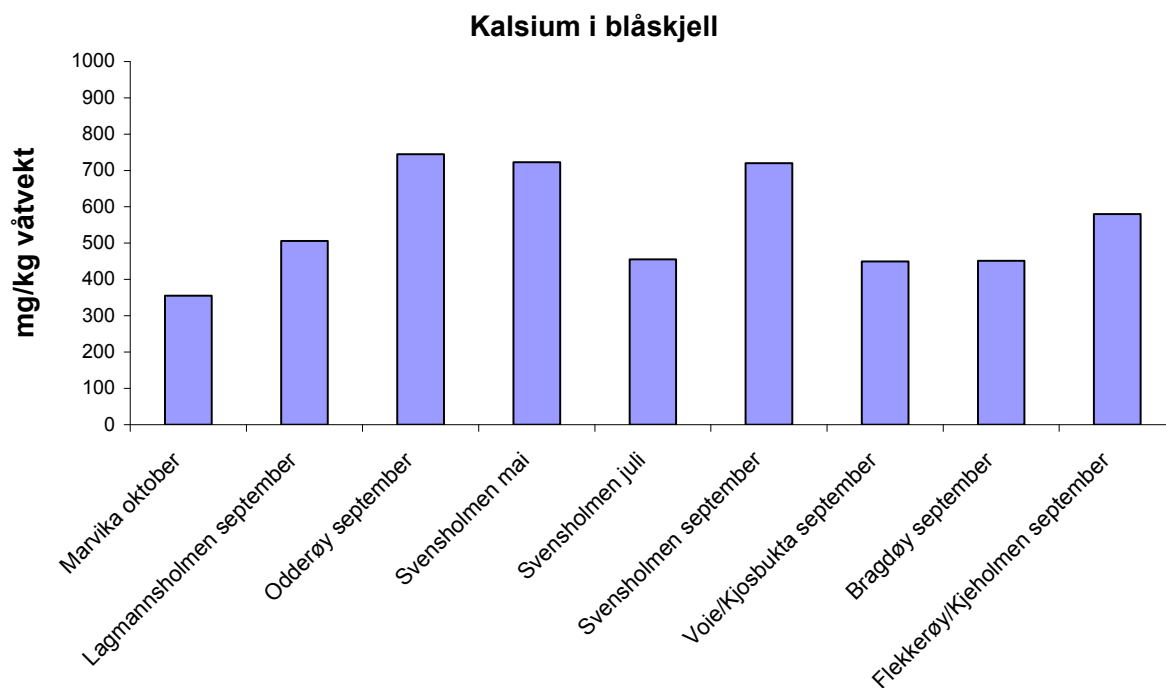
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasser for aluminium i blåskjell. Kun blåskjell ved stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/ Kjeholmen ble analysert for aluminium og konsentrasjonen var lavest på den ytterste stasjonen Flekkerøy/ Kjeholmen (Figur 21).



Figur 21. Nivå av aluminium (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell ved de to stasjonene Bragdøy og Flekkerøy.

Kalsium (Ca)

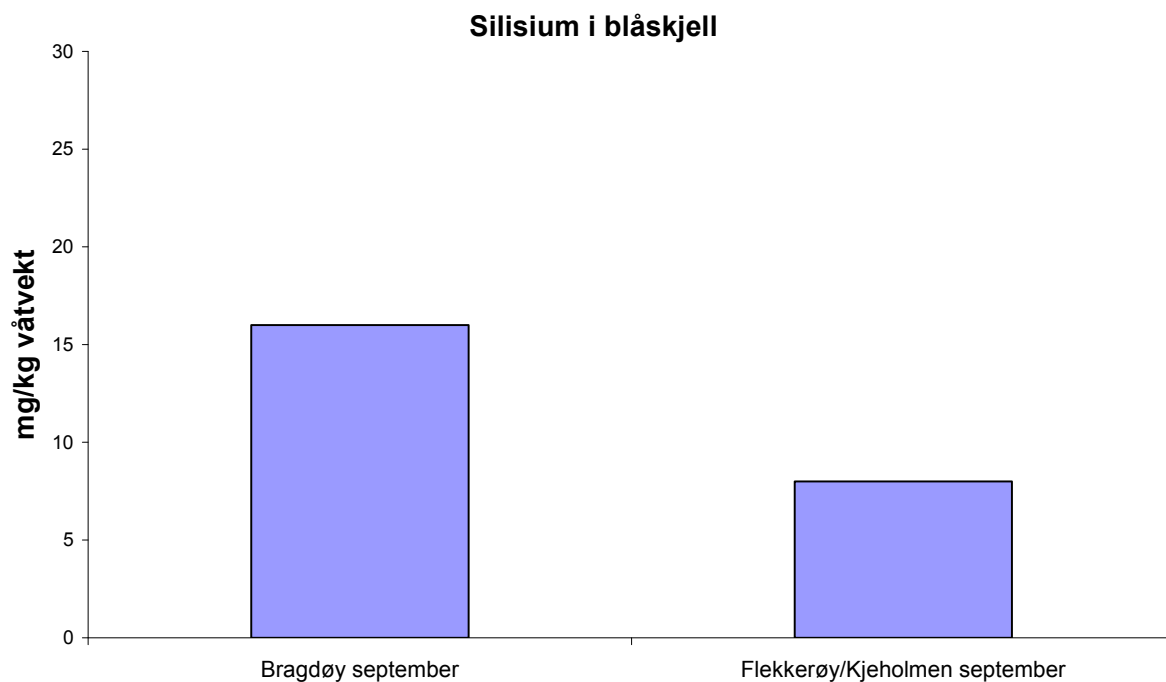
Det er ikke utarbeidet tilstandsklasse for kalsiuminnhold i blåskjell. Konsentrasjonene var lavest for de utplasserte blåskjellene ved Marvika og høyest ved Odderøy (Figur 22).



Figur 22. Innhold av kalsium (mg/kg våtvektsbasis) i blåskjell.

Silisium (Si)

Det er ikke utarbeidet klassegrenser for silisium. Kun blåskjell ved stasjonene Bragdøy og Flekkerøy/ Kjeholmen ble analysert for aluminium og konsentrasjonen var lavest på den ytterste stasjonen Flekkerøy/ Kjeholmen (Figur 23).



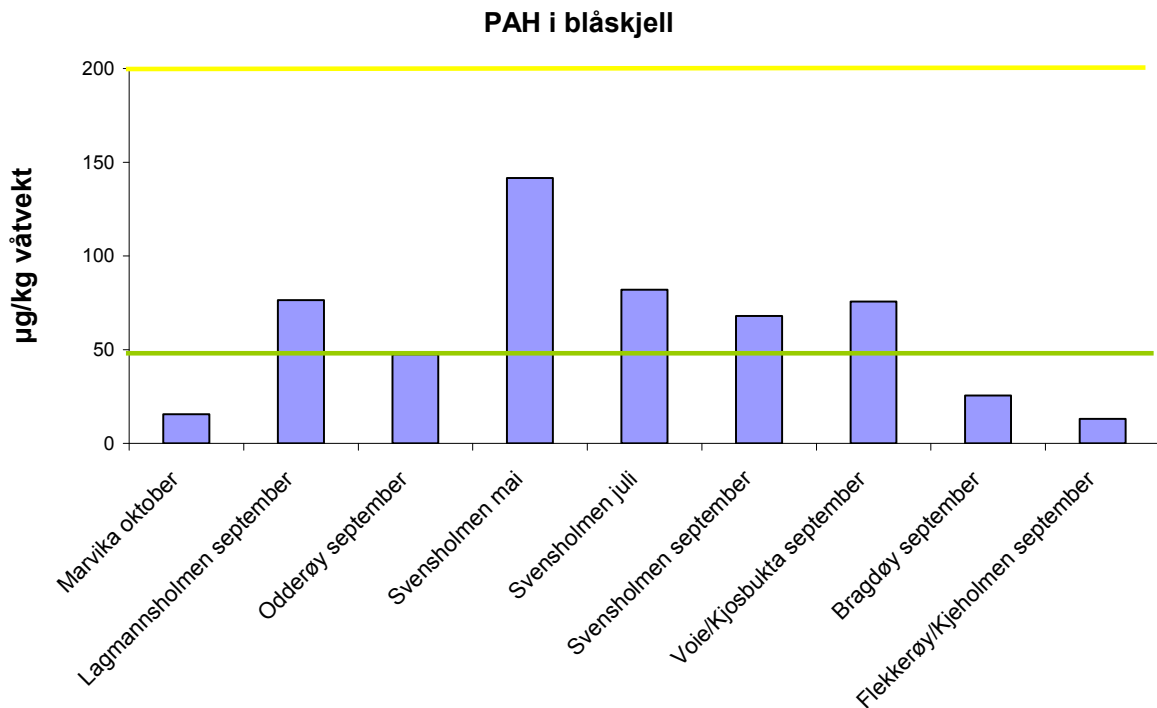
Figur 23. Konsentrasjoner av silisium (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell ved de to stasjonene Bragdøy og Flekkerøy.

3.1.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Fargekoder i figurene tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5). Resultatene for alle stasjonene presentert i stolpediagrammene er basert på én blandprøve fra hver stasjon i 2010. Tidsutvikling for CEMP-blåskjell på Svensholmen og Odderøy basert på signifikante trendanalyser er vist. Trendfigurene er basert på medianverdien av to replikate blandprøver for dioksin og TBT, og tre replikate blandprøver for de andre analysene for hvert aktuelle år (se beskrivelse av metoden i Green og medarbeidere 2010).

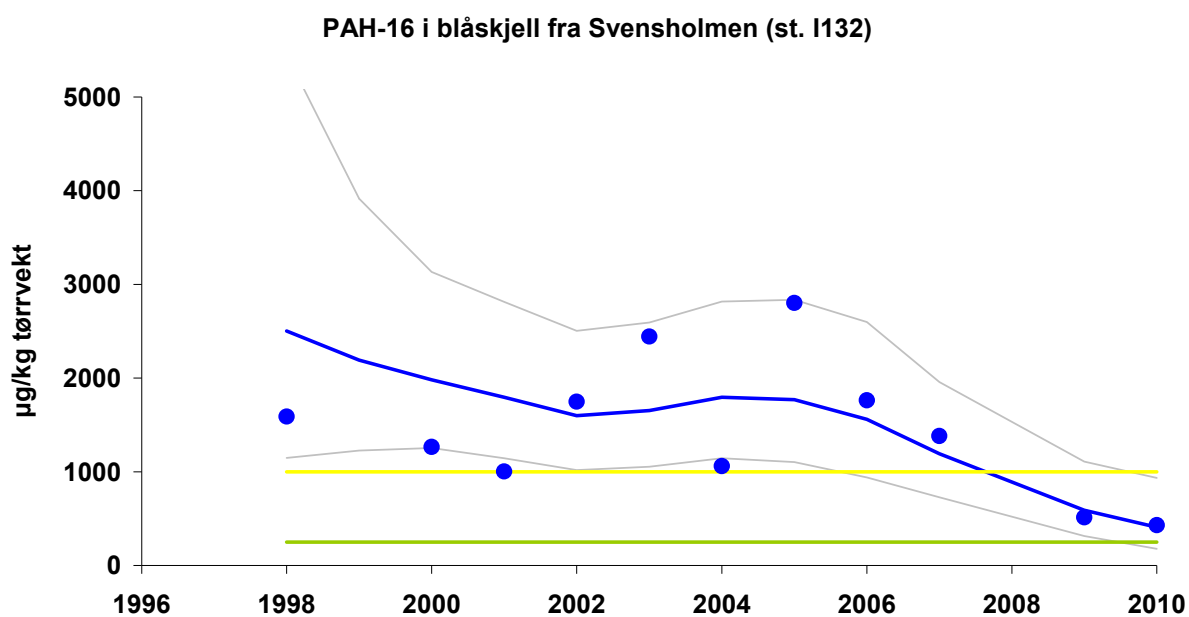
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16)

Konsentrasjonen av PAH-16 tilsvarte lite/ ubetydelig (klasse I) forurensning ved Marvika, Bragdøy, Odderøy og Flekkerøy/ Kjeholmen (Figur 24). Blåskjellene ved Svensholmen var moderat (klasse II) forurenset av PAH-16 i mai, juli og september med avtagende konsentrasjoner fra mai til september. Blåskjellene ved Lagmannsholmen og Voie/Kjosbukta var også moderat forurenset av PAH-16.



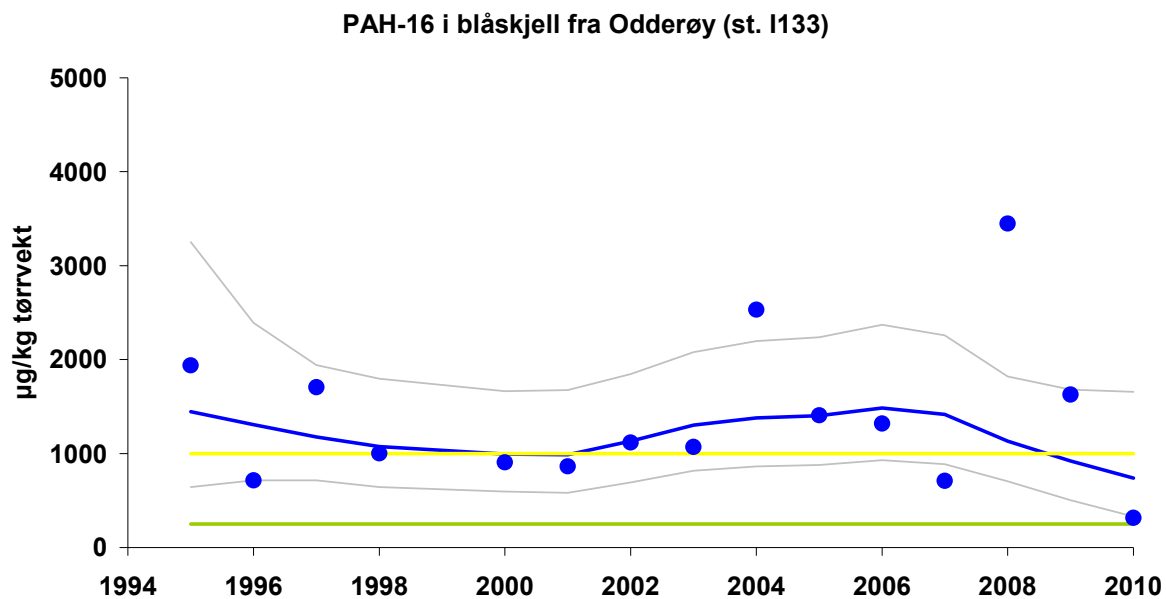
Figur 24. Innhold av PAH-16 (µg/kg våtvektsbasis) i blåskjell. Fargelinjer i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

PAH-16 konsentrasjonene ved Svensholmen viser en tydelig nedadgående tendens fra 2005 men det er stor variasjon i matreiale fra CEMP-målingene startet i 1998. Trendanalysene for PAH-16 viste imidlertid ingen signifikant trend for perioden fra 1998 til 2010, men det var en signifikant nedadgående trend for perioden 2005 til 2010 (Figur 25).



Figur 25. Trendfigur av PAH-16 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Svensholmen. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

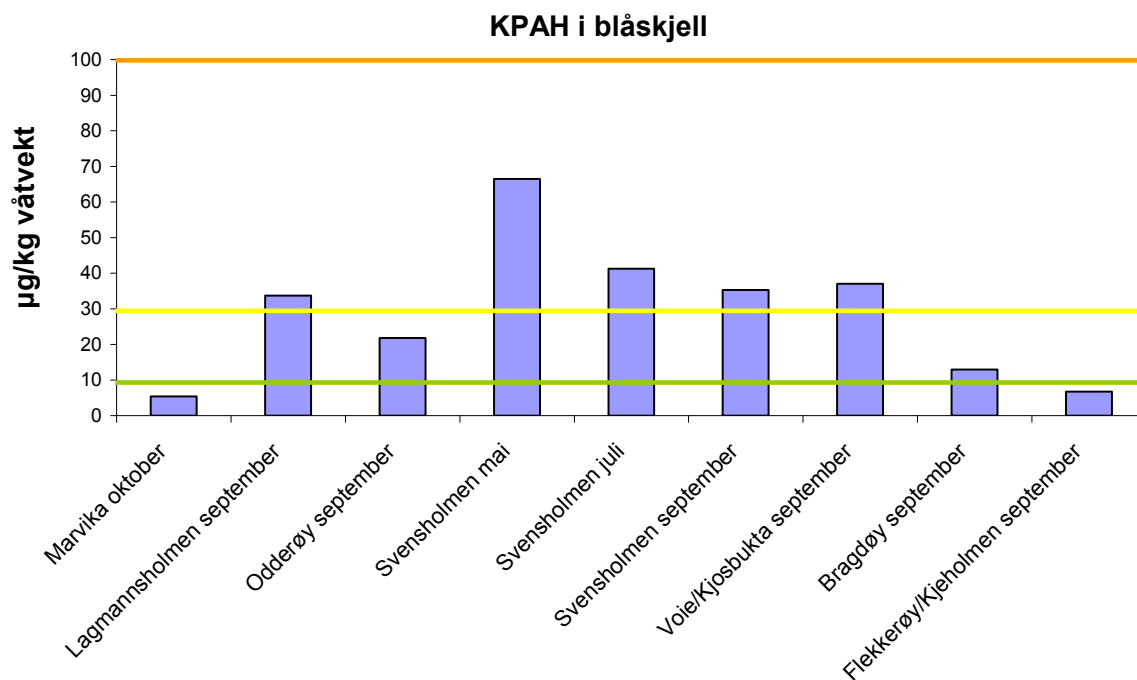
PAH-16 konsentrasjonene ved Odderøy viser en tydelig nedadgående tendens fra 2008 men det er stor variasjon i materialet fra CEMP-målingene startet i 1995. Trendanalysene av PAH-16 i blåskjell fra 1995 til 2010 viser ingen signifikant trend (Figur 26).



Figur 26. Trendfigur av PAH-16 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Odderøy. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

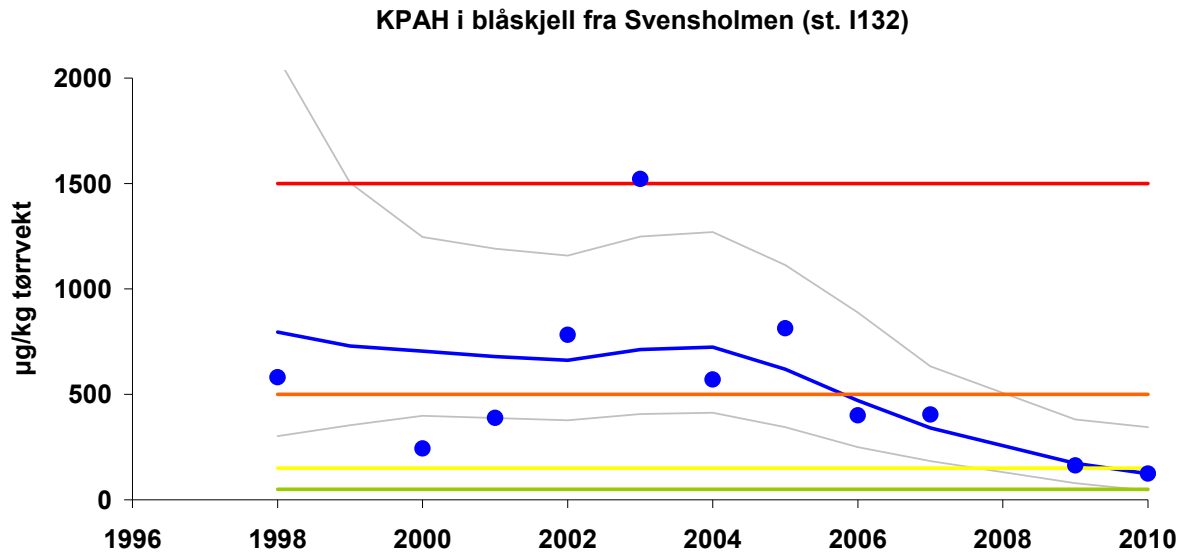
Kreftfremkallende polysykliske aromatiske hydrokarboner (KPAH)

Blåskjellene ved Svensholmen var markert (klasse III) forurenset av KPAH i mai, juli og september med avtagende konsentrasjoner fra mai til september (Figur 27). Ved Lagmannsholmen og Voie/ Kjosbukta var også blåskjellene markert forurenset av KPAH. Ved Bragdøy og Odderøy var skjellene moderat (klasse II) forurenset av KPAH. Marvika og Flekkerøy/ Kjeholmen viste lite/ ubetydelig (klasse I) forurensning av KPAH.



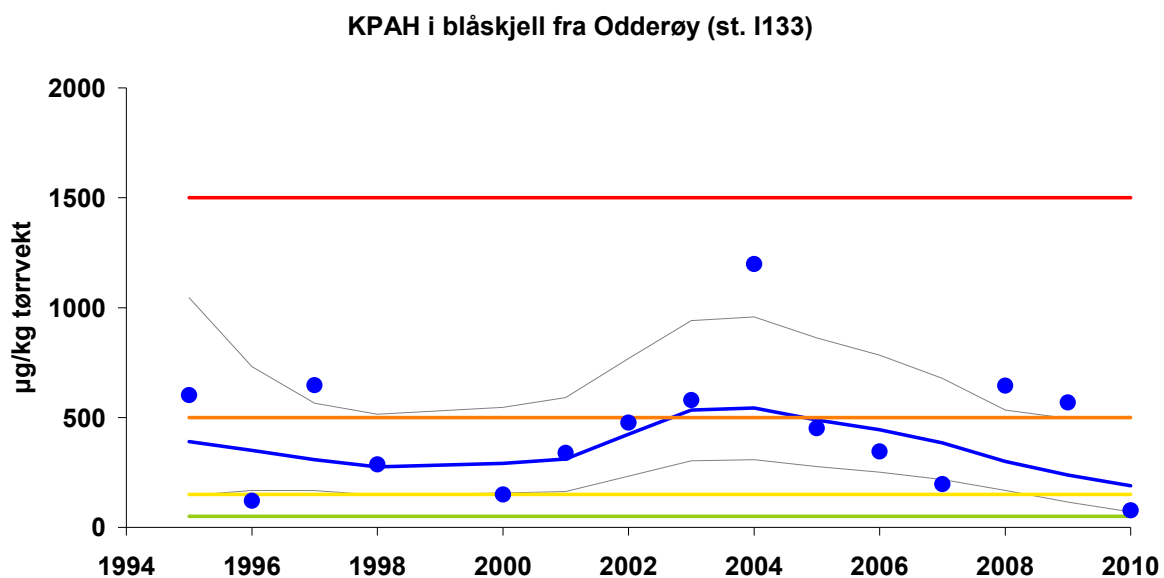
Figur 27. Nivå av KPAH (µg/kg våtvektsbasis) i blåskjell. Fargelinjer i figuren tilsvarer Klif's tilstandsklasser (Tabell 5).

Trendanalysene for KPAH i blåskjell fra Svensholmen fra 1998 til 2010 viste ingen signifikant trend (Figur 28). For perioden 2005 til 2010 var det imidlertid en signifikant nedadgående trend for KPAH i blåskjell fra Svensholmen. Blåskjellene var meget sterkt (klasse V) forurenset av KPAH i 2003. I 2004 og 2005 var skjellene sterkt (klasse IV) forurenset, mens de i 2006, 2007 og 2009 var markert (klasse III) forurenset av KPAH.



Figur 28. Trendfigur av KPAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Svensholmen. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

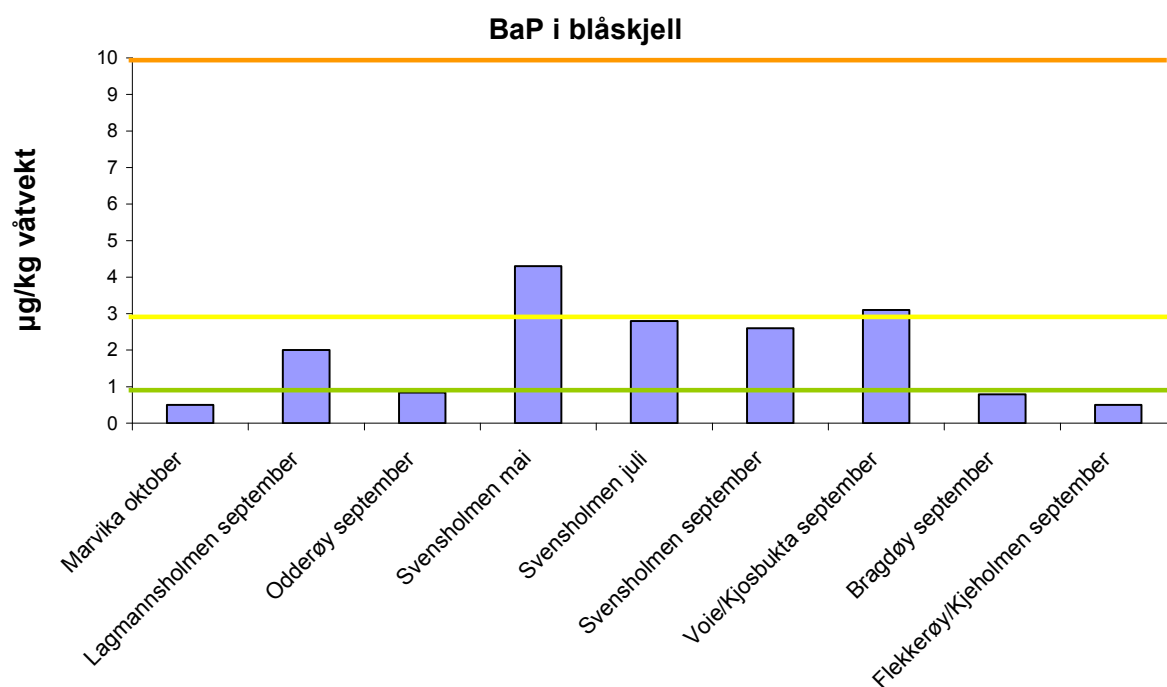
Trendanalysene for KPAH i blåskjell ved Odderøy fra 1995 til 2010 viser ingen signifikant trend (Figur 29). I 2003, 2004, 2008 og 2009 var blåskjellene sterkt forurenset av KPAH. I 2005, 2006 og 2007 var blåskjellene markert (klasse III) forurenset av KPAH. Konsentrasjonen i 2010 er på sitt laveste siden målingene av KPAH startet på Odderøy i 1995.



Figur 29. Trendfigur av KPAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Odderøy. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

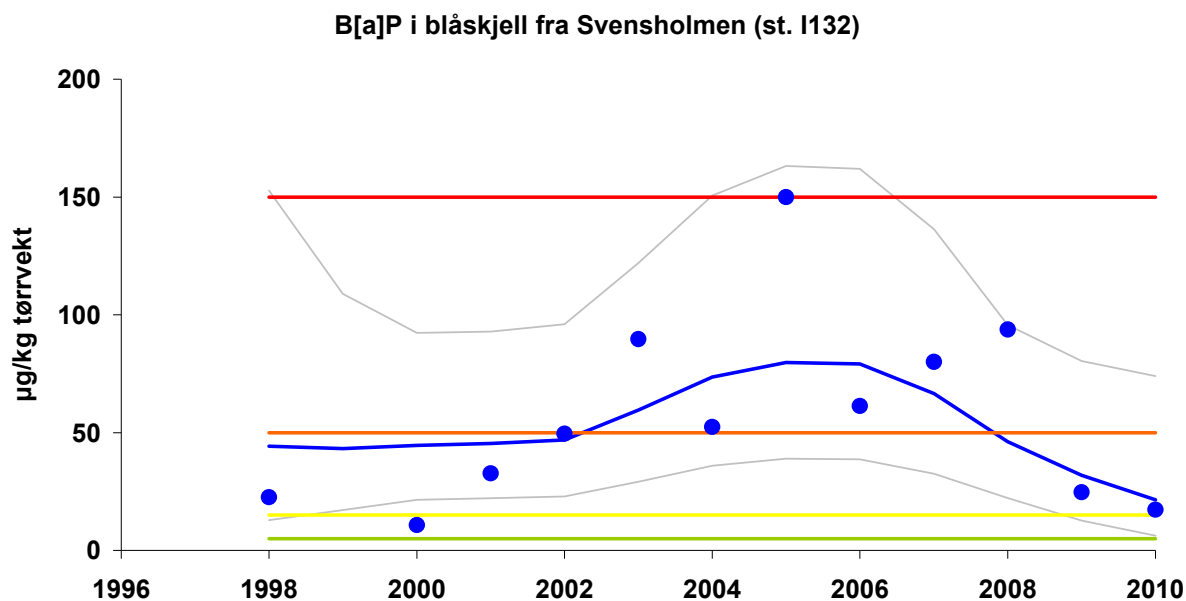
Benzo[a]pyren (B[a]P)

B[a]P viste markert (klasse III) forurensning ved Svensholmen i mai og ved Voie/ Kjosbukta (Figur 30). Blåskjellene var moderat forurenset (klasse II) ved Svensholmen i juli og september og ved Lagmannsholmen. Blåskjellene var lite/ ubetydelig forurenset (klasse I) ved Marvika, Bragdøy, Odderøy og Flekkerøy/ Kjeholmen. Blåskjellene ved Svensholmen hadde høyest konsentrasjon av B[a]P i mai og lavest i september. På alle blåskjellstasjonene var B[a]P-konsentrasjonen under Mattilsynet/EUs grenseverdier for muslinger på 10 µg/kg våtvekt, som for øvrig sammenfaller med Klifs tilstandsklasse IV sterkt forurenset.



