



RAPPORT LNR 4794-2004

Burforsøk med torsk i Frierfjorden og Breviks- fjorden

- akkumulering av PCDF/D i
fisk og SPMD, biologiske
effekter samt betydning av
akkumulering fra vann i forhold
til via føde

RAPPORT

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Burforsøk med torsk i Frierfjorden og Breviksfjorden - akkumulering av PCDF/D i fisk og SPMD, biologiske effekter samt betydning av akkumulering fra vann i forhold til via føde	Løpenr. (for bestilling) 4794-2004	Dato 17/11-2004
	Prosjektnr. Undernr. O-22090 31	Sider Pris 155
Forfatter(e) John Arthur Berge Ketil Hylland Anders Ruus Martin Schlabach, NILU	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NFR/Norsk Hydro	Oppdragsreferanse
-------------------------------------	-------------------

Sammendrag

I denne rapporten presenteres resultater fra forsøk i Grenlandsfjordene gjennomført innen programmet "Dioksiner i Grenlandsfjordene" delprosjekt 3. Biologiske prosesser (opptak, flyt og effekter). Målsetningen var å avklare betydningen av akkumulering av dioksiner (PCDD) og furaner (PCDF) i torsk fra vann (biokonsentrering) i forhold til via føde (bioakkumulering). I tillegg ble det gjennomført effektstudier. Torsk ble plassert ut i bur på 10 m dyp på 3 stasjoner i perioden 22/1-06/3-02. I hvert bur ble det også plassert passive prøvetakere (SPMDer) som etter PCDF/D analyse gir et relativt mål for PCDF/D-eksponering. Forsøksfisken og en kontrollgruppe (slaktet ved forsøkets begynnelse) ble analysert for PCDF/D og utvalgte effektparametere (EROD, VTG, GST+GR, PAH-metabolitter). Det ble observert lite eller ingen akkumulering av PCDD i SPMDene som var utsatt, mens det var en signifikant akkumulering av PCDF. Konsentrasjonen av PCDF var størst i SPMDer utsatt i Frierfjorden og lavere i SPMDer lenger ut i fjordsystemet. Det var i hovedsak ingen signifikant akkumulering av PCDD i forsøksfisken på noen av de tre lokalitetene. Akkumulering av PCDF ble imidlertid observert i torsk utsatt i Frierfjorden, men registrerte nivåer var lave i forhold til konsentrasjoner observert i villfisk. Ingen klare effekter av dioksiner eller furaner kunne observeres i torsk holdt i bur i fjordsystemet. Det var imidlertid en økning i fase -2 enzymet glutation S-transferase som ikke kunne forklares med utgangspunkt i andre observasjoner. Resultatene tyder også på en påvirkning av miljø-østrogener i Kalvsundet, men kilden er ukjent. Beregninger tyder på at byttedyrene representerer en dominerende kilde for akkumulering i forhold til opptak fra vann. Selv med en et lavt opptak gjennom mage-tarm vil opptaket via føde dominere. Også teoretiske betraktningene basert på log K_{ow} for PCDF/D og antatt forhold mellom den observerte konsentrasjonen i viktige byttedy og i vann tilsier at opptak via føde er viktigere enn opptak via byttedy. Vi konkluderer derfor med at bioakkumulering er viktigere enn biokonsentrering for akkumulering av PCDF/D i torsk i Frierfjorden.

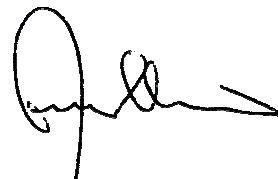
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. furaner	1. furanes
2. torsk	2. Atlantic cod
3. SPMD	3. SPMD
4. akkumulering	4. accumulation



John Arthur Berge
Prosjektleder



Kristoffer Næs
Forskningsleder
ISBN 82-577-4472-7



Jens Skei
Forskningsdirektør

**Burforsøk med torsk i Frierfjorden og
Breviksfjorden - akkumulering av PCDF/D i fisk og
SPMD, biologiske effekter samt betydning av
akkumulering fra vann i forhold til via føde**

Forord

På bakgrunn av dioksinproblematikken i Grenlandsfjordene og flere enkeltsøknader til forskningsprogrammet "Forurensninger: kilder, spredning, effekter og tiltak (Profo)" i NFR, for perioden 2000-2003, ble det med finansering fra NFR og Norsk Hydro gitt støtte til en revidert samordnet programpakke betegnet "Dioksiner i Grenlandsfjordene". Prosjektets overordnede mål var "Helhetlig forståelse av kjemisk og biologisk flyt og effekter av dioksiner i Grenlandsfjordene. Hovedprosjektet har vært ledet av dr.philos. Kristoffer Næs. Prosjektet har bestått av fem delprosjekter med egne prosjektledere.

1. Kommunikasjon, datahåndtering og overordnet prosjektledelse (ledet av dr.philos. Kristoffer Næs, NIVA).
2. Abiotisk massebalanse (ledet av dr.philos. Kristoffer Næs, NIVA).
3. Biologiske prosesser (opptak, flyt og effekter), (ledet av dr.scient. Odd Aksel Bergstad, HI med cand. real. John Arthur Berge som prosjektleder for NIVAs deloppgaver).
4. Sammenfattende modell (ledet av dr.philos. Tom Andersen, NIVA).
5. Økologisk risikoanalyse (ledet av dr.scient. August Tobiesen, NIVA).

Hvert delprosjekt har hatt flere mål. Målet i underprosjekt 3 (DIG 3) som denne rapporten omhandler har vært:

- Identifisere sentrale organismer i utvalgt næringsnett der økonomisk eller økologisk viktige arter inngår.
- Kvantifisere opptaksveier for akkumulering av miljøgifter (dioksiner) i utvalgte arter.
- Etablere modeller som beskriver akkumulering av miljøgifter (dioksiner) i utvalgte arter.
- Kvantifisere effekter av miljøgiftbelastningen i fjordsystemet på utvalgte arter og livsstadier.

Målene nås gjennom fire underprosjekter.

- (1) Identifisering av næringsnett,
- (2) Opptak og akkumulering via vann,
- (3) Modellering av bioakkumulering og flyt av dioksiner.
- (4) Effekter av dioksiner.

I denne rapporten presenteres resultater fra et burforsøk i Grenlandsfjordene (underprosjekt 2 i DIG3) gjennomført for å avklare betydningen av akkumulering av PCDF/D i torsk fra vann i forhold til via føde.

Feltarbeidet ble gjennomført av John Arthur Berge, Oddbjørn Pettersen, Anders Ruus og Sigurd Øxnevad. Utsetting og opptak av fisk ble gjennomført fra en båt innleid av en lokal fisker (Arild Lunde). Analyse av dioksiner er gjennomført på NILU under ledelse av Martin Schlabach.

Oslo, 17/11-2004

John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	6
Summary	9
1. Innledning	12
2. Materiale og metode	16
2.1 Forsøksfisk	16
2.2 Forsøksoppsett	16
2.3 Uttak av prøver i felt	19
2.4 Dioksinanalyser	19
2.4.1 SPMD	19
2.4.2 Fisk	19
2.5 Biomarkøranalyser	20
2.5.1 Vitellogenin (vtg)	20
2.5.2 EROD	20
2.5.3 Glutation <i>S</i> -transferase (GST) og glutation reduktase (GR)	20
2.5.4 PAH-metabolitter (HPLC)	21
3. Resultater	22
3.1 Lengde, vekt og fettinnhold i forsøksfisk	22
3.2 Kondisjonsfaktor og leversomatisk indeks	25
3.3 Dioksinanalyser	26
3.3.1 PCDF/D i SPMD	26
3.3.2 Beregning av PCDF/D-konsentrasjon i vann fra SPMD data	32
3.3.3 PCDF/D i fisk	36
3.3.4 Toksisitetsekvivalenter (TE) i fisk	44
3.3.5 Sammenheng mellom opptak i SPMD og akkumulering i fisk	44
3.4 Betydning av opptak i vann kontra opptak fra føde	61
3.4.1 Vurderinger basert på teori, K_{ow} og $C_{f\ddot{o}de}/C_{vann}$ -forhold	61
3.4.2 Vurderinger basert på observert bioakkumulering i forsøkene	63
3.5 Biomarkøranalyser	69
3.5.1 Vitellogenin	69
3.5.2 EROD	70
3.5.3 Glutation <i>S</i> -transferase (GST) og glutation reduktase (GR)	70
3.5.4 PAH-metabolitter (HPLC)	71

4. Konklusjoner og avsluttende kommentarer	73
5. Referanser	75
6. Vedlegg	77
Vedlegg A. SPMD og uttak av triolein	77
Vedlegg B. Lenge og vekt av forsøksfisk	79
Vedlegg C. Forsøksfisk tatt ut for diolsinanalyser	83
Vedlegg D. Oppmalt villfisk (torsk) tatt ut til dioksinanalyser	87
Vedlegg E. Metode for dioksinanalyser (NILU)	88
Vedlegg F. Rådata –PCDF/D i SPMD	89
Vedlegg G. Rådata <u>PCDF/D</u> i forsøksfisk	116
Vedlegg H. Dioksiner i oppmalt villfisk	143
Vedlegg I. Fettinnhold i forsøksfisken	148
Vedlegg J. Rådata EROD-analyser	149
Vedlegg K. Rådata GST- og GR-analyser	151
Vedlegg L. Rådata VTG analyser	153
Vedlegg M. PAH metabolitter- rådatametabolitter- rådata	154

Sammendrag

På bakgrunn av "dioksin"-problematikken i Grenlandsfjordene har NFR (Profo) og Norsk Hydro gitt støtte til et program betegnet "Dioksiner i Grenlandsfjordene" (DIG). Prosjektets overordnede mål var å gi en "helhetlig forståelse av kjemisk og biologisk flyt og effekter av dioksiner i Grenlandsfjordene".

Prosjektet har bestått av fem delprosjekter. I denne rapporten presenteres resultater fra et forsøk i Grenlandsfjordene gjennomført under delprosjekt 3. Biologiske prosesser (opptak, flyt og effekter). Målsetningen for forsøket var å avklare betydningen av akkumulering av dioksiner (PCDD) og furaner (PCDF) i torsk fra vann i forhold til via føde. I tillegg ble det gjennomført effektstudier på den utsatte fisken.

I denne rapporten rapporteres forsøk med utsetting av torsk på tre forskjellige lokaliteter i Grenlandsfjordene. Dersom opptak av PCDF/D via gjeller er viktig i Grenlandsfjordene vil konsentrasjonen i utplassert fisk som ikke blir føret øke vesentlig i forsøksperioden. Hvis konsentrasjonen ikke øker kan dette tyde på at opptak via byttedyr er den viktigste kilde til PCDF/D i torsk.

Hovedkonklusjonen etter forsøket er: *Akkumulering av PCDF/D fra byttedyr er viktigere enn akkumulering via vann direkte for fisk i Frierfjorden og i fjordområdet utenfor (Breviksfjorden/Eidangerfjorden).*

Forsøksoppsett

Torsk ble plassert ut i bur på ca 10 m dyp (ca. 10 m over bunnen) på 3 stasjoner i Grenlandsfjordene den 22/1-02 og stod ute frem til 06/3-02. En kontrollgruppe med fisk ble slaktet ved forsøkets begynnelse for bestemmelse av utgangsinhold av PCDF/D. Stasjonenes betegnelse (og omtrentlig avstand fra Herøya) var: Kastebukta (5 km), Kalvsundet (13 km) og Arøya (16 km). Inne i hvert fiskebur var det plassert passive prøvetagere (SPMDer) for å få et mål for PCDF/D-eksponering via vannet.

Av i alt 67 fisk som ble satt ut døde 2, dvs en dødelighet på ca 3 %. Dette tyder på at fisken har hatt relativt gode leveforhold i forsøksperioden. Fisken ble ikke føret under forsøkene og det ble observert en klar vekstreduksjon (ca 20 %) i løpet av forsøksperioden.

Akkumulering i passive prøvetagere

Alle resultater tyder på at det i hovedsak var liten eller ingen akkumulering av PCDD i SPMDene (Semi Permeable Membran Devices) som var utsatt, mens en hadde en signifikant akkumulering av PCDF. Akkumuleringen av PCDF var klart størst i SPMDer utsatt i Kastebukta i Frierfjorden og lavere i SPMDer fra Kalvsundet og Arøya lenger ut i fjordsystemet. På de to sistnevnte stasjoner var akkumuleringen i SPMDer innbyrdes relativt likt. Et signifikant opptak på en eller flere stasjoner ble observert for tetra - (2378-TCDF, sum TCDF), penta- (12378/12348-PeCDF, 23478-PeCDF, SUM PeCDF) og enkelte hekso-forbindelser (123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, SUM HxCDF), men ikke for de høyklorerte forbindelsene (hepta forbindelsene og OCDF). For de øvrige komponenter var konsentrasjonene like på de tre stasjonene.

Den observerte lave akkumuleringen av dioksiner i forhold til furaner er i overensstemmelse med at utslippene i hovedsak består av furaner. De forbindelsene som dominerte i SPMDer var ikke de samme som dominerer i utslippet (dvs OCDF og heptaforbindelsene).

Akkumulering i fisk

Det var i hovedsak ingen signifikant akkumulering av PCDD i forsøksfisken på noen av de tre lokalitetene. Konsentrasjonen av 2378-TCDD i fisk fra Kastebukta var imidlertid signifikant forskjellig fra både kontrollfisk og fisk fra Arøya. Dette kan tyde på et visst opptak av 2378-TCDD til tross for at konsentrasjonen i SPMD/vann ikke var vesentlig forhøyd.

Akkumulering av furaner ble observert i torsk utsatt i bur i Kastebukta, men ikke i fisk på de øvrige stasjoner. Det var klare likhetstrekk i fordelingen av de ulike homologe grupper i fisk fra burene i Kastebukta og i villfisk fanget i Frierfjorden. I begge tilfeller dominerte heksaforbindelsene.

Akkumuleringen av furaner i fisk i bur i Kastebukta var svært lav i forhold til de konsentrasjoner som er observert i villfisk i området. Med den akkumuleringsraten som ble observert i torsk utsatt i Kastebukta vil det, rent teoretisk, ta 4-55 år å nå de nivåer som er observert i villfisk lokalt.