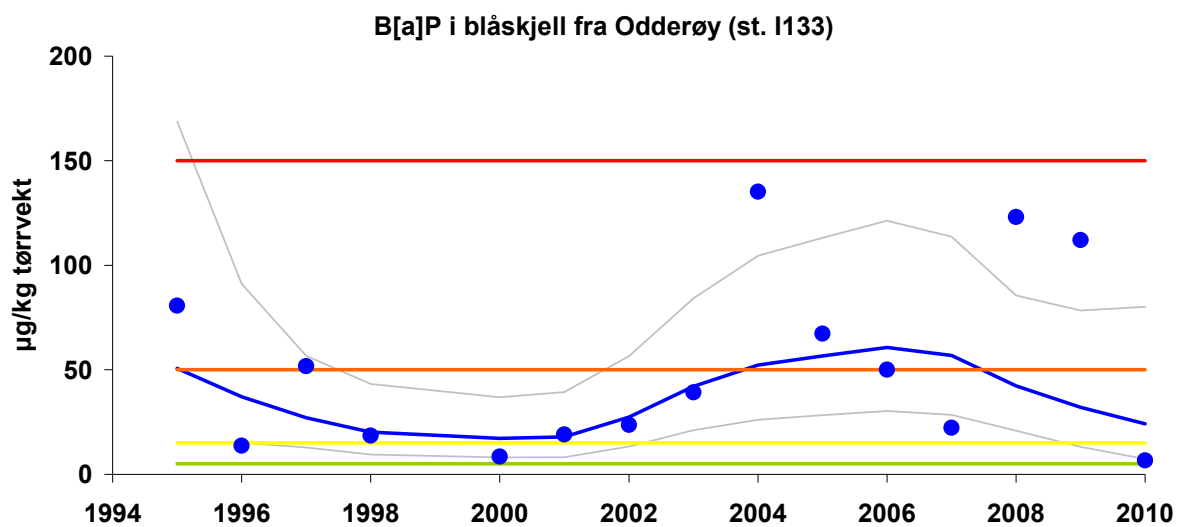
Figur 30. Innhold av B[a]P (µg/kg våtvektbasis) i blåskjell. Fargelinjer i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Trendanalysene av B[a]P fra 1998 til 2010 viser ingen signifikant trend for blåskjell ved Svensholmen (Figur 31). Det var imidlertid en signifikant nedadgående trend for B[a]P i blåskjell for perioden 2005 til 2010. Konsentrasjonen var høyest i 2005, skjellene var da meget sterkt (klasse V) forurenset av B[a]P.



Figur 31. Trendfigur av B[a]P ($\mu\text{g/kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Svensholmen. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klif's tilstandsklasser (Tabell 5).

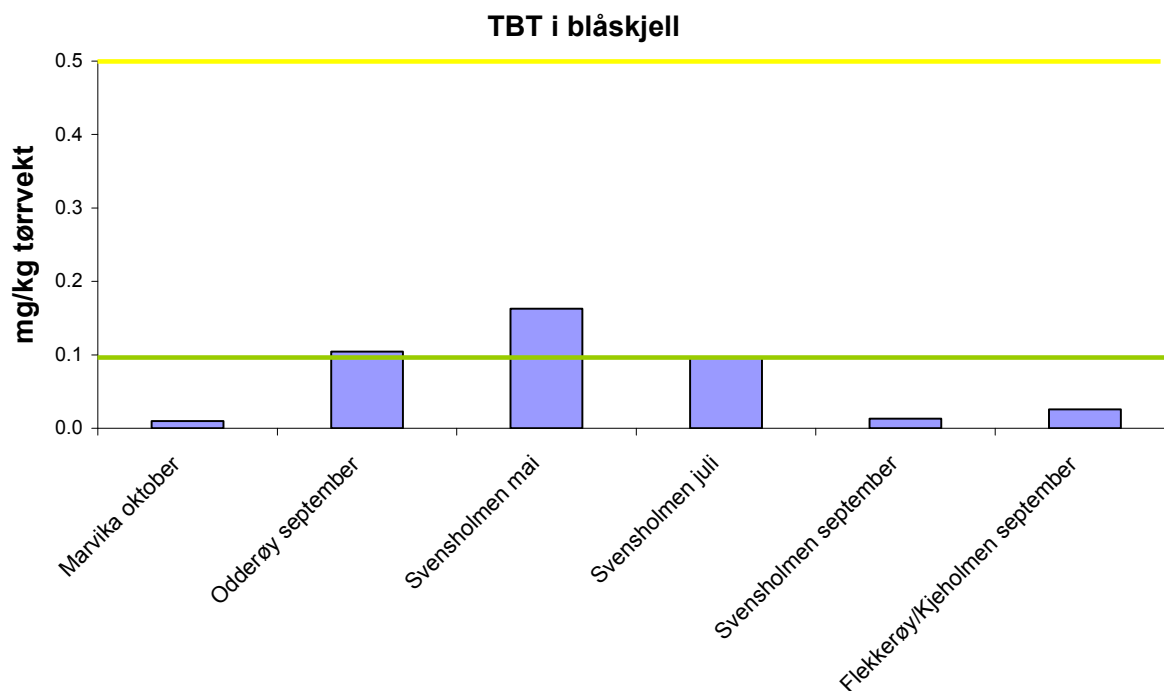
Trendanalysene av B[a]P fra 1995 til 2010 viser ingen signifikant trend for blåskjell ved Odderøy (Figur 32). Konsentrasjonen av B[a]P har avtatt fra 2009 hvor blåskjellene var sterkt (klasse IV) forurenset.



Figur 32. Trendfigur av B[a]P ($\mu\text{g/kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Odderøy. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Tributyltinn (TBT)

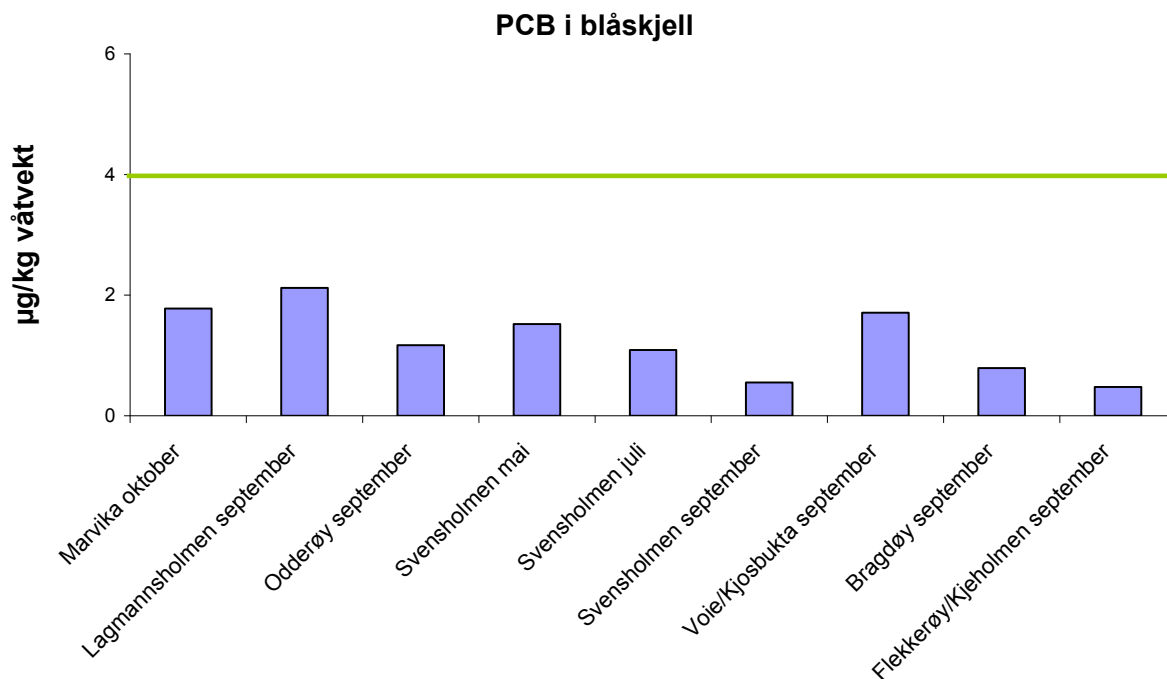
Konsentrasjonen av TBT var moderat (klasse II) ved Svensholmen i mai og ved Odderøy (Figur 33). Innholdet av TBT var lavt/ ubetydelig (klasse I) ved Svensholmen i juli og september, Marvika og Flekkerøy/ Kjeholmen.



Figur 33. TBT-innhold (mg/kg tørrvektsbasis) i blåskjell. Fargelinjer i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

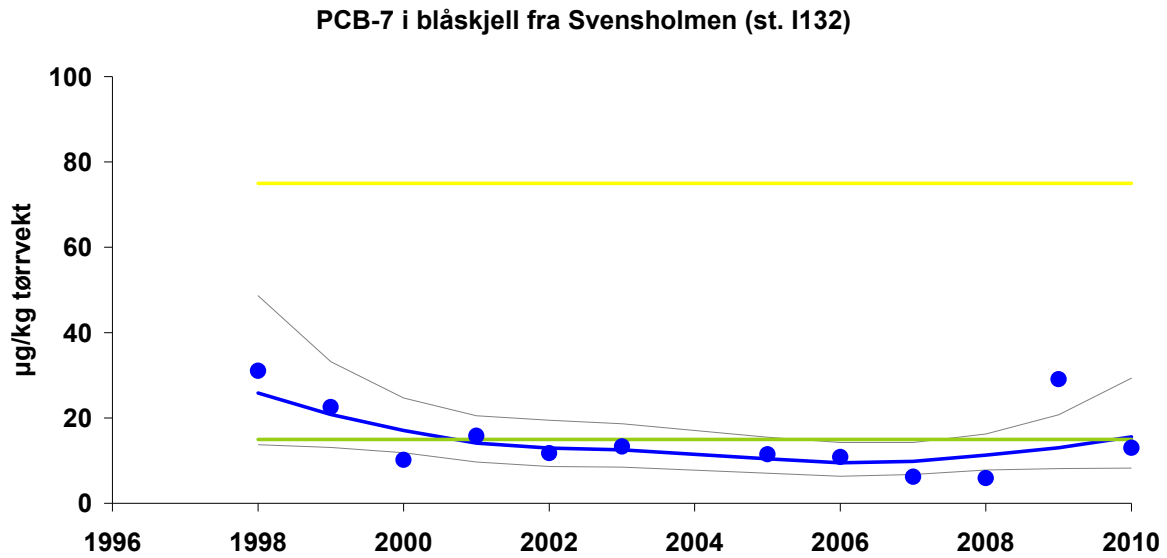
Polyklorete bifenyler (PCB-7)

PCB-7 viste lite/ ubetydelig (klasse I) forurensning ved samtlige stasjoner i Kristiansandsfjorden (Figur 34).



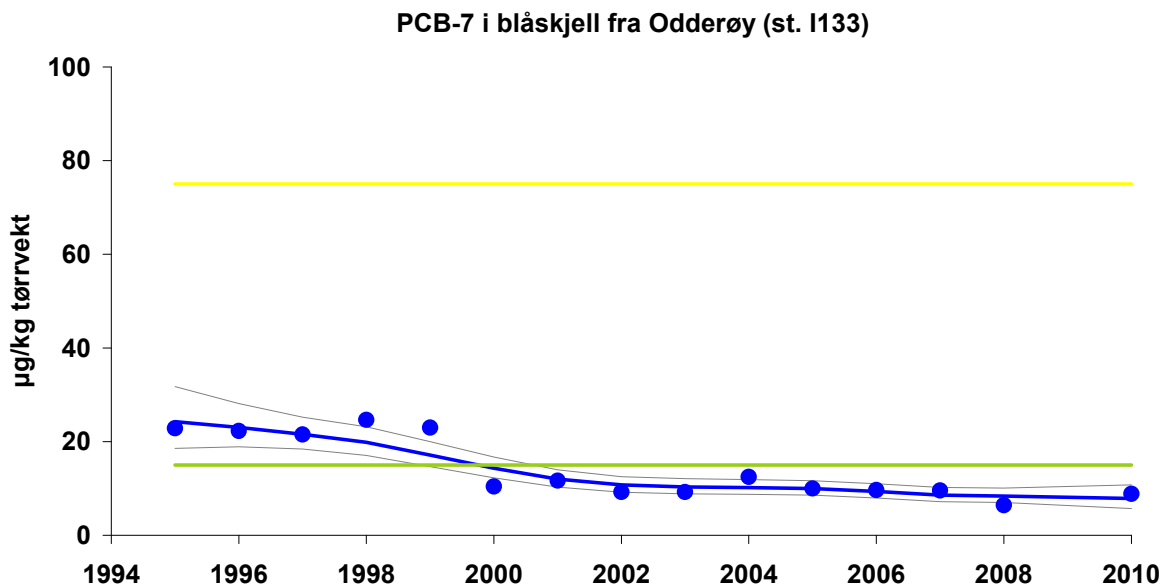
Figur 34. Innhold av PCB-7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Trendanalysene av PCB-7 fra 1998 til 2010 viser ingen signifikant trend for blåskjell ved Svensholmen (Figur 35). Konsentrasjonen i blåskjell har avtatt fra å være moderat (klasse II) forurenset i 2009 til å være lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset i 2010, men har i perioden mellom 2002 og 2008 ligget på bakgrunnsnivå.



Figur 35. Trendfigur av PCB-7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Svensholmen. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

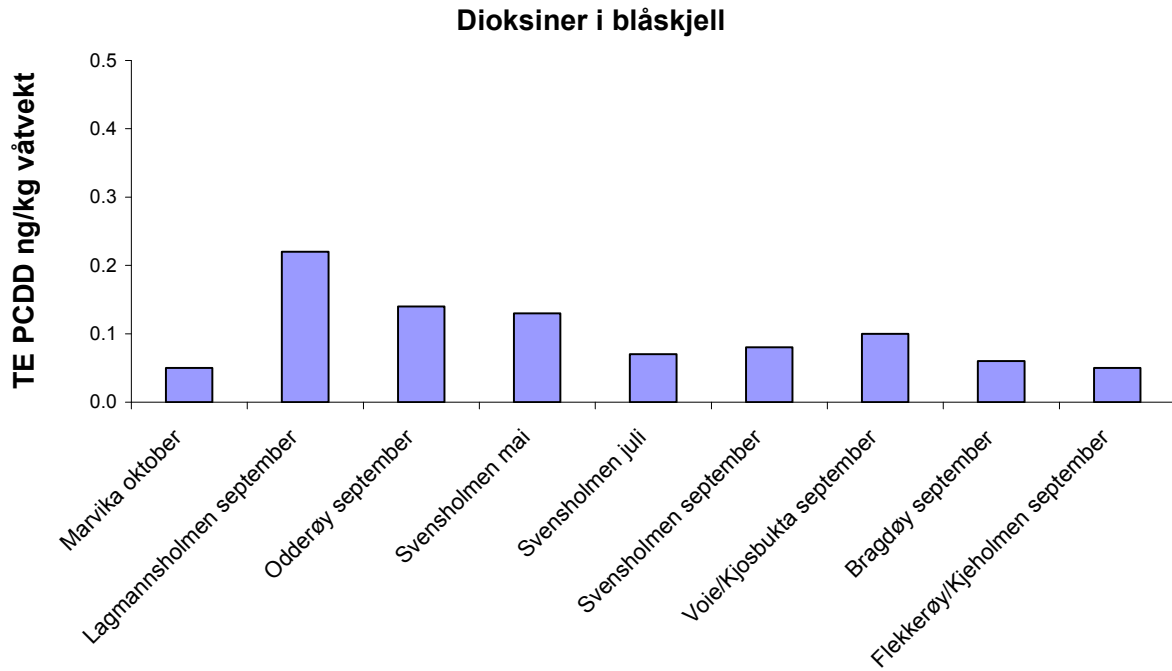
Trendanalysene av PCB-7 fra 1995 til 2010 viser en signifikant nedadgående trend for blåskjell ved Odderøy (Figur 36). Blåskjellene har vært lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset fra 2000 til 2010.



Figur 36. Trendfigur av PCB-7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Odderøy. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Dioksiner (PCDD)

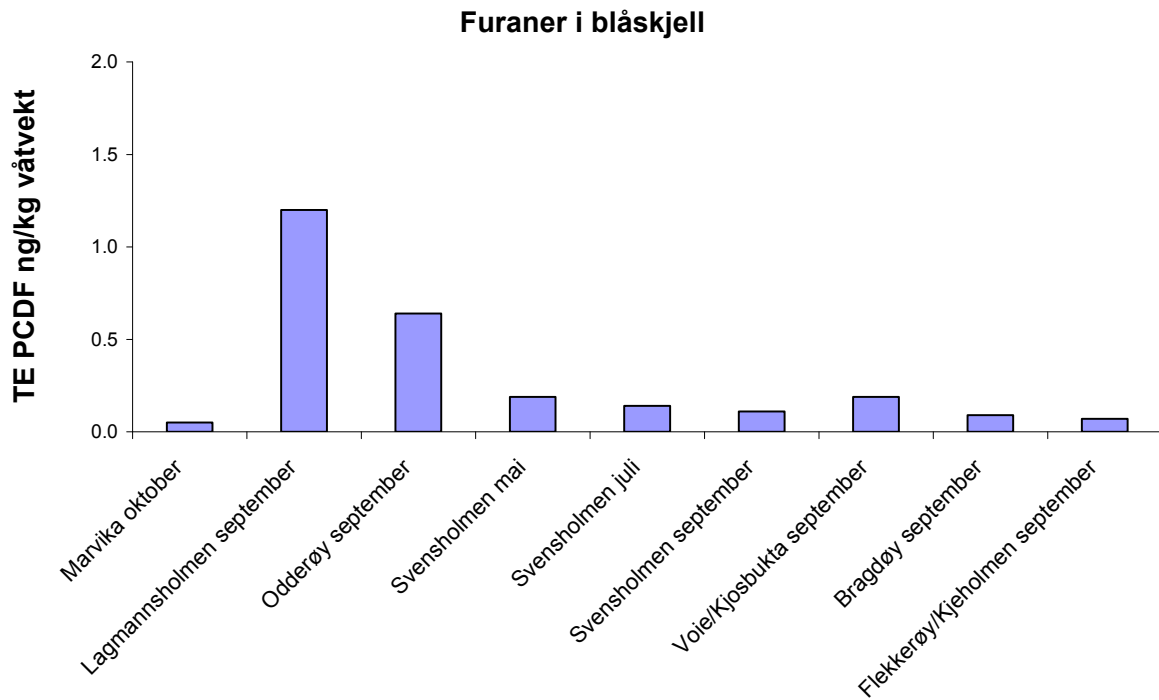
Dioksiner i blåskjell er vist som toksisitetsekvivalenter i henhold til Verdens helseorganisasjons (World Health Organization, WHO) modell (Van den Berg og medarbeidere 2005). Innholdet av dioksiner i blåskjell viste høyest konsentrasjon ved Lagmannsholmen og lavest ved Marvika og Flekkerøy/ Kjeholmen (Figur 37).



Figur 37. Toksisitetsekvivalenter for dioksiner (TE ng/kg våtvektsbasis) i blåskjell.

Furaner (PCDF)

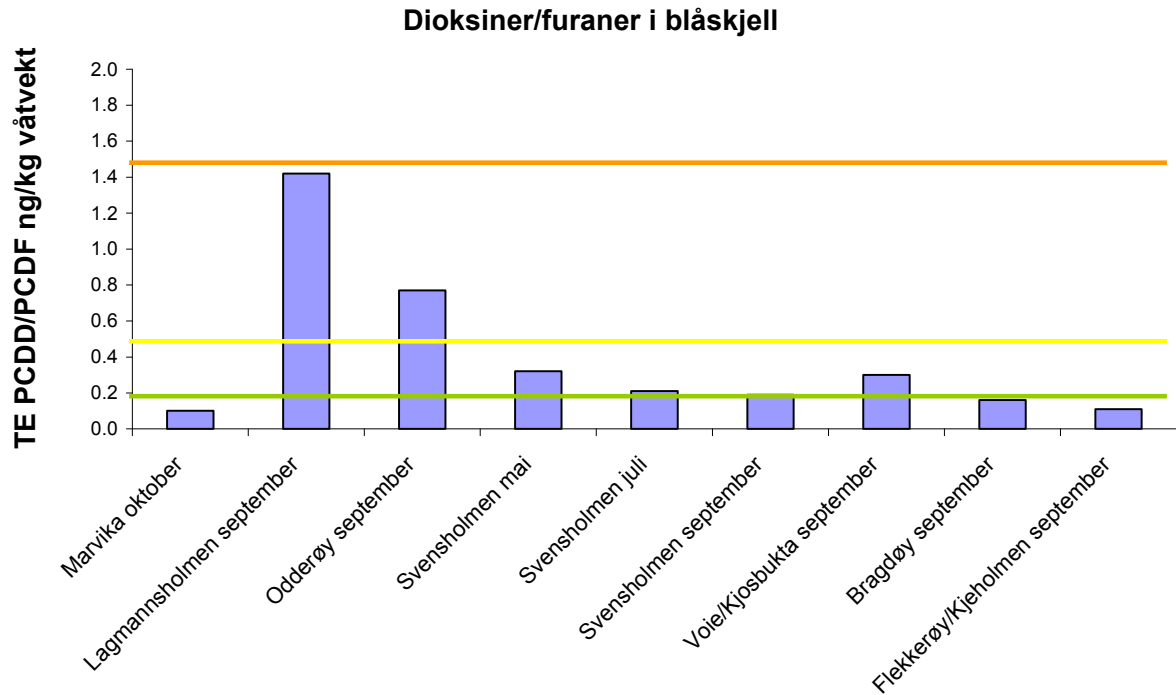
Dioksiner i blåskjell er vist som toksisitetsekvivalenter i henhold til WHO modell (Van den Berg og medarbeidere 2005). Det er ingen klassegrenser for furaner. Innholdet av furaner viste høyest verdi ved Lagmannsholmen og nest høyest ved Odderøy (Figur 38). Innhold av furaner var lavest ved Marvika.



Figur 38. Toksisitetsekvivalenter for furaner (TE ng/kg våtvektsbasis) i blåskjell.

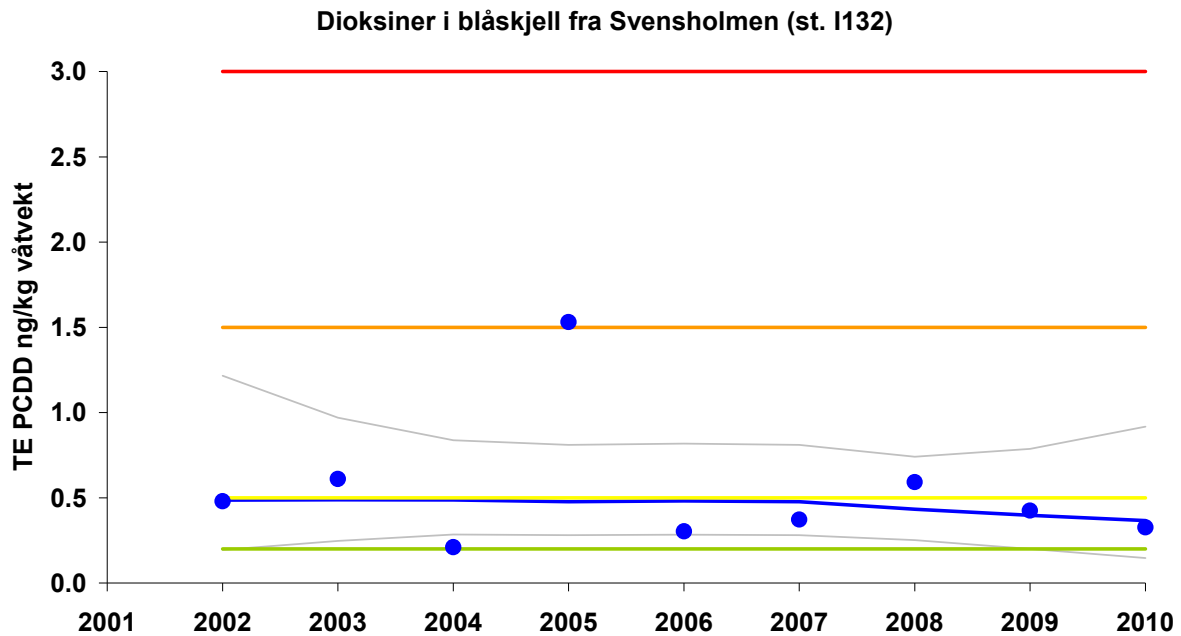
PCDD/PCDF

Sum dioksiner/furaner i blåskjell er vist som toksisitetsekvivalenter i henhold til WHO modell (Van den Berg og medarbeidere 2005). Konsentrasjonene var høyest ved Lagmannsholmen og nest høyest ved Odderøy (begge markert forurenset klasse III) (Figur 39). Nivåene var lave innerst i fjorden ved Marvika, ved Svensholmen (september), Bragdøy og ytterst i fjordgapet ved Flekkerøy/ Kjeholmen (klasse I, ubetydelig/ lite forurenset).



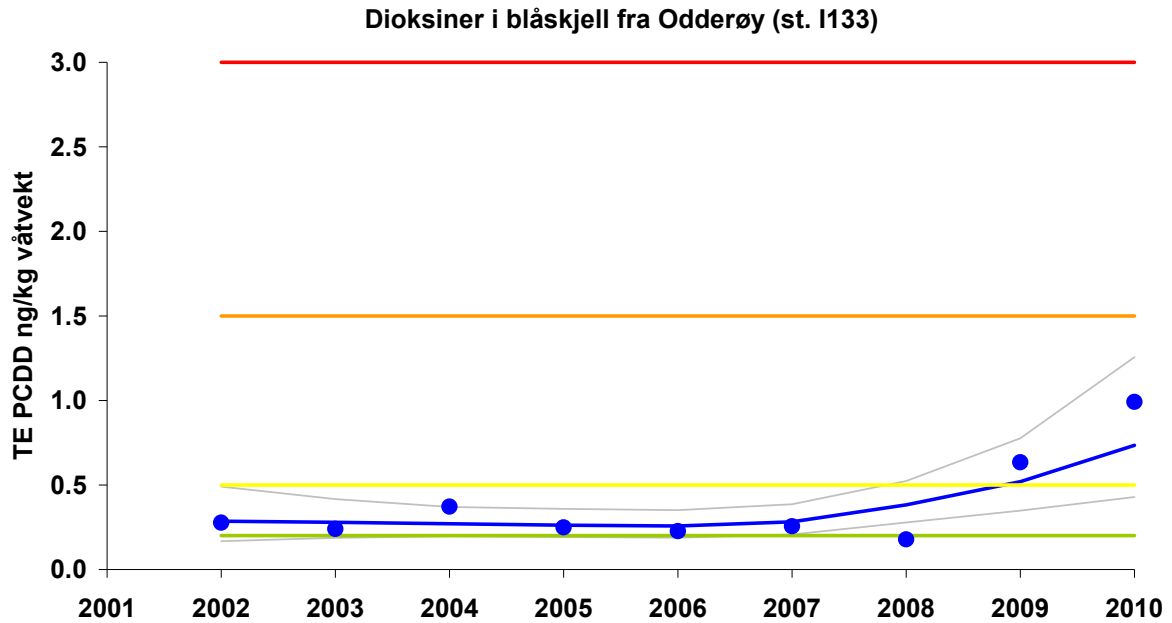
Figur 39. Toksisitetsekvivalenter for dioksiner/furaner (TE ng/kg våtvektsbasis) i blåskjell. Fargelinjer i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Blåskjellene på Svensholmen i september var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset illustrert i stolpediagrammet som representerer én blandprøve men moderat (klasse II) forurenset i trendfiguren som illustrerer gjennomsnittet av to blandprøver. Dioksin-innholdet i blåskjell ved Svensholmen har som illustrert i trendfiguren avtatt de siste tre årene fra å være markert (klasse III) forurenset i 2008 til å være moderat (klasse II) forurenset i 2010 (Figur 40).