I burforsøkene har det ikke vært mulig å kontrollere for eventuell metabolisme (biotransformasjoner) og ekskresjon. I SPMDene vil en imidlertid ikke ha metabolisme. Forskjeller i opptak mellom SPMD og fisk kan derfor gi en pekepinn om hvilke forbindelser som metaboliseres/skilles ut og hvilke som ikke blir tatt opp.

For 123478/123479-HxCDF, 123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, SUM HxCDF ble det observert signifikant akkumulering både i fisk og SPMD, dette kan tyde på liten aktiv utskillelse. For 2378-TCDF, 23478-PeCDF, Sum PeCDF ble det derimot observert akkumulering i SPMD, men ikke i fisk, noe som kan tyde på metabolisme/ekskresjon i fisk. Forbindelser som opptrer med relativt høye konsentrasjoner i miljøet og der en ikke ser opptak hverken i SPMD eller fisk (hepta-furaner og OCDF) kan tyde på at membranstrukturer hindrer opptak.

Effekter- biomarkører

Andre undersøkelser tyder på at dioksiner har sterk effekt på cytokrom P4501A hos fisk. I dette forsøket har ikke fisken blitt eksponert for tilstrekkelig høye nivåer av dioksiner eller furaner i vannet til å gi induksjon (økning) av cytokrom P4501A aktivitet i lever og det var bare små forskjeller mellom stasjonene. Det synes å være en påvirkning av miljø-østrogener på torsk holdt i Kalvsundet. Kilden til en slik påvirkning er ikke kjent. Fisk fra Kalvsundet hadde noe lavere cytokromP4501A aktivitet enn kontrollfisken. Dette kan skyldes interaksjon mellom Ah-reseptoren (som regulerer nivået av cytokrom P4501A) og østrogen-reseptorer (som regulerer vitellogenin syntese).

Det ble observert signifikante forskjeller mellom de eksponerte fiskene mht. nivåer av glutation S-transferase i lever. Den høyeste aktiviteten ble sett i Frierfjorden (Kastebukta) og noe lavere lenger ut (Kalvsundet). Også noen av komponentene i GST-systemet vil reguleres av Ah-reseptoren og den noe lavere aktiviteten i fisk fra Kalvsundet kan forklares ved nedregulering på grunn av miljø-østrogener.

Resultatene fra analyse av PAH-metabolitter tyder på at det er lav eksponering for PAH i fjordsystemet.

Betydningen av opptak via føde i forhold til via vann

Betydningen av opptak via føde i forhold til vann ble illustrert ved å beregne hvor stor vektmengde av et byttedyr som i dioksininnhold, tilsvarer det som ble observert i torsk etter opptaksforsøket i Kastebukta. Beregningene viser at en vektmengde strandkrabbe tilsvarerende mindre enn 1 % av torskens kroppsvekt og en vektmengde børstemark tilsvarerende mindre enn 1.5 % av torskens kroppsvekt inneholder mer PCDF enn det som ble akkumulert i torsk i løpet av 6 uker i Frierfjorden

(Kastebukta). Dette tyder på at byttedyrene representerer en dominerende kilde for dioksiner i torsk i forholdt til biokonsentrering (akkumulering via vann).

Tilsvarende kan en også beregne hvor stor vektmengde av et byttedyr som i dioksininnhold tilsvarer det som ble observert i villfisk fra Frierfjorden. Beregningene tyder på at en vektmengde strandkrabbe på mindre enn 40 % av torskens kroppsvekt og en vektmengde børstemark på mindre enn 90 % inneholder tilsvarende mengde PCDF som det som ble observert i villfisk fra Frierfjorden.

Opptak via føde i forhold til via vann kan også studeres ved å sammenligne den daglige gjennomsnittlige akkumuleringsraten som ble observert i Kastebukta med det en fisk vill ta opp via føde på en dag. Selv med en lav akkumuleringseffektivitet i tarm vil opptaket via føde dominere.

Undersøkelser fra litteraturen kan tyde på at forholdet mellom konsentrasjon i føde og vann (C_d/C_w) samt $\log K_{ow}$ er styrende for hvilke av opptaksveiene som er viktigst for hydrofobe forbindelser. En økning av C_d/C_w og $\log K_{ow}$ vil begge begunstige opptak via føde. Beregningene av C_d/C_w og K_{ow} for PCDF/D tyder begge på at opptak via byttedyr er viktig for fisk i Grenlandsfjordene.

Både teoretiske betraktningene basert på $\log K_{ow}$ for PCDF/D og dels også antatt forhold mellom konsentrasjon i viktige byttedyr og i vann tilsier at opptak via føde er viktigere enn opptak via vannet for torsk i Frierfjorden. Forsøkene som er gjennomført tyder på noe akkumulering av furaner fra vannet. Potensialet for opptak via byttedyr er imidlertid langt større på bakgrunn av det en vet om innhold av PCDF/D i byttedyr for torsk fra området og normalt konsum for fisken. Vi konkluderer derfor med at akkumulering av PCDF/D fra byttedyr er langt viktigere enn akkumulering via vannet for fisk i største delen av Frierfjorden og fjordområdet utenfor.

Fra et praktisk synspunkt betyr resultatene at vandrende fisk, som kommer utenfra og inn i Grenlandsfjordene fra utenforliggende områder, ikke akkumulerer vesentlige mengder PCDF/D så lenge de ikke ernærer seg på forurensede byttedyr fra fjordområdet.

Summary

Title: Caging experiments with Atlantic cod (*Gadus morhua*) in Frierfjorden and Breviksfjorden - accumulation of PCDF/D in fish and SPMD, biological effects and an evaluation of accumulation from water compared to diet.

Year: 2004

Authors: John Arthur Berge, Ketil Hylland, Anders Ruus, Martin Schlabach

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4472-7

The Norwegian Research council (NFR) and Norsk Hydro have funded a research program "Dioxins in the Grenlandfjords" related to the environmental problems caused by dioxins in the Grenlandfjords. The research was part of the NFR program PROFO. The main objective of the research package was to obtain an overall comprehension of fluxes (abiotic and biotic) and effects of dioxins in this fjord system.

The project has comprised five subprojects. In this report results from an experiment performed within the framework of subproject 3. Biological processes (uptake, flux and effects) are presented.

The objective of the experiment was to clarify the importance of accumulation of dioxins (PCDD) and furanes (PCDF) from important food sources compared to from the water directly (mainly through the gills). Biological effects of PCDF/D accumulation were also addressed.

The present report presents results from an experiment where Atlantic cod (*Gadus morhua*) was placed in cages in 3 different locations in the Grenlandfjord system. The fish did not have possibility for significant feeding during the experiment. If uptake of PCDF/D from the water through the gills were important, this should be manifested as an increase in PCDF/D concentration in the fish. No observed increase may indicate that accumulation through the diet is the most important route for PCDF/D uptake in the fish in the fjord.

The main conclusion of the experiment is:

Accumulation of PCDF/D from prey organisms is more important than accumulation from water directly for cod in the Frierfjord and in the fjord system outside.

Experimental design

The fish were placed in cages at approximately 10 m depth (10 m above the bottom) at three stations in the Grenlandfjords. The experiments started on 22. January and was terminated on 06. March 2002. A control group was sacrificed at the beginning of the experiment in order to determine the initial PCDF/D concentration. The names of the station (and distance from assumed discharge point at Herøya) were Kastebukta (5 km), Kalvsundet (13 km) and Arøya (16 km). Passive sampling devices (Semi Permeable Membran Devices,) SPMDs) were placed in each cage in order to determine PCDF/D exposure through water.

Two of a total of 67 fish died during the caging experiment resulting in a total mortality of approximately 3 %. The low mortality observed indicate that the fish have had relatively good living

conditions during the experimental period. The fish were not fed during the experiments. A clear weight reduction (approximately 20 %) was observed during the experimental period.

Accumulation in passive sampling devices

All results indicate little or no accumulation of PCDDs in the SPMDs but a significant accumulation of PCDF. The accumulation of PCDFs was highest in the SPMDs placed at Kastebukta in the Frierfjord and lower and similar in SPMDs placed in the cages at Kalvsundet and Arøya further out in the fjordic system. A significant accumulation at one or more stations were observed for tetra (2378-TCDF, sum TCDF), penta- (123478/123479-PeCDF, 23478-PeCDF, SUM PeCDF) and some hexa-chlorinated compounds (123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, SUM HxCDF), but not for highly chlorinated compounds like heptachlorinated compounds and OCDF). The concentration of the remaining components was relatively similar at all three stations.

The observed low level of accumulation of dioxins in relation to furanes is consistent with the dominance of furanes in the primary discharge. The compounds that dominated in the SPMDs were not the same that dominated in the discharge (i.e. OCDF and heptacomounds).

Accumulation in fish

There was basically no accumulation of PCDD in the caged fish at the three sites. The concentration of 2378-TCDD in fish from Kastebukta was however significantly different from the control fish and the fish from Arøya. This may indicate a certain uptake of 2378-TCDD despite that the concentration in SPMD/water was not significantly elevated compared to controls.

Accumulation of PCDF was observed in the caged fish at Kastebukta, but not at the 2 other stations further out in the fjord system. The distribution of homolog groups was similar in caged fish from Kastebukta and in fish caught locally in the Frierfjord. The hexa-compounds dominated in both cases.

The concentrations observed as a result of accumulation in the caged fish at Kastebukta were very low compared to the concentration observed in locally caught fish. With the observed accumulation rate in the caged fish at Kastebukta it may theoretically take 4-55 years to reach the levels PCDF levels observed in locally caught cod.

The caging experiment did not include any control with biotransformation and excretions of PCDF/D in the fish during the experiments. Differences in uptake in SPMDs and fish may give some idea of which compounds that were biotransformed/excreted and which are not accumulated at all.

Uptake of 123478/123479-HxCDF, 123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, SUM HxCDF were observed in both fish and SPMDs and may indicate limited biotransformation/excretion of these compounds. Uptake of 2378-TCDF, 23478-PeCDF and Sum PeCDF were observed in SPMDs, but not in fish, and may indicate metabolisation/excretion of these compounds. Some compounds were found in relatively high concentrations in the environment, but did not accumulate significantly in fish and SPMDs. Heptafuranes and OCDF were such compounds. These results may indicate that membrane properties block uptake.

Effects-biomarkers

Other studies have indicated that PCDF/D are strong inducers of cytochrome P450-1A in fish. The level of PCDF/D exposure in this experiment was not sufficiently high to cause induction of hepatic cytochrome P450-1A and there were only minor differences in hepatic cytochrome P450-1A between cod held at the three stations.

The analysis of vitellogenin indicates that the fish caged at Kalvsundet was exposed to xenoestrogens. The source for such exposure is not known. The fish from Kalvsundet showed a lower cytochrome

P450 1A activity than the control group. This may have been caused by an interaction between the Ah-receptor (regulates cytochrome P450-1A synthesis) and the estrogen receptor (regulates vitellogenin synthesis).

Significantly different levels of hepatic glutathione *S*-transferase (GST) were observed in cod caged at the different locations. The highest activity was observed in fish from the Frierfjord (Kastebukta) and lower level further out in the fjordic system (Kalvsundet). Some of the components in the GST-system are regulated by the Ah-receptor and the low activity observed for fish from Kalvsundet may be explained by downregulation caused by xenoestrogens. Results from analysis of PAH-metabolites indicated that PAH-exposure is low in the fjord.

Accumulation of PCDF/D from water compared to diet

The importance of accumulation from water compared to diet was illustrated by calculating how much prey (by weight and as % of the weight of caged fish) was equivalent (in PCDF/D weight) to observed in the caged fish. The calculation indicates that an amount of local shore crabs (*Carcinus maenas*) equivalent to 1 % of the body weight of fish contains the same or more PCDF/D than contained in the caged fish from Kastebukta. Similarly an amount of ragworm, *Nereis diversicolor*, equivalent to 1.5 % of the body weight of fish, contains the same or more PCDF/D than the caged fish. The calculations indicate that prey items represents a dominating source compared to uptake from water (bioconcentration).

Similar calculations were also made for fish caught in the Frierfjord. The calculations indicate that an amount of shore crab of less than 40 % and an amount of ragworm of less than 90 % of the weight of the cod contains more PCDF/D than observed in the locally caught cod in the Frierfjord.

Accumulation through the diet compared to from water can also be illustrated by comparing the mean daily accumulation rate observed in the fish at Kastebukta with what a fish are likely to accumulate from a normal diet during a day. Even with an assumed low accumulation efficiency in the gut, accumulation from the diet will dominate above accumulation from water.

Other studies indicate that the ratio between concentration in the diet and in the water (C_d/C_w) and $\log K_{ow}$ are important for determination of which routes of accumulation are important for hydrophobic organic substances. An increase in C_d/C_w and K_{ow} for PCDF/D will both contribute to increased accumulation from the diet. Calculation of C_d/C_w and K_{ow} for PCDF/D indicate that accumulation via prey items is important for fish from the Grenlandfjords.

Theory related to $\log K_{ow}$ for PCDF/D and calculations of C_d/C_w both indicate that accumulation through the diet is more important than bioconcentration. The experiments do, however, indicate some uptake of PCDF from the water. The measured concentrations of PCDF/D in important prey items do however, show that the potential for uptake from the diet is much higher.

We therefore conclude that accumulation of PCDF/D through the diet is much more important than uptake from water the Frierfjord and fjordic system further out. This means also that a fish that migrates in to the Frierfjord will not accumulate significant amounts of PCDF/D as long as it does not feed on contaminated prey items from the fjord.

1. Innledning

Grenlandsfjordene har over en årrekke blitt tilført relativt store mengder med polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) polyklorete dibenso-*p*-dioksiner (PCDD) fra magnesiumfabrikken på Herøya. Primærutslippene av disse forbindelser ble redusert fra 200-500 g TE_{PCDF/D}/år før ca 1990 til under 10 g TE_{PCDF/D}/år (Knutzen et al. 2001) frem til utslippene opphørte i april 2002 ved nedleggelse av magnesiumfabrikken.

En oversikt over de gjennomsnittlige årlige utslipp i perioden 1997-2000 ses i **Tabell 1**. Utslippene domineres av furaner. For både dioksiner og furaner domineres utslippene av oktaforbindelsene.

Utslippene av PCDF/D har medført at en fremdeles har relativt store lager av disse forbindelser både i sediment (Næs, 1999) og i ulike typer biomasse (eksempelvis fisk, krepsdyr, skjell) (Knutzen et al. 2001) i fjordsystemet. Både i sediment og organismer har imidlertid konsentrasjonen av PCDF/D gått ned de siste 10 år (Næs 1999, Knutzen et al. 2001).

Det har fra 80-tallet vært et mål at fisk og skalldyr skal kunne omsettes og brukes fritt uten restriksjoner fra fjordområdet. Dette er imidlertid ikke oppnådd. De høye konsentrasjonene av blant annet PCDF/D som en fremdeles har i fisk, krabbe og blåskjell har medført at det fremdeles er kostholdsråd for fjordområdet.

Følgende råd er gitt av SFT i 2002: "*Konsum av all fisk og skalldyr fanget i Frierfjorden og Volls fjorden ut til Brevikbroen frarådes. Videre frarådes konsum av sjø-ørret fanget i Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden. Konsum av ål, sild, makrell, krabbe og lever fra fisk fanget mellom Brevikbroen og en ytre avgrensning gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlunghavn), til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet frarådes*" (kilde: http://www.snt.no/nytt/kosthold/fisk_skalldyr/grenland.htm).

I tillegg til kostholdsråd er det også lagt begrensninger på omsetning av fisk og skalldyr fra deler av fjordområdet.

Opphør av direkteutslippene av PCDF/D fra Magnesiumfabrikken i 2002 har sannsynligvis medført en betydelig nedgang av konsentrasjonen av disse forbindelser i vann fra overflatelaget i fjordområdet. Vi antar imidlertid at en konsentrasjonsreduksjon i viktige byttedyr for fisk vil ta lenger tid pga. de lagre en har av PCDF/D i miljøet i fjordområdet. Kunnskap om hva som er hovedkilden til de nivåer av PCDF/D som observeres i fisk er derfor viktig for å kunne forutsi hvor lang tid det vil ta før det kan lettes på kostholdsrestriksjonene i området.

I utgangspunktet vil en fisk ta opp forurensninger direkte fra vannet (i hovedsak via gjellene) og via kontaminert føde i tarm. Opptak over gjellene påvirkes blant annet av konsentrasjon i vannet, temperatur, fiskens aktivitetsnivå, forbindelsens lipofilisitet [fettløselighet, oftest målt som oktanol/vann fordelingskoeffisient (K_{ow})]. Opptak via føde avhenger blant annet av mengde spist, konsentrasjon i maten, opptaks effektivitet i tarmen. Konsentrasjonen som måles i en fisks vev er imidlertid også et resultat av i hvilken grad akkumulerte fremmedstoffer brytes ned og skilles ut.

Det har vært delte meninger om betydningen av opptak via vann og føde. Nyere undersøkelser kan tyde på at forholdet mellom konsentrasjon i føde og vann (C_d/C_w) samt $\log K_{ow}$ er styrende for hvilke av opptaks veiene som er viktigst for hydrofobe forbindelser (Qiao et al. 2000). En økning av C_d/C_w og $\log K_{ow}$ vil begge begunstige opptak via føde. Ved forsøk og modellering med tre forbindelser som har $\log K_{ow}$ i området 4-7,6 fant Qiao et al. (2000) at bidraget fra føde og vann utgjorde hver ca 50 %

når forholdet mellom konsentrasjon i føde og vann var ca. 10^5 . De beregnet at opptak via vann dominerte ved $\log K_{ow}$ opp til 5, men at opptak via føde dominerte ved $\log K_{ow}$ verdier på 7.5.

$\log K_{ow}$ for PCDF/D varierer fra 6,5-8.75 og skulle derfor i utgangspunktet ligge i et område som begunstiger opptak via føde. Tidligere eksperimentelle undersøkelser i kar tyder også på dette (Berge og Knutzen, 1991).

Konsentrasjonen av PCDF/D i vann ble beregnet/målt i andre deler av dette prosjektet (DIG 2). En har også analysert PCDF/D i potensielle byttedyr for fisk fra fjordsystemet slik at en kan beregne forholdet mellom konsentrasjon i fiskens diett i forhold til i vannet (C_d/C_w). Ut fra modellen til Qiao et al. (2000) for en heksaklorbifenylforbindelse ($\log K_{ow} = 7.55$) skulle det derfor på teoretisk grunnlag være mulig å si noe om hva som er den mest sannsynlig opptaksvei for PCDF/D i Grenlandsfjordene.

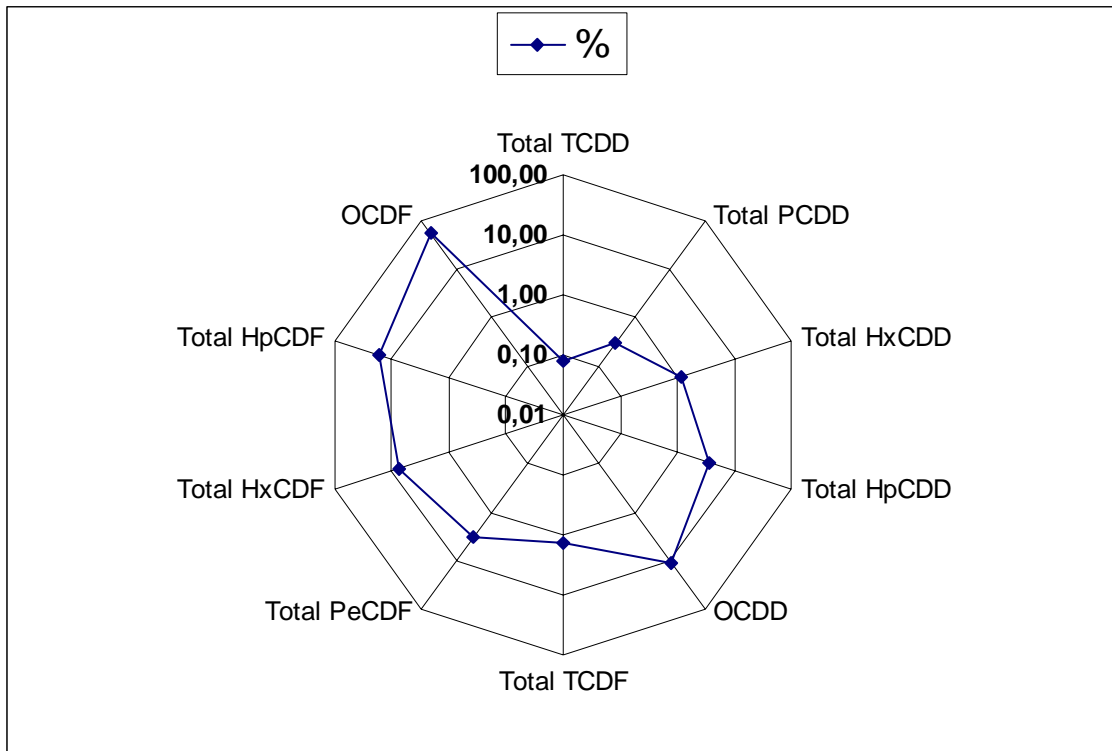
I denne rapporten rapporteres forsøk med utsetting av torsk på tre forskjellige lokaliteter i Grenlandsfjordene. Dersom opptak av PCDF/D via gjeller er viktig i Grenlandsfjordene, skulle konsentrasjonen i utplassert fisk som ikke blir føret, øke vesentlig i forsøksperioden. Hvis konsentrasjonen derimot ikke øker, kan dette tyde på opptak via for er den viktigste kilde til PCDF/D i torsk.

Tabell 1. Gjennomsnittlig årlige utslipp av PCDF/D til vann fra Hydro i perioden 1997-2000 (Data fra Hydro og bearbeidet av J. Persson).

Komponent/gruppe	g/yr	%
2,3,7,8-TCDD	0,005	0,00 ¹⁾
1,2,3,7,8-PeCDD	0,057	0,04 ¹⁾
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,144	0,11 ¹⁾
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,305	0,23 ¹⁾
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,214	0,16 ¹⁾
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3,374	2,51 ¹⁾
OCDD	18,555	13,82 ¹⁾
2,3,7,8-TCDF	0,183	0,14 ¹⁾
1,2,3,7,8-PeCDF	0,529	0,39 ¹⁾
2,3,4,7,8-PeCDF	0,317	0,24 ¹⁾
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2,827	2,11 ¹⁾
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,727	1,29 ¹⁾
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,577	0,43 ¹⁾
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,711	0,53 ¹⁾
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	14,272	10,63 ¹⁾
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	4,258	3,17 ¹⁾
OCDF	86,220	64,21 ¹⁾
Sum PCDD	22,650	16,87 ¹⁾
Sum PCDF	111,620	83,13 ¹⁾
Total TCDD	0,13	0,08 ²⁾
Total PCDD	0,47	0,29 ²⁾
Total HxCDD	1,92	1,20 ²⁾
Total HpCDD	5,91	3,70 ²⁾
OCDD	18,56	11,61 ²⁾
Total TCDF	2,16	1,35 ²⁾
Total PeCDF	5,50	3,45 ²⁾
Total HxCDF	11,90	7,45 ²⁾
Total HpCDF	26,99	16,90 ²⁾
OCDF	86,22	53,97 ²⁾
Sum PCDD	26,98	8,44 ²⁾
Sum PCDF	292,53	91,56 ²⁾

1) prosentfordeling i forhold til summen av de 20 analyserte enkeltkongenerer.

2) prosentfordeling i forhold til summen av alle homologe grupper inklusiv oktaforbindelsene.



Figur 1. Prosentvise fordeling av homologe grupper av PCDF/D i utslippet til vann fra Hydro i perioden 1997-2000.

2. Materiale og metode

2.1 Forsøksfisk

Torsk til burforsøkene ble innfanget i Breiangen/Hurum-området av en lokal fisker. Fisken ble transportert til Marin Forskningsstasjon Solbergstrand (MFS) 11/12-01 og ble holdt der i ca 1 måned før de ble satt ut i bur i Grenlandsfjordene. Under oppholdet på MFS ble fisken føret med kommersielt innkjøpte reker. Fisken ble fraktet fra MFS til Grenlandsområdet i tank i bil. All fisk som ble satt ut var individuelt merket og var veid og lengdemålt før utsettelse. Lengde og vekt ble bestemt på all fisk både ved forsøkets start og avslutning (se Vedlegg B.). All fisk ble også kjønnsbestemt.

Kondisjonsfaktor ($F_{\text{kond.}}$) ble beregnet ut fra formelen: $F_{\text{kond.}}=100 \times M/l^3$

Der M er totalvekten av fisken (g) og l er lengden av fisken (cm).

Leversomatisk indeks (LSI) ble beregnet ut fra formelen: $LSI=100 M_{\text{lever}}/M$ der M_{lever} er levervekten og M er totalvekten.

For blant annet å sammenligne konsentrasjoner av PCDF/D i fisk fra burforsøk med villfisk ble det fanget villfisk i Frierfjorden og Eidangerfjorden (se kapittel 6.Vedlegg D).

2.2 Forsøksoppsett

Fisken ble plassert ut i bur av notlin (**Figur 2**) på 3 stasjoner i Grenlandsfjordene (**Figur 3**) den 22/1-02 og stod ute frem til 06/3-02, dvs. i ca 6 uker (42 dager). Burene ble plassert ut i områder med ca 20 m dyp. Selve burene med fisken var imidlertid plassert ca 10 m over bunnen slik at direkte kontakt med bunnen og eventuelle forurensede sedimenter skulle unngås.

22-23 fisk ble satt ut i hvert bur. En kontrollgruppe med fisk ble slaktet ved forsøkets begynnelse for bestemmelse av fiskens utgangsinhold av PCDF/D.

Stasjonenes betegnelse og avstand fra Herøya var som følger:

Kastebukta : 4.8 km
Kalvsundet: 12.6 km
Arøya (lille): 16.4 km

I tillegg til disse stasjoner ble det i forbindelse med et annet delprosjekt samtidig også satt ut SPMDer (Semi Permeable Membran Devices, se kap. 6.Vedlegg A.) på ytterligere to stasjoner (Norrøna og Frednes) lenger opp i Skineselva (**Figur 3**). På stasjonen Frednes stod et sett med SPMDer på tilsvarende dyp som de som ble brukt i fiskeburene, samtidig som et annet sett stod nær overflaten. SPMDen utsatt ved Norrøna stod også nær overflaten.

Inne i hvert fiskebur var det plassert SPMDer i eget stålbud (leid/kjøpt av ExposMeter, Umeå, Sverige) for å få et mål for PCDF/D-eksponering via vannet. På hver lokalitet ble det ved starten av forsøket plassert 5 stk SPMDer (4 normale og en PAH spiket).

En Gytri strømmåler for registrering av saltholdighet, temperatur og strøm ble også plassert på hvert sted. Ved avslutning av forsøket viste det seg imidlertid at Gytrisondene kun hadde fungert tilfredsstillende på en av stasjonene (Kastebukta). Resultatene fra denne lokaliteten kan oppsummeres som følger:

Temperatur

Maks:7.7 °C

Min:3.7 °C

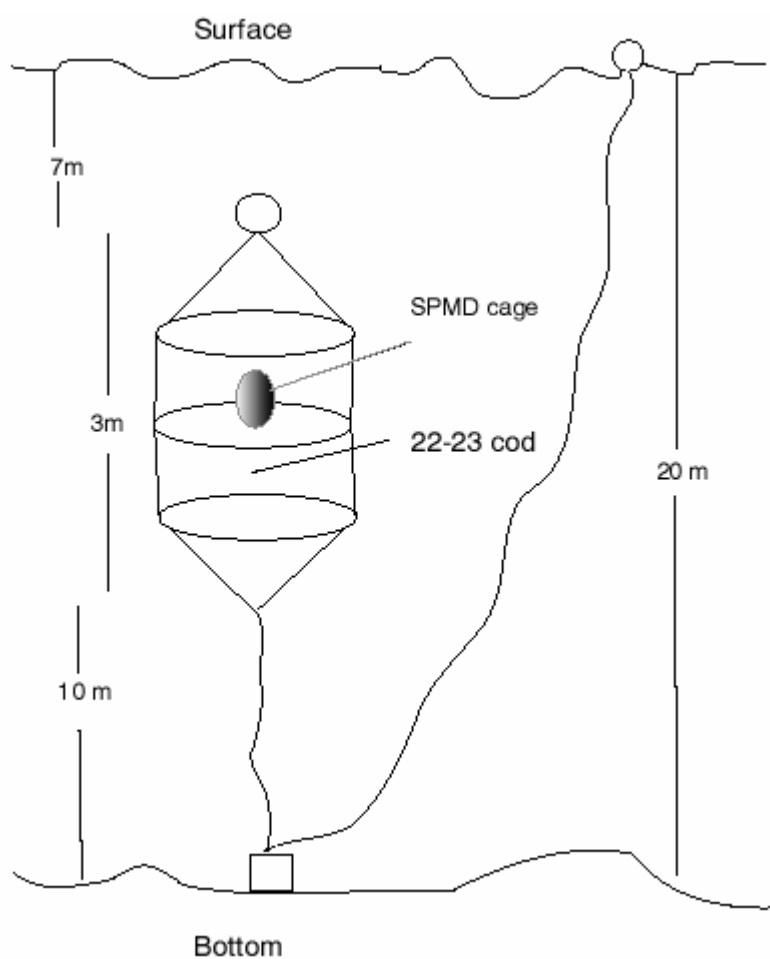
Gjennomsnitt: ca 6.2 °C

Saltholdighet (‰)

Maks:30.2

Min:19.5

Gjennomsnitt: ca 28.6



Figur 2. Prinsippskisse av bur bruk til utsetting av fisk i Grenlandsområdet.