Figur 40. Trendfigur for dioksiner (våtvektbasis) i CEMP-blåskjell ved Svensholmen. Dioksiner i CEMP-blåskjell er vist ved sum PCDD TE (nordisk), toksisitetsekvivalenter i henhold til nordisk modell (Ahlborg og medarbeidere 1989). Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

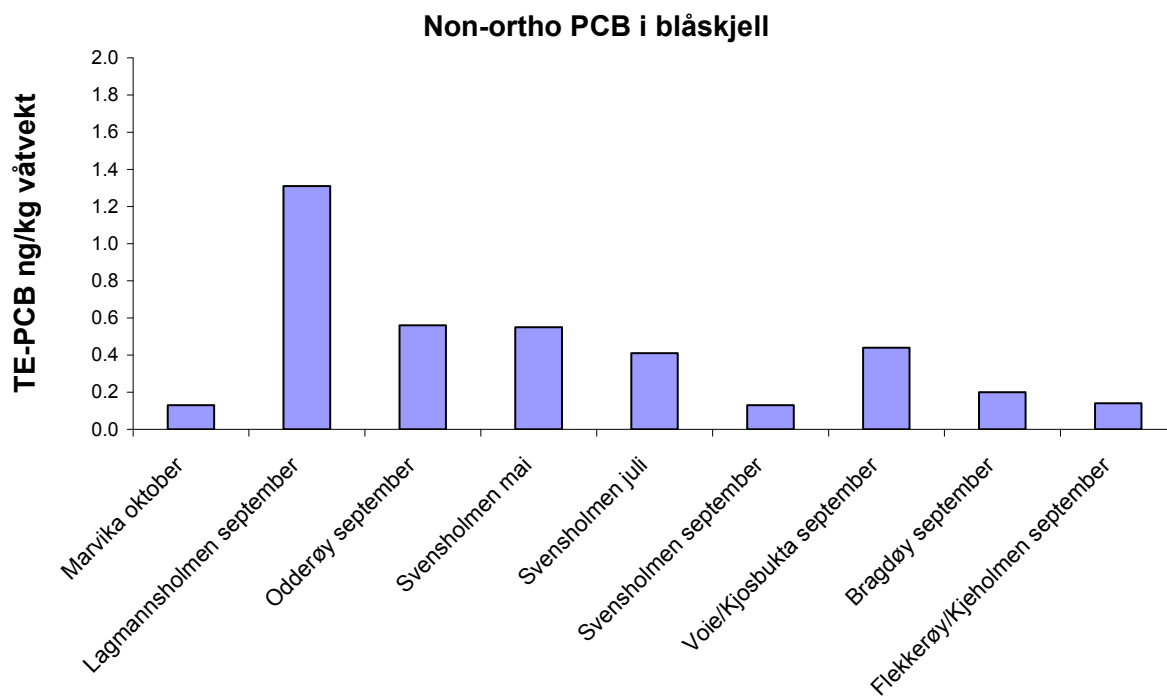
Dioksin-innholdet i blåskjell ved Odderøy har steget de siste tre årene fra å være lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset i 2008 til å være markert (klasse III) forurenset i 2010 (Figur 41).



Figur 41. Trendfigur for dioksiner (våtvektbasis) i CEMP-blåskjell ved Odderøy. Dioksiner i CEMP-blåskjell er vist ved sum PCDD TE (nordisk), toksisitetsekvivalenter i henhold til nordisk modell (Ahlborg og medarbeidere 1989). Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Non-ortho PCB

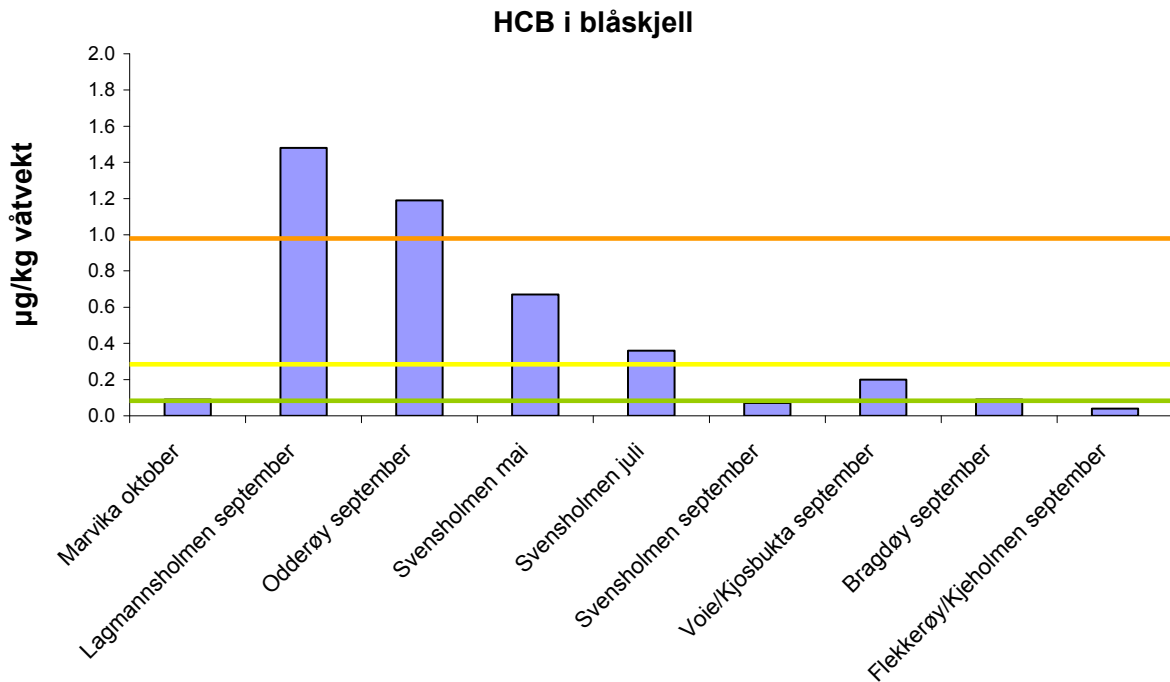
Non-ortho PCB viste høyest verdier ved Lagmannsholmen og laveste verdier ved Svensholmen i september og Marvika (Figur 42).



Figur 42. Toksitetsekvivalenter for non-ortho PCB (TE ng/kg våtvektsbasis) i blåskjell.

Heksaklorbenzen (HCB)

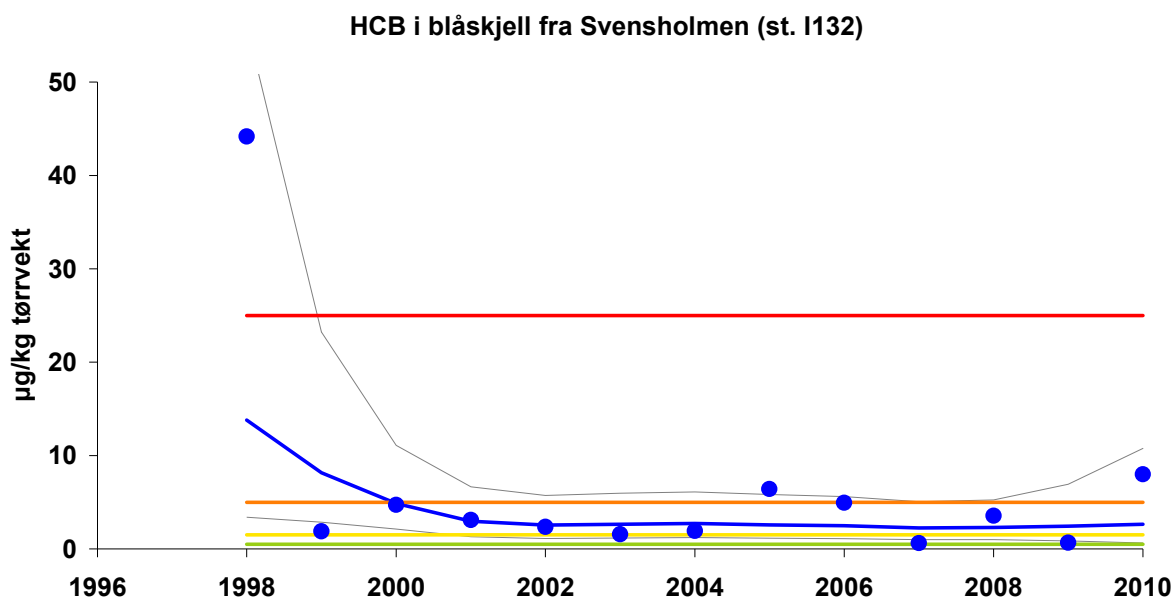
Innhold av HCB viste at blåskjellene på Lagmannsholmen og Odderøy var sterkt (klasse IV) forurensset (Figur 43). Nivået ved Svensholmen i mai og juli viser at skjellene kan klassifiseres som markert (klasse III) forurensset av HCB. Ved Voie/ Kjosbukta er det moderat (klasse II) forurensning av skjellene. Ved Svensholmen i september, Marvika og Bragdøy ligger nivåene rundt grensen for klasse II. Det laveste nivået av HCB er ytterst i fjorden ved Flekkerøy/ Kjøholmen hvor blåskjellene er lite/ ubetydelig (klasse I) forurensset.



Figur 43. Nivå av heksaklorbenzen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis) i blåskjell. Fargelinje i figuren tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

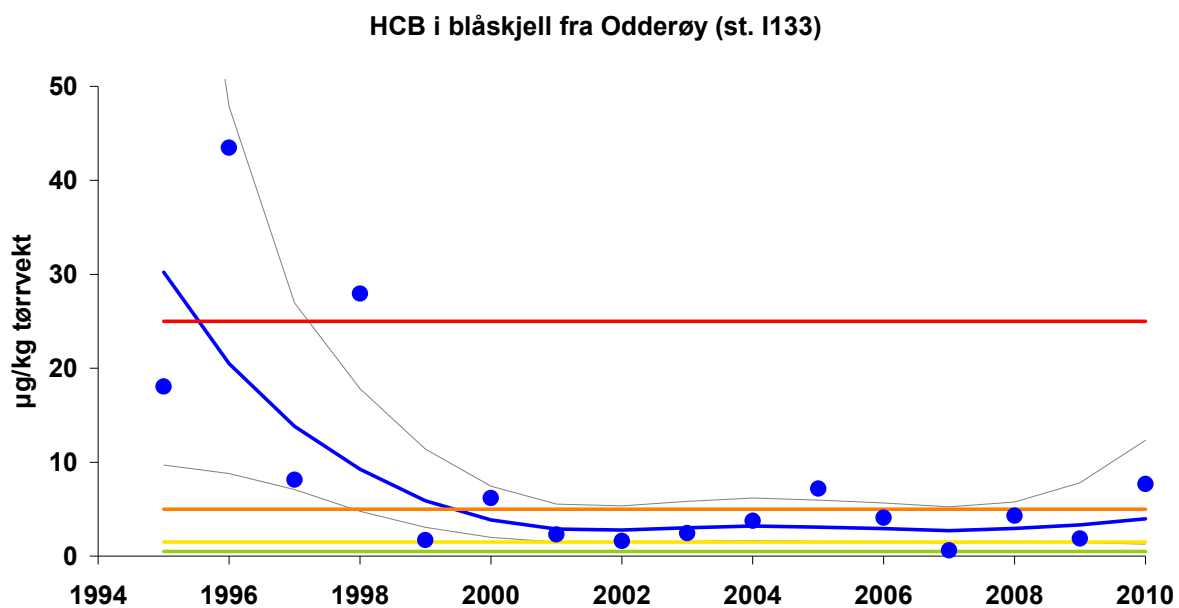
Blåskjellene på Svensholmen i september var lite/ ubetydelig (klasse I) forurensset i stolpediagrammet som illustrerer én blandprøve analysert på NILU men sterkt (klasse IV) forurensset i trendfiguren som illustrerer median av tre blandprøver analysert på NIVA. Figur 40 og Figur 41 samsvarer altså ikke med hensyn til konsentrasjonen av HCB på Svensholmen i september. Prøven er homogenisert og splittet for å analyseres på to forskjellige laboratorier og viser 17 ganger forskjell i konsentrasjon som er et betydelig avvik. Vi vet foreløpig ikke hva som har forårsaket dette.

Trendanalysene av HCB fra 1998 til 2010 viser ingen signifikant trend for blåskjell ved Svensholmen (Figur 44). Dioksin-innholdet i blåskjell ved Svensholmen har som illustrert i trendfiguren steget det siste året fra å være moderat (klasse II) forurensset i 2009 til å være sterkt (klasse IV) forurensset i 2010.



Figur 44. Trendfigur av heksaklorbenzen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Svensholmen. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

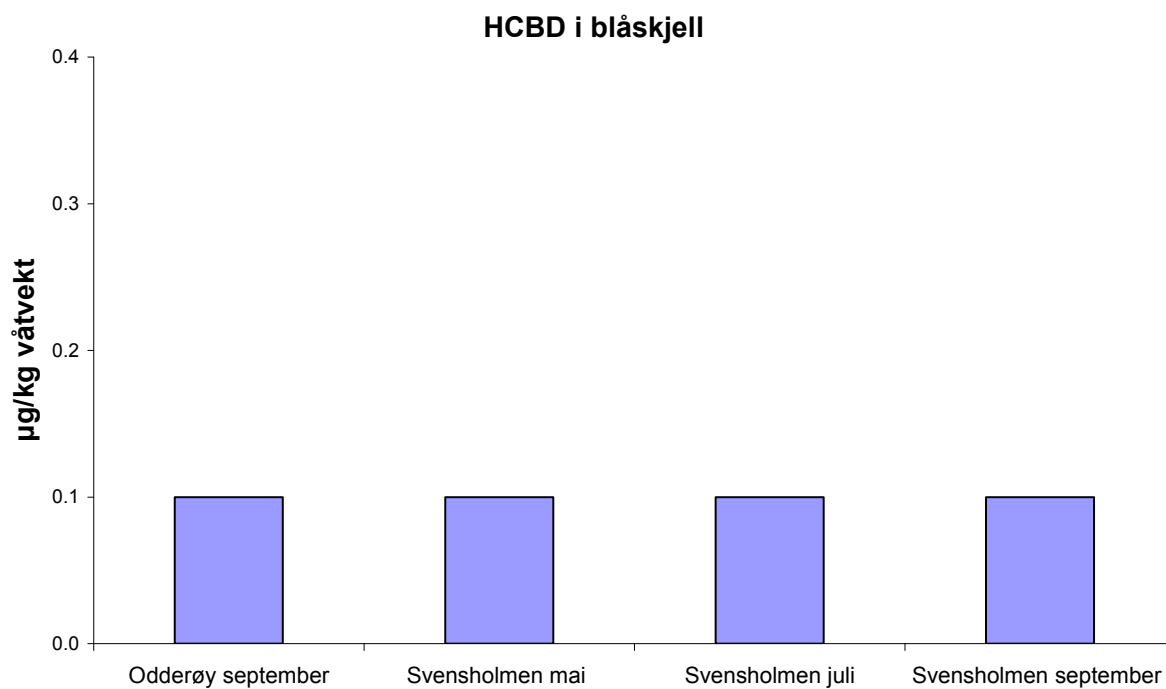
Trendanalysene av HCB fra 1995 til 2010 viser en signifikant nedadgående trend for blåskjell ved Odderøy (Figur 45).



Figur 45. Trendfigur av heksaklorbenzen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvektsbasis) i CEMP-blåskjell ved Odderøy. Figuren viser median konsentrasjoner som punkter, gjennomsnitt av mediankonsentrasjoner markert som blå linje, 95 % konfidensintervaller og linjer som markerer grenseverdier for Klifs tilstandsklasser (Tabell 5).

Heksaklorbutadien (HCBD)

HCBD viste verdier under deteksjonsgrensen (0,1 µg/kg våtvektsbasis) ved Svensholmen i mai, juli og september og ved Odderøy (Vedlegg 6.1.6) (Figur 46).



Figur 46. Nivå av heksaklorbutadien (µg/kg våtvektsbasis) i blåskjell. NB Alle konsentrasjonene var under deteksjonsgrensen på 0,1 µg/kg våtvektsbasis. Denne verdien er imidlertid brukt i figurfremstillingen.

3.2 Taskekrabbe

3.2.1 Skallinnmat fra krabbe

Resultatene for analysene av skallinnmat fra krabber er presentert i Tabell 7. Det er sparsomt med litteraturdata for skallinnmat fra krabber. En sammenstilling ble imidlertid gjort av Barland og medarbeidere (1996) over forventet variasjonsbredde (minimum-maksimum). Resultatene viser at konsentrasjonene av metaller i skallinnmat av krabbe fra Kristiansandsfjorden var godt under disse nivåene for Cr og Zn. Konsentrasjonene var nær nedre grense for As, Cd, Ni og Pb. Innholdet av Cu var over nivåene for alle de tre blandprøvene i Vesterhavn og i en blandprøve fra Topdalsfjorden. Alle rådataene befinner seg i Vedlegg 6.2.

Det er også begrenset og varierende informasjon om konsentrasjoner av PAH i skallinnmat av taskekrabbe. Klif har heller ikke utarbeidet tilstandsklasser. Knutzen og medarbeidere (1999) gjorde imidlertid en gjennomgang av dette og konkluderer med at konsentrasjoner av sum PAH over 10-20 µg/kg våtvekt er en indikasjon på potensielle negative effekter. Resultatene fra Kristiansandsfjorden ligger mellom minimum 12,5 µg/kg (våtvektsbasis) for en blandprøve i Topdalsfjorden og maksimum 15,95 µg/kg (våtvektsbasis) for en blandprøve i Vesterhavn. Resultatene tyder på at PAH-verdiene ligger i nedre grense for indikasjon på potensielle negative effekter.

Tabell 7. Konsentrasjoner oppgitt i våtvekt for metaller og organiske miljøgifter samt toksiske ekvivalenter for dioksiner, furaner og non-ortho PCB i skallinnmat fra krabber. Verdiene for deteksjonsgrensene er benyttet der konsentrasjonene er under deteksjonsgrensene (maksverdier). Fargekoder i henhold til Klifs klassifiseringssystem for TE_{PCDF/D} for hepatopankreas (krabbesmør) er gitt (Tabell 5).

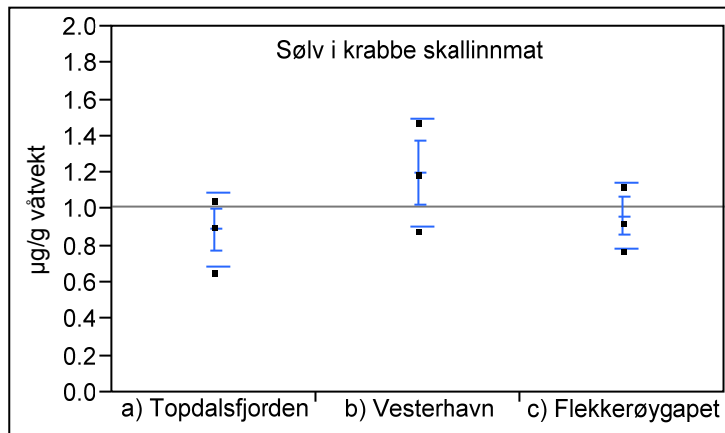
Parameter	Enhet	Topdalsfj 1	Topdalsfj 2	Topdalsfj 3	Vesterhavn 1	Vesterhavn 2	Vesterhavn 3	Flekkerøygapet 1	Flekkerøygapet 2	Flekkerøygapet 3	Barland m medarb. 1996
Ag	µg/g v.v.	0,926	0,678	1,07	1,5	1,21	0,904	0,952	0,798	1,15	
As	µg/g v.v.	19	24,3	18,2	28,6	20,5	29,2	30,6	24,5	21,8	14-102
Ca	µg/g v.v.	8410	9690	7330	8871	10810	3372	8880	3700	6490	
Cd	µg/g v.v.	0,829	0,889	1,12	1,31	1,23	0,854	1,03	0,614	0,828	0,34-5,0
Co	µg/g v.v.	0,096	0,131	0,151	0,323	0,192	0,0992	0,216	0,216	0,208	
Cr	µg/g v.v.	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3-0,5
Cu	µg/g v.v.	23,8	21,5	36,5	40,4	62,1	45,6	24,6	25,4	27,1	8-32
Ni	µg/g v.v.	0,15	0,24	0,33	1,2	0,15	0,15	0,42	0,32	0,57	0,2-0,9
Pb	µg/g v.v.	0,14	0,06	0,06	0,08	0,13	0,05	0,03	0,02	0,04	0,03-0,28
Zn	µg/g v.v.	21	21,6	23,7	19,8	25,5	19,9	22,4	17,4	22,4	27-63
PAH-16	µg/kg v.v.	12,86	12,5	15,23	14,26	13,71	15,95	14,3	12,57	12,95	
ΣKPAH	µg/kg v.v.	8,5	8,5	10,9	9,51	9,24	8,74	8,5	8,5	8,5	
B[a]P	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
PCB-7	ng/g v. v.	86,8	25,3	74,8	36,4	52,4	34,3	7,32	10,2	9,82	
TE-Dioksiner PCDD	pg/g v. v.	1,51	1,54	1,73	2,07	2,32	3,8	0,95	0,75	0,83	
TE-furaner PCDF	pg/g v. v.	1,34	1,51	1,56	3,43	4,6	9,4	0,82	0,7	0,82	
TE-PCDD/PCDF	pg/g v. v.	2,85	3,04	3,29	5,5	6,92	13,2	1,78	1,45	1,65	
TE-PCB	pg/g v. v.	3,12	2,35	3,54	4,51	7,77	9,42	1,27	1,12	1,28	
HCB	ng/g v. v.	1,98	1,61	1,87	4,71	6,29	13,2	0,65	0,83	0,82	
TTS %	%	23	28	24	25	28	17	25	16	20	
Fett %	%	6,1	9,3	6,9	7,4	7,6	4,3	7,5	2,3	3,1	

3.2.2 Metaller i skallinnmat fra krabbe

Resultatene presentert i figurene viser konsentrasjoner for tre blandprøver av skallinnmat fra krabber i områdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet i 2010.

Sølv (Ag)

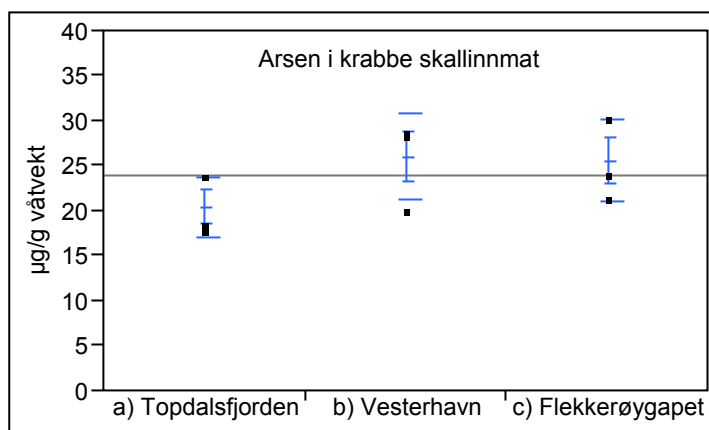
Konsentrasjonen av sølv var høyest i Vesterhavn (1,5 $\mu\text{g/g}$ våktsbasis) og lavest i Topdalsfjorden (0,678 $\mu\text{g/g}$ våktsbasis) i blandprøver av skallinnmat fra krabber (Figur 47).



Figur 47. Sølv ($\mu\text{g/g}$ våktsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Arsen (As)

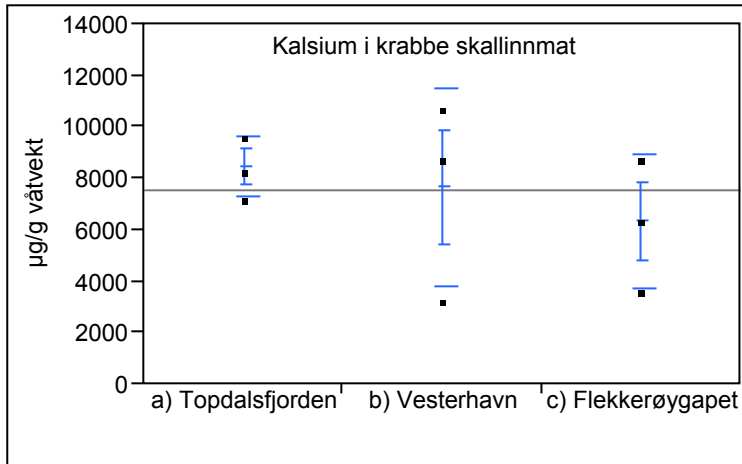
Arsen i skallinnmat fra krabber var lavest i Topdalsfjorden (18,2 $\mu\text{g/g}$ våktsbasis) (Figur 48).



Figur 48. Arsen ($\mu\text{g/g}$ våktsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Kalsium (Ca)

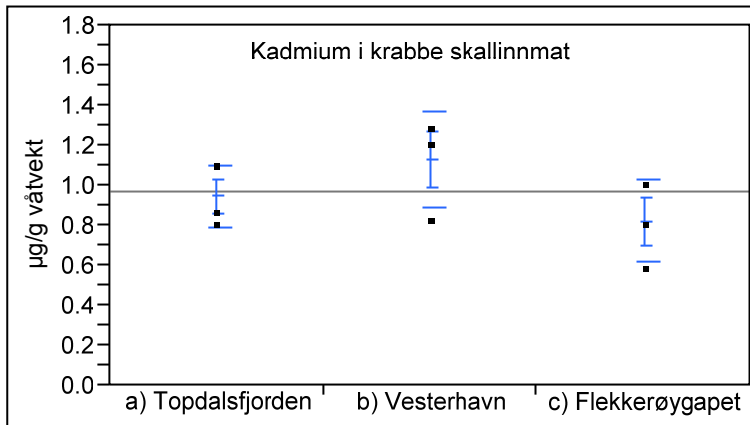
Innholdet av kalsium varierte mye i blandprøvene i Vesterhavn (maksimumsverdi 10810 $\mu\text{g/g}$, minimumsverdi 3372 $\mu\text{g/g}$, våktvektsbasis) og Flekkerøygapet (maksimumsverdi 8880 $\mu\text{g/g}$, minimumsverdi 3700 $\mu\text{g/g}$, våktvektsbasis) (Figur 49).



Figur 49. Kalsium ($\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Kadmium (Cd)

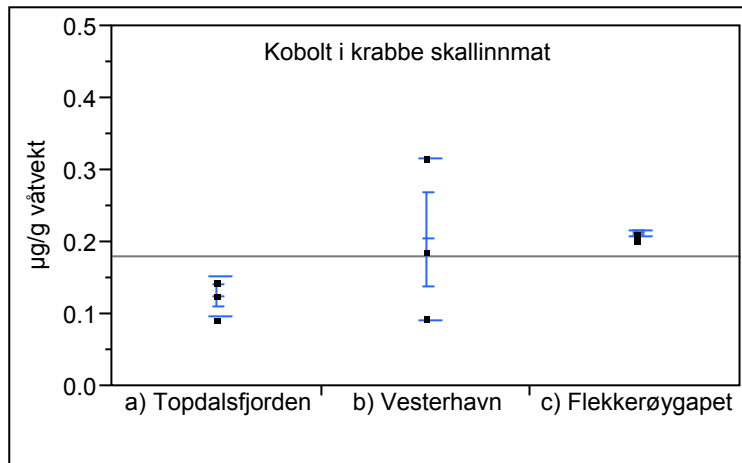
Kadmium i skallinnmat fra krabber viste høyest konsentrasjoner i Vesterhavn (1,31 $\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis). Den laveste konsentrasjonen ble funnet i en blandprøve fra Flekkerøygapet (0,614 $\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis) (Figur 50).



Figur 50. Kadmium ($\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Kobolt (Co)

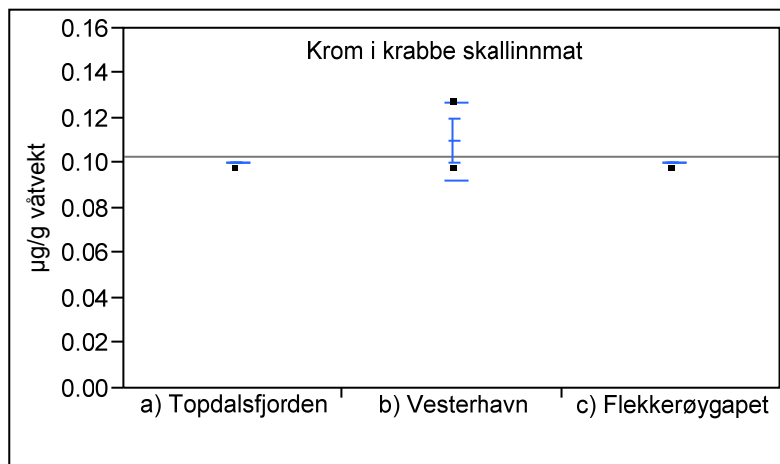
Kobolttinnholdet var lavest i skallinnmat fra krabber fra Topdalsfjorden (0,096 $\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis) (Figur 51). Den høyeste verdien ble funnet i en blandprøve fra Vesterhavn (0,323 $\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis).



Figur 51. Kobolt ($\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Krom (Cr)

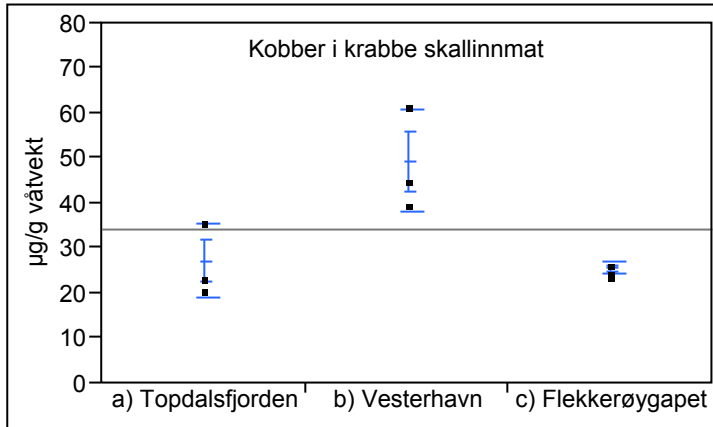
Krom viste konsentrasjoner under deteksjonsgrensen på 0,1 $\mu\text{g/kg}$ (våktvektsbasis) i de tre blandprøvene fra alle de tre områdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet bortsett fra en blandprøve i Vesterhavn som viste 0,13 $\mu\text{g/kg}$ (våktvektsbasis) (Figur 52).



Figur 52. Krom ($\mu\text{g/g}$ våktvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Kobber (Cu)

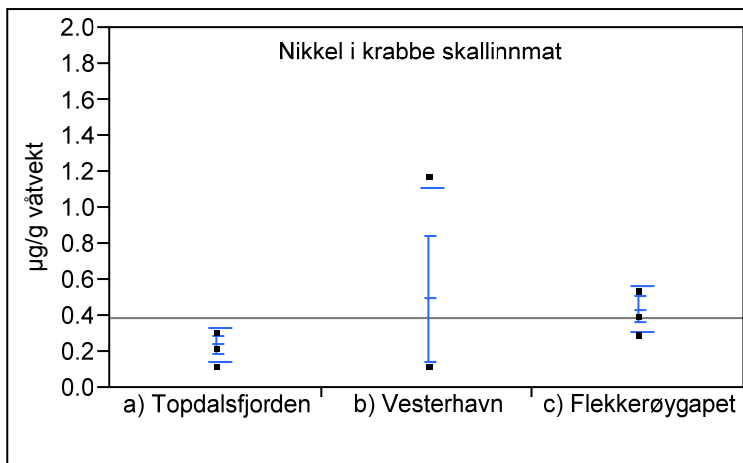
Kobberinnholdet i skallinnmaten til krabbene i Vesterhavnområdet var høyest (opptil 62,1 $\mu\text{g/g}$ våtvektsbasis) og lavest i Topdalsfjorden (21,5 $\mu\text{g/g}$ våtvektsbasis) (Figur 53).



Figur 53. Kobber ($\mu\text{g/g}$ våtvektsbasis) i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Nikkel (Ni)

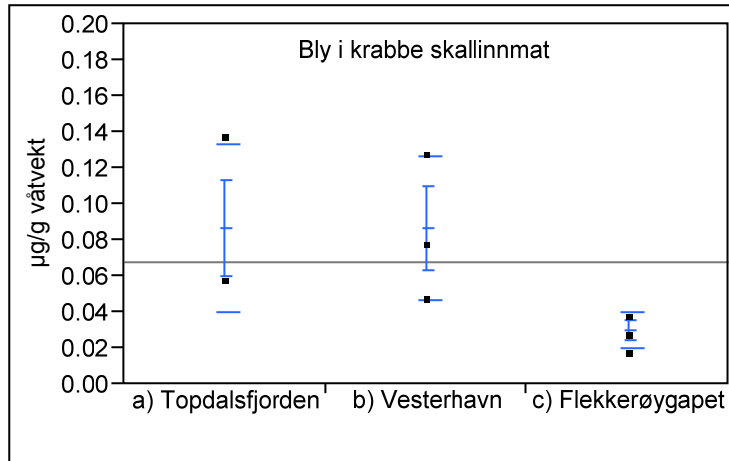
Nikkel viste forhøyet konsentrasjon i en blandprøve fra Vesterhavn (1,2 $\mu\text{g/g}$ våtvektsbasis) (Figur 54). Nikkelinnholdet i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet var høyere enn hos krabbene fra Topdalsfjorden.



Figur 54. Nikkel ($\mu\text{g/g}$ våtvektsbasis) i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Bly (Pb)

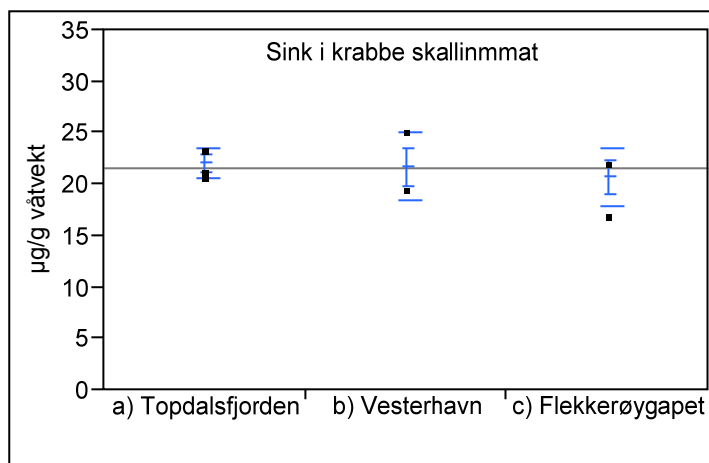
Innholdet av bly i blandprøvene varierte. Prøvene fra Topdalsfjorden og Vesterhavn hadde maksimumsverdier på henholdsvis 0,14 $\mu\text{g/g}$ (våttvektsbasis) i Topdalsfjorden og 0,13 $\mu\text{g/g}$ (våttvektsbasis) i Vesterhavn (Figur 55). Innholdet av bly i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet (0,02 $\mu\text{g/g}$ våttvektsbasis) var den laveste konsentrasjonen av alle prøvene.



Figur 55. Bly ($\mu\text{g/g}$ våttvektsbasis) i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Sink (Zn)

Sinkinnholdet i skallinnmat var generelt likt i blandprøvene fra krabber fra hele Kristiansandsfjorden med maksimumsverdi i Vesterhavn (25,5 $\mu\text{g/g}$ våttvektsbasis) og minimumsverdi (17,4 $\mu\text{g/g}$ våttvektsbasis) i Flekkerøygapet (Figur 56).



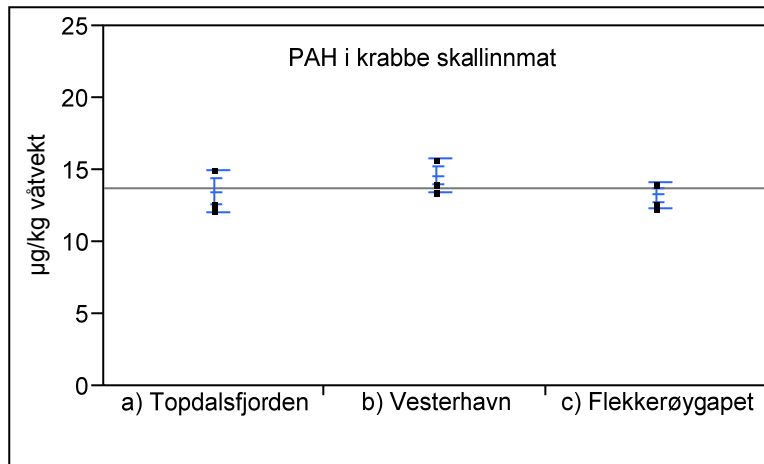
Figur 56. Sink ($\mu\text{g/g}$ våttvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

3.2.3 Organiske miljøgifter i skallinnmat fra krabbe

Fargekoder i figurene tilsvarer Klifs tilstandsklasser (Tabell 5). Resultatene presentert i stolpediagrammene er basert på hver sin replikate blandprøve i 2010.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16)

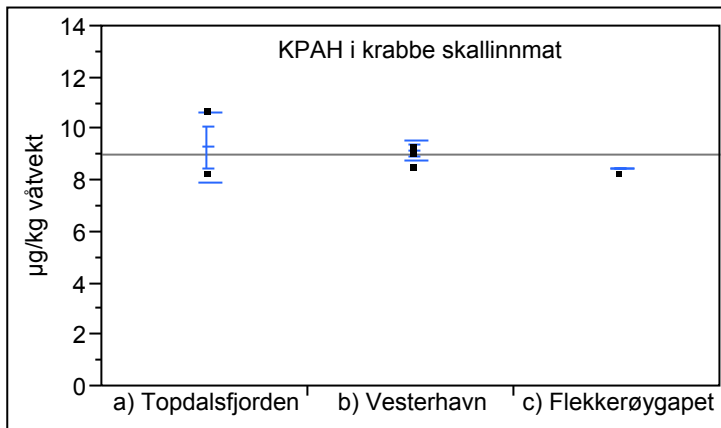
Innholdet av PAH-16 var generelt jevnt i blandprøvene fra krabber fra hele Kristiansandsfjorden med maksimumsverdi i Vesterhavn (15,95 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektbasis) og minimumsverdi (12,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektbasis) i Topdalsfjorden (Figur 57).



Figur 57. Innholdet av PAH-16 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Kreftfremkallende polysykliske aromatiske hydrokarboner (KPAH)

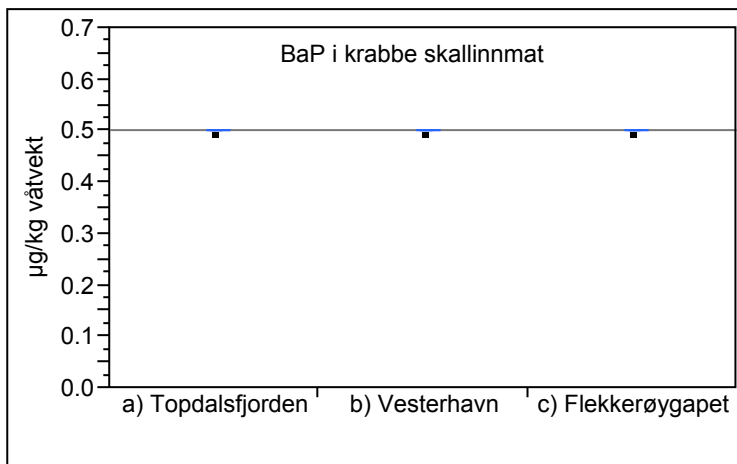
Innholdet av KPAH var generelt nokså jevnt i blandprøvene fra krabber i hele Kristiansandsfjorden med maksimumsverdi i Topdalsfjorden (10,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis) (Figur 58).



Figur 58. Innholdet av KPAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis) i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

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

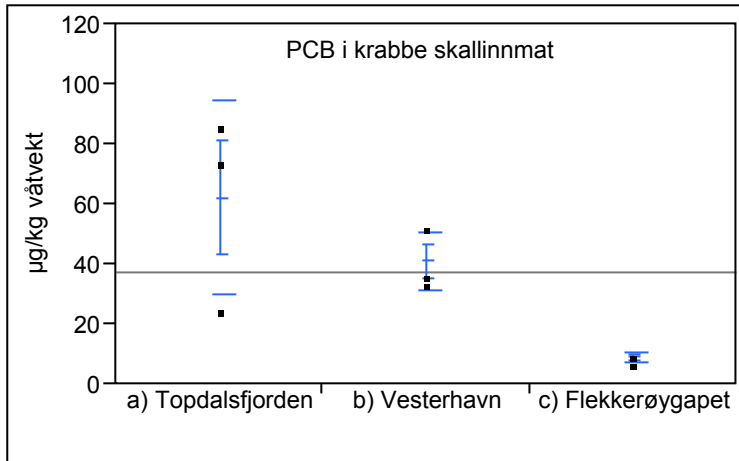
Konsentrasjonen av B[a]P var under deteksjonsgrensen på 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis for samtlige blandprøver av skallinnmat fra krabber i Kristiansandsfjorden (Figur 59).



Figur 59. Innholdet av B[a]P ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt. NB Alle konsentrasjonene var under deteksjonsgrensen på 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvektsbasis. Denne verdien er imidlertid brukt i figurfremstillingen.

Polykloreerte bifenyler (PCB-7)

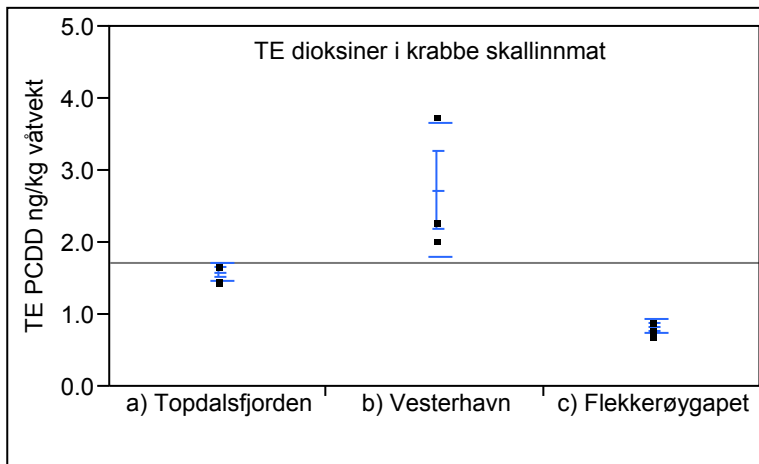
Innholdet av PCB-7 var generelt lavt i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet (Figur 60). Maksimumskonsentrasjonen ble funnet i Topdalsfjorden (86,8 µg/kg våtvektsbasis) og her var det stor variasjon mellom de tre blandprøvene.



Figur 60. Innhold av PCB-7 (µg/kg våtvektsbasis) i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Dioksiner (PCDD)

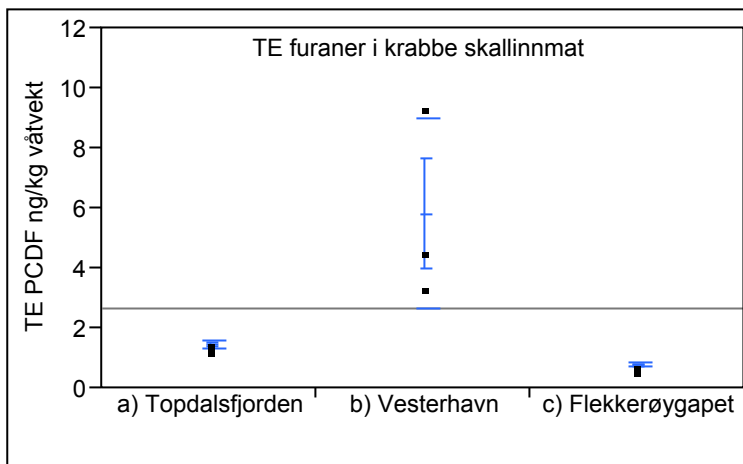
Konsentrasjonen av dioksiner, målt som toksisitetsekvivalenter, var generelt lav i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet (Figur 61). Maksimumsverdien på 3,8 pg/g (våtvektsbasis) ble funnet i en blandprøve fra Vesterhavn og her var det stor variasjon mellom de tre blandprøvene. Alle blandprøvene fra Vesterhavn lå over det totale gjennomsnittet for dioksiner i Kristiansandsfjorden sett under ett. Minimumsverdien på 0,75 pg/g (våtvektsbasis) ble funnet i en blandprøve fra Flekkerøygapet. Konsentrasjonen av TE PCDD i krabbe skallinnmat var lavere for alle tre områdene enn i forrige undersøkelse (Berge og medarbeidere 2007).



Figur 61. Toksisitetsekvivalenter for dioksiner (TE ng/kg våtvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Furaner (PCDF)

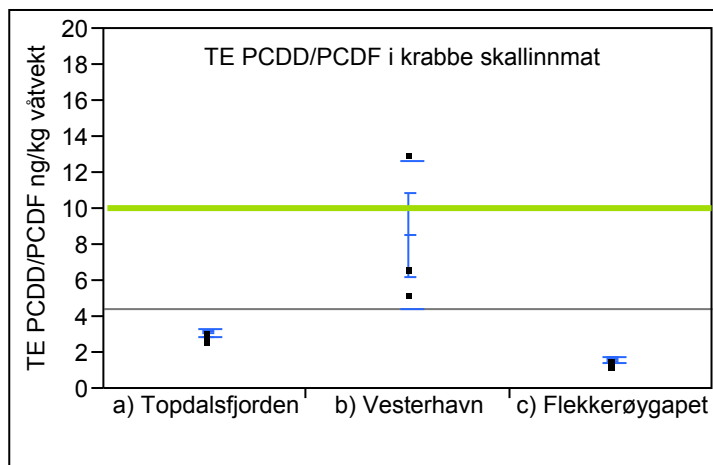
Det var lave verdier av toksisitetsekvivalenter for furaner i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet og Topdalsfjorden (Figur 62). Maksimumsverdien på 9,4 TE ng/kg (våtvektsbasis) ble funnet i en blandprøve fra Vesterhavn og her var det stor variasjon mellom de tre blandprøvene. Alle blandprøvene fra Vesterhavn lå over det totale gjennomsnittet for furaner i Kristiansandsfjorden sett under ett. Konsentrasjonen av TE PCDF var lavere for alle de tre områdene i 2010 enn de var i 2006 (Berge og medarbeidere 2007).



Figur 62. Toksisitetsekvivalenter for furaner (TE ng/kg våtvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

PCDD/PCDF

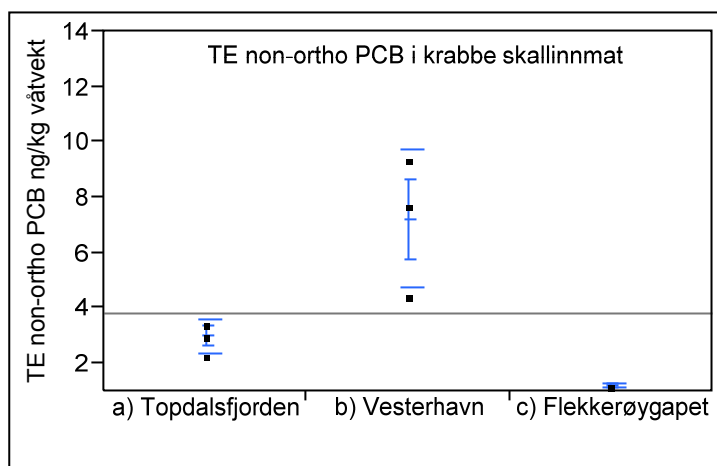
Det var lave verdier for toksisitetsekvivalenter for PCDD/PCDF (lite/ ubetydelig forurensning, klasse I) i skallinnmat fra krabber fra Kristiansandsfjorden (Figur 63). Maksimumsverdien på 13,2 ng/kg (våtvektsbasis), som tilsvarer moderat (klasse II) forurensning, ble funnet i en blandprøve fra Vesterhavn og her var det stor variasjon mellom de tre blandprøvene. Alle blandprøvene fra Vesterhavn lå over det totale gjennomsnittet for toksisitetsekvivalenter for PCDD/PCDF i Kristiansandsfjorden sett under ett. Konsentrasjonen av TE PCDD/PCDF i krabbe skallinnmat fra Vesterhavn var lavere i 2010 enn i undersøkelsen i 2006 (Berge og medarbeidere 2007). Da var skallinnmaten markert forurensset (klasse III) med 33.4 ng/kg våtvekt.



Figur 63. Toksisitetsekvivalenter for dioksiner/furaner (TE ng/kg våtvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt. Grenseverdi for tilstandsklasse I lite/ ubetydelig forurensset (Tabell 5) i hepatopancreas er markert med grønn strek.

Non-ortho PCB

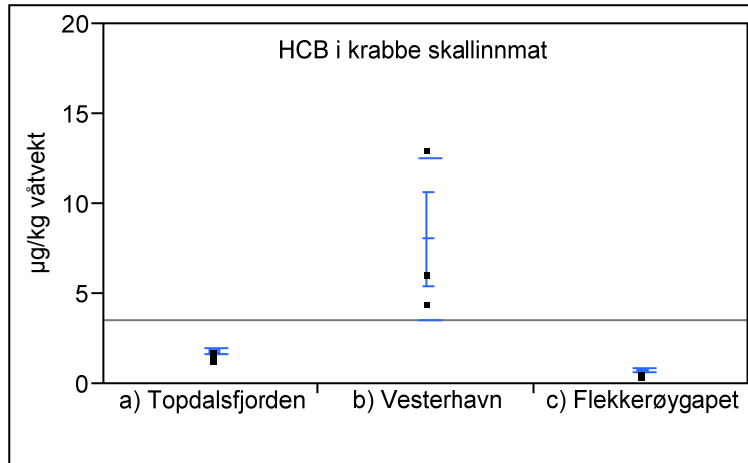
Innholdet av non-ortho PCB var som for dioksiner og furaner generelt lavt i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet (Figur 64). Maksimumsverdien på 9,42 TE ng/kg (våtvektsbasis) ble funnet i en blandprøve fra Vesterhavn og her var det stor variasjon mellom de tre blandprøvene. Alle blandprøvene fra Vesterhavn lå over det totale gjennomsnittet for toksisitetsekvivalenter for non-ortho PCB i Kristiansandsfjorden sett under ett. Konsentrasjonen av TE non-ortho PCB var generelt lavere enn i krabbene som ble undersøkt i 2006 (Berge og medarbeidere 2007).



Figur 64. Toksisitetsekvivalenter for non-ortho PCB (TE ng/kg våtvektsbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Heksaklorbenzen (HCB)

Innholdet av HCB var generelt lavt i skallinnmat fra krabber fra Flekkerøygapet (Figur 65). Maksimumsverdien på 13,2 µg/kg våtvektbasis ble funnet i en blandprøve fra Vesterhavn og her var det stor variasjon mellom de tre blandprøvene. Alle blandprøvene fra Vesterhavn lå over det totale gjennomsnittet for toksisitetsekvivalenter for HCB i Kristiansandsfjorden sett under ett.



Figur 65. Heksaklorbenzen (µg/kg våtvektbasis) i skallinnmat fra krabber i Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

3.2.4 Metaller i klokjøtt fra krabbe

Resultatene for analysene av krabber er presentert i Tabell 8. For kvikksølv i klokjøtt fra krabbe har EU satt en grenseverdi på 0,5 µg/g våtvekt for hva som er tillatt omsatt som sjømat (Økland 2005). Verdiene i Kristiansandsfjorden var godt under denne grensen. Det er ikke utviklet norske grenseverdier for kvikksølv i klokjøtt fra krabbe. Alle rådataene befinner seg i Vedlegg 6.2.

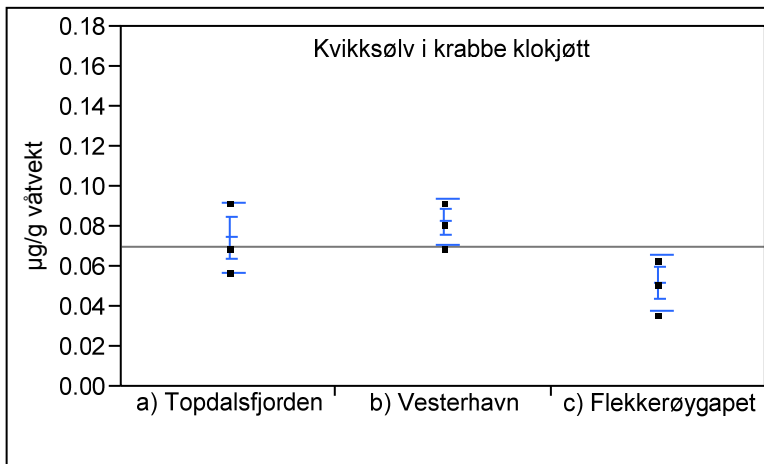
Tabell 8. Konsentrasjoner av Hg og Cd oppgitt på våtvektsbasis i klokjøtt fra krabber.

Parameter	Enhet	Topdalsfj 1	Topdalsfj 2	Topdalsfj 3	Vesterhavn 1	Vesterhavn 2	Vesterhavn 3	Flekkerøygapet 1	Flekkerøygapet 2	Flekkerøygapet 3
Cd	µg/g v.v.	0,002	0,002	0,004	0,003	0,001	0,003	0,002	0,004	0,002
Hg	µg/g v. v.	0,059	0,071	0,094	0,094	0,071	0,083	0,065	0,038	0,053
TTS %		21	21	21	23	24	19	20	15	19

Resultatene presentert i figurene er basert på hver sin replikate blandprøve i 2010.

Kvikksølv (Hg)

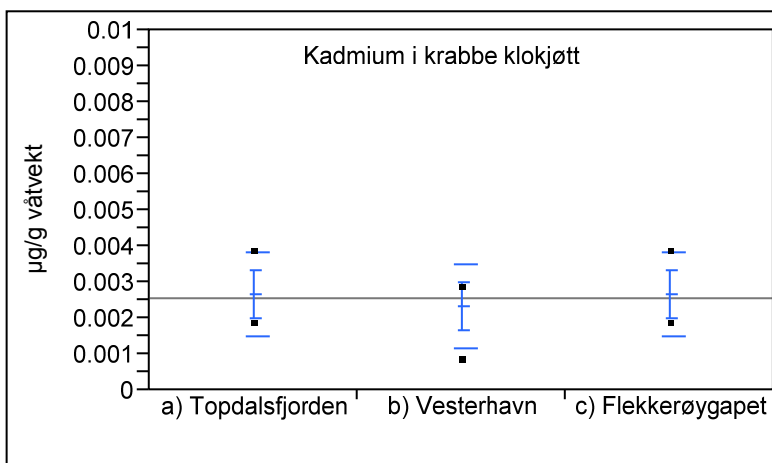
Innholdet av kvikksølv i klokjøtt fra krabber i Kristiansandsfjorden var høyest i Vesterhavnområdet og lavest i Flekkerøygapet (Figur 66). Minimumsverdien på 0,038 $\mu\text{g/g}$ (våttvekstbasis) ble funnet i Flekkerøygapet.



Figur 66. Kvikksølv ($\mu\text{g/g}$ våttvekstbasis) i klokjøtt i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

Kadmium (Cd)

Konsentrasjonen av kadmium viste variasjon mellom blandprøvene. Minimumsverdien på 0,001 $\mu\text{g/g}$ (våttvekstbasis) ble funnet i Vesterhavn (Figur 67).



Figur 67. Kadmium ($\mu\text{g/g}$ våttvekstbasis) i klokjøtt i krabber fra Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Figuren viser resultat for tre replikater per område, med standard feil og standard avvik. Horisontal linje viser totalt gjennomsnitt.

3.3 Passive prøvetakere

3.3.1 DGT

DGTer (Diffusive Gradient in Thin film devices) ble i denne undersøkelsen satt ut i én måned. De ble utplassert i september 2010 ved de tre områdene Marvika, Kjerkebåen og Flekkerøygapet. På NIVA ble prøvene ekstrahert og analysert for metaller og basert på temperaturspesifikke opptakrater, ble konsentrasjonen av løste metaller i vannmassene beregnet (Tabell 9). Noen forskjeller i konsentrasjonene på de tre stasjonene kunne observeres. De høyeste konsentrasjonene for Al, Cd, Fe, Pb og Zn ble målt i Flekkerøygapet. De laveste DGT-konsentrasjonene ble målt i Marvika. De høyeste konsentrasjonene av Cu og Ni ble funnet ved Kjerkebåen.