Figur 3. Kart som viser lokalitetene der det ble utplassert bur med torsk og SPMD (markert med firkant) kun SPMDer (markert med sirkel).

2.3 Uttak av prøver i felt

Ved avslutning av forsøket ble fisken transportert levende i vann fra den enkelte lokalitet til land. Fisken ble veid, lengdemålt, kjønnsbestemt og leveren ble tatt ut og veid. Prøver av blod, galle og lever (ca 1 g) ble tatt ut og lagret på flytende nitrogen for senere analyse av biomarkører. Den resterende del av fisken ble lagt individuelt i plastpose og frosset i påvente av uttak av prøver for dioksinanalyse (se 2.4.2.).

2.4 Dioksinanalyser

2.4.1 SPMD

Analysene ble foretatt av NILU og utført på trioleinen i SPMDene. Trioleinen ble klemt ut av SPMDen ved hjelp av en spesielt tilpasset stålvalse (se kapittel 6.Vedlegg A.). Leverandøren oppgir at det i utgangspunktet er ca 0,9 g (1 ml) triolein i hver SPMD. I gjennomsnitt fikk vi klemt ut 0.62 g fra SPMDene som ble analysert (se kapittel 6.Vedlegg A.).

3 SPMDer (normaltype levert av ExposMeter, Umeå, Sverige) fra hver lokalitet ble analysert. I tillegg ble det analysert 1 feltkontroll (luftkontroll) fra hver lokalitet. Feltkontrollen ble håndtert som de øvrige SPMDer under utsetting og opptak, men ble ikke plassert ut i sjøen. Feltkontrollene lå nedfrosset i stålbox (supplert fra ExposMeter) i forsøksperioden. Differansen mellom konsentrasjonen i den vanneksponte SPMDen og feltkontrollen gir informasjon om konsentrasjonen av løst PCDF/D vannet på lokaliteten.

2.4.2 Fisk

Det var i alt 4 grupper med fisk som skulle analyseres for PCDF/D. Disse var:

- kontroll-fisk
- fisk utsatt i Kastebukta,
- fisk utsatt Kalvsundet
- fisk utsatt ved lille Arøya (omtales videre i teksten som Arøya).

Fra hver gruppe fisk ble det analysert 3 blandprøver a 5 torsk, slik at det i alt ble 12 prøver som skulle analyseres. Hvilke fisk som skulle inngå i hver blandprøve ble bestemt ved tilfeldig utvalg og ses i vedlegg B.

Siden en bit lever ble tatt ut til biomarkøranalyser (se 2.3), var forholdet mellom mengde levervev og mengde øvrig vev forskjøvet. Da leveren inneholder det mest fettrike vevet på torsk (og dermed forventes å inneholde en vesentlig andel av dioksinene i individet) ble dette korrigert for ved at prøver til dioksinanalyser ble tatt ut slik at mengden lever og resterende fisk gjenspeiler forholdet mellom total vekt og levervekt for hver fisk. 20 g materiale (lever + "fiskefarse") ble tatt fra hvert individ (med "fiskefarse" menes homogenat av hel fisk uten lever). For å oppnå dette ble det fra hver fisk tatt ut 20(1-f) g med oppmalt fisk og 20f g lever, hvor f=levervekt/fiskevekt.

Ved å lage prøvene slik vil analyseresultatene representere det samme som å analysere på en blandprøve bestående av 5 oppmalte hele fisk av samme størrelse.

2.5 Biomarkøranalyser

2.5.1 Vitellogenin (vtg)

Konsentrasjonen av vitellogenin (vtg) i blodet til hann-fisk eller umodenfisk er et mål for forekomst av østrogen-lignende stoffer (eller “miljø-østrogener”) i miljøet. Vitellogenin er et forstadium til eggeplomme-protein og produseres normalt nesten utelukkende hos hunn fisk og da særlig under perioden når gonader utvikles. Forventede nivåer i torsk er godt kjent gjennom tidligere undersøkelser (Hylland & Braaten 1996; Hylland et al., 1997) og omfattende kartlegging i EU-prosjektet COMPREHEND.

Blod ble tatt fra fisk med en sprøyte som var forbehandlet med heparin og aprotinin. Umiddelbart etter prøvetaking ble blodceller og plasma separert ved sentrifugering, plasma sugd av og frosset i flytende nitrogen. Plasma ble deretter lagret ved -80°C inntil analyse. Mengden vitellogenin ble kvantifisert med en kompetitiv ELISA som beskrevet i Scott & Hylland (2002).

2.5.2 EROD

Det første trinnet i metabolisering av plane organiske miljøgifter slik som dioksiner, dibensofuraner og PAH skjer gjennom en familie enzymer som kalles cytokrom P450. Et av disse enzymene, cytokrom P4501A, er særlig aktivt i metabolismen og øker i mengde når organismen eksponeres for slike stoffer. I denne undersøkelsen ble aktiviteten til cytokrom P4501A målt enzymkinetisk med etoksyresorufin som substrat (EROD). Dioksiner er de stoffene som forårsaker sterkest induksjon (økning) av cytokrom P4501A (Eggens, 1996).

Etter disseksjon ble en del av leveren ble overført til kryorør og frosset umiddelbart i flytende nitrogen. Rørene ble deretter lagret ved -80°C inntil analyse ble foretatt. Prøven ble opparbeidet til mikrosomer og cytosol som beskrevet i Ruus et al. (2003).

EROD ble kvantifisert i mikrosom-fraksjonen ved å måle økning av det fluorescerende produktet (resorufin), i hovedsak som beskrevet av Burke & Mayer (1974). Det ble benyttet 96-brønners plater og plateleser. Hver prøve ble målt i 6 replikater – 3 med tilsatt intern standard og tre uten. Den interne standarden ble tilsatt for å kunne korrigere for skygging (quench) i prøven. Detaljer om analysen kan finnes i Ruus et al. (2003).

2.5.3 Glutation *S*-transferase (GST) og glutation reduktase (GR)

Etter en første omdanning gjennom fase-1 (se ovenfor) vil de fleste organiske miljøgifter måtte bindes til en mer vannløselig endogen ligand for å kunne skilles ut. Et av de viktigste enzymene for denne prosessen er glutation *S*-transferase (GST). Det har tidligere vært sett økning av GST i fisk som er innsamlet i Grenlandsfjordene (Hylland et al., 1997).

Både organiske miljøgifter og metaller kan påvirke omsetningen av tri-peptidet glutation. Enzymet glutation reduktase (GR) kan sees på som et mål for forbruket (oksydasjonen) av glutation og vil derfor kunne vise eventuelle antioksidant-effekter av miljøgifter.

Etter disseksjon ble en del av leveren ble overført til kryorør og frosset umiddelbart i flytende nitrogen. Rørene ble deretter lagret ved -80°C inntil analyse ble foretatt.

Både GST og GR ble bestemt kinetisk ved bruk av en 96-brønners krystall-plate og plateleser. Glutation *S*-transferase ble i hovedsak bestemt som beskrevet av Habig et al. (1974) med CDNB som substrat. Glutation reduktase ble tilpasset etter metoden beskrevet av Cribb et al. (1989).

2.5.4 PAH-metabolitter (HPLC)

Fisk vil metabolisere 4-, 5- og 6-ring PAH effektivt. Metabolittene skilles ut i galle. Det er derfor mer relevant å måle metabolitter i galle enn mor-stoffet i vevet.

Etter prøvetaking ble gallen overført til kryorør og frosset i flytende nitrogen. Prøvene ble deretter lagret ved -80°C inntil analyse. Etter dekonjugering ble metabolittene kvantifisert i prøvene med HPLC og fluorescens. Konsentrasjonen ble standardisert ved absorbansen ved 380 nm (målt spektrofotometrisk). En mer detaljert beskrivelse av metoden kan finnes i Ruus et al. (2003).

3. Resultater

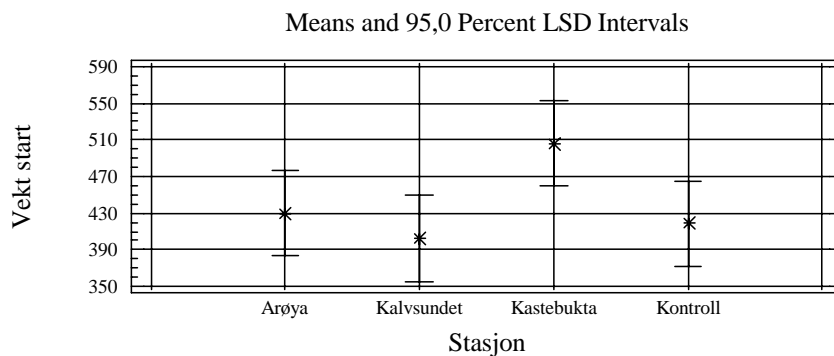
Det ble observert minimal dødelighet av torsk i løpet av forsøket. Av i alt 67 fisk som ble satt ut døde 2, dvs. en dødelighet på ca 3 %. Dette tyder på at fisken har hatt relativt gode leveforhold i forsøksperioden.

3.1 Lengde, vekt og fettinnhold i forsøksfisk

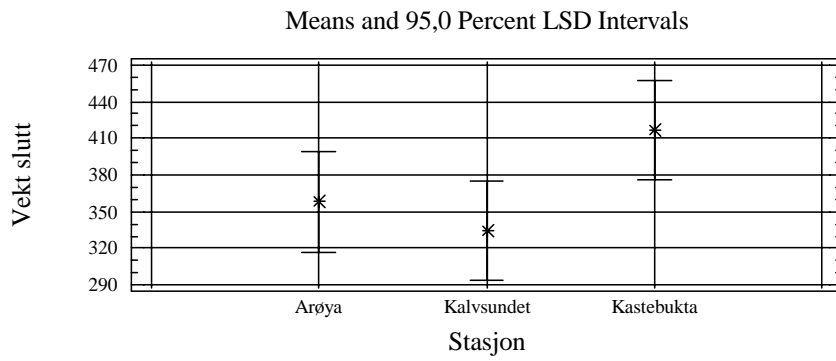
Av de 65 fiskene som overlevde burforsøkene ble 15 fra hver av de 3 stasjoner brukt til analyser. I tillegg ble 15 fisk slaktet ved forsøkets begynnelse og benyttet som kontrollfisk (0-prøver). Dette resulterte i at det i alt ble benyttet 60 fisk i de endelige analyser. Lengde og vekt av disse 60 fisk ved starten av forsøket ses i **Tabell 2**. Vekten av de ulike grupper fisk ved start og slutt av forsøket ses i **Figur 4** og **Figur 5**.

Tabell 2. Lengde og vekt av fisk ved start av forsøkene.

	Lengde (cm)	Vekt ved start av forsøk (g)
Middel	36,0	439,4
Min	27,5	171
Max	42,0	746
Antall fisk (n)	60	60

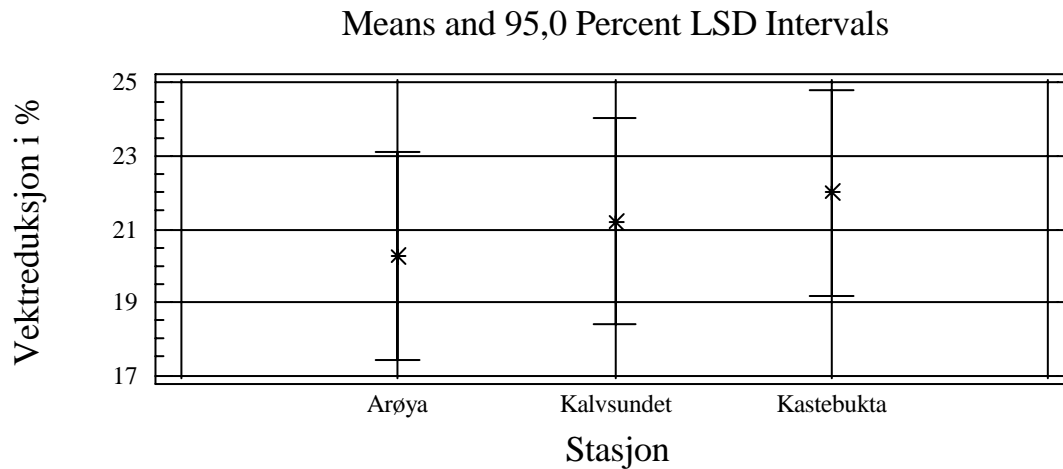


Figur 4. Midlere vekt (g) av kontrollfisken og de 3 grupper med fisk satt ut i bur ved henholdsvis Arøya, Kvalsundet og Kastebukta (start av forsøk). I hver gruppe var det 15 torsk. Midlere vekt er avmerket med stjerne i figuren. Horisontal strek over og under middelerdi angir 95 % konfidensintervall (Least Significant difference=LSD)



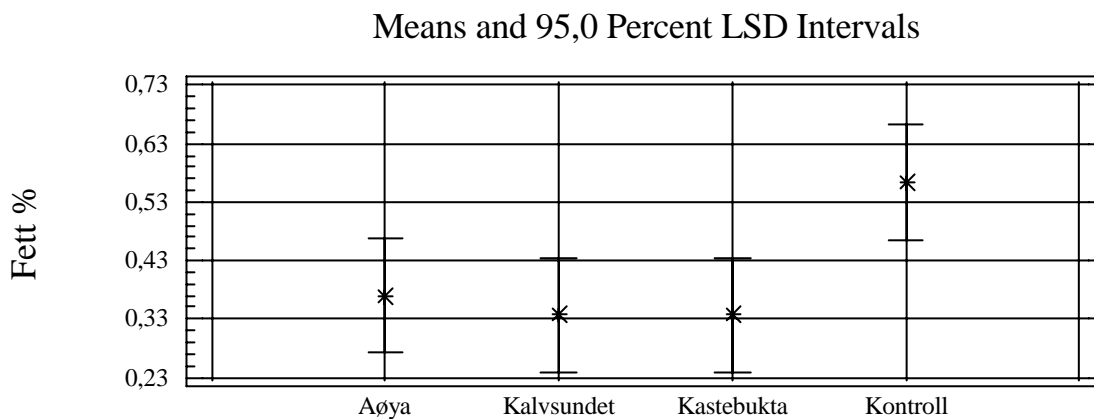
Figur 5. Vekt av de 3 grupper med fisk satt ut i bur ved slutten av forsøket. Midlere vekt er avmerket med stjerne i figuren. Horizontal strek over og under middelverdi angir 95 % konfidens intervall (Least Significant difference=LSD)

Det ble observert en klar vekstreduksjon i løpet av forsøksperioden. I gjennomsnitt lå reduksjonen på ca 18-22 % med laveste vekstreduksjon ved Arøya og den høyeste i Kastebukta (**Figur 6**). Forskjellen i vekstreduksjon mellom de 3 lokaliteter var imidlertid ikke signifikant.