Det er vanskelig å sammenligne direkte DGT-labile metallkonsentrasjoner med "hel vannprøve" i henhold til Klifs klassifiseringssystem (Bakke og medarbeidere 2007), men metoden kan brukes som indikasjon for finne forurensningsnivået i området. For Cd, Cr, Cu, Ni, Pb og Zn ligger DGT-konsentrasjonene på bakgrunnsnivå. Ni-konsentrasjonen ved alle stasjonene var relativt nær grenseverdien. For noen av metallene (f.eks. Cu, Pb og Zn) kan en vesentlig del være bundet til suspenderte partikler, oppløst organisk karbon eller andre kolloider og disse blir ikke fanget opp av DGTer. Selv om en stor andel ikke blir målt med DGT, vil vannmassene i Marvika, Kjerkebåen og Flekkerøygapet fortsatt trolig være på bakgrunnsnivå eller ha god miljøstatus. Med hensyn til vanddirektivet er DGT-labile konsentrasjoner av Cd, Ni og Pb godt under miljøkvalitetsstandard "annual average-EQS" (AA-EQS) for kystnære farvann (årsgjennomsnitt).

Tabell 9. Konsentrasjoner av løste metaller i vann målt med passive prøvetakere (DGTer).

Forbindelse	Enhet	Marvika	Kjerkebåen	Flekkerøygapet
Al*	µg/l	0,072	0,019	0,32
Cd	µg/l	0,010	0,0096	0,013
Co	µg/l	0,01	0,026	0,018
Cr	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Cu*	µg/l	0,075	0,13	0,12
Fe	µg/l	0,6	0,5	1,7
Ni	µg/l	0,15	0,33	0,22
Pb	µg/l	0,0072	0,0071	0,011
Zn*	µg/l	0,26	0,34	0,61

*For Al og Zn var nivåer i "blanke prøver" så høy som 28 og 75 % av akkumulert metallmengde. For Cu er nivået rett over 10 %. For Al og Zn er mengden i "blanke prøver" fratrukket de beregnede konsentrasjoner i vann.

3.3.2 SPMD

SPMDer (SemiPermeable Membrane Devices) er passive prøvetakere som ble satt ut i de tre områdene samtidig med DGTene og de utsatte blåskjellene, og eksponeringstiden var én måned. "Performance Referanse Compounds" (PRC) ble brukt for å etablere prøvetakingsfrekvensen for SPMD.

Ekstrahert vannvolum ("sampling rate") var høyest i Flekkerøygapet og lavest i Marvika (dobbelte så høyt). Dette er godt innenfor det området som vanligvis observeres.

Prøvene ble ekstrahert og analysert for PAH og PCB på NIVA og organiske klorforbindelser (PCDD/PCDF) på NILU. Konsentrasjonene i prøvene ble beregnet ut fra standardprosedyre ved NIVA. Fritt løste PAH-konsentrasjoner er vist i Tabell 10. Målte fritt løste PAH-konsentrasjoner fra alle de tre stasjonene synes å være lav, og var i enkelte tilfeller under deteksjonsgrensen. Konsentrasjonene synes imidlertid å være konsekvent høyere ved Kjerkebåen sammenlignet med

Marvika og Flekkerøygapet. Konsentrasjonen av benzo[a]antracen (0,11 ng/l) ved Kjerkebåen var for eksempel nær en faktor som var fire ganger høyere enn målt ved referanseområdet Flekkerøygapet. For alle PAHene som ble målt, var det i snitt en faktor på 2,4 og 2,7 høyere i forhold til det som ble målt i Marvika og Flekkerøygapet.

Noen PAHer, som dibenzo[a,h]antracen (DBahA), var under deteksjongrensen (~20-40 pg /l), mens andre som for eksempel benzo[a]pyren (B[a]P), bare ble påvist ved Kjerkebåen (Tabell 10). Sammenlikning mellom fritt løste konsentrasjoner og EQS-verdier basert på "hel vannprøve" er ikke mulig, mens empirisk modellering for å estimere hele konsentrasjonen av "hel vannprøve" fra SPMD-data er mulig. En indikasjon på kvalitetsstatus er å sammenlikne data fra passive prøvetakere med EQS. Beregninger er sannsynligvis like for forbindelser med $\log K_{ow} < 6$, løste konsentrasjoner og konsentrasjoner av "hel vannprøve". For forbindelser med $\log K_{ow} > 6$ er dette ikke riktig. Fritt løste konsentrasjoner av antracen, fluoranten og benzo[a]pyren var betydelig under den gjennomsnittlige EQS (AA-EQS). For disse forbindelsene er trolig fritt løste konsentrasjoner nær "hel vannprøve". Summen av konsentrasjonene av benzo[b]fluoranten og benzo[k]fluoranten var 0,25 ng/l for Kjerkebåen som er en faktor på 100 under vanddirektivets (AA-EQS). Summen av indeno [1,2,3-cd] pyren og benzo[ghi]perylene var 0,08 ng/l for området, og betydelig lavere enn AA-EQS på 2 ng/l. Disse forbindelsene ble ikke påvist i Marvika og Flekkerøygapet.

Tabell 10. Fritt løste PAH-konsentrasjoner i vann målt ved passive prøvetakere (SPMDer).

Forbindelse	Enhet	Marvika	Kjerkebåen	Flekkerøygapet
NAP	ng/l	(A)	(A)	(A)
ACY	ng/l	<0,08	<0,08	<0,07
ACE	ng/l	0,15	0,47	0,18
FLE	ng/l	0,25	0,44	0,32
DBTHI	ng/l	0,06	0,12	0,07
PHE	ng/l	0,62	1,60	0,85
ANT	ng/l	0,04	0,09	0,04
FLU	ng/l	0,28	0,70	0,34
PYR	ng/l	0,29	0,44	0,17
BaA	ng/l	0,03	0,11	0,026
CHRY	ng/l	0,03	0,13	0,05
BbjF	ng/l	0,09	0,18	0,05
BkF	ng/l	0,03	0,07	0,016
BeP	ng/l	0,06	0,11	0,03
B[a]P	ng/l	<0,03	0,06	<0,02
PER	ng/l	<0,03	0,025	0,02
In123P	ng/l	<0,03	0,03	<0,02
DBahA	ng/l	<0,04	<0,027	<0,02
BghiP	ng/l	0,03	0,05	<0,02

(A) Konsentrasjon av naftalen i kontrollprøvene var høyere enn i de eksponerte prøvetakerne.

SPMD-ekstrakt ble splittet og en brøkdel ble analysert for en rekke PCBer og andre organiske klorforbindelser (Tabell 11). De fleste PCBene var under deteksjongrensen. Kongeneren CB52 ble oppdaget ved Kjerkebåen, mens CB28 bare ble påvist ved Flekkerøygapet. CB153 var over deteksjongrensene i Marvika og Flekkerøygapet. CB138 ble også funnet i Marvika. De fleste målte konsentrasjonene var bare marginalt over deteksjongrensen (40-50 pg/l). Deteksjon av CB153 og CB138 ved Marvika var litt overraskende, med tanke på at ingen andre av de lavere klorerte

forbindelsene ble oppdaget. Mudring av PCB-forurenset sediment ble utført i området og det er mulig at dette var et signal fra denne aktiviteten.

Pentaklorobenzen (QCB) og heksaklorbenzen (HCB) var de eneste organiske klorforbindelser som ble funnet i disse prøvene. Konsentrasjoner av QCB var i samme område for Kjerkebåen og Flekkerøygapet, men konsentrasjonen målt i Marvika var halvparten av disse verdiene. Konsentrasjonen av HCB ved Kjerkebåen var 10 ganger høyere enn det som ble målt i Marvika og fire ganger høyere enn i Flekkerøygapet. Det er mulig å sammenligne målte konsentrasjoner av HCB, lindan og pentaklorobenzen med EQS satt av EUs vanddirektiv (henholdsvis på 10, 2 og 0,7 ng/l). For disse forbindelsene er konsentrasjonene av løste og ”hele vannprøver” sannsynligvis like og de observerte verdiene var HCB: 0,082 ng/l, lindan: <0,2 ng/l og QCB: 0,075 ng/l ved Kjerkebåen. Dette var betydelig under vanddirektivets EQS.

Tabell 11. Konsentrasjoner av fritt løste PCBer og organiske klorforbindelser i vann målt med passive prøvetakere (SPMDer).

Forbindelse	Enhet	Marvika	Kjerkebåen	Flekkerøygapet
CB28	ng/l	<0,005	<0,004	0,004
CB52	ng/l	<0,005	0,007	<0,003
CB101	ng/l	<0,026	<0,02	<0,013
CB118	ng/l	<0,008	<0,005	<0,004
CB105	ng/l	<0,05	<0,01	<0,04
CB153	ng/l	0,023	<0,006	0,006
CB138	ng/l	0,019	<0,006	<0,004
CB156	ng/l	<0,012	<0,008	<0,006
CB180	ng/l	<0,012	<0,008	<0,006
CB209	ng/l	<0,02	<0,015	<0,01
QCB	ng/l	0,032	0,075	0,060
α -HCH	ng/l	<0,06	<0,06	<0,06
HCB	ng/l	0,009	0,082	0,018
γ -HCH	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2
<i>pp</i> -DDE	ng/l	<0,006	<0,004	<0,003
<i>pp</i> -DDT	ng/l	<0,01	<0,008	<0,006

LOD basert på 3x konsentrasjon i kontrollprøven.

Deler av SPMD ekstrakter ble sendt til NILU for analyse for PCDD/PCDFer og non-ortho PCB (Tabell 12). Deteksjonsgrensene var generelt under 10 fg/l for de fleste dioksin og furan-kongenerer. Bare noen bestemte kongenerer ble funnet på enkelte stasjoner, og alle konsentrasjonene var svært lave. Oktaklorodibenzo-p-dioksin ble observert ved Marvika og Flekkerøygapet, men ikke ved Kjerkebåen. 2,3,7,8-TCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF og 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF ble funnet på en eller to stasjoner (Tabell 12). Totale konsentrasjoner kan være signifikant underestimerte av løste konsentrasjoner for de fleste hydrofobe PCDD/PCDFer.

Konsentrasjonene av non-ortho PCB (pg/l) i Marvika viste seg å være litt høyere enn ved Kjerkebåen og Flekkerøygapet. Basert på disse dataene, ser ikke PCDD/PCDF til å utgjøre et problem i dette området.

Tabell 12. Konsentrasjoner av fritt løste PCDD/PCDFer og planare PCBer i vann målt med passive prøvetakere (SPMDer).

Forbindelse	Enhet	Marvika	Kjerkebåen	Flekkerøygapet
2378-TCDD	pg/l	<0,008	<0,005	<0,005
12378-PeCDD	pg/l	<0,006	<0,007	<0,005
123478-HxCDD	pg/l	<0,008	<0,009	<0,005
123678-HxCDD	pg/l	<0,007	<0,008	<0,005
123789-HxCDD	pg/l	<0,009	<0,010	<0,005
1234678-HpCDD	pg/l	<0,007	<0,008	<0,003
OCDD	pg/l	0,059	<0,010	0,035
2378-TCDF	pg/l	<0,003	0,014	<0,003
12378/12348-PeCDF	pg/l	<0,005	<0,006	<0,003
23478-PeCDF	pg/l	0,044	0,015	<0,004
123478/123479-HxCDF	pg/l	<0,003	<0,003	<0,002
123678-HxCDF	pg/l	<0,002	<0,003	<0,002
123789-HxCDF	pg/l	<0,004	<0,005	<0,002
234678-HxCDF	pg/l	<0,003	<0,003	<0,002
1234678-HpCDF	pg/l	<0,004	0,020	<0,002
1234789-HpCDF	pg/l	<0,006	<0,006	<0,003
OCDF	pg/l	<0,008	<0,008	<0,005
CB77	pg/l	0,19	0,16	0,10
CB81	pg/l	0,02	0,02	0,01
CB126	pg/l	0,06	0,04	<0,01
CB169	pg/l	<0,01	<0,02	<0,01

4. Diskusjon

4.1 Vurdering av resultatene

Det har de siste 15 årene blitt gjennomført betydelige tiltak for å bedre miljøforholdene i Kristiansandsfjorden. Undersøkelsene som er gjort i 2010 viser at tiltakene har gitt forbedringer som signifikante reduksjoner av PAH i blåskjell de fem årene ved Svensholmen. Konsentrasjonen av PAH-16 i blåskjell fra Odderøya og Svensholmen var ca en tredjedel av det som ble målt i blåskjell fra 2006, og konsentrasjonen i blåskjell fra Voie/Kjosbukta var halvert i forhold til i 2006. Det var også lave nivåer av dioksin i skallinnmat fra krabber i 2010, generelt en tredjedel av nivåene som ble funnet i materialet fra 2006.

4.1.1 Blåskjell

Blåskjell fra Kristiansandsfjorden var relativt lite forurenset av metaller. For flere metaller (kadmium, krom, kvikksølv og sink) var konsentrasjonene på samtlige stasjoner lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset. Blåskjell ved Odderøy var markert (klasse III) forurenset av bly og dette var den høyeste tilstandsklassen som ble funnet for metallinnhold i blåskjell i denne undersøkelsen. Det var gjennomgående lavest metallverdier i utplasserte blåskjell (stedegne blåskjell fantes ikke) ved Marvika sammenliknet med alle blåskjellstasjonene.

Samtlige blåskjell var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset av PCB-7. Ved Odderøy var det signifikante nedadgående langtidstrender for PCB-7 og HCB i forhold til gjentatte målinger fra 1995. Det var imidlertid ingen signifikante langtidstrender for disse forbindelsene ved Svensholmen basert på målinger fra 1998. Blåskjellene var opptil sterkt (klasse IV) forurenset av HCB ved Lagmannsholmen og Odderøy.

Blåskjellene var markert (klasse III) forurenset av dioksiner/furaner ved Lagmannsholmen og Odderøy. Dioksin-innholdet i blåskjell har de siste tre årene avtatt ved Svensholmen, mens det har steget ved Odderøy. Langtidsanalysene viser imidlertid ingen signifikant trend verken på Svensholmen eller Odderøy. I 2009 undersøkte Green og medarbeidere (2010) dioksiner i blåskjell ved Svensholmen (CEMP-stasjon I132) og Odderøy (CEMP-stasjon I133) og fant at blåskjellene var moderat forurenset (klasse II) ved Svensholmen og markert forurenset (klasse III) ved Odderøy basert på "toksisitetekvivalensfaktorer" etter nordisk modell (Ahlborg 1989). Ingen av stasjonene viste signifikante trender. Konsentrasjonen av dioksin ved Odderøy hadde økt to tilstandsklasser fra ubetydelig/ lite forurenset (klasse I) i 2008. Blåskjellene ved Svensholmen hadde avtatt en tilstandsklasse fra å være markert forurenset (klasse III) i 2008 til å være moderat forurenset (klasse II) i 2009. Blåskjell fra Svensholmen (st. I132) og Odderøy (st. I133) var moderat (klasse II) forurenset av TBT i 2009 (Green og medarbeidere 2010).

Blåskjellene var moderat (klasse II) forurenset av PAH-16 ved Svensholmen, Lagmannsholmen og Voie/ Kjosbukta. Det var avtagende konsentrasjoner av PAH-16 ved Svensholmen fra mai til september. På alle blåskjellstasjonene var konsentrasjonene av benzo[a]pyren under Mattilsynet/EUs grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt i forbindelse med omsetning av blåskjell.

Det har vært nedadgående konsentrasjoner av PAH-16 i blåskjell de siste seks årene ved Svensholmen og de siste tre årene ved Odderøy. Trendanalyser viser signifikante reduksjoner for benzo[a]pyren, PAH-16 og de tyngre, potensielt kreftfremkallende PAHene (KPAH) ved Svensholmen for perioden 2005 til 2010. Konsentrasjonen av PAH-16 i blåskjell fra Odderøya og Svensholmen var ca en tredjedel av det som ble målt i blåskjell fra 2006, og konsentrasjonen i blåskjell fra Voie/Kjosbukta var halvert i forhold til i 2006 (Berge og medarbeidere 2007).

TBT-konsentrasjonene i blåskjell var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset, med unntak av blåskjell som var innsamlet i mai ved Svensholmen og ved Odderøy som var moderat (klasse II) forurenset. Det var avtagende TBT-konsentrasjoner ved Svensholmen fra mai til september hvor blåskjellene var lite/ubetydelig (klasse I) forurenset. Dette samsvarer med det Berge og medarbeidere (2007) viste i 2006; at konsentrasjonen av TBT i blåskjell var relativt lav og nedadgående i Kristiansandsfjorden.

Resultatene viser avtagende konsentrasjoner ved Svensholmen fra mai til september for de organiske miljøgiftene PAH-16, KPAH, B[a]P, PCB-7 og TBT i blåskjell. Disse stoffene er fettløselige slik at konsentrasjonene av disse stoffene avtar etter gyting.

4.1.2 Krabbe

Skallinemat fra krabbe

Det er sparsomt med generelle data om konsentrasjoner av tungmetaller i skallinemat fra taskekrabbe. Konsentrasjonene av krom og sink i Kristiansandsfjorden var godt under litteraturdata over forventet variasjonsbredde. Konsentrasjonene var nær nedre grense for sølv, kadmium og bly. Samtlige konsentrasjoner av nikkel var innenfor variasjonsbredden selv om det var forhøyet nikkelkonsentrasjon som overskred nivået i én av de tre blandprøvene fra Vesterhavn. Innholdet av kobber var over nivåene for alle de tre blandprøvene i Vesterhavn og i én blandprøve fra Topdalsfjorden. Innholdet av sølv, kadmium, kobolt og kobber i skallinemat var høyest i Vesterhavn i forhold til Marvika og Flekkerøygapet.

Konsentrasjoner av PCB-7 i skallinemat var høyest for krabber i Topdalsfjorden og lavest i Flekkerøygapet. Det var imidlertid stor variasjon mellom blandprøvene i Topdalsfjorden.

Det var lave nivåer av dioksin i skallinemat fra krabber i 2010, generelt en tredjedel av nivåene som ble funnet i materialet fra 2006 (Berge og medarbeidere 2007). Med unntak av én blandprøve fra Vesterhavn som var moderat (klasse II) forurenset, var all skallinemat ubetydelig/ lite (klasse I) forurenset av dioksiner/ furaner. Innholdet av dioksinliknende PCB og HCB var høyest i Vesterhavn, og lavest i Flekkerøygapet. Det var imidlertid stor variasjon mellom blandprøvene i Vesterhavn og alle viste konsentrasjoner over det totale gjennomsnittet for de tre områdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Det ble funnet lavere konsentrasjoner av toksisitetsekvivalenter for dioksiner, furaner og dioksinliknende PCB sammenlignet med undersøkelsen fra 2006 (Berge og medarbeidere 2007). Det ble funnet lavere konsentrasjoner av toksisitetsekvivalenter for dioksiner, furaner og non-ortho PCB sammenlignet med undersøkelsen fra 2006. Undersøkelsen viste da at det var relativt høye konsentrasjoner av dioksiner og dioksinliknende PCB i skallinemat fra krabbe fra Byfjorden/ indre havn.

I skallinemat fra krabber var konsentrasjonene av PAH-16 og potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) nokså like innenfor de tre hovedområdene Topdalsfjorden, Vesterhavn og Flekkerøygapet. Det er også begrenset og varierende informasjon om konsentrasjoner av PAH-16 i skallinemat av taskekrabbe og Klif har heller ikke utarbeidet tilstandsklasser. Resultatene tyder på at PAH-16 verdiene ligger i nedre grense for potensielle negative effekter. Konsentrasjonen av benzo[a]pyren var under deteksjonsgrensen (0,5 µg/kg våtvektbasis) for samtlige blandprøver av skallinemat fra krabber.

Klokkjøtt fra krabbe

For kvikksølv i klokkjøtt fra krabbe har EU satt en grenseverdi på 0,5 µg/g våtvekt for hva som er tillatt for omsatning av sjømat. Verdiene i Kristiansandsfjorden var godt under denne grensen. Det er ikke fastsatt norske grenseverdier. Kvikksølvinnholdet i klokkjøttet var høyest i Vesterhavn og lavest i Flekkerøygapet. Nivåene av kadmium viste stor variasjon mellom blandprøvene.

4.1.3 Passive prøvetakere

DGTer (Diffusive Gradient in Thin film devices) brukes for å måle tidsintegrerte konsentrasjoner av labile metaller i vann. Konsentrasjonene som ble målt var lave og det ble målt noen små, men tydelige forskjeller for enkelte metaller (f.eks. kobber og sink) mellom Marvika, Kjerkebåen og Flekkerøygapet.

SPMDene (SemiPermeable Membran Devices) måler konsentrasjoner av fritt løste organiske forbindelser. Nivåene av alle PAH-forbindelsene som ble målt var lave eller svært lave. PAH-konsentrasjonene på Kjerkebåen var opptil fire ganger høyere enn i Marvika og Flekkerøygapet. Konsentrasjonene av PCB var svært lave og bare noen kongenerer ble påvist i enkelte prøver. De fleste forbindelsene var under deteksjonsgrensene. Pentaklorobenzen og heksaklorbenzen ble påvist med den høyeste konsentrasjonen av heksaklorbenzen som ble funnet ved Kjerkebåen (10 ganger høyere konsentrasjon enn i Marvika). Bare noen få dioksin-kongenerer ble funnet og da i svært lave konsentrasjoner.

5. Konklusjon

Blåskjell var relativt lite forurenset av metaller med unntak av blåskjell ved Odderøy som var markert (klasse III) forurenset av bly. Samtlige blåskjellstasjoner var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset av PCB-7 og ved Odderøy var det signifikante nedadgående langtidstrender for PCB-7 og HCB. Blåskjellene var opptil markert (klasse III) forurenset av dioksiner ved Lagmannsholmen og Odderøy. Det har vært nedadgående konsentrasjoner av PAH-16 i blåskjell de siste seks årene ved Svensholmen og de siste tre årene ved Odderøy. Det var signifikante nedadgående trender for PAH-16, KPAH og benzo[a]pyren i blåskjell fra Svensholmen for perioden 2005 til 2010. TBT-konsentrasjonene i blåskjell var lite/ ubetydelig (klasse I) forurenset, med unntak av blåskjell som var innsamlet i mai ved Svensholmen og ved Odderøy som var moderat (klasse II) forurenset.

Skallinnmat fra krabber hadde lave nivåer av dioksiner. PAH-16 verdiene ligger i nedre grense for påvirkning og konsentrasjonen av benzo[a]pyren var under deteksjonsgrensen (0,5 µg/kg våtvekstbasis) for samtlige blandprøver av skallinnmat fra krabber. **Klokkjøtt fra krabber** hadde konsentrasjoner av kvikksølv som var godt under EUs grenseverdi på 0,5 µg/g våtvekt for hva som er tillatt omsatt som sjømat.

Passive prøvetakere (DGT) viste at det var lave konsentrasjoner av metaller i vann. Det ble målt noen små, men tydelige forskjeller i konsentrasjoner for enkelte metaller (kobber og sink). Nivåene av de organiske forbindelsene (PAH-16, PCB-7 og dioksiner) målt i passive prøvetakere (SPMD) var også lave eller svært lave.

5.1 Videre overvåking

NIVA skal fortsette å overvåke miljøgifter i blåskjell og vann for Fylkesmannen i Vest-Agder i 2011 og dette skal rapporteres sammen med torsk som ble innsamlet i 2010. Tabell 13 viser tidsplan for overvåking av miljøgifter i Kristiansandsfjorden med opsjoner for 2012 og 2013.

Tabell 13. Tidsplan for videre overvåking i 2011 hvor opsjonene for 2012 og 2013 er tatt med.

Aktiviteter	Antall stasjoner/ områder	2010	2011	2012	2013
Målinger med passive prøvetakere	3 stasjoner	X	X	X	X
Innsamling av blåskjell	7 stasjoner	X	X	X	X
Innsamling av torsk	3 områder	X		X	
Innsamling av taskekrabbe	3 områder	X		X	
Innsamling av sedimenter fra hovedområdene	6 stasjoner			X	
Innsamling av bløtbunnsfauna	7 stasjoner			X	
Databearbeidning og rapportering		X	X	X	X

Målinger med passive prøvetakere og innsamling av blåskjell er planlagt hvert år. Innsamling av torsk og krabber ble gjort i 2010 og er planlagt å gjentas i 2012. Innsamling av sedimenter og bløtbunnsfauna er planlagt i 2012.

6. Referanser

- Ahlborg, U. G. 1989. Nordic risk assessment of PCDDs and PCDFs. *Chemosphere* 19:603-608.
- Bakke, T., Breeveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Klif TA-2229/2007.
- Barland, K., H. Berg og G. S Eriksen, 1996. Tungmetaller i skalldyr, SNT-rapport 2:98.
- 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 bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 5506-2007.
- Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L. 2010. Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP). Hazardous substances in fjords and coastal waters – 2009. Levels, trends and effects. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Statlig program for forurensningsovervåking, SPFO-rapportnr. 1079/2010, TA nr. 2716/2010. NIVA prosjekt nummer O-10106, 80106, 26106, 27106 og 28106 og rapport nummer 6048-2010, 287 sider.
- 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., Green, N.W., 2001. *Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP)*. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. Klima- og forurensningsdirektoratet, overvåkingsrapport nr. 820/01, TA nr. 1798/2001. NIVA prosjekt O-80106, rapport nummer 4339-2001, 145 sider.
- Knutzen, J. K. Næs, L. Berglind, Aa. Biseth, E.M. Brevik, N. Følsvik og M. Schlabach. 1998. Overvåking av miljøgifter i sedimenter og organismer fra Kristiansandsfjorden 1996. Statlig prog. Forurensningsovervåk., TA-1539/1998, NIVA-rapport 3833-1998.
- Knutzen, J., Becher, G., Berglind, L., Brettum, P., Schlabach, M., Skåre, J.U. 1999. Organiske miljøgifter i taskekrabbe (*Cancer pagurus*) fra norske referanselokaliteter. Undersøkelse av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD), andre persistente klororganiske stoffer og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). NIVA prosjekt O-96179, rapport nummer 4068-1999. Overvåkingsrapport nr. 773/1999. TA-nr. 1663/1999.
- Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997.
- 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.
- 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.

Vanndirektivet (2000/60/EC), www.vannportalen.no, og datterdirektiv om miljøkvalitetskrav under Vannrammedirektivet (2008/105/EC), <http://www.regjeringen.no/nb/sub/europaportalen/eos-notatbasen/notatene/2006/okt/datterdirektiv-om-miljokvalitetskrav-und.html?id=523138>

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.

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

Økland, T.E. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Rapport utarbeidet av Bergfald og Co as på vegne av Mattilsynet med Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) og Statens forurensningstilsyn (SFT) som samarbeidende etater.

7. Vedlegg (Rådata)

7.1 Analyseresultater for blåskjell

7.1.1 Metaller og PAH i blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)

7.1.2 Metaller og PAH i CEMP-blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)

7.1.3 PCB i blåskjell analysert på NILU (våtvektsbasis)

7.1.4 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i blåskjell analysert på NILU (våtvektsbasis)

7.1.5 TBT i blåskjell analysert hos Eurofins (våtvektsbasis)

7.1.6 HCBD i blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)

7.1.7 Trendanalyser for CEMP-blåskjell

7.1.8 Satellittfoto av blåskjellstasjoner

7.2 Analyseresultater for krabber

7.2.1 Oversikt over krabbenes vekt og skallbredde, og vekt av skallinnmat og klokjøtt opparbeidet på NIVA

7.2.2 Metaller og PAH i skallinnmat og klokjøtt fra krabber analysert på NIVA (våtvektsbasis)

7.2.3 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i skallinnmat fra krabber analysert på NILU (våtvektsbasis)

7.2.4 PCB i skallinnmat fra krabber analysert på NILU (våtvektsbasis)

7.3 Analyseresultater for miljøgifter i vann

7.3.1 Passive prøvetakere (SPMD og DGT) analysert på NIVA

7.3.2 Passive prøvetakere (SPMD) analysert på NILU

7.1 Analyseresultater for blåskjell

7.1.1 Metaller og PAH i blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)

Side nr.97/167

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn **Overvåk miljøgifter**
 Adresse

Deres referanse:
 MSC

Vår referanse:
 Rekv.nr. 2010-2252
 O.nr. O 10265

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	Svensholmen	2010.05.29	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05
2	Svensholmen	2010.07.06	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05
3	Svensholmen,CEMPnr3, I132	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.19-2010.10.19
4	Marvika	2010.09.28	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05
5	Lagmannsholmen	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.10.22
6	Voie/Kjosbukta	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.10.22
7	Bragdøy øst	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.10.22

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7	
	Tørrstoff	%	B	17	15		20	15	14	12
3	Fett	% pr.v.v.	H	2,0	1,5		2,3	1,4	1,6	1,1
3-4	Sølv	µg/g v.v.	E	0,008	0,007		0,009	0,046	0,01	0,009
8-3	Aluminium	µg/g v.v.	E							8,56
8-3	Arsen	µg/g v.v.	E	s2,88	s2,29		s2,92	s1,93	s2,20	s2,09
9-5	Kalsium	µg/g v.v.	E	723	455	720	355	506	450	451
8-3	Kadmium	µg/g v.v.	E	0,214	0,140		0,110	0,160	0,192	0,145
8-3	Kobolt	µg/g v.v.	E	0,158	0,110		0,0836	0,243	0,187	0,111
8-3	Krom	µg/g v.v.	E	0,2	0,1		<0,1	0,2	0,3	0,3

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
9-5	Kobber	µg/g v.v. E	1,55	1,26		1,74	1,85	1,55	1,03
8-3	Jern	µg/g v.v. E							50
9-5	Kvikksølv	µg/g v.v. E	0,024	0,016		0,007	0,017	0,018	0,017
4-3	Nikkel	µg/g v.v. E	0,55	0,57		0,15	1,05	0,70	0,49
8-3	Bly	µg/g v.v. E	0,57	0,54		0,15	0,60	0,79	0,53
8-3	Silisium	µg/g v.v. E							16
9-5*	Sink	µg/g v.v. E	19,7	15,4		17,8	19,6	18,4	13,8
8-3	Naftalen	µg/kg v.v. H	1,2	<1		<1	1,4	<1	<1
2-4	Acenaftalen	µg/kg v.v. H	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2-4	Acenaften	µg/kg v.v. H	0,88	0,65		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2-4	Fluoren	µg/kg v.v. H	1,6	0,97		<0,5	1,0	0,61	<0,5
2-4	Dibenzotiofen	µg/kg v.v. H	0,70	<0,5		<0,5	1,5	<0,5	<0,5
2-4	Fenantren	µg/kg v.v. H	11	6,2		1,4	11	4,7	1,9
2-4	Antracen	µg/kg v.v. H	0,97	0,69		<0,5	0,73	0,75	<0,5
2-4	Fluoranten	µg/kg v.v. H	35	17		2,7	16	14	3,7
2-4	Pyren	µg/kg v.v. H	21	11		3,2	10	13	3,1
2-4	Benz (a) antracen	µg/kg v.v. H	15	12		<0,5	6,1	9,3	2,2
2-4	Chrysen	µg/kg v.v. H	19	9,3		0,63	8,5	6,5	2,5
2-4	Benzo (b+j) fluoranten	µg/kg v.v. H	17	9,6		1,2	10	9,7	3,6
2-4	Benzo (k) fluoranten	µg/kg v.v. H	5,9	3,5		<0,5	3,2	3,5	1,2
2-4	Benzo (e) pyren	µg/kg v.v. H	15	8,1		1,9	7,8	8,7	2,9

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2252

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Svensholmen	2010.05.29	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05
2	Svensholmen	2010.07.06	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05
3	Svensholmen,CEMPnr3, I132	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.19-2010.10.19
4	Marvika	2010.09.28	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05
5	Lagmannsholmen	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.10.22
6	Voie/Kjosbukta	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.10.22
7	Bragdøy øst	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.10.22

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
	Benzo(a)pyren	µg/kg	4,3	2,8		<0,5	2,0	3,1	0,79
	v.v. H 2-4								
	Perylen	µg/kg	1,9	1,2		<0,5	1,0	1,4	<0,5
	v.v. H 2-4								
	Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	3,3	2,5		<0,5	2,0	3,2	1,1
	v.v. H 2-4								
	Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	0,76	0,55		<0,5	<0,5	0,76	<0,5
	v.v. H 2-4								
	Benzo(ghi)perylene	µg/kg	4,2	3,7		0,95	3,1	4,6	1,9
	v.v. H 2-4								
	Sum PAH	µg/kg	<159,21	<91,76		<18,48	<86,83	<86,32	<29,39
	v.v. Beregnet								
	Sum PAH16	µg/kg	<141,61	<81,96		<15,58	<76,53	<75,72	<25,49
	v.v. Beregnet								
	Sum KPAH	µg/kg	66,46	<41,25		<5,33	<33,7	<37,06	<12,89
	v.v. Beregnet								
	Tinnorg. forb. i biol	µg/kg	u	u		u			
	v.v. Ekstern								

u : Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2252

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Odderøya vest CEMPnr2,I133	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.19-2010.10.19
9	Flekkerøy/Kjeholmen	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9
Tørrstoff	%	B 3		13
Fett	% pr.v.v.	H 3-4		1,1
Sølv	µg/g v.v.	E 8-3		0,009
Aluminium	µg/g v.v.	E 8-3		5,14
Arsen	µg/g v.v.	E 8-3		s2,99
Kalsium	µg/g v.v.	E 9-5	745	580
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3		0,178
Kobolt	µg/g v.v.	E 8-3		0,118
Krom	µg/g v.v.	E 9-5		0,2
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3		0,90
Jern	µg/g v.v.	E 9-5		<30
Kvikksølv	µg/g v.v.	E 4-3		0,023
Nikkel	µg/g v.v.	E 8-3		0,50
Bly	µg/g v.v.	E 8-3		1,02
Silisium	µg/g v.v.	E 9-5*		8
Sink	µg/g v.v.	E 8-3		17,0
Naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4		<1
Acenaftylene	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5
Acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5
Fluoren	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5
Dibenzotiofen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5
Fenantren	µg/kg v.v.	H 2-4		1,4
Antracen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5
Fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4		1,3
Pyren	µg/kg v.v.	H 2-4		0,85
Benz (a) antracen	µg/kg v.v.	H 2-4		1,0
Chrysen	µg/kg v.v.	H 2-4		1,2
Benzo (b+j) fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4		1,5
Benzo (k) fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5
Benzo (e) pyren	µg/kg v.v.	H 2-4		1,2

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2252

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Odderøya vest CEMPnr2,I133	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.19-2010.10.19
9	Flekkerøy/Kjeholmen	2010.09.10	2010.10.01	2010.10.14-2010.11.05

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9
Benzo (a)pyren	µg/kg v.v. H 2-4			<0,5
Perylen	µg/kg v.v. H 2-4			<0,5
Indeno (1,2,3cd)pyren	µg/kg v.v. H 2-4			0,55
Dibenz (ac+ah)antrac.	µg/kg v.v. H 2-4			<0,5
Benzo (ghi)perylene	µg/kg v.v. H 2-4			0,83
Sum PAH	µg/kg v.v. Beregnet			<15,33
Sum PAH16	µg/kg v.v. Beregnet			<13,13
Sum KPAH	µg/kg v.v. Beregnet			<6,75
Tinnorg. forb. i biol	µg/kg v.v. Ekstern			u

u : Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

Norsk institutt for vannforskning

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2252

(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

7.1.2 Metaller og PAH i CEMP-blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)

Side nr.103/167

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn **CEMP 2010**
 Adresse

Deres referanse:
 AAK

Vår referanse:
 Rekv.nr. 2010-2251
 O.nr. O 10106ANA

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	I132 01	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.10.28
2	I132 02	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.05
3	I132 03	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.10
4	I133 01	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.05
5	I133 02	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.10
6	I133 03	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.10.28

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Tørrstoff	%	B 3	15	14	15	13	13	12
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	1,5	1,3	1,1	1,3	1,1	1,1
Sølv	µg/g v.v.	E 8-3	0,017	0,019	0,021	0,019	0,017	0,019
Arsen	µg/g v.v.	E 8-3	2,66	2,29	2,24	1,88	1,76	1,70
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3	0,168	0,167	0,157	0,236	0,192	0,203
Kobolt	µg/g v.v.	E 8-3	0,181	0,186	0,171	0,192	0,160	0,179
Krom	µg/g v.v.	E 9-5	1,3	0,35	0,2	0,58	0,3	0,34
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3	1,63	1,47	1,46	1,25	1,15	1,16
Kvikksølv	µg/g v.v.	E 4-3	0,025	0,021	0,020	0,025	0,021	0,023
Nikkel	µg/g v.v.	E 8-3	1,51	0,83	0,80	0,71	0,52	0,56
Bly	µg/g v.v.	E 8-3	0,66	0,53	0,58	3,10	2,55	2,94
Tinn	µg/g v.v.	E 8-3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Sink	µg/g v.v.	E 8-3	17,8	16,7	16,8	20,1	20,6	18,9
PCB-28	µg/kg v.v.	H 3-4	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PCB-52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,07	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
PCB-101	µg/kg v.v.	H 3-4	0,36	0,28	0,28	0,28	0,24	0,18
PCB-118	µg/kg v.v.	H 3-4	0,31	0,25	0,23	0,26	0,20	0,16
PCB-105	µg/kg v.v.	H 3-4	0,08	0,06	0,06	0,06	<0,05	<0,05
PCB-153	µg/kg v.v.	H 3-4	0,81	0,70	0,63	0,54	0,46	0,36
PCB-138	µg/kg v.v.	H 3-4	0,59	0,46	0,45	0,42	<0,2	0,26
PCB-156	µg/kg v.v.	H 3-4	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,34	<0,05
PCB-180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,08	0,08	0,07	0,07	<0,05	0,05
PCB-209	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Sum PCB	µg/kg	v.v. Beregnet	<2,47	<2,03	<1,93	<1,83	<1,7	<1,26
Seven Dutch	µg/kg	v.v. Beregnet	2,29	<1,87	<1,77	<1,67	<1,25	<1,11
Pentaklorbenzen	µg/kg	v.v. H 3-4	0,37	0,22	0,23	0,55	0,47	0,38
Alfa-HCH	µg/kg	v.v. H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,05
Hexaklorbenzen	µg/kg	v.v. H 3-4	0,3	1,2	1,2	1,2	1,0	0,86
Gamma-HCH	µg/kg	v.v. H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Oktaklorstyren	µg/kg	v.v. H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Kommentarer

- 1 PAH; prøvene er analysert sammen med en hus standard (HSD)
Verdien for PYR i HSD overstiger øvre aksjonsgrense.
SnOrg er sendt til Eurofins

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2251

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	I132 01	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.10.28
2	I132 02	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.05
3	I132 03	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.10
4	I133 01	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.05
5	I133 02	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.10
6	I133 03	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.10.28

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
4,4-DDE	µg/kg	v.v. H 3-4	0,23	0,16	0,17	0,11	0,09	0,07
4,4-DDD	µg/kg	v.v. H 3-4	0,19	0,13	0,14	0,05	<0,1	<0,1
4,4-DDT	µg/kg	v.v. H 3-4	0,29	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	<0,2
Naftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	<1	<1	1,0	<1	<1	<1
C1 Naftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	2,1	2,1	4,4	<2	2,3	2,2
C2 Naftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	2,5	2,7	2,7	3,0	3,0	3,2
Acenaftylen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
C3 Naftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	11	8,7	8,3	8,3	7,9	8,1
Acenaften	µg/kg	v.v. H 2-4	0,53	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	0,85
Fluoren	µg/kg	v.v. H 2-4	0,67	0,56	0,58	0,60	0,64	0,57
Dibenzotiofen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	5,5	4,4	4,7	6,8	6,4	6,1
Antracen	µg/kg	v.v. H 2-4	0,78	0,62	0,68	0,53	<0,5	<0,5
C1 Fenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	8,3	6,5	6,2	7,9	6,7	7,3
C1 Dibenzotiofen	µg/kg	v.v. H 2-4	<2	<2	<2	<2	<2	<2
C2 Fenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	16	13	13	17	18	19
C3 Fenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	15	13	12	18	16	15
C2 Dibenzotiofen	µg/kg	v.v. H 2-4	3,9	2,8	3,1	4,1	3,9	3,2
C3 Dibenzotiofen	µg/kg	v.v. H 2-4	7,8	5,2	5,2	9,1	8,0	6,6
Fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	14	12	12	9,5	9,1	8,3
Pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	11	9,1	10	5,8	5,3	5,1
Benz(a)antracen	µg/kg	v.v. H 2-4	9,5	11	8,3	5,1	6,6	6,2
Chrysen	µg/kg	v.v. H 2-4	9,4	8,5	8,3	6,1	5,5	5,2
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	10	9,9	9,0	6,0	4,9	4,5
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	3,4	3,6	3,1	1,9	1,5	1,4
Benzo(e)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	8,9	8,0	7,9	5,2	4,8	4,4
Benzo(a)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	2,6	2,8	2,6	1,0	0,84	0,80
Perylen	µg/kg	v.v. H 2-4	2,0	1,3	1,3	0,55	<0,5	<0,5
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	2,6	2,6	2,4	1,2	0,93	1,0
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	v.v. H 2-4	0,57	0,58	0,56	<0,5	<0,5	<0,5

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2251

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	I132 01	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.10.28
2	I132 02	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.05
3	I132 03	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.10
4	I133 01	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.05
5	I133 02	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.11.10
6	I133 03	10.09.2010	2010.01.01	2010.10.14-2010.10.28

Prøvenr Analysevariabel Metode	Enhet	1	2	3	4	5	6
Benzo (ghi) perylen v.v. H 2-4	µg/kg	4,1	3,9	3,7	1,9	1,6	1,6
Sum PAH v.v. Beregnet	µg/kg	<156,15	<137,36	<134,52	<126,58	<121,11	<116,12
Sum PAH16 v.v. Beregnet	µg/kg	<76,15	<71,56	<67,92	<48,93	<47,51	<44,12
Sum KPAH v.v. Beregnet	µg/kg	<39,07	<39,98	35,26	<22,8	<21,77	<20,6
Sum NPD v.v. Beregnet*	µg/kg	<75,6	<61,9	<63,1	<79,7	<75,7	<74,2
Tinnorg. forb. i biol v.v. H 14-2*	µg/kg		u	u	u	u	

u : Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2251

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

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 NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, C₁-C₃-naftalener, C₁-C₃-fenantrener og C₁-C₃-dibenzotiofener.

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 naftalen². 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.

² Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

7.1.3 PCB i blåskjell analysert på NILU (våtvektsbasis)

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

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2267
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2251-03
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 22,3 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,02	23		
HCb		0,07	9		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,02	43		
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			
2,2',5,5'-TetCB	52	< 0,01	51		
2,3',4,4'-TetCB	66	0,05			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,05			
Sum-TetCB		0,16			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,06			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,02	67		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,02	65	0,00	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01	61	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,06	65	0,01	0,00
2'3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01	62	0,00	0,00
Sum-PenCB		0,23			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,03			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,16	67		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,12			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,24	74		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	< 0,01	65	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01	60	0,01	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	< 0,01	56	0,00	0,00
Sum-HexCB		0,68			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,02			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,04	76		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,02			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,04			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01	69	0,00	0,00
Sum-HepCB		0,15			
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		0,55			
Sum PCB		1,29		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)

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

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2269
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2251-05
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 16,8 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,39	17		
HCB		1,19	9		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	50		
2,4,4'-TriCB	28	0,01			
2,4',5'-TriCB	31	< 0,01			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,06			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,01	58		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,03			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,03			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,01			
Sum-TetCB		0,20			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,05	70		
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,16			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,05	62	0,00	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01	61	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,13	63	0,01	0,00
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	62	0,00	0,00
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		0,68			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,08	65		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,35			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01	73		
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,22			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,43	58	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,03	52	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01	51	0,00	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02			
Sum-HexCB		1,64			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,01	68		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,06			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,04	55	0,00	0,00
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,11			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,34			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	60		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		1,17			
Sum PCB		2,95		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)
 <: 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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

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

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2270
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-01b
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,1 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,28	19		
HCB		0,67	g		
2,2',5'-TriCB	18	0,01	g		
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	0,02	42		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,07			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,05			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,03			
Sum-TetCB		0,43			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,09	50		
2,2',4,4',5'-PenCB	101	0,24			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,08			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,20			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		1,12			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,10	44		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,41			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,27			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,51			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,03			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02			
Sum-HexCB		1,97			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,01		45	
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,07			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,05			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,13			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,37			
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	g		
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		1,52			
Sum PCB		4,04		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 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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

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

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2271
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-02b
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,12	23		
HCb		0,36	13		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	55		
2,4,4'-TriCB	28	0,01			
2,4',5'-TriCB	31	0,01			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,05			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,01	59		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,04			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,03			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,02			
Sum-TetCB		0,23			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,06	70		
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,17			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,05	64	0,00	0,00
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01	62	0,01	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,13	66	0,01	0,00
2'3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	64	0,00	0,00
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		0,74			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,07	65		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,30			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01	70		
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,20			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,38	59	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,02	55	0,01	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01	52	0,00	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02			
Sum-HexCB		1,44			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	< 0,01	66		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,05			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,04	55	0,00	0,00
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,10			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,28			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	59		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		1,09			
Sum PCB		2,77		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)

<: 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)

Rådata for PCB i blåskjell (våtvektsbasis) ved Marvika (oktober)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2272
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-04b
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g	
Structure	IUPAC-no.					
PeCB		0,02	19			
HCB		0,09	g			
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	43			
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		0,09				
2,2',4,4'-TetCB	47	0,03	50			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,08				
2,3',4,4'-TetCB	66	0,06				
2,4,4',5'-TetCB	74	0,03				
Sum-TetCB		0,42				
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,11	64			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,27				
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,04				
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01				
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,15				
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	53			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01				
Sum-PenCB		1,02			0,00	0,00
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,10		60		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,46				
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01				
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,39				
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,64				
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,03	42	0,02	0,00	
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01				
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02				
Sum-HexCB		2,49			0,01	0,00
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,03		63		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,15				
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				
Sum-HepCB		0,60		0,00	0,00	
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,01	57			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01				
DecaCB	209	< 0,01				
Sum 7 PCB		1,78				
Sum PCB		4,65			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 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)

Rådata for PCB i blåskjell (våtvektsbasis) ved Lagmannsholmen (september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2273
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-05
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 29,7 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,56	21		
HCb		1,48	g		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	48		
2,4,4'-TriCB	28	0,02			
2,4',5'-TriCB	31	0,01			
2',3,4'-TriCB	33	0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,08			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,02	53		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,05			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,04			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,02			
Sum-TetCB		0,30			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,11	66		
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,29			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,11			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,29			
2'3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		1,49			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,19	61		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,66			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,36			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,71			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,05			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,01			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,04			
Sum-HexCB		2,94			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,02	62		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,10			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,06			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,15			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,49			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	55		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		2,12			
Sum PCB		5,34		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)

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

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2274
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-06b
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,04	24		
HCb		0,20	11		
2,2',5'-TriCB	18	0,03	57		
2,4,4'-TriCB	28	0,07			
2,4',5'-TriCB	31	0,05			
2',3,4'-TriCB	33	0,03			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,26			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,06	62		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,10			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,13			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,06			
Sum-TetCB		0,73			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,14	77	0,01	0,00
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,22			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,09			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,24			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		1,16			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,08	73	0,01	0,00
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,41			
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	0,57			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,03			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,02			
Sum-HexCB		1,98			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,02	75	0,00	0,00
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,10			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,06			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,15			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,46			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	68	0,00	0,00
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		1,71			
Sum PCB		4,62		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)

<: 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)

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

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2275
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-07b
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 40,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_28_10_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,03	25		
HCB		0,09	10		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	57		
2,4,4'-TriCB	28	0,01			
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	63		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,04			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,04			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,02			
Sum-TetCB		0,21			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,05	77	0,00	0,00
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,12			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,04			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,10			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		0,52			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,05	70	0,01	0,00
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,21			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,12			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,28			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,01			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,01			
Sum-HexCB		0,99			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	< 0,01	71	0,00	0,00
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,04			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,03			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,08			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,21			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	65		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		0,79			
Sum PCB		2,00		0,03	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 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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i blåskjell (våtvektsbasis) ved Flekkerøy/ Kjøholmen (september)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2276
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2252-09
 Sample type: Blåskjell
 Analysed sample amount: 34,6 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,01	22		
HCB		0,04	14		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	48		
2,4,4'-TriCB	28	< 0,01			
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	53		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,01			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,02			
2,4,4',5'-TetCB	74	< 0,01			
Sum-TetCB		0,10			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,02	64		
2,2',4,4',5'-PenCB	101	0,05			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,02			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	< 0,01			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	0,05			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	< 0,01			
Sum-PenCB		0,23			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,03	61		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	0,13			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	< 0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,07			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	0,20			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	< 0,01			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	< 0,01			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	< 0,01			
Sum-HexCB		0,62			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	< 0,01	63		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,02			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,02			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	0,06			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	< 0,01			
Sum-HepCB		0,15			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	< 0,01	54		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	< 0,01			
DecaCB	209	< 0,01			
Sum 7 PCB		0,48			
Sum PCB		1,16		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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

7.1.4 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i blåskjell analysert på NILU (våtvekstsbasis)

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2267

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
: 2010-2251-03

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 22,3 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA216_02-11-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	65	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,05	81	0,03	0,05	0,05
123478-HxCDD	0,02	83	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	88	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,06	81	0,00	0,00	0,00
OCDD	2,29	76	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,05	0,08	0,08
Furanes					
2378-TCDF	0,39	88	0,04	0,04	0,04
12378/12348-PeCDF	0,10	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,16	84	0,08	0,08	0,05
123478/123479-HxCDF	0,09	89	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,04	89	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,05	84	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF	0,07	80	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,01 i	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,04	77	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,14	0,14	0,11
SUM PCDD/PCDF			0,19	0,22	0,19
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	17,7	85		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,84			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,25	82		0,12	0,12
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,10	34		0,00	0,00
SUM TE-PCB				0,13	0,13

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2269

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2251-05

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 16,8 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	75	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,10	80	0,05	0,10	0,10
123478-HxCDD	0,03	66	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	66	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,27	79	0,00	0,00	0,00
OCDD	3,22	75	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,09	0,14	0,14
Furanes					
2378-TCDF	0,78	92	0,08	0,08	0,08
12378/12348-PeCDF	0,47	*	0,00	0,02	0,01
23478-PeCDF	1,27	83	0,64	0,64	0,38
123478/123479-HxCDF	0,49	85	0,05	0,05	0,05
123678-HxCDF	0,36	110	0,04	0,04	0,04
123789-HxCDF	0,24	*	0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	0,43	76	0,04	0,04	0,04
1234678-HpCDF	1,04	79	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,10	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,62	74	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,88	0,90	0,64
SUM PCDD/PCDF			0,97	1,04	0,77
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	9,15	81		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	2,00			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	5,26	83		0,53	0,53
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	1,02	64		0,01	0,03
SUM TE-PCB				0,54	0,56

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2270

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-01 b

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,1 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,05	64	0,05	0,05	0,05
12378-PeCDD	0,08	84	0,04	0,08	0,08
123478-HxCDD	0,02	94	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	96	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,03		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,20	97	0,00	0,00	0,00
OCDD	1,69	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,10	0,13	0,13
Furanes					
2378-TCDF	0,87	77	0,09	0,09	0,09
12378/12348-PeCDF	0,12	*	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,26	87	0,13	0,13	0,08
123478/123479-HxCDF	0,07	115	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,05	108	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,03	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,07	100	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,13	96	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,12	90	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,24	0,24	0,19
SUM PCDD/PCDF			0,34	0,38	0,32
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	17,2	70		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	1,50			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	5,27	38 g		0,53	0,53
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,57	g		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,53	0,55

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2271

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-02 b

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	78	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,04	93	0,02	0,04	0,04
123478-HxCDD	0,01	80	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,02	81	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,12	98	0,00	0,00	0,00
OCDD	1,47	88	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,05	0,07	0,07
Furanes					
2378-TCDF	0,63	94	0,06	0,06	0,06
12378/12348-PeCDF	0,12	*	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,19	97	0,09	0,09	0,06
123478/123479-HxCDF	0,05	98	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,05	93	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,05	88	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,13	91	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,01	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,13	88	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,18	0,18	0,14
SUM PCDD/PCDF			0,23	0,25	0,21
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	10,8	89		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	1,09			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	3,96	50		0,40	0,40
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,47	g		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,40	0,41

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2272

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-04 b

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_C_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	<	0,01	57	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD		0,03	70	0,02	0,03	0,03
123478-HxCDD	<	0,01	74	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		0,14	77	0,00	0,00	0,00
OCDD		1,70	70	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,03	0,05	0,05
Furanes						
2378-TCDF		0,22	71	0,02	0,02	0,02
12378/12348-PeCDF		0,04	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF		0,08	69	0,04	0,04	0,02
123478/123479-HxCDF		0,03	63	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF		0,02	61	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<	0,01	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF		0,02	62	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF		0,10	74	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF		0,01	*	0,00	0,00	0,00
OCDF		0,16	67	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,07	0,07	0,05
SUM PCDD/PCDF				0,10	0,12	0,10
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		7,17	60		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)		0,32			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)		1,20	66		0,12	0,12
33'44'55'-HxCB (PCB-169)		0,19	39		0,00	0,01
SUM TE-PCB					0,12	0,13

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2273

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-05

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 29,7 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	0,05		61	0,05	0,05	0,05
12378-PeCDD	0,16		67	0,08	0,16	0,16
123478-HxCDD	0,04		52	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05		50	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,07			0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,36		65	0,00	0,00	0,00
OCDD	2,62		62	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,15	0,22	0,22
Furanes						
2378-TCDF	1,48		79	0,15	0,15	0,15
12378/12348-PeCDF	0,93		*	0,01	0,05	0,03
23478-PeCDF	2,24		66	1,12	1,12	0,67
123478/123479-HxCDF	1,03		67	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDF	0,75		65	0,07	0,07	0,07
123789-HxCDF	0,57		*	0,06	0,06	0,06
234678-HxCDF	0,93		58	0,09	0,09	0,09
1234678-HpCDF	2,40		55	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	0,32		*	0,00	0,00	0,00
OCDF	1,61		61	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				1,63	1,67	1,20
SUM PCDD/PCDF				1,78	1,89	1,42
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)	25,7		70		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	4,61				0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	12,5		72		1,25	1,25
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	1,88		68		0,02	0,06
SUM TE-PCB					1,28	1,31

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2274

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-06 b

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA216_02-11-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	65	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	0,07	79	0,03	0,07	0,07
123478-HxCDD	0,01	81	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	78	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,03		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,33	82	0,00	0,00	0,00
OCDD	2,40	83	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,07	0,10	0,10
Furanes					
2378-TCDF	0,78	89	0,08	0,08	0,08
12378/12348-PeCDF	0,16	*	0,00	0,01	0,00
23478-PeCDF	0,25	79	0,12	0,12	0,07
123478/123479-HxCDF	0,12	87	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,09	88	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,04	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,10	78	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,31	80	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,05	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,28	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,24	0,25	0,19
SUM PCDD/PCDF			0,31	0,35	0,30
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	22,9	75		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	1,87			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	4,23	76		0,42	0,42
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,48	76		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,43	0,44

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2275

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-07 b

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_B_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,01	69	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD	0,05	76	0,02	0,05	0,05
123478-HxCDD	0,01	71	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,02	61	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,24	97	0,00	0,00	0,00
OCDD	2,49	86	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,04	0,06	0,06
Furanes					
2378-TCDF	0,30	81	0,03	0,03	0,03
12378/12348-PeCDF	0,08	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,14	77	0,07	0,07	0,04
123478/123479-HxCDF	0,05	83	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,04	78	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,01	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,05	77	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,12	76	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,12	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,12	0,12	0,09
SUM PCDD/PCDF			0,16	0,18	0,16
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	6,50	64		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,50			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,93	80		0,19	0,19
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,24	71		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,20	0,20

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

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

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2276

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2252-09

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 34,6 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_B_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	<	0,01	71	0,01	0,01	0,01
12378-PeCDD		0,03	74	0,02	0,03	0,03
123478-HxCDD	<	0,01	70	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD		0,03	61	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD		0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD		0,15	95	0,00	0,00	0,00
OCDD		2,50	91	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,04	0,05	0,05
Furanes						
2378-TCDF		0,20	93	0,02	0,02	0,02
12378/12348-PeCDF		0,06	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF		0,10	80	0,05	0,05	0,03
123478/123479-HxCDF		0,04	87	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF		0,03	91	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF		0,01	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF		0,03	79	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF		0,09	80	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF		0,01	*	0,00	0,00	0,00
OCDF		0,13	89	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,09	0,09	0,07
SUM PCDD/PCDF				0,12	0,14	0,11
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		3,45	80		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)		0,23			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)		1,31	87		0,13	0,13
33'44'55'-HxCB (PCB-169)		0,19	79		0,00	0,01
SUM TE-PCB					0,13	0,14

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

7.1.5 TBT i blåskjell analysert hos Eurofins (våtvektsbasis)

TBT-analyser i blåskjell ved Svensholmen (mai, juli og september), Marvika, Odderøy og Flekkerøy (våtvektsbasis).