Figur 6. Vekstreduksjon hos fisk benyttet til dioksinanalyse. Midlere vekstreduksjon er avmerket med stjerne i figuren. Horisontal strek over og under middelvei angir 95 % konfidens intervall (Least Significant difference=LSD)

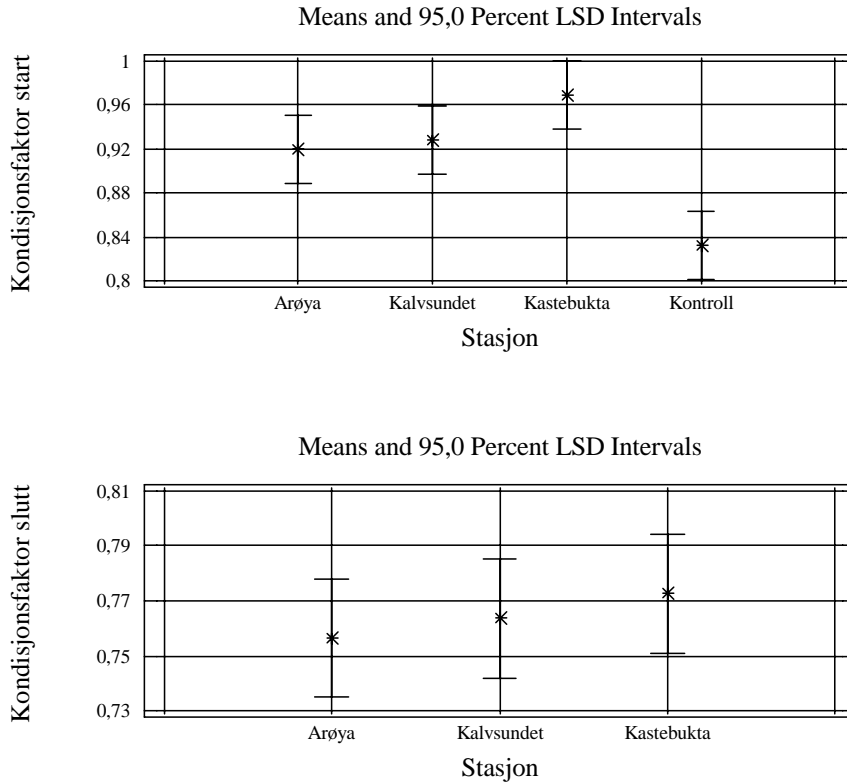
Fettinnholdet var betydelig redusert i fisken som hadde stått ute i forhold til kontrollfisken som ble slaktet ved forsøkets begynnelse. Forskjellen var signifikant for fisk fra Kastebukta og Kalvsundet, men ikke for fisk fra Arøya. Det var imidlertid ingen signifikant forskjell i fettinnhold mellom de tre gruppene med fisk som hadde stått ute i felten (**Figur 7**). Nedgangen i vekt og fettprosent i løpet av forsøket tyder på at det har vært lite eller ingen tilgang på byttedyr i burene.



Figur 7. Fettprosent i fisk som har stått ute i bur på 3 stasjoner i Grenlandsfjordene og kontrollfisk som ble slaktet ved forsøkets begynnelse. Midlere fettprosent er avmerket med stjerne i figuren. Horisontal strek over og under middelvei angir 95 % konfidens intervall (Least Significant difference=LSD)

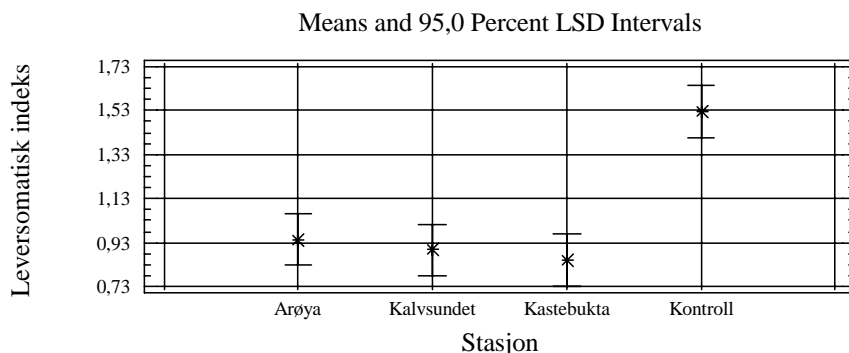
3.2 Kondisjonsfaktor og leversomatisk indeks

Ved beregninger etter at forsøket var avsluttet viste det seg at forsøksfisken ved forsøkets begynnelse hadde en høyere kondisjonsfaktor enn kontrollfisken (Figur 8 øverst). I løpet av forsøket ble imidlertid kondisjonsfaktoren redusert (**Figur 8**).



Figur 8. Kondisjonsfaktor for forsøksfisk ved start (øverst) og avslutning (nederst) av forsøket. Middelerdi er avmerket med stjerne i figuren. Horisontal strek over og under middelerdi angir 95 % konfidens-intervall (Least Significant difference=LSD)

Etter avslutningen av forsøket var det ingen signifikant forskjell i leversomatisk indeks mellom de 3 gruppene fisk som hadde vært utplassert i bur. Leversomatisk indeks var imidlertid klart lavere i utplassert fisk enn i kontrollfisken (**Figur 9**).



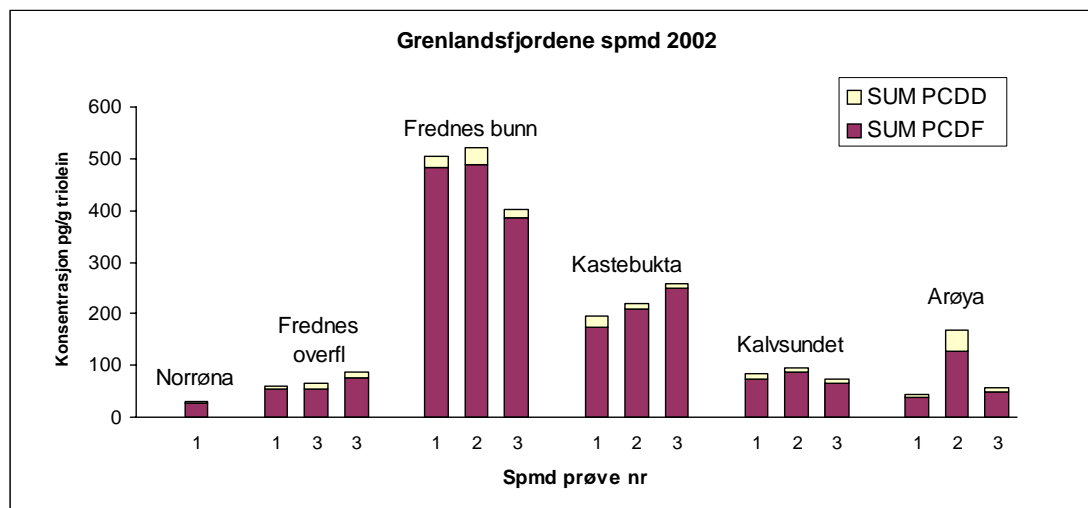
Figur 9. Leversomatisk indeks (middelerdi) for forsøksfisk utsatt ved Arøya, Kalvsundet og Kastebukta ved avslutningen av forsøket. LSI for kontrollfiskens slaktet ved forsøkets begynnelse er også vist. Middelerdi er avmerket med stjerne i figuren. Horisontal strek over og under middelerdi angir 95 % konfidens intervall (Least Significant difference=LSD)

3.3 Dioksinanalyser

3.3.1 PCDF/D i SPMD

I alle prøver dominerte furanene (**Figur 10**). Det ble observert klart høyere konsentrasjoner av PCDF/D nær bunnen enn ved overflaten ved Frednes. For SPMDer som stod i ca 10 m dyp var det i hovedsak avtagende konsentrasjoner fra Frednes og utover fjorden til Arøya. En av parallellene fra Arøya var imidlertid klart høyere enn de tre fra Kalvsundet (**Figur 10**). Med unntak av den ene prøven fra Arøya synes imidlertid reproduserbarheten i selve analysene av trioleinen å være akseptabel.

Resultatene fra overflateprøvene fra Norrøna og Frednes skulle anvendes i kildesporingsammenheng og diskuteres derfor ikke her og vi vil fokusere på resultatene fra SPMDer satt ut der det også har vært torsk i bur (dvs. Kastebukta, Kalvsundet og Arøya).



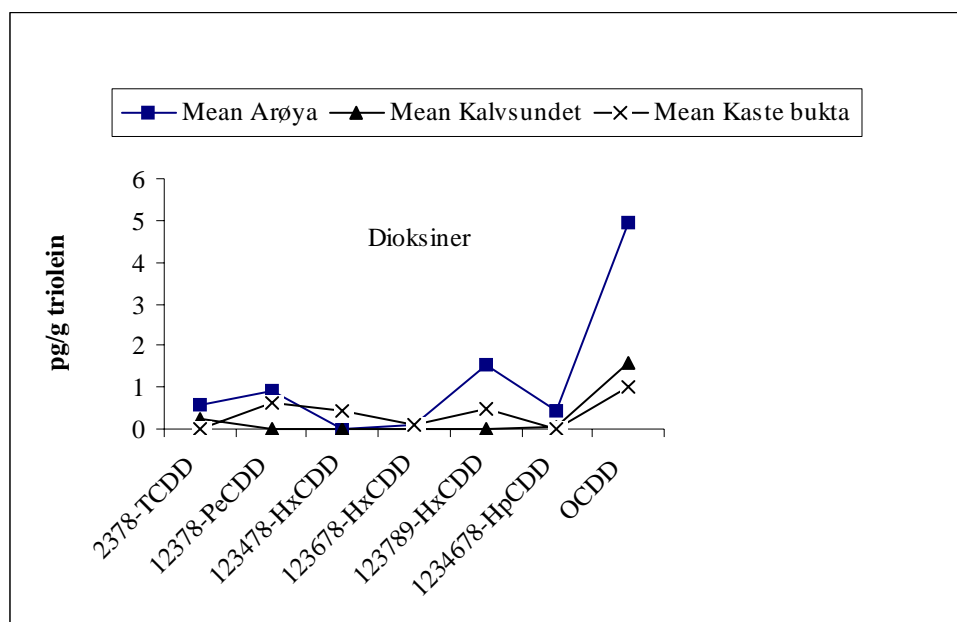
Figur 10. Konsentrasjon av PCDF og PCDD i SPMDer (3 paralleller på 4 av 5 stasjoner) utsatt i Grenlandsfjordene. Burforsøk med torsk ble gjennomført på stasjonene Kastebukta, Kalvsundet og Arøya.

Dioksininnholdet i de utsatte SPMDer i fiskeburene var lavt (**Tabell 3, Figur 11**, rådata for dioksinanalysene finnes i vedlegg D). Akkumulering av enkeltkongenerer av PCDD i SPMDer lå med ett unntak (Arøya: OCDD) under 2 pg/g triolein (**Figur 11**). Den noe høyer konsentrasjonen av spesielt OCDD og 123789-HxCDD i SPMDer fra Arøya skyldes i hovedsak at en av de tre parallellene var sterkt avvikende (se også **Figur 10**) og må anses som en ”outlier”. Statistiske analyser (ANOVA, se **Tabell 4**) viser at de observerte nivåene av PCDD ikke var signifikant ($p=0.05$) forskjellige på noen av stasjonene. Nivåene observert i de utsatte SPMDer var heller ikke signifikant forskjellig fra feltkontrollene (**Tabell 4**). De konsentrasjoner av PCDD som ble observert på de tre stasjonene kunne heller ikke forklares ut fra antatt forestilling om at en har de høyeste vannkonsentrasjoner i Frierfjorden med lavere konsentrasjoner lenger ut. De observerte konsentrasjoner avvok også relativt lite og usystematisk fra luftkontrollene. Alle resultater tyder derfor det har vært liten eller ingen akkumulering av PCDD fra vannet til SPMDene som var utsatt.

Tabell 3. Observerte konsentrasjoner (pg/g triolein) av de ulike homologe gruppene av dioksiner i utsatte SPMDer fra 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene samt feltkontroll. Paralleller der alle enkeltforbindelser innen en gitt homolog gruppe lå under deteksjonsgrensen er ikke tatt med ved beregning av middelverdi. Tallene i tabellen representerer derfor middelverdier for opptil 3 SPMDer.

	Feltkontroll	Arøya	Kalvsundet	Kastebukta
SUM TCDD	1,84	5,79	1,77	4,87
SUM PeCDD	¹⁾	2,15	0,37	2,09
SUM HxCDD	¹⁾	3,47	¹⁾	5,94
SUM HpCDD	¹⁾	3,24	2,14	1,87
OCDD	4,35	9,28	5,96	5,34

¹⁾Ingen verdier oppgitt av NILU fordi alle enkeltforbindelser i alle tre paralleller lå under deteksjonsgrensen.