NIVA
Gaustadalleen 21
0349 OSLO
Attn: Bente Lauritzen

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

AR-10-MM-017326-02

EUNOMO-00021751

Prøvemottak: 06.10.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 06.10.2010-04.11.2010
Referanse: 2252

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).
Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
Tinnorganisk ~ 8	Monobutyltinn (MBT)	a) 1.8		a) 1.4		a) < 1.1		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Monobutyltinn (MBT) - 8	a) 1.2		a) 0.9		a) < 0.7		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Dibutyltinn (DBT)	a) 4.4		a) 3.0		a) < 1.1		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	a) 2.2		a) 1.5		a) < 0.5		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Tributyltinn (TBT)	a) 27.7		a) 14.5		a) < 2.0		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Tributyltinn (TBT) - Sn	a) 11.3		a) 5.9		a) < 0.8		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Tetrabutyltinn (TetraBT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 1.9		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Tetrabutyltinn (TTBT) -	a) < 0.3		a) < 0.3		a) < 0.6		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Monooktyltinn (MOT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 1.1		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Monooktyltinn (MOT) - 8	a) < 0.5		a) < 0.5		a) < 0.5		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Dioktyltinn (DOT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 1.6		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Dioktyltinn-Sn (DOT-Sn)	a) < 0.3		a) < 0.3		a) < 0.5		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Trifenylyltinn (TPHT)	a) 1.5		a) 1.8		a) < 1.1		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Trifenylyltinn (TPHT) - Sn	a) 0.5		a) 0.6		a) < 0.4		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Trisykloheksylyltinn (TCH)	a) < 1.6		a) < 1.7		a) < 2.6		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	2
Tinnorganisk ~ 8	Trisykloheksylyltinn (TCH)	a) < 0.5		a) < 0.5		a) < 0.9		µg/kg	\$64 LFGB L10.00-9	

Teorforklaring:

* : (ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2



AR-10-MM-017326-02



EUNOMO-00021751

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
Tinnorganisk ~ 8	Monobutyltinn (MBT)	a) < 1		a) 2.5		a) 1.2		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Monobutyltinn (MBT) - §	a) < 0.7		a) 1.7		a) 0.8		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Dibutyltinn (DBT)	a) < 1		a) 3.6		a) 1.5		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	a) < 0.5		a) 1.8		a) 0.7		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Tributyltinn (TBT)	a) 2.0		a) 13.6		a) 3.7		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Tributyltinn (TBT) - Sn	a) 0.8		a) 5.6		a) 1.5		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Tetrabutyltinn (TetraBT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 0.9		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Tetrabutyltinn (TTBT) -	a) < 0.3		a) < 0.4		a) < 0.3		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Monooktyltinn (MOT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 0.9		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Monooktyltinn (MOT) - §	a) < 0.5		a) < 0.5		a) < 0.5		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Dioktyltinn (DOT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 0.9		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Dioktyltinn-Sn (DOT-Sn)	a) < 0.3		a) < 0.4		a) < 0.3		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Trifenyltinn (TPHT)	a) < 1		a) < 1.0		a) < 0.9		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	1
Tinnorganisk ~ 8	Trifenyltinn (TPHT) - Sn	a) < 0.3		a) < 0.4		a) < 0.3		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	
Tinnorganisk ~ 8	Trisykloheksyltinn (TCH)	a) < 1.6		a) < 1.7		a) < 1.6		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	2
Tinnorganisk ~ 8	Trisykloheksyltinn (TCH)	a) < 0.5		a) < 0.6		a) < 0.5		µg/kg	§64 LFGB L10.00-9	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DGA-PL-6540-07-05 - Eurofins GfA GmbH Hamburg

Rapportkommentar:

Rapporten erstatter tidligere utsendte, da det beklageligvis var brukt feil matrisks.

Kopi til:

Karin Lang-Ree (karin.lang-ree@niva.no)

Moss 29.11.2010

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 2

7.1.6 HCBD i blåskjell analysert på NIVA (våtvektsbasis)

Side nr.128/167

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT

Navn **Overvåk miljøgifter**
 Adresse

Deres referanse:
 MSC

Vår referanse:
 Rekv.nr. 2010-2896
 O.nr. O 10265

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	Gml kode 10-2252-1		2010.12.02	2010.12.02-2010.12.02
2	Gml kode 10-2252-2		2010.12.02	2010.12.02-2010.12.02
3	Gml kode 10-2252-3		2010.12.02	2010.12.02-2010.12.02
4	Gml kode 10-2253-8		2010.12.02	2010.12.02-2010.12.02

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4
HCBD i biota	µg/kg v.v	Intern*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Eirin Pettersen
 Master of Science

7.1.7 Trendanalyser for CEMP-blåskjell

Median konsentrasjon av sum PAH-16 (ppb)

St	Species	Tissue	Base																	ANALYSIS			
				1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
I132	MYTI EDU	SB	d.wt				1590	6470	1270	1000	1750	2440	1060	2800	1760	1380		513	430	1.7	--	no	17
I133	MYTI EDU	SB	d.wt	1940	715	1710	1000		908	863	1120	1070	2530	1410	1320	709	3450	1630	316	1.3	--	no	18
I132	MYTI EDU	SB	d.wt											2800	1760	1380		513	430	1.7	D?	?	7
I133	MYTI EDU	SB	d.wt											1410	1320	709	3450	1630	316	1.3	--	1.5	22

Median konsentrasjon av sum KPAH (ppb)

St	Species	Tissue	Base																	ANALYSIS			
				1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
I132	MYTI EDU	SB	d.wt				581	2730	243	389	783	1520	570	813	401	405		162	124	2.5	--	no	20
I133	MYTI EDU	SB	d.wt	602	121	647	287		150	339	476	580	1200	451	345	197	646	568	77.8	1.6	--	no	20
I132	MYTI EDU	SB	d.wt											813	401	405		162	124	2.5	D?	?	9
I133	MYTI EDU	SB	d.wt											451	345	197	646	568	77.8	1.6	--	1.5	21

Median konsentrasjon av B[a]P (ppb)

St	Species	Tissue	Base																	ANALYSIS			
				1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
I132	MYTI EDU	SB	d.wt				22.6	300	10.8	32.7	49.6	89.7	52.4	150	61.3	80	93.8	24.7	17.3	3.5	--	no	23
I133	MYTI EDU	SB	d.wt	80.6	13.7	51.7	18.6		8.47	19	23.7	39.3	135	67.3	50	22.3	123	112	6.67	1.3	--	no	23
I132	MYTI EDU	SB	d.wt											150	61.3	80	93.8	24.7	17.3	3.5	Dm	no	15
I133	MYTI EDU	SB	d.wt											67.3	50	22.3	123	112	6.67	1.3	--	1.0	>25

Median konsentrasjon av sum PCB-7 (bbp)

St	Species	Tissue	Base																	ANALYSIS			
				1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
I132	MYTI EDU	SB	d.wt				31.1	22.5	10.2	15.8	11.8	13.3		11.5	10.9	6.19	5.92	29.1	13	no	--	1.5	15
I133	MYTI EDU	SB	d.wt	22.8	22.3	21.5	24.7	23	10.4	11.7	9.24	9.23	12.5	10	9.68	9.58	6.42		8.83	no	D-	no	9

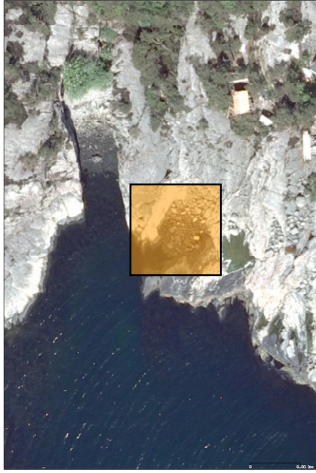
Median konsentrasjon av HCB (bbp)

St	Species	Tissue	Base																	ANALYSIS			
				1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	OC	TRND	SM+3	POWER
I132	MYTI EDU	SB	d.wt				44.2	1.89	4.73	3.11	2.36	1.56	1.94	6.42	4.93	0.625	3.55	0.667	8	16.0	--	6.3	25
I133	MYTI EDU	SB	d.wt	18.1	43.5	8.12	28	1.7	6.18	2.3	1.62	2.45	3.76	7.18	4.09	0.615	4.31	1.87	7.69	15.4	D-	10.9	23

Median konsentrasjon av TCDDN (ppb)

St	Species	Tissue	Base	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	OC	ANALYSIS		
				TRND	SM+3	POWER										
I132	MYTI EDU	SB	w.wt	0.479	0.611	0.211	1.53	0.303	0.373	0.593	0.425	0.327	m	--	m	19
I133	MYTI EDU	SB	w.wt	0.277	0.24	0.371	0.249	0.227	0.256	0.178	0.635	0.991	m	--	m	14

7.1.8 Satellittfoto av blåskjellstasjoner



Målestokk: 355

Flekkerøygapet



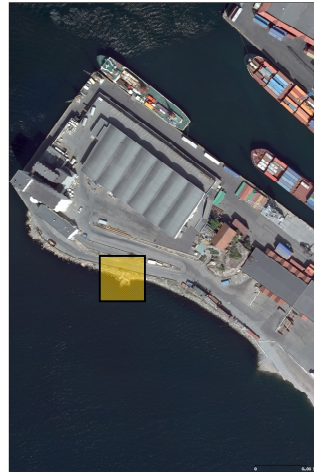
Målestokk: 2 836

Bragdøya



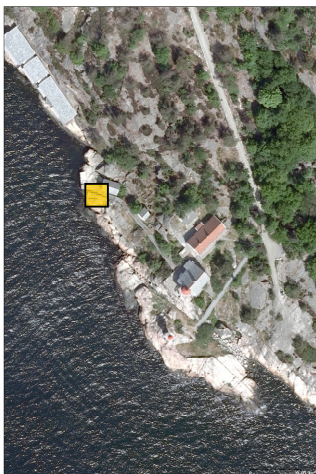
Målestokk: 2 836

Voie



Målestokk: 1 418

Lagmannsholmen



Målestokk: 709

Odderøya



Målestokk: 709

Svensholmen



Målestokk: 1 418

Marvika (festet på utsatt rigg)

Kilde: www.kystverket.no.

7.2 Analyseresultater for krabber

7.2.1 Oversikt over krabbenes vekt og skallbredde, og vekt av skallinnmat og klokjøtt opparbeidet på NIVA

Topdalsfjorden

Prøve nr.	Bredde (cm)	innmat (g)	krabbe klo (g)	Kjønn F=1	Kommentar
1	12,6	18,5	15,70	2	
2	13,5	18,2	15,90	2	
3	15,4	20,4	16,00	2	
4	15,5	19,1	15,90	2	
5	11,8	18,4	15,70	2	
		94,60	79,20		sum innmat og krabbeklo replikat 1
6	12	18,8	16,20	2	
7	13,5	21,5	15,6	2	
8	15	18	16,20	2	
9	13	19,7	15,20	2	
10	15,5	17,9	15,40	2	
		95,90	78,60		sum innmat og krabbeklo replikat 2
11	16,6	20,2	15,80	2	
12	14,5	19,2	16,70	2	
13	13,2	21,4	15,60	2	
14	13,3	21,2	15,70	2	
15	14	22,3	17,00	2	
		104,30	80,80		sum innmat og krabbeklo replikat 3

Vesterhavn – Fiskåbukta

Prøve nr.	Bredde (cm)	innmat (g)	krabbe klo (g)	Kjønn F=1	Kommentar
1	12,6	18,5	15,70	2	
2	13,5	18,2	15,90	2	
3	15,4	20,4	16,00	2	
4	15,5	19,1	15,90	2	
5	11,8	18,4	15,70	2	
		94,60	79,20		sum innmat og krabbeklo replikat 1
6	12	18,8	16,20	2	
7	13,5	21,5	15,6	2	
8	15	18	16,20	2	
9	13	19,7	15,20	2	
10	15,5	17,9	15,40	2	
		95,90	78,60		sum innmat og krabbeklo replikat 2
11	16,6	20,2	15,80	2	
12	14,5	19,2	16,70	2	
13	13,2	21,4	15,60	2	
14	13,3	21,2	15,70	2	
15	14	22,3	17,00	2	
		104,30	80,80		sum innmat og krabbeklo replikat 3

Ytre fjord – Flekkerøygapet

Prøve nr.	Bredde (cm)	innmat (g)	krabbe klo (g)	Kjønn F=1	Kommentar
1	12,6	18,5	15,70	2	
2	13,5	18,2	15,90	2	
3	15,4	20,4	16,00	2	
4	15,5	19,1	15,90	2	
5	11,8	18,4	15,70	2	
		94,60	79,20		sum innmat og krabbeklo replikat 1
6	12	18,8	16,20	2	
7	13,5	21,5	15,6	2	
8	15	18	16,20	2	
9	13	19,7	15,20	2	
10	15,5	17,9	15,40	2	
		95,90	78,60		sum innmat og krabbeklo replikat 2
11	16,6	20,2	15,80	2	
12	14,5	19,2	16,70	2	
13	13,2	21,4	15,60	2	
14	13,3	21,2	15,70	2	
15	14	22,3	17,00	2	
		104,30	80,80		sum innmat og krabbeklo replikat 3

7.2.2 Metaller og PAH i skallinnmat og klokjøtt fra krabber analysert på NIVA (våtvektsbasis)

Side nr.134/167

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

ANALYSE RAPPORT



Navn **Overvåk miljøgifter**
Adresse

Deres referanse:
MSC

Vår referanse:
Rekv.nr. 2010-2253
O.nr. O 10265

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	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr1,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
2	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr2,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
3	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr3,klo		2010.10.05	2010.10.19-2010.10.20
4	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr1,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
5	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr2,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
6	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr3,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
7	Vesterh./Fiskåb. Nr1,klokjøtt		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
	Tørrestoff	%	21	21	21	23	28	24	23
3	Fett	% pr.v.v.				6,1	9,3	6,9	
3-4	Sølv	µg/g v.v.				0,926	0,678	1,07	
8-3	Arsen	µg/g v.v.				19,0	24,3	18,2	
8-3	Kalsium	µg/g v.v.				8410	9690	7330	
9-5	Kadmium	µg/g v.v.	0,002	0,002	0,004	0,829	0,889	1,12	0,003
8-3	Kobolt	µg/g v.v.				0,0960	0,131	0,151	
8-3	Krom	µg/g v.v.				<0,1	<0,1	<0,1	
9-5	Kobber	µg/g v.v.				23,8	21,5	36,5	
8-3									

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
Kvikksølv 4-3	µg/g v.v.	E	0,059	0,071	0,094				0,094
Nikkel 8-3	µg/g v.v.	E				s0,15	s0,24	s0,33	
Bly 8-3	µg/g v.v.	E				0,14	0,06	0,06	
Sink 8-3	µg/g v.v.	E				21,0	21,6	23,7	
Naftalen 2-4	µg/kg v.v.	H				<5,0	<5,0	7,4	
Acenaftylen 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Acenaften 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Fluoren 2-4	µg/kg v.v.	H				0,58	<0,5	0,60	
Dibenzotiofen 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Fenantren 2-4	µg/kg v.v.	H				0,78	<0,5	0,73	
Antracen 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Fluoranten 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Pyren 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Benz (a) antracen 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Chrysen 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Benzo (b+j) fluoranten 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Benzo (k) fluoranten 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Benzo (e) pyren 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Benzo (a) pyren 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Perylen 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	
Indeno (1,2,3cd) pyren 2-4	µg/kg v.v.	H				<0,5	<0,5	<0,5	

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2253

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr1,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
2	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr2,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
3	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr3,klo		2010.10.05	2010.10.19-2010.10.20
4	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr1,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
5	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr2,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
6	Kongsgårdsb./Topdalsfj.Nr3,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
7	Vesterh./Fiskåb. Nr1,klokjøtt		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6	7
Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg v.v.	H 2-4				<0,5	<0,5	<0,5	
Benzo (ghi) perylen	µg/kg v.v.	H 2-4				<0,5	<0,5	<0,5	
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet				<14,36	<14	<16,73	
Sum PAH16	µg/kg v.v.	Beregnet				<12,86	<12,5	<15,23	
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet				<8,5	<8,5	<10,9	

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2253

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Vesterh./Fiskåb. Nr2,klokjøtt		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
9	Vesterh./Fiskåb. Nr3,klokjøtt		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
10	Vesterh./Fiskåb. Nr1,skallinnm		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.21
11	Vesterh./Fiskåb. Nr2,skallinnm		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.21
12	Vesterh./Fiskåb. Nr3,skallinnm		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.21
13	YtreFjord Flekkerøygap,Nr1,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
14	YtreFjord Flekkerøygap,Nr2,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	8	9	10	11	12	13	14
	Tørrstoff	%	24	19	25	28	17	20	15
3									
	Fett	% pr.v.v.			7,4	7,6	4,3		
3-4									
	Sølv	µg/g v.v.			1,50	1,21	0,904		
8-3									
	Arsen	µg/g v.v.			28,6	20,5	29,2		
8-3									
	Kalsium	µg/g v.v.			8871	10810	3372		
9-5									
	Kadmium	µg/g v.v.	0,001	0,003	1,31	1,23	0,854	0,002	0,004
8-3									
	Kobolt	µg/g v.v.			0,323	0,192	0,0992		
8-3									
	Krom	µg/g v.v.			0,13	<0,1	<0,1		
9-5									
	Kobber	µg/g v.v.			40,4	62,1	45,6		
8-3									
	Kvikksølv	µg/g v.v.	0,071	0,083				0,065	0,038
4-3									
	Nikkel	µg/g v.v.			1,20	s0,15	s0,15		
8-3									
	Bly	µg/g v.v.			0,08	0,13	0,05		
8-3									
	Sink	µg/g v.v.			19,8	25,5	19,9		
8-3									

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	8	9	10	11	12	13	14
Naftalen 2-4	µg/kg	v.v. H			5,8	<5,0	<5,0		
Acenaftylen 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Acenaften 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Fluoren 2-4	µg/kg	v.v. H			0,80	<0,5	2,3		
Dibenzotiofen 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Fenantren 2-4	µg/kg	v.v. H			0,92	0,73	1,0		
Antracen 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	1,1		
Fluoranten 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	0,60	<0,5		
Pyren 2-4	µg/kg	v.v. H			0,53	0,64	0,57		
Benz (a) antracen 2-4	µg/kg	v.v. H			0,71	1,0	0,74		
Chrysen 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	0,74	<0,5		
Benzo (b+j) fluoranten 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Benzo (k) fluoranten 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Benzo (e) pyren 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Benzo (a) pyren 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Perylen 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		
Indeno (1,2,3cd) pyren 2-4	µg/kg	v.v. H			<0,5	<0,5	<0,5		

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2253

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Vesterh./Fiskåb. Nr2,klokjøtt		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
9	Vesterh./Fiskåb. Nr3,klokjøtt		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
10	Vesterh./Fiskåb. Nr1,skallinnm		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.21
11	Vesterh./Fiskåb. Nr2,skallinnm		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.21
12	Vesterh./Fiskåb. Nr3,skallinnm		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.21
13	YtreFjord Flekkerøygap,Nr1,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
14	YtreFjord Flekkerøygap,Nr2,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	8	9	10	11	12	13	14
Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg v.v.	H 2-4			<0,5	<0,5	<0,5		
Benzo (ghi) perylen	µg/kg v.v.	H 2-4			<0,5	<0,5	0,74		
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet			<15,76	<15,21	<17,45		
Sum PAH16	µg/kg v.v.	Beregnet			<14,26	<13,71	<15,95		
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet			<9,51	<9,24	<8,74		

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2253

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
15	YtreFjord Flekkerøygap,Nr3,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
16	YtreFjord Flekkerøygap,Nr1,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
17	YtreFjord Flekkerøygap,Nr2,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
18	YtreFjord Flekkerøygap,Nr3,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	15	16	17	18
Tørrstoff	%	B 3	19	25	16	20
Fett	% pr.v.v.	H 3-4		7,5	2,3	3,1
Sølv	µg/g v.v.	E 8-3		0,952	0,798	1,15
Arsen	µg/g v.v.	E 8-3		30,6	24,5	21,8
Kalsium	µg/g v.v.	E 9-5		8880	3700	6490
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3	0,002	1,03	0,614	0,828
Kobolt	µg/g v.v.	E 8-3		0,216	0,216	0,208
Krom	µg/g v.v.	E 9-5		<0,1	<0,1	<0,1
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3		24,6	25,4	27,1
Kvikksølv	µg/g v.v.	E 4-3	0,053			
Nikkel	µg/g v.v.	E 8-3		s0,42	0,32	0,57
Bly	µg/g v.v.	E 8-3		0,03	0,02	0,04
Sink	µg/g v.v.	E 8-3		22,4	17,4	22,4
Naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4		<5,0	<5,0	<5,0
Acenaftylen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Fluoren	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	0,72
Dibenzotiofen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Fenantren	µg/kg v.v.	H 2-4		0,51	0,57	0,73
Antracen	µg/kg v.v.	H 2-4		0,81	<0,5	<0,5
Fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4		1,8	<0,5	<0,5
Pyren	µg/kg v.v.	H 2-4		0,68	<0,5	<0,5
Benz(a)antracen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Chrysen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(k)fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(e)pyren	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(a)pyren	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Perylen	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg v.v.	H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2253

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
15	YtreFjord Flekkerøygap,Nr3,klo		2010.10.05	2010.10.15-2010.10.19
16	YtreFjord Flekkerøygap,Nr1,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
17	YtreFjord Flekkerøygap,Nr2,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20
18	YtreFjord Flekkerøygap,Nr3,inn		2010.10.05	2010.10.14-2010.10.20

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	15	16	17	18
Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg	v.v. H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Benzo (ghi) perylen	µg/kg	v.v. H 2-4		<0,5	<0,5	<0,5
Sum PAH	µg/kg	v.v. Beregnet		<15,8	<14,07	<14,45
Sum PAH16	µg/kg	v.v. Beregnet		<14,3	<12,57	<12,95
Sum KPAH	µg/kg	v.v. Beregnet		<8,5	<8,5	<8,5

Norsk institutt for vannforskning

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2253

(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 naftalen³. 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. 18.9.2008.

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

³ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

7.2.3 Dioksiner, furaner og non-ortho PCB i skallinnmat fra krabber analysert på NILU (våtvektsbasis)

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i skallinnmat i krabber ved Topdalsfjorden blandprøve nr 1 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2277

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
: 2010-2253-4

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 21,4 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,36	65	0,36	0,36	0,36
12378-PeCDD	0,94	80	0,47	0,94	0,94
123478-HxCDD	0,32	94	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDD	1,01	84	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	0,25		0,03	0,03	0,03
1234678-HpCDD	5,71	104	0,06	0,06	0,06
OCDD	10,3	115	0,01	0,00	0,00
SUM PCDD			1,05	1,51	1,51
Furanes					
2378-TCDF	2,99	84	0,30	0,30	0,30
12378/12348-PeCDF	1,02	*	0,01	0,05	0,03
23478-PeCDF	2,17	79	1,08	1,08	0,65
123478/123479-HxCDF	1,53	84	0,15	0,15	0,15
123678-HxCDF	0,76	85	0,08	0,08	0,08
123789-HxCDF	0,08	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,91	82	0,09	0,09	0,09
1234678-HpCDF	2,79	100	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	0,06	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,36	107	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,75	1,79	1,34
SUM PCDD/PCDF			2,80	3,30	2,85
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	122	76		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	2,65			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	29,5	21		2,95	2,95
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	5,07	1		0,05	0,15
SUM TE-PCB				3,02	3,12

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i skallinnmat i krabber ved Topdalsfjorden blandprøve nr 2 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2278

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-5

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_C_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,33	63	0,33	0,33	0,33
12378-PeCDD	1,07	63	0,54	1,07	1,07
123478-HxCDD	0,40	95	0,04	0,04	0,04
123678-HxCDD	0,62	100	0,06	0,06	0,06
123789-HxCDD	0,19		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	1,16	94	0,01	0,01	0,01
OCDD	4,72	104	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			1,00	1,53	1,54
Furanes					
2378-TCDF	3,90	81	0,39	0,39	0,39
12378/12348-PeCDF	1,49	*	0,01	0,07	0,04
23478-PeCDF	2,45	63	1,22	1,22	0,73
123478/123479-HxCDF	1,39	65	0,14	0,14	0,14
123678-HxCDF	0,81	69	0,08	0,08	0,08
123789-HxCDF	0,11	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,90	69	0,09	0,09	0,09
1234678-HpCDF	1,63	75	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	<	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,18	92	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,97	2,02	1,51
SUM PCDD/PCDF			2,97	3,56	3,04
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	110	82		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	5,19			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	21,9	73		2,19	2,19
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	4,79	69		0,05	0,14
SUM TE-PCB				2,25	2,35

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i skallinnmat i krabber ved Topdalsfjorden blandprøve nr 3 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2279

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-6

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA212_27-10-10_C_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,44	56	0,44	0,44	0,44
12378-PeCDD	1,15	58	0,57	1,15	1,15
123478-HxCDD	0,33	66	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDD	0,64	61	0,06	0,06	0,06
123789-HxCDD	0,28		0,03	0,03	0,03
1234678-HpCDD	1,39	78	0,01	0,01	0,01
OCDD	5,13	70	0,01	0,00	0,00
SUM PCDD			1,16	1,73	1,73
Furanes					
2378-TCDF	3,97	67	0,40	0,40	0,40
12378/12348-PeCDF	1,53	*	0,02	0,08	0,05
23478-PeCDF	2,45	58	1,22	1,22	0,73
123478/123479-HxCDF	1,65	54	0,17	0,17	0,17
123678-HxCDF	0,84	57	0,08	0,08	0,08
123789-HxCDF	0,11	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	1,00	57	0,10	0,10	0,10
1234678-HpCDF	2,31	72	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	<	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,37	67	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			2,02	2,08	1,56
SUM PCDD/PCDF			3,18	3,81	3,29
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	163	65		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	6,02			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	33,4	64		3,34	3,34
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	6,00	67		0,06	0,18
SUM TE-PCB				3,42	3,54

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) skallinnmat i krabber ved Vesterhavn blandprøve nr 1 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2280

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-10

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA213_29-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,57	72	0,57	0,57	0,57
12378-PeCDD	1,33	80	0,67	1,33	1,33
123478-HxCDD	0,47	79	0,05	0,05	0,05
123678-HxCDD	0,86	83	0,09	0,09	0,09
123789-HxCDD	0,30		0,03	0,03	0,03
1234678-HpCDD	1,12	81	0,01	0,01	0,01
OCDD	2,52	86	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			1,41	2,07	2,07
Furanes					
2378-TCDF	7,34	90	0,73	0,73	0,73
12378/12348-PeCDF	2,79	*	0,03	0,14	0,08
23478-PeCDF	5,07	84	2,54	2,54	1,52
123478/123479-HxCDF	3,94	83	0,39	0,39	0,39
123678-HxCDF	2,64	72	0,26	0,26	0,26
123789-HxCDF	0,47	*	0,05	0,05	0,05
234678-HxCDF	3,11	80	0,31	0,31	0,31
1234678-HpCDF	6,98	81	0,07	0,07	0,07
1234789-HpCDF	0,17	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,68	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			4,38	4,50	3,43
SUM PCDD/PCDF			5,79	6,57	5,50
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	138	85		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	8,11			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	41,2	82		4,12	4,12
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	12,4	45		0,12	0,37
SUM TE-PCB				4,26	4,51

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) skallinnmat i krabber ved Vesterhavn blandprøve nr 2 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2281

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-11

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 10,7 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA213_29-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,63	19 g	0,63	0,63	0,63
12378-PeCDD	1,51	22 g	0,75	1,51	1,51
123478-HxCDD	0,46	24 g	0,05	0,05	0,05
123678-HxCDD	0,88	24 g	0,09	0,09	0,09
123789-HxCDD	0,32		0,03	0,03	0,03
1234678-HpCDD	1,11	25 g	0,01	0,01	0,01
OCDD	3,96	24 g	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			1,57	2,32	2,32
Furanes					
2378-TCDF	12,8	23 g	1,28	1,28	1,28
12378/12348-PeCDF	4,12	*	0,04	0,21	0,12
23478-PeCDF	7,11	23 g	3,56	3,56	2,13
123478/123479-HxCDF	4,43	24 g	0,44	0,44	0,44
123678-HxCDF	2,28	24 g	0,23	0,23	0,23
123789-HxCDF	0,50	*	0,05	0,05	0,05
234678-HxCDF	2,97	23 g	0,30	0,30	0,30
1234678-HpCDF	4,84	25 g	0,05	0,05	0,05
1234789-HpCDF	0,13	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,65	24 g	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			5,95	6,11	4,60
SUM PCDD/PCDF			7,51	8,43	6,92
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	157	19 g		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	12,0			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	71,4	23 g		7,14	7,14
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	20,4	23 g		0,20	0,61
SUM TE-PCB				7,36	7,77