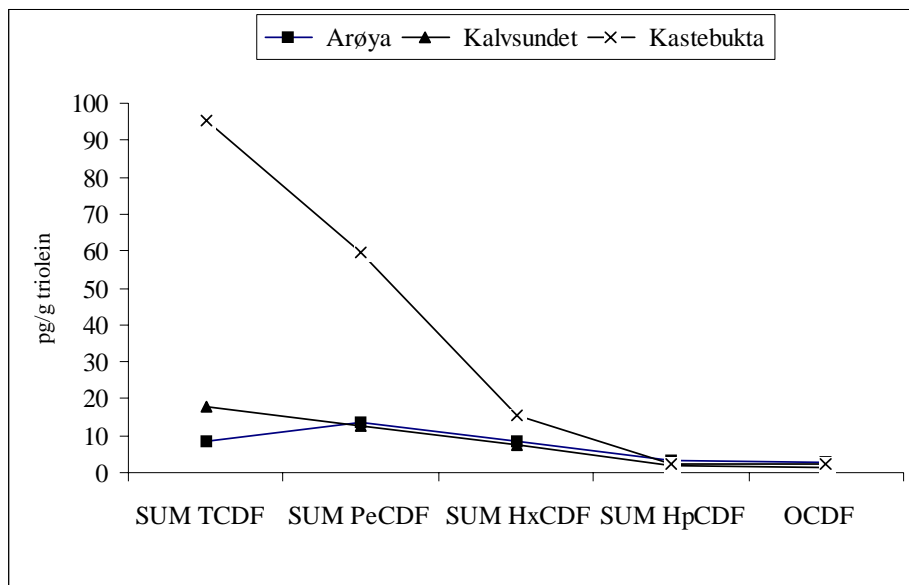


Figur 11. Netto akkumulering (observert konsentrasjon i utsatt SPMD fratrukket verdi i feltkontroll) av enkeltforbindelser av dioksiner i SPMDer utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 SPMDer. For komponenter/prøver der konsentrasjonen lå under deteksjonsgrensen inngår deteksjonsgrensen i bergningen av middelverdi.

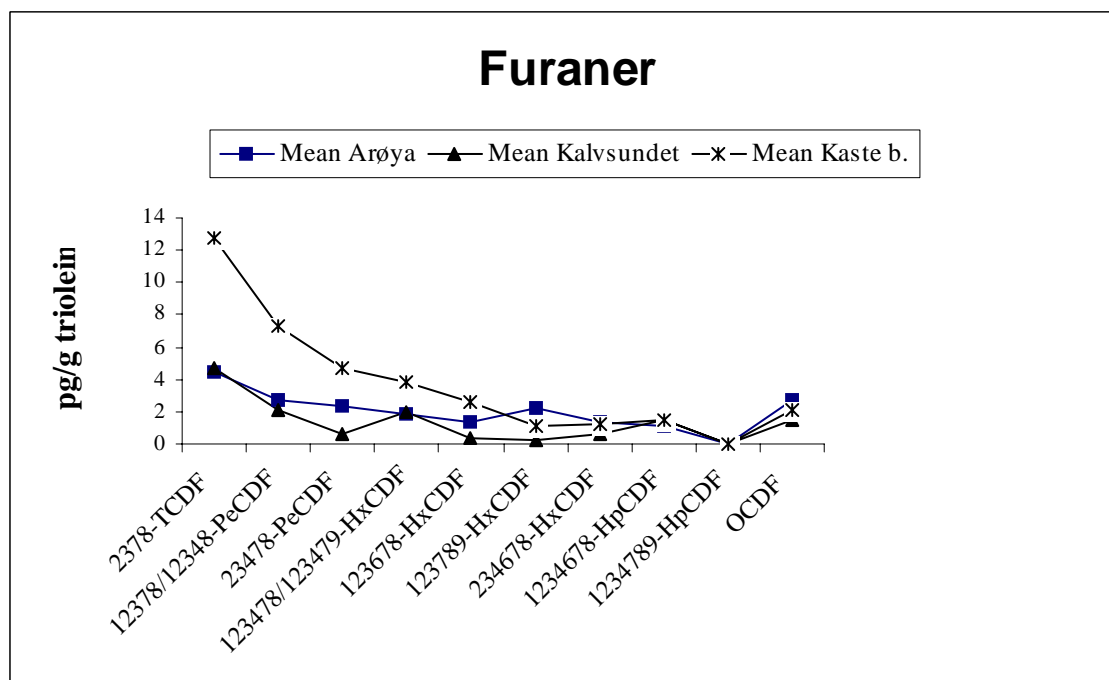
Til forskjell fra dioksiner ble det observert en signifikant akkumulering av furaner i SPMDene (**Tabell 4**), noe som reflekterer at furaner har dominert utslippene (**Tabell 1**). Akkumuleringen av furaner var klart størst i SPMDer utsatt i Kastebukta i Frierfjorden og lavere i SPMDer fra Kalvsundet og Arøya (**Figur 12, Figur 13**) lenger ut i fjordsystemet. På de to sistnevnte stasjonene var akkumuleringen i SPMDer innbyrdes relativt like.

Signifikante forskjeller i akkumulering på en eller flere stasjoner ble observert for tetra (2378-TCDF, sum TCDF), penta (12378/12348-PeCDF, 23478-PeCDF, SUM PeCDF) og enkelte hexa forbindelser (123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, SUM HxCDF), men ikke for hepta forbindelsene og OCDF (**Tabell 4**). De observerte signifikante konsentrasjonsforskjeller mellom de ulike stasjoner kunne langt på vei forklares ut fra en antagelse om at en har de høyeste vannkonsentrasjoner i Frierfjorden med lavere konsentrasjoner lenger ut.

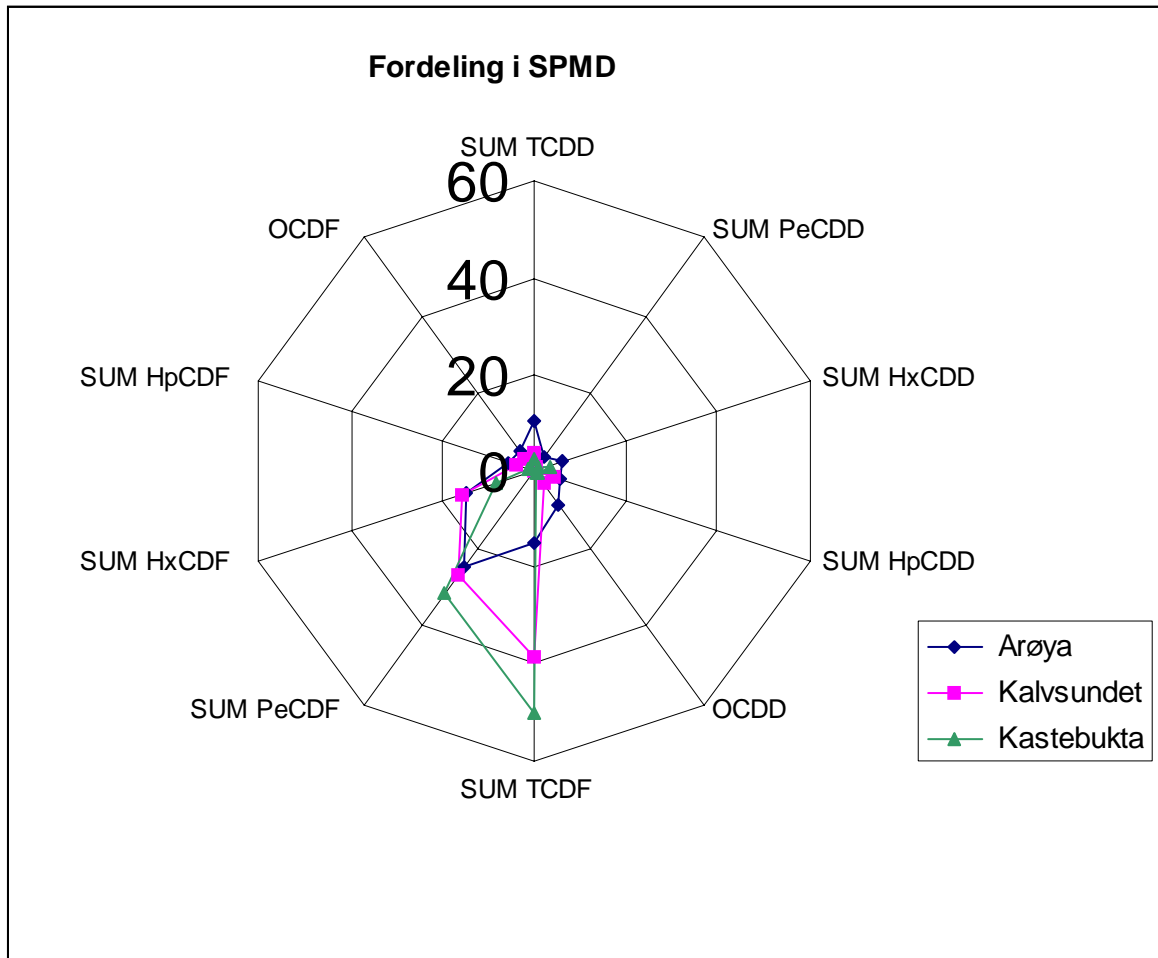
En samlet oversikt over fordelingen av de ulike homologe grupper av dioksiner og furaner i SPMDer er presentert i **Figur 14**. Den observerte lave akkumuleringen av dioksiner i forhold til furaner er i overensstemmelse med at utslippene i hovedsak består av furaner (**Tabell 1**). De forbindelsene som dominerte i SPMDer var imidlertid ikke de samme som dominerer i utslippet (**Tabell 1**). OCDF og heptaforbindelsene som dominerer utslippene fra Hydro (**Tabell 1**) utgjorde således en beskjeden andel av den totale akkumulering av furaner i SPMDer (**Figur 14**). Steriske hindringer kan være en medvirkende forklaring på at de høyklorerte forbindelser tas opp i liten grad i SPMDene.



Figur 12. Netto akkumulering (observert konsentrasjon i utsatt SPMD fratrukket verdi i feltkontroll) av ulike homologe grupper av furaner i SPMDer utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 SPMDer.



Figur 13. Netto akkumulering av enkeltkomponenter av furaner (observert konsentrasjon i utsatt SPMD fratrukket verdi i feltkontroll) i SPMDer utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 SPMDer.



Figur 14. Prosentvis fordeling av de ulike homologe grupper i SPMDer fra burforsøk (NB: feltkontroll fratrukket).

Tabell 4. Oversikt over resultatet av ANOVA. For hver komponent vises de tilfeller der en har signifikant forskjell mellom de ulike behandlinger.

S=Konsentrasjon i SPMD er signifikant forskjellig

F=Konsentrasjon i fisk (våtvektsbasis) signifikant forskjelling

Fe=Konsentrasjon i fisk (fettbasis) signifikant forskjelling

Fv=Konsentrasjon i fisk (våtvektsbasis justert for vektreduksjon) signifikant forskjelling.

A: Dioksiner

Stasjoner som inngår i sammenligningen

Komponent	Arøy-Kalv	Arøy-Kastb.	Arøy-Kontr.	Kalvs.-Kastb.	Kalv-Kontr.	Kastb.-Kontr.
2378-TCDD SUM TCDD		F, Fe				F, Fe
12378-PeCDD SUM PeCDD						
123478-HxCDD 123678-HxCDD 123789-HxCDD SUM HxCDD						
1234678-HpCDD SUM HpCDD						
OCDD						
SUM PCDD						

B: Furaner

Stasjoner som inngår i sammenligningen

Komponent	Arøy-Kalv	Arøy-Kastb.	Arøy-Kontr.	Kalvs.-Kastb.	Kalv-Kontr.	Kastb.-Kontr.
2378-TCDF SUM TCDF		S, F, Fe, Fv S	S	S, Fe S	S	S, Fe S
12378/12348-PeCDF 23478-PeCDF SUM PeCDF		S, F, Fe, Fv S S	S	S, F, Fe, Fv S S		S, F, Fe, Fv S S
123478/123479-HxCDF 123678-HxCDF 123789-HxCDF 234678-HxCDF SUM HxCDF		F, Fe, Fv F, Fe, Fv F, Fe, Fv		S, F, Fe, Fv F, Fe, Fv		S, F, Fe, Fv S, F, Fe, Fv S, F, Fe, Fv
1234678-HpCDF 1234789-HpCDF SUM HpCDF						
OCDF						
SUM PCDF		S		S		S, Fe
SUM PCDD/PCDF						

3.3.2 Beregning av PCDF/D-konsentrasjon i vann fra SPMD data

I forrige kapittel ble de akkumulerte konsentrasjoner av PCDF/D i SPMDer presentert. For hver enkelt kongener antas resultatene å gi et relativt godt mål for relativ eksponering. De enkelte komponenter har imidlertid ulike opptaksrater (Rantalainen et al. 2000) og den observerte "dioksinprofilen" i SPMD behøver derfor ikke å være lik "eksponeringsprofilen" i vannet. I utgangspunktet kan dette føre til at en ut fra SPMD-resultatene får et fortegnert bilde av hvilke kongenerer som dominerer som løste forbindelser i vannet.