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) skallinnmat i krabber ved Vesterhavn blandprøve nr 3 (våtvæktbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2282

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-12

Sample type: Krabbe, Skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA213_29-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,88	71	0,88	0,88	0,88
12378-PeCDD	2,66	78	1,33	2,66	2,66
123478-HxCDD	0,78	78	0,08	0,08	0,08
123678-HxCDD	1,21	77	0,12	0,12	0,12
123789-HxCDD	0,51		0,05	0,05	0,05
1234678-HpCDD	1,00	84	0,01	0,01	0,01
OCDD	2,07	80	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			2,47	3,80	3,80
Furanes					
2378-TCDF	25,9	88	2,59	2,59	2,59
12378/12348-PeCDF	9,93	*	0,10	0,50	0,30
23478-PeCDF	14,7	79	7,35	7,35	4,41
123478/123479-HxCDF	9,57	82	0,96	0,96	0,96
123678-HxCDF	4,33	82	0,43	0,43	0,43
123789-HxCDF	0,26	*	0,03	0,03	0,03
234678-HxCDF	5,91	77	0,59	0,59	0,59
1234678-HpCDF	9,18	82	0,09	0,09	0,09
1234789-HpCDF	0,07	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,30	81	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			12,1	12,5	9,40
SUM PCDD/PCDF			14,6	16,3	13,2
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	185	80		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	23,6			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	87,1	80		8,71	8,71
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	22,8	90		0,23	0,68
SUM TE-PCB				8,96	9,42

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) skallinnmat i krabber ved Flekkerøygapet blandprøve nr 1 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2283

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-16

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA213_29-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,20	57	0,20	0,20	0,20
12378-PeCDD	0,64	61	0,32	0,64	0,64
123478-HxCDD	0,29	63	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDD	0,48	61	0,05	0,05	0,05
123789-HxCDD	0,20		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,97	64	0,01	0,01	0,01
OCDD	2,18	69	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,63	0,95	0,95
Furanes					
2378-TCDF	1,53	69	0,15	0,15	0,15
12378/12348-PeCDF	0,58	*	0,01	0,03	0,02
23478-PeCDF	1,37	62	0,68	0,68	0,41
123478/123479-HxCDF	0,90	63	0,09	0,09	0,09
123678-HxCDF	0,53	57	0,05	0,05	0,05
123789-HxCDF	0,08	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,73	60	0,07	0,07	0,07
1234678-HpCDF	1,65	59	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	0,05	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,25	70	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,08	1,11	0,82
SUM PCDD/PCDF			1,72	2,06	1,78
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	38,8	59		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	1,84			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	11,7	61		1,17	1,17
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	3,15	51		0,03	0,09
SUM TE-PCB				1,21	1,27

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) skallinnmat i krabber ved Flekkerøygapet blandprøve nr 2 (våtvektbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2284

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-17

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA213_29-10-10_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,15	58	0,15	0,15	0,15
12378-PeCDD	0,54	71	0,27	0,54	0,54
123478-HxCDD	0,16	76	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,30	72	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,10		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,32	75	0,00	0,00	0,00
OCDD	1,80	80	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,48	0,75	0,75
Furanes					
2378-TCDF	1,71	70	0,17	0,17	0,17
12378/12348-PeCDF	0,49	*	0,00	0,02	0,01
23478-PeCDF	1,25	71	0,62	0,62	0,37
123478/123479-HxCDF	0,54	74	0,05	0,05	0,05
123678-HxCDF	0,33	72	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDF	0,06	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,41	71	0,04	0,04	0,04
1234678-HpCDF	0,61	73	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,22	79	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,94	0,96	0,70
SUM PCDD/PCDF			1,42	1,71	1,45
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	34,8	63		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	2,32			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	10,4	67		1,04	1,04
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	2,38	67		0,02	0,07
SUM TE-PCB				1,07	1,12

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) skallinnmat i krabber ved Flekkerøygapet blandprøve nr 3 (våtvektsbasis)

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7271

NILU sample number: 10/2285

Customer: NIVA

Customers sample ID: Kristiansandsfjorden

: 2010-2253-18

Sample type: Krabbe, skallinnmat

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA213_29-10-10

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,18	36 g	0,18	0,18	0,18
12378-PeCDD	0,57	44	0,28	0,57	0,57
123478-HxCDD	0,25	47 g	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,41	47 g	0,04	0,04	0,04
123789-HxCDD	0,17		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,64	51	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,65	52	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,55	0,83	0,83
Furanes					
2378-TCDF	1,65	45 g	0,16	0,16	0,16
12378/12348-PeCDF	0,57	*	0,01	0,03	0,02
23478-PeCDF	1,44	45	0,72	0,72	0,43
123478/123479-HxCDF	0,78	50	0,08	0,08	0,08
123678-HxCDF	0,39	45 g	0,04	0,04	0,04
123789-HxCDF	0,07	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,69	47 g	0,07	0,07	0,07
1234678-HpCDF	1,27	50	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,01	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,12	52	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,10	1,12	0,82
SUM PCDD/PCDF			1,65	1,95	1,65
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	42,7	38		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	2,14			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	11,9	41		1,19	1,19
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	2,89	39		0,03	0,09
SUM TE-PCB				1,22	1,28

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

7.2.4 PCB i skallinnmat fra krabber analysert på NILU (våtvektsbasis)

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden blandprøve nr. 1 (våtvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2277
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-4
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 21,4 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		0,29	13		
HCb		1,98	g		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,29	g		
2,4',5'-TriCB	31	0,17			
2',3,4'-TriCB	33	0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,59			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,53			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,15	g		
2,3',4,4'-TetCB	66	1,36			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,47			
Sum-TetCB		4,51			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	3,99			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	4,53	g		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	2,01	g	0,20	0,06
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,27	g	0,13	0,01
2,3',4,4',5'-PenCB	118	7,57	g	0,76	0,23
2'3,3',4,5'-PenCB	122	0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,09	g	0,01	0,00
Sum-PenCB		27,3			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	3,97			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	24,0	g		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,58			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	13,3			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	37,4	g		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	2,05	g	1,02	0,06
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,34	g	0,17	0,01
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	1,49	g	0,01	0,04
Sum-HexCB		112			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	4,19			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	12,8	g		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	3,44			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	11,0			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,25	g	0,03	0,01
Sum-HepCB		40,3			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	1,56			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,75			
DecaCB	209	0,22	g		
Sum 7 PCB		86,8			
Sum PCB		187		2,33	0,42

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden blandprøve nr. 2 (våtvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2278
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-5
 Sample type: Krabbe skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,32	20		
HCB		1,61	9		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	55		
2,4,4'-TriCB	28	0,27			
2,4',5'-TriCB	31	0,11			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,45			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,39	61		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,04			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,83			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,33			
Sum-TetCB		2,30			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	1,89	74	0,09	0,03
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,83			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,87			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,09			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	3,12			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	60	0,00	0,00
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,05			
Sum-PenCB		9,29			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	1,06	63		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	6,68			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,06			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	3,20			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	11,3			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,47	43	0,23	0,01
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,09	40	0,05	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,36	42	0,00	0,01
Sum-HexCB		31,3			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,89	68		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	3,09			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,90			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	3,50			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,05			
Sum-HepCB		10,6			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,55	59		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,12			
DecaCB	209	0,11			
Sum 7 PCB		25,3			
Sum PCB		54,7		0,74	0,15

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Topdalsfjorden blandprøve nr. 3 (våtvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2279
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-6
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,37	18		
HCB		1,87	12		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	42		
2,4,4'-TriCB	28	0,36			
2,4',5'-TriCB	31	0,15			
2',3,4'-TriCB	33	0,02			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,68			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,81	45		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,12			
2,3',4,4'-TetCB	66	1,75			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,62			
Sum-TetCB		4,99			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	5,33	52	0,21	0,06
2,2',4,5,5'-PenCB	101	2,84			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	2,13	44	0,13	0,01
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,27	42	0,75	0,23
2,3',4,4',5'-PenCB	118	7,51	43		
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	42	0,01	0,00
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,12			
Sum-PenCB		26,7			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	3,85	46		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	23,1			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,14	50	0,80	0,05
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	12,2			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	32,3	g	0,15	0,01
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	1,59	g	0,01	0,04
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,29	g		
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	1,17	g		
Sum-HexCB		97,9			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	3,46	48		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	8,59			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	2,40	41	0,02	0,01
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	8,00			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,19			
Sum-HepCB		30,2			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	1,09	43		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,41			
DecaCB	209	0,18			
Sum 7 PCB		74,8			
Sum PCB		162		2,08	0,40

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Vesterhavn blandprøve nr. 1 (våtvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2280
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-10
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		1,02	26		
HCB		4,71	9		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,33	53		
2,4',5'-TriCB	31	0,22			
2',3,4'-TriCB	33	0,03			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,70			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,41			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,03	56		
2,3',4,4'-TetCB	66	1,08			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,40			
Sum-TetCB		3,37			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	2,30			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	1,14	66		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	1,45	57	0,14	0,04
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,15	56	0,08	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	4,07	58	0,41	0,12
2',3,3',4,5'-PenCB	122	0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,07	57	0,01	0,00
Sum-PenCB		13,2			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	1,82			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	11,1	61		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,05			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	4,31			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	16,2	66		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,69	51	0,34	0,02
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,16	46	0,08	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,49	45	0,00	0,01
Sum-HexCB		45,5			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	1,24			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	3,57	64		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	1,08			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	4,76			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,09	49	0,01	0,00
Sum-HepCB		14,3			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,57			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,26			
DecaCB	209	0,55			
Sum 7 PCB		36,4			
Sum PCB		78,4		1,07	0,21

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Vesterhavn blandprøve nr. 2 (våtvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2281
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-11
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 10,7 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		1,98	28		
HCB		6,29	9		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	49		
2,4,4'-TriCB	28	0,32			
2,4',5'-TriCB	31	0,18			
2',3,4'-TriCB	33	0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,60			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,43	52		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,06			
2,3',4,4'-TetCB	66	1,16			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,45			
Sum-TetCB		3,02			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	3,67	60	0,18	0,05
2,2',4,5,5'-PenCB	101	1,03			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	1,77			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,19			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	5,25			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	51	0,01	0,00
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,09			
Sum-PenCB		16,2			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	2,09	54		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	13,0			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,08			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	5,62			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	23,5			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,97	44	0,49	0,03
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,20	40	0,10	0,01
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,68	g	0,01	0,02
Sum-HexCB		62,1			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	2,97	56		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	9,17			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	2,13			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	7,27			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,15			
Sum-HepCB		27,2			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	1,57	49		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,32			
DecaCB	209	0,33			
Sum 7 PCB		52,4			
Sum PCB		111		1,42	0,28

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Vesterhavn blandprøve nr. 3 (våtvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2282
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-12
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration	Recovery	TE (1998)	TE (2005)
Structure	IUPAC-no.	ng/g	%	pg/g	pg/g
PeCB		2,95	33		
HCb		13,2	17		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,43	59		
2,4',5'-TriCB	31	0,15			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,64			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,38			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,01	63		
2,3',4,4'-TetCB	66	1,03			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,43			
Sum-TetCB		2,47			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	2,56			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,47	73		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	1,67	65	0,17	0,05
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,14	63	0,07	0,00
2,3',4,4',5'-PenCB	118	4,84	67	0,48	0,15
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,10	65	0,01	0,00
Sum-PenCB		12,5			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	1,30			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	9,78	68		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,03			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	3,79			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	15,1	72		
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,77	62	0,38	0,02
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,19	56	0,10	0,01
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,60	55	0,01	0,02
Sum-HexCB		41,2			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	1,20			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	3,64	69		
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	1,01			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	4,00			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,10	59	0,01	0,00
Sum-HepCB		12,8			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,49			
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,24			
DecaCB	209	0,45	62		
Sum 7 PCB		34,3			
Sum PCB		70,7		1,23	0,25

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabbe fra Flekkerøygapet blandprøve nr. 1 (våttvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2283
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-16
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,12	12		
HCb		0,65	g		
2,2',5-TriCB	18	< 0,01			
2,4,4'-TriCB	28	0,09	g		
2,4',5-TriCB	31	0,04			
2',3,4-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,15			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,09			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,02	g		
2,3',4,4'-TetCB	66	0,19			
2,4,4',5-TetCB	74	0,10			
Sum-TetCB		0,61			
2,2',4,4',5-PenCB	99	0,46			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,20	g		
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,35	g	0,03	0,01
2,3,4,4',5-PenCB	114	0,03	g	0,02	0,00
2,3',4,4',5-PenCB	118	1,03	g	0,10	0,03
2',3,3',4,5-PenCB	122	0,07			
2',3,4,4',5-PenCB	123	0,01	g	0,00	0,00
Sum-PenCB		2,80			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,45			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	2,15	g		
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01			
2,2',3,4',5',6-HexCB	149	0,74			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	3,12	g		
2,3,3',4,4',5-HexCB	156	0,17	g	0,08	0,00
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,04	g	0,02	0,00
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,12	g	0,00	0,00
Sum-HexCB		9,22			
2,2',3,3',4,4',5-HepCB	170	0,25			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,71	g		
2,2',3,4,4',5',6-HepCB	183	0,17			
2,2',3,4',5,5',6-HepCB	187	1,15			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,02	g	0,00	0,00
Sum-HepCB		3,11			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,13			
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonCB	206	0,04			
DecaCB	209	0,09	g		
Sum 7 PCB		7,32			
Sum PCB		16,2		0,26	0,05

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Flekkerøygapet blandprøve nr. 2 (våttvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2284
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-17
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Structure	IUPAC-no.				
PeCB		0,13	18		
HCB		0,83	g		
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	43		
2,4,4'-TriCB	28	0,13			
2,4',5'-TriCB	31	0,03			
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01			
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01			
Sum-TriCB		0,19			
2,2',4,4'-TetCB	47	0,10	46		
2,2',5,5'-TetCB	52	0,02			
2,3',4,4'-TetCB	66	0,24			
2,4,4',5'-TetCB	74	0,11			
Sum-TetCB		0,66			
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,57	57	0,03	0,01
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,18			
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,34			
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,04			
2,3',4,4',5'-PenCB	118	1,10			
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	47	0,00	0,00
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,02			
Sum-PenCB		2,89			
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,38	55		
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	2,95			
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01			
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	0,91			
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	4,88			
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,24	45	0,12	0,01
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,05			
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,18			
Sum-HexCB		12,5			
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,32	56		
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,98			
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,22			
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	1,38			
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,03			
Sum-HepCB		3,68			
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,13	52		
2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonCB	206	0,03			
DecaCB	209	0,07			
Sum 7 PCB		10,2			
Sum PCB		20,1		0,31	0,06

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

Rådata for PCB i skallinnmat i krabber fra Flekkerøygapet blandprøve nr. 3 (våttvektsbasis)

Results of PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7274
 NILU-Sample number: 10/2285
 Customer: NIVA
 Customers sample ID: Kristiansandsfjorden
 : 2010-2253-18
 Sample type: Krabbe, skallinnmat
 Analysed sample amount: 20,0 g
 Total sample amount:
 Concentration units: ng/g
 Data files: M_01_11_10

Compound		Concentration ng/g	Recovery %	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g	
Structure	IUPAC-no.					
PeCB		0,15	26			
HCB		0,82	9			
2,2',5'-TriCB	18	< 0,01	57			
2,4,4'-TriCB	28	0,14				
2,4',5'-TriCB	31	0,07				
2',3,4'-TriCB	33	< 0,01				
3,4,4'-TriCB	37	< 0,01				
Sum-TriCB		0,27				
2,2',4,4'-TetCB	47	0,15	60			
2,2',5,5'-TetCB	52	0,02				
2,3',4,4'-TetCB	66	0,36				
2,4,4',5'-TetCB	74	0,15				
Sum-TetCB		1,25				
2,2',4,4',5'-PenCB	99	0,67	73			
2,2',4,5,5'-PenCB	101	0,38				
2,3,3',4,4'-PenCB	105	0,53				
2,3,4,4',5'-PenCB	114	0,05				
2,3',4,4',5'-PenCB	118	1,40				
2',3,3',4,5'-PenCB	122	< 0,01	60			
2',3,4,4',5'-PenCB	123	0,02				
Sum-PenCB		4,22			0,00	0,00
2,2',3,3',4,4'-HexCB	128	0,53	70			
2,2',3,4,4',5'-HexCB	138	2,88				
2,2',3,4,5,5'-HexCB	141	0,01				
2,2',3,4',5',6'-HexCB	149	1,10				
2,2',4,4',5,5'-HexCB	153	4,12				
2,3,3',4,4',5'-HexCB	156	0,23	56	0,11	0,01	
2,3,3',4,4',5'-HexCB	157	0,05				
2,3',4,4',5,5'-HexCB	167	0,16				
Sum-HexCB		12,3			0,00	0,00
2,2',3,3',4,4',5'-HepCB	170	0,30	68			
2,2',3,4,4',5,5'-HepCB	180	0,87				
2,2',3,4,4',5',6'-HepCB	183	0,21				
2,2',3,4',5,5',6'-HepCB	187	1,49				
2,3,3',4,4',5,5'-HepCB	189	0,02				
Sum-HepCB		3,98	47	0,00	0,00	
2,2',3,3',4,4',5,5'-OctCB	194	0,13				
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NonCB	206	0,05				
DecaCB		209	61			
Sum 7 PCB		9,82				
Sum PCB		22,4		0,36	0,07	

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)

16. versjon 20.10.2010 GSK

7.3 Analyseresultater for miljøgifter i vann

7.3.1 Passive prøvetakere (SPMD og DGT) analysert på NIVA

Side nr.161/167

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT



Navn **Overvåk miljøgifter**
 Adresse

Deres referanse:
 MSC

Vår referanse:
 Rekv.nr. 2010-2257
 O.nr. O 10265

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	Topdalsfj./Marvika		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
2	Topdalsfj./Marvika		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11
3	Stake Svennsholmen		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
4	Stake Svennsholmen		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11
5	Ytre fj./Flekkerøygap		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
6	Ytre fj./Flekkerøygap		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11
7	Blank		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
8	Blank		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7	8
8-3	Aluminium	µg/l	E		0,13		0,077		0,38	0,058
8-3*	Kalsium	µg/l	E		350		290		320	1,2
8-3	Kadmium	µg/l	E		0,0100		0,0096		0,013	0,0003
8-3	Kobolt	µg/l	E		0,010		0,026		0,018	0,00021
8-3	Krom	µg/l	E		<0,01		<0,01		<0,01	<0,01
8-3	Kobber	µg/l	E		0,075		0,13		0,12	0,011
8-3	Jern	µg/l	E		0,6		0,5		1,7	<0,1
8-3	Nikkel	µg/l	E		0,15		0,33		0,22	0,0059

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7	8
Bly 8-3	µg/l	E		0,0072		0,0071		0,011		0,0003
Sink 8-3	µg/l	E		0,36		0,44		0,71		0,10
DGT10 Intern*				□		✓		✓		✓
PCB-28 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		1,4		<1	
PCB-52 3-2*	ng/SPMB	H	<1		1,9		<1		<1	
PCB-101 3-2*	ng/SPMD	H	<4		<4		<4		<1	
PCB-118 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		<1		<1	
PCB-105 3-2*	ng/SPMD	H	<7		<2		<9		<5	
PCB-153 3-2*	ng/SPMD	H	2,7		<1		1,3		<1	
PCB-138 3-2*	ng/SPMD	H	2,3		<1		<1		<1	
PCB-156 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		<1		<1	
PCB-180 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		<1		<1	
PCB-209 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		<1		<1	
Pentaklorbenzen 3-2*	ng/SPMD	H	6,0		19		19		<0,5	
Alfa-HCH 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		<1		<1	
Hexaklorbenzen 3-2*	ng/SPMD	H	1,8		22		6,4		<0,5	
Gamma-HCH 3-2*	ng/SPMD	H	<6		<6		<6		<6	
Oktaklorstyren 3-2*	ng/SPMD	H	<1		1,3		<1		<1	
4,4-DDE 3-2*	ng/SPMD	H	<1		<1		<1		<1	
4,4-DDD 3-2*	ng/SPMD	H	<2		<2		<2		<2	
Naftalen 2-2*	ng/SPMD	H	13		<10		17		79	
Acenaftylen 2-2*	ng/SPMD	H	<5		<5		<5		<5	

✓ : Analysen utført.

* : Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2257

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Topdalsfj./Marvika		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
2	Topdalsfj./Marvika		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11
3	Stake Svennsholmen		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
4	Stake Svennsholmen		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11
5	Ytre fj./Flekkerøygap		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
6	Ytre fj./Flekkerøygap		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11
7	Blank		2010.10.01	2010.10.26-2010.11.12
8	Blank		2010.10.01	2010.11.11-2010.11.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6	7	8
			Acenaften	ng/SPMD	H 2-2*	6,8		23		9,0
Fluoren	ng/SPMD	H 2-2	19		37		28		<5	
Dibenzotiofen	ng/SPMD	H 2-2*	6,2		15		9,2		<5	
Fenantren	ng/SPMD	H 2-2*	79		250		150		12	
Antracen	ng/SPMD	H 2-2*	<5		13		6,8		<5	
Fluoranten	ng/SPMD	H 2-2*	52		180		110		<5	
Pyren	ng/SPMD	H 2-2*	53		110		53		<5	
Benz (a) antracen	ng/SPMD	H 2-2*	5,9		28		9,0		<5	
Chrysen	ng/SPMD	H 2-2*	5,4		34		16		<5	
Benzo (b+j) fluoranten	ng/SPMD	H 2-2*	16		48		18		<5	
Benzo (k) fluoranten	ng/SPMD	H 2-2*	5,0		18		5,6		<5	
Benzo (e) pyren	ng/SPMD	H 2-2*	11		28		9,7		<5	
Benzo (a) pyren	ng/SPMD	H 2-2*	<5		15		<5		<5	
Perylen	ng/SPMD	H 2-2*	<5		6,0		7,3		<5	
Indeno (1,2,3cd) pyren	ng/SPMD	H 2-2*	<5		5,4		<5		<5	
Dibenz (ac+ah) antrac.	ng/SPMD	H 2-2*	<5		<5		<5		<5	
Benzo (ghi) perylen	ng/SPMD	H 2-2*	5,0		10		<5		<5	
Sum PAH	ng/SPMD	Beregnet	<307,3		<840,4		<473,6		<176	
Sum PAH16	ng/SPMD	Beregnet	<285,1		<791,4		<447,4		<161	
Sum KPAH	ng/SPMD	Beregnet	<60,3		<163,4		<80,6		<114	
Acenaften-D10	ng/SPMD	H 2-2*	100		36		16		1600	
Fluoren d10	ng/SPMD	H 2-2*	190		79		30		1500	
Fenantren D10	ng/SPMD	H 2-2*	690		450		260		1600	
Chrysen D12	ng/SPMD	H 2-2*	940		890		930		1000	
Benzo (e) pyren D12	ng/SPMD	H 2-2*	700		680		680		700	

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Side nr. 164/167

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2010-2257

(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 naftalen⁴. 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.

⁴ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

7.3.2 Passive prøvetakere (SPMD) analysert på NILU

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) for Topdalsfjorden/ Marvika

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7285

NILU sample number: 10/2451

Customer: NIVA v/l. Allan

Customers sample ID: SPMD, Kr.sand overvåking
: 2257-1

Sample type: SPMD Ekstrakt

Sample amount: 0,50 pr

Total sample amount:

Concentration units: pg/pr

Data files: SA224A_08-11-10_diox

Compound	Concentration pg/pr	Recovery %	TE(nordic) pg/pr	TE (1998) pg/pr	TE (2005) pg/pr
Dioxins					
2378-TCDD	<	1,15	45	1,15	1,15
12378-PeCDD	<	0,93	61	0,46	0,93
123478-HxCDD	<	1,29	63	0,13	0,13
123678-HxCDD	<	1,13	68	0,11	0,11
123789-HxCDD	<	1,31		0,13	0,13
1234678-HpCDD	<	1,01	66	0,01	0,01
OCDD		9,00	68	0,01	0,00
SUM PCDD				2,01	2,46
Furanes					
2378-TCDF	<	0,46	61	0,05	0,05
12378/12348-PeCDF	<	0,78	*	0,01	0,04
23478-PeCDF		6,83	i	3,41	3,41
123478/123479-HxCDF	<	0,45	65	0,04	0,04
123678-HxCDF	<	0,32	82	0,03	0,03
123789-HxCDF	<	0,67	*	0,07	0,07
234678-HxCDF	<	0,47	67	0,05	0,05
1234678-HpCDF	<	0,61	61	0,01	0,01
1234789-HpCDF	<	0,98	*	0,01	0,01
OCDF	<	1,24	65	0,00	0,00
SUM PCDF				3,68	3,71
SUM PCDD/PCDF				5,68	6,17
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)		29,4	b	51	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)		3,06			0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)		9,47			0,95
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	<	0,90			0,01
SUM TE-PCB					0,96
					0,98

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) for
Svensholmen

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7285

NILU sample number: 10/2452

Customer: NIVA v/I.Allan

Customers sample ID: SPMD, Kr.sand overvåking

: 2257-3

Sample type: SPMD ekstrakt

Sample amount: 0,50 pr

Total sample amount:

Concentration units: pg/pr

Data files: SA224A_08-11-10_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/pr		%	pg/pr	pg/pr	pg/pr
Dioxins						
2378-TCDD	<	1,17	49	1,17	1,17	1,17
12378-PeCDD	<	1,46	52	0,73	1,46	1,46
123478-HxCDD	<	2,00	54	0,20	0,20	0,20
123678-HxCDD	<	1,86	55	0,19	0,19	0,19
123789-HxCDD	<	2,14		0,21	0,21	0,21
1234678-HpCDD	<	1,76	54	0,02	0,02	0,02
OCDD	<	2,26	58	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				2,52	3,25	3,25
Furanes						
2378-TCDF		3,11	58	0,31	0,31	0,31
12378/12348-PeCDF	<	1,33	*	0,01	0,07	0,04
23478-PeCDF		3,28 i	52	1,64	1,64	0,98
123478/123479-HxCDF	<	0,73	49	0,07	0,07	0,07
123678-HxCDF	<	0,57	57	0,06	0,06	0,06
123789-HxCDF	<	1,05	*	0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	<	0,74	55	0,07	0,07	0,07
1234678-HpCDF		4,37	47	0,04	0,04	0,04
1234789-HpCDF	<	1,36	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	<	1,74	53	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				2,33	2,38	1,70
SUM PCDD/PCDF				4,85	5,63	4,95
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		34,7 b	48		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)		4,25			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)		8,43	32 g		0,84	0,84
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	<	4,30	18 g		0,04	0,13
SUM TE-PCB					0,89	0,98

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

Rådata for PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) for Ytre fjordområde/ Flekkerøygapet

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7285

NILU sample number: 10/2453

Customer: NIVA v/I. Allan

Customers sample ID: SPMD, Kr.sand overvåking
: 2257-5

Sample type: SPMD

Sample amount: 0,50 pr

Total sample amount:

Concentration units: pg/pr

Data files: SA228B_11.12.10_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/pr		%	pg/pr	pg/pr	pg/pr
Dioxins						
2378-TCDD	<	1,39	20 g	1,39	1,39	1,39
12378-PeCDD	<	1,51	21 g	0,75	1,51	1,51
123478-HxCDD	<	1,46	21 g	0,15	0,15	0,15
123678-HxCDD	<	1,40	21 g	0,14	0,14	0,14
123789-HxCDD	<	1,43		0,14	0,14	0,14
1234678-HpCDD	<	0,93	19 g	0,01	0,01	0,01
OCDD		10,2	16 g	0,01	0,00	0,00
SUM PCDD				2,59	3,33	3,34
Furanes						
2378-TCDF	<	0,97	24 g	0,10	0,10	0,10
12378/12348-PeCDF	<	1,04	*	0,01	0,05	0,03
23478-PeCDF	<	1,10	21 g	0,55	0,55	0,33
123478/123479-HxCDF	<	0,55	22 g	0,06	0,06	0,06
123678-HxCDF	<	0,48	23 g	0,05	0,05	0,05
123789-HxCDF	<	0,73	*	0,07	0,07	0,07
234678-HxCDF	<	0,61	21 g	0,06	0,06	0,06
1234678-HpCDF	<	0,57	22 g	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	<	0,82	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	<	1,49	17 g	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,91	0,95	0,71
SUM PCDD/PCDF				3,50	4,28	4,04
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		29,3 b	21 g		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)		3,62			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	<	2,94	19 g		0,29	0,29
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	<	4,02	7 g		0,04	0,12
SUM TE-PCB					0,34	0,42

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

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