Med utgangspunkt i mengde PCDD/D som har akkumulert i SPMD i løpet av forsøket har vi gjort et forsøk på å beregne midlere konsentrasjon av PCDF/D i vannet. Til dette har vi brukt følgende formel:

$$R_{S(L)} = m_L / (C_w T A) \quad \text{eller} \quad C_w = m_L / (R_{S(L)} T A) \quad (\text{Ligning 1})$$

Der:

- $R_{S(L)}$ = opptaksrate (m^3/m^2dag) for de ulike komponenter i SPMD lipid (Rantalainen et al. 2000,).
- m_L = mengden av den enkelte komponent (pg) målt i trioleinen i SPMD.
- C_w = konsentrasjonen av den enkelt komponent i vannet (pg/m^3)
- T = eksponeringstiden i dager (42 dager)
- A = overflaten på SPMD ($27 \text{ mm} \times 924 \text{ mm} \times 2 = 0,0499 \text{ m}^2$)

Ved tilbakeberegning fra konsentrasjon i SPMD til konsentrasjon i vannet har en benyttet opptaksraten i lipid ved en temperatur på 6°C . Med utgangspunkt i Arrhenius ligning (se under) og opptaksraten ved 19 og 11°C (Rantalainen et al. 2000, NB: i artikkelen oppgir de opptaksraten med enhetene L/m^2dag) samt en metode beskrevet av Atkins (1990) har en beregnet opptaksraten ved 6°C . Persson et al. (2001) har gjort tilsvarende beregninger på grunnlag av SPMDer satt ut i Frierfjorden i 2001.

$$\text{Arrhenius ligning: } R_{(Tx)} = A * e^{-E_{act}/RG * Tx} \quad (\text{Ligning 2})$$

Der

- $R_{(Tx)}$ = opptaksrate ved temperaturen T_x
- A = preeksponensiell faktor
- E_{act} = aktiveringsenergien for reaksjonen
- RG = gasskonstant ($8,3143$)
- T_x = Temperaturen under eksponering, K

Beregningene av $R_s(6^\circ\text{C})$ gjøres ved at en omformer Arrhenius ligning til:

$$\ln(R_{(Tx)}) = \ln A - E_{act}/RG * 1/T_x$$

Dvs. på formen $y = ax + b$ der

$$\begin{aligned} y &= \ln(R_{(Tx)}) \\ a &= -E_{act}/RG \\ b &= \ln A \\ x &= 1/T_x \end{aligned}$$

Ut fra data i Rantalainen et al. 2000 kan $\ln(R_{(T_x)})$ for temperaturene 19 og 11 °C plottes som funksjon av $1/T_x$ for hver enkelt komponent. På basis av lineær regresjon kan A og Ect/RG bestemmes. Disse verdier settes så inn i Arrhenius ligning for bestemmelse av $R_{(T_x)}$. Beregning av $R_{(6^\circ C)}$ ses i **Tabell 5**.

Når $R_{(T_x)}$ er bestemt kan opptakraten settes inn i ligning 1 sammen med m_L , T og A slik at en kan bestemme gjennomsnittlig konsentrasjon i vannet (C_w). Da hver SPMD inneholder 1 ml triolein (tilsvarende 0,915 g triolen) har en som m_L (pg) satt inn konsentrasjonen i trioleinen (pg/g) *0,915 som altså gir mengden i trioleinen.

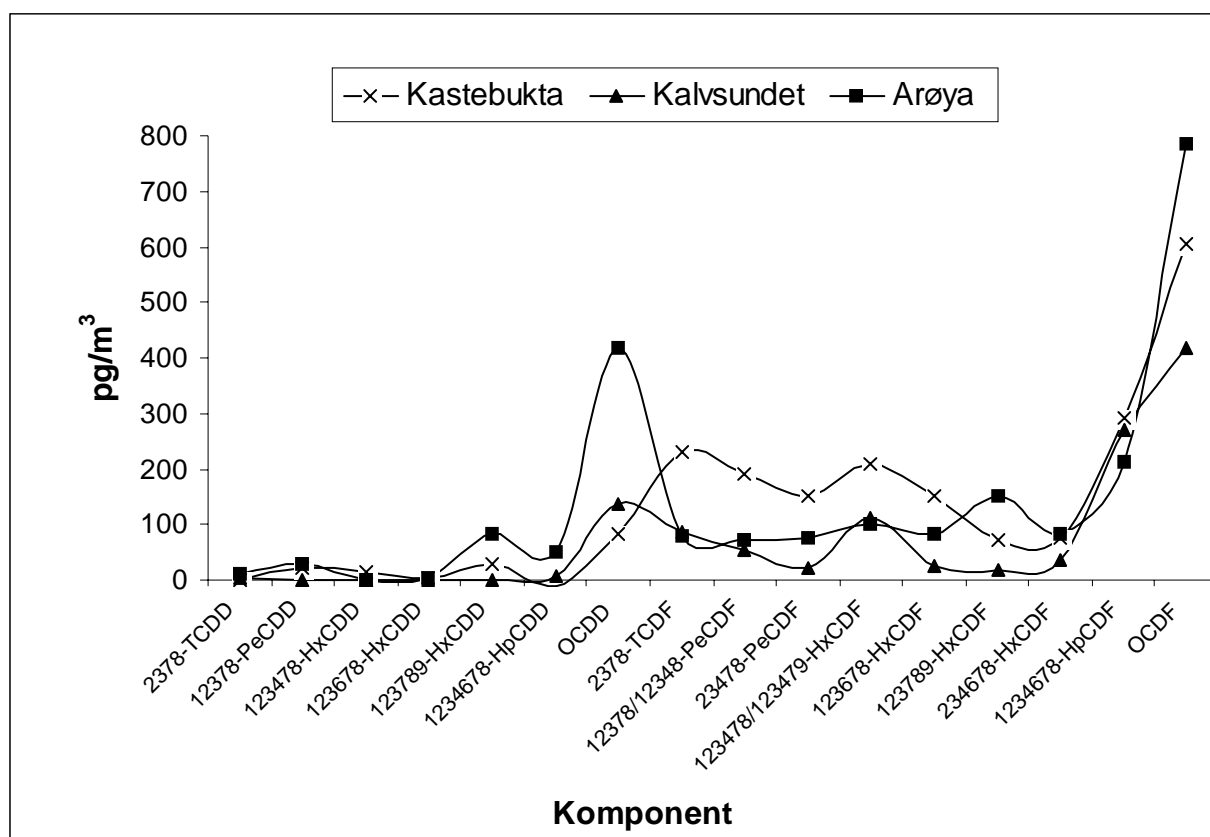
De beregnede SPMD-baserte konsentrasjoner hviler i stor grad på opptakraten for de ulike komponenter (**Tabell 5**) som igjen hviler på resultatene fra forsøkene til Rantalainen et al. 2000 og hvordan disse er utført. Når det gjelder utførelse av deres forsøk er det spesiell interesse knyttet til hvordan de har analysert dioksininnholdet i vannet fordi dette er avgjørende for hvilken fraksjon som opptakratene de har kommet frem til gjelder for. Opptakratene i Rantalainen et al. 2000, som her er benyttet for å beregne opptakraten ved 6°C, er basert på eksponering av SPMDer i en tank med ca. 1000 liter vann over en periode på 25 dager. Vannprøver på ca 25 liter ble innsamlet før og etter eksponering og konsentrasjonen i vannet beregnet ut fra gjennomsnittet av disse vannprøver. For å fjerne partikler ble vannprøvene filtrert gjennom GF/C glassfiber prefiltrer (ca 1 µm). Vannet ble så ført pumpet gjennom en adsorbent (XAD-2 resin) hvor PCDD/F ble så fanget opp og dernest eluert og analysert etter en metode gitt i Rantalainen et al. 1998. Dette skulle bety at de opptakrater som er benyttet og dermed også de vannkonsentrasjoner som vi her har beregnet, refererer seg til den mengden PCDD/F i vannet som ikke er knyttet til partikler større enn ca 1 µm. De beregnede konsentrasjoner representerer derfor det som er løst og det som er knyttet til de minste partiklene. Også kolloider som passerer GF/C filtrene vil kunne fanges opp og er derfor også med. De beregnede konsentrasjoner representerer derfor trolig langt mer enn det som virkelig er løst.

Tabell 5. Beregning av $R_s(6^\circ C)$. Beregningene er gjort på grunnlag av Arrhenius ligning og opptakraten ved 19 og 11 °C (Rantalainen et al. 2000) samt en metode beskrevet av Atkins (1990).

Komponent	$R_s(19^\circ C)$	$R_s(11^\circ C)$	$\ln R_s(19^\circ C)$	$\ln R_s(11^\circ C)$	Intercept $\ln A$	Slope (Eact/RT)	-slope*RG	A	$R_s(6^\circ C)$
	L/m^2*dag	L/m^2*dag					J/mol		L/m^2*dag
Komponent									
2378-TCDD	45,3	30,1	3,81	3,40	18,33	-4237	35230	9,09E+07	23,05
12378-PeCDD	40,2	20,9	3,69	3,04	26,92	-6781	56374	4,89E+11	13,64
123478-HxCDD	46,5	19,6	3,84	2,98	34,51	-8955	74455	9,71E+14	11,16
123678-HxCDD	35,1	16,2	3,56	2,79	31,01	-8015	66636	2,92E+13	9,77
123789-HxCDD	25,7	12,6	3,25	2,53	28,55	-7389	61430	2,51E+12	7,92
1234678-HpCDD	19,5	6,9	2,97	1,93	39,85	-10769	89533	2,03E+17	3,50
OCDD	19,9	8,8	2,99	2,17	31,96	-8458	70322	7,57E+13	5,17
2378-TCDF	47,8	31,7	3,87	3,46	18,45	-4257	35396	1,03E+08	24,24
12378/12348-PeCDF	43,2	24,4	3,77	3,19	24,05	-5922	49233	2,77E+10	16,79
23478-PeCDF	51,4	23	3,94	3,14	32,49	-8336	69304	1,29E+14	13,61
123478/123479-HxCDF	27,6	12,9	3,32	2,56	30,32	-7884	65550	1,47E+13	7,85
123678-HxCDF	29,6	12,9	3,39	2,56	32,87	-8610	71579	1,89E+14	7,50
123789-HxCDF	19,2	9,8	2,95	2,28	26,83	-6971	57960	4,49E+11	6,32
234678-HxCDF	30,6	12,4	3,42	2,52	35,49	-9364	77849	2,58E+15	6,88
1234678-HpCDF	22,7	5,7	3,12	1,74	52,18	-14325	119098	4,59E+22	2,31
OCDF	12,5	3,5	2,53	1,25	47,72	-13196	109712	5,28E+20	1,52

Beregnete vannkonsentrasjoner på de tre stasjoner der det ble foretatt burforsøk ses i **Figur 15**. Resultatene tyder på at en i hovedsak har relativt lave konsentrasjoner av dioksiner i vannet (dvs. under ca 30 pg/m^3 for alle komponenter med unntak av OCDD). Den tilsynelatende noe høyere konsentrasjonen av OCDD og 123789-HxCDD ved Arøya er forårsaket av at en av de parallelle SPMD-prøver fra denne stasjon hadde en klart høyere konsentrasjon enn de to øvrige paralleller. Dette antydes også i **Figur 10**. Vi har ikke noen plausibel forklaring på hvorfor denne ene parallellen fra Arøya er såpass sterkt avvikende fra de to andre. Med forbehold for den ene avvikende prøven fra Arøya var det imidlertid ikke noen vesentlig forskjell i konsentrasjonsnivået av PCDD på de tre stasjoner der en har hatt burforsøk.

Beregnete konsentrasjons nivåer i vann var generelt høyere for furaner enn for dioksiner og konsentrasjonen i vannet i Kastebukta var klart høyere enn i vann fra de to øvrige stasjoner som i hovedsak lå relativt likt i konsentrasjonsnivå.



Figur 15. Beregnet gjennomsnittlig konsentrasjoner av dioksiner og furaner i vann fra ca 10 m dyp i Frierfjorden i perioden det ble gjennomført burforsøk med torsk. Beregningene er basert på analyser av PCDF/D i SPMDer.

I **Figur 16** er også beregnede konsentrasjoner av PCDF/D i vann fra ytterligere en stasjon (Frednes) nær Herøya tatt med. Figuren viser at en også lenger inn i fjorden har lave konsentrasjoner av dioksiner og at furanene dominerer.

Pga. måten opptaksraten er bestemt på viser **Figur 15** og **Figur 16** den løste fraksjonen av PCDF/D summert sammen med den fraksjonen som er knyttet til partikler mindre enn ca. 1 µm. Vi kjenner imidlertid ikke fordelingen mellom disse to fraksjoner. Det er den løste fraksjonen som antas viktigst når det gjelder direkte opptak fra vann over gjellene. Det er imidlertid den partikkelbundne fraksjonen som dominerer i vannfasen i resipienten, blant annet pga. sterk binding til sotkarbon (Persson et al. 2002).

Vi har ingen fullgode, samtidige data som vi kan kontrollere våre konsentrasjonsberegninger opp mot. Det er imidlertid tidligere utført analyse av vann fra et nærliggende område. I den undersøkelsen ble vann pumpet gjennom filtre for å fjerne partikler og dernest gjennom en adsorbent av polyuretan (PUR- propper) for å samle opp PCDD/F som ikke holdes tilbake på filterene. I **Tabell 6** er våre bergninger sammenlignet med resultater fra konsentrasjonsmålinger fremkommet ved analyse av de adsorberte forbindelser i PUR-propper.

Konsentrasjonene som er beregnet på grunnlag av SPMD analysene er generelt høyere enn det som er observert ved analyse av PUR-propper direkte (**Tabell 6**), særlig gjelder dette for oktaforbindelsene. Konsentrasjonene som baserer seg på analyse av PUR-propper forutsetter at løst dioksin adsorberes i polyuretanskummet og at lite karbonbundet PCDF/D følger med. Det er dermed mest sannsynlig at PUR-propp baserte konsentrasjoner overestimerer den løste fraksjonen. Dette gjør imidlertid at forskjellen mellom PUF-baserte konsentrasjoner og SPMD-baserte konsentrasjoner blir ennå større enn det **Tabell 6** antyder.

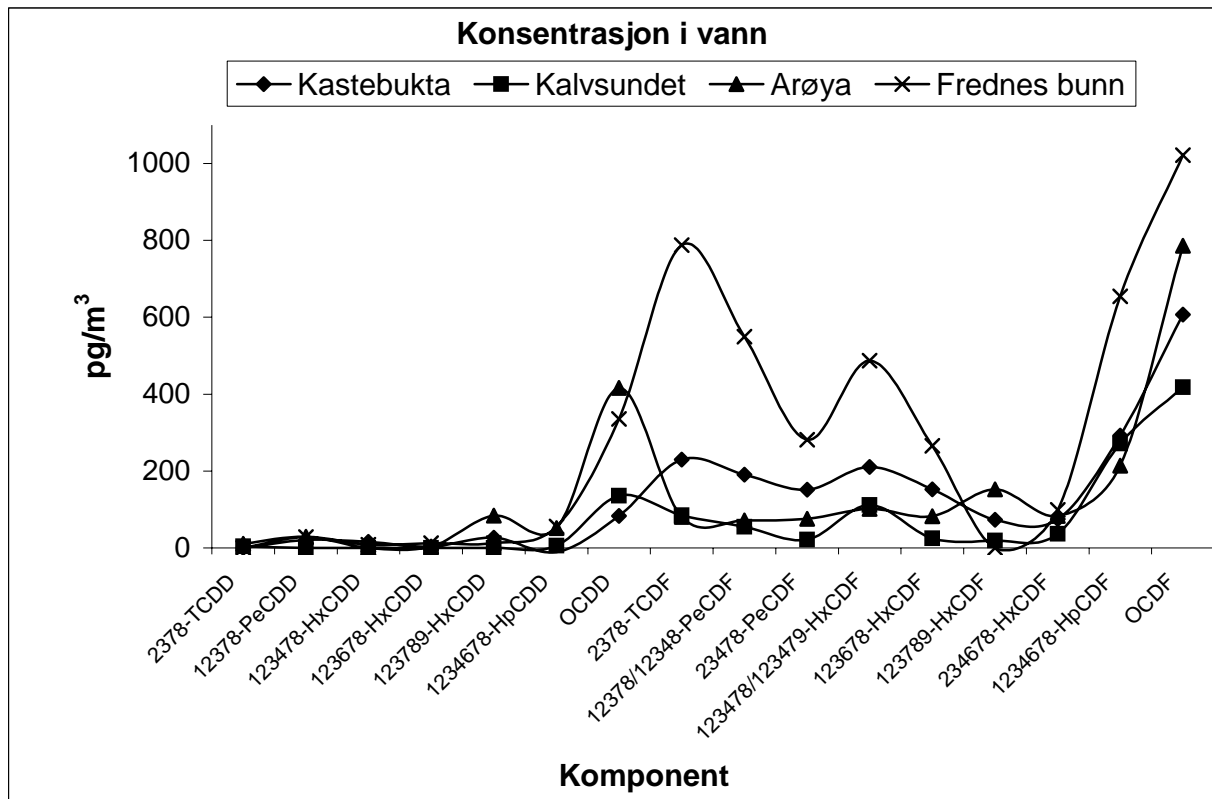
I utgangspunktet vites ikke hvilke av de to resultatene i **Tabell 6** som er mest riktige. Prøvene er ikke tatt på samme tid og heller ikke helt på samme sted, slik at en i utgangspunktet ikke skulle forvente like resultater.

Våre bergninger av vannkonsentrasjon må oppfattes som meget usikre og overestimerer sannsynligvis den løste andelen i betydelig grad. Usikkerheten ligger blant annet i spørsmålet om fordeling mellom "virkelig løst" og partikulært bundne forbindelser.

Tabell 6. Konsentrasjonen av TCDD/F i vann fra Frierfjorden basert på SPMD-analyser av SPMDer plassert i Kastebukta (ca 10 m dyp) og analyse av PUFer fra pumping av vann nær Ringsholmen (12 m dyp).

Komponent	Beregnet konsentrasjon fra SPMDer plassert i Kastebukta	Konsentrasjoner fra PUFer fra Ringsholmene (W5)
	(pg/m ³)	pg/m ³
2378-TCDD	0	0,56
12378-PeCDD	20,26	1,48
123678-HxCDD	3,37	0,9
1234678-HpCDD	¹⁾	1,43
OCDD	82,256	2,11
2378-TCDF	225,81	66,21
12378/12348-PeCDF	187,86	43,1
23478-PeCDF	149,47	16,95
123478/123479-HxCDF	206,89	37,24
123678-HxCDF	149,66	18,86
1234678-HpCDF	287,38	24,32
OCDF	597,11	10,06

¹⁾Gjennomsnittlig konsentrasjonen i SPMD var mindre enn i kontroll. Beregnet konsentrasjon ble derfor <0 og derfor åpenbart feil.



Figur 16. Beregnet gjennomsnittlig konsentrasjoner av dioksiner og furaner i vann fra ca 10 m dyp på 3 stasjoner der det ble gjennomført burforsøk og en stasjon (Frednes) ved Herøya. Bergningene er basert på analyser av PCDF/D i SPMDer.

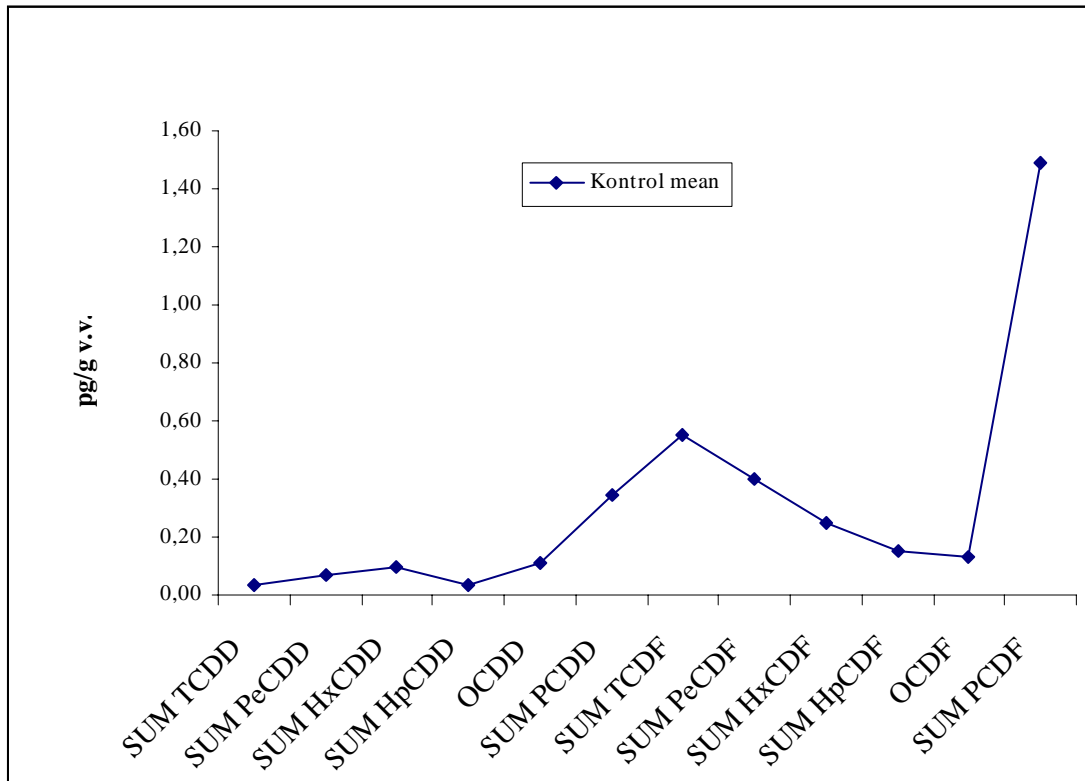
3.3.3 PCDF/D i fisk

PCDF/D i kontrollfisk

I forsøkene ønsket en å benytte torsk med et potensial for en økning i PCDD/F-konsentrasjon såfremt det er tilstrekkelig med PCDF/D i vannet i resipienten og opptak via gjeller er en viktig vei for opptak. En ønsket derfor i utgangspunktet å benytte fisk som inneholdt relativt lave konsentrasjoner av PCDD/F.

Forsøksfisken fra Breiangen i Oslofjorden inneholdt i utgangspunktet noe dioksiner og med en tendens til noe høyere nivåer av furaner (**Figur 17**). Ved å omregne observerte konsentrasjoner i kontrollfisken til toksisitetsekvivalenter ($TE_{TCDF/D}$), for så å sammenligne med SFTs klassifisering (Molvær et al., 1997), kan en illustrere i hvilken grad forsøksfisken har vært utsatt for PCDF/D-påvirkning før forsøket. I klassifiseringen oppgis nedre grense for tilstandsklasse I (ubetydelig - lite forurenset) å være 15 pg/g v.v for lever og 0,1 pg/g v.v. for filet. Hos kontrollfisken utgjorde lever ca 1,6 % av totalvekten. Nedre grense for tilstandsklasse I for analyser basert på oppmalt hel fisk kan fra dette beregnes til å bli ca 0,3 pg/g v.v. (oppgitt som $TE_{TCDF/D}$ og under forutsetning av at en antar at PCDF/D i hovedsak ligger lagret i lever og filet og at annet vev har omtrent samme konsentrasjon som

i filet). Til sammenligning lå verdiene for de tre grupper av kontrollfisk i området (0,1-0,2 pg/g $TE_{TCDF/D}$). Omregnet til toksistetsekvivalenter er derfor de observerte PCDD/F-konsentrasjoner lave. Såfremt det er tilstrekkelig med PCDF/D i vannet og opptak via gjeller er en viktig vei for opptak skulle derfor forsøksfisken i utgangspunktet ha et potensial for akkumulering av PCDF/D.



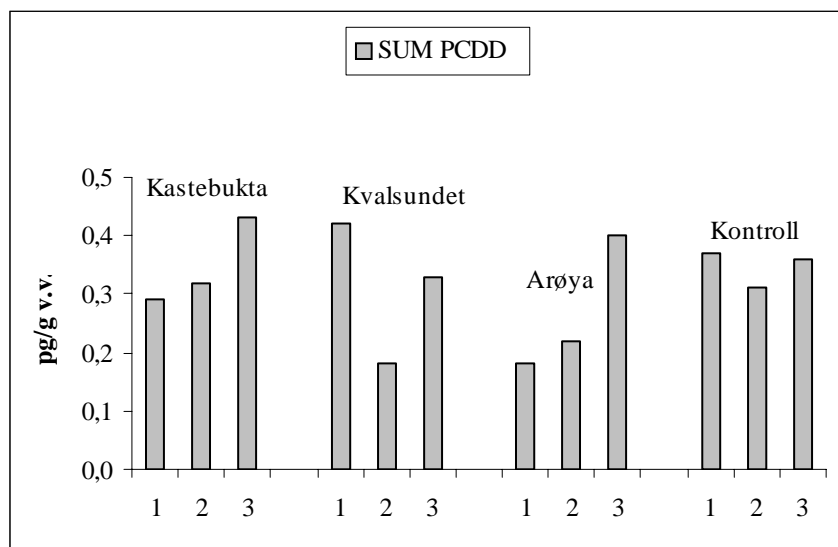
Figur 17. Innhold av dioksiner og furaner kontrollfisk. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 grupper fisk.

Dioksiner i fisk fra bur

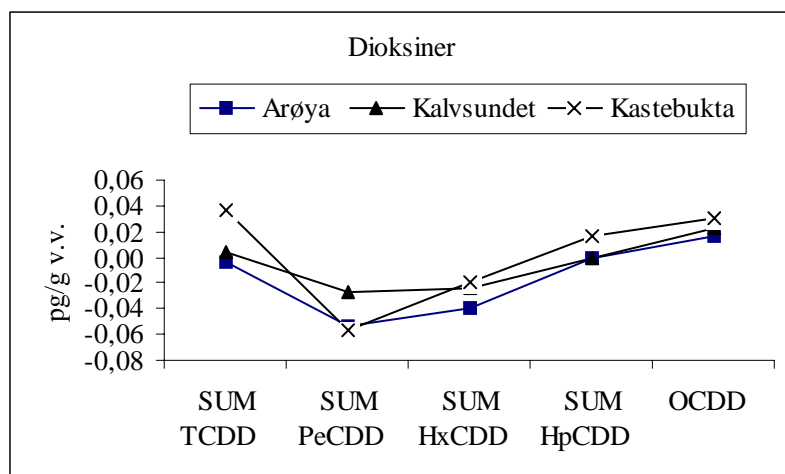
Konsentrasjonen av dioksiner i forsøksfisken lå for de fleste komponentgrupper svært nær det en observerte i kontrollfisken (**Figur 18**) slik at en i flere tilfeller kom ut med en "negativ akkumulering" (dvs. at kontrollfisken hadde høyere konsentrasjoner enn utsatt fisk) (**Figur 19, Figur 20**).

Konsentrasjonen av 2378-TCDD i fisk fra Kastebukta var imidlertid signifikant forskjellig fra både kontrollfisk og fisk fra Arøya (**Tabell 4**). Dette kan tyde på et visst opptak av 2378-TCDD i fisk utsatt i Kastebukta til tross for at konsentrasjonene i SPMD/vann ikke var forskjellige (**Figur 11, Figur 15**).

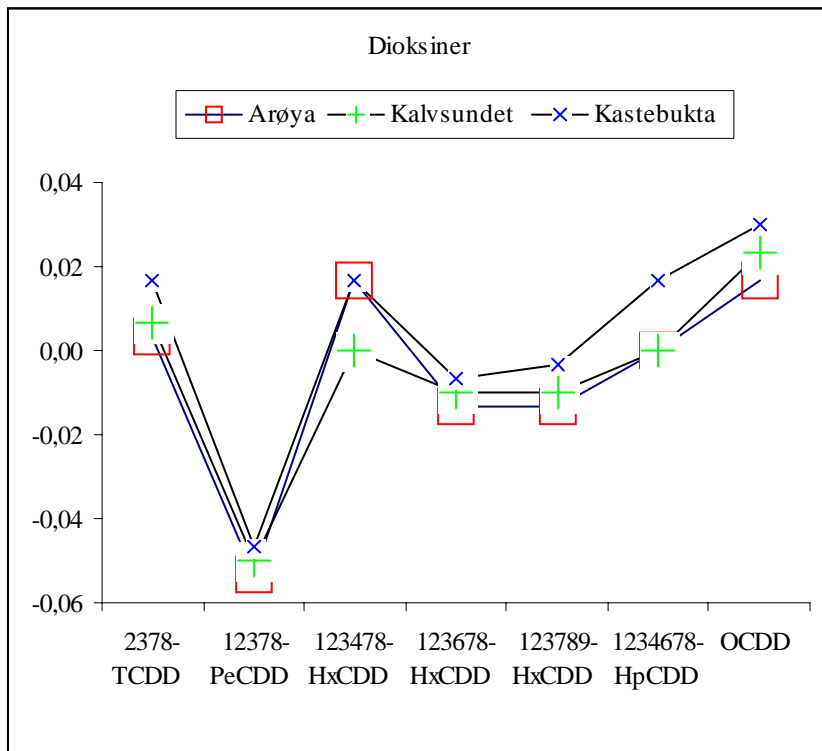
En kan dermed konkludere at det, med unntak for 2378-TCDD, ikke var noe signifikant akkumulering av dioksiner i forsøksfisken på noen av de tre lokalitetene (**Tabell 4**).



Figur 18. Konsentrasjonen Sum PCDD i torsk utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk. For hver lokalitet/behandling vises resultater fra 3 grupper av 5 fisk.



Figur 19. Netto akkumulering (observert konsentrasjon fratrukket verdi i kontrollfisk) av dioksiner i torsk utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 grupper fisk.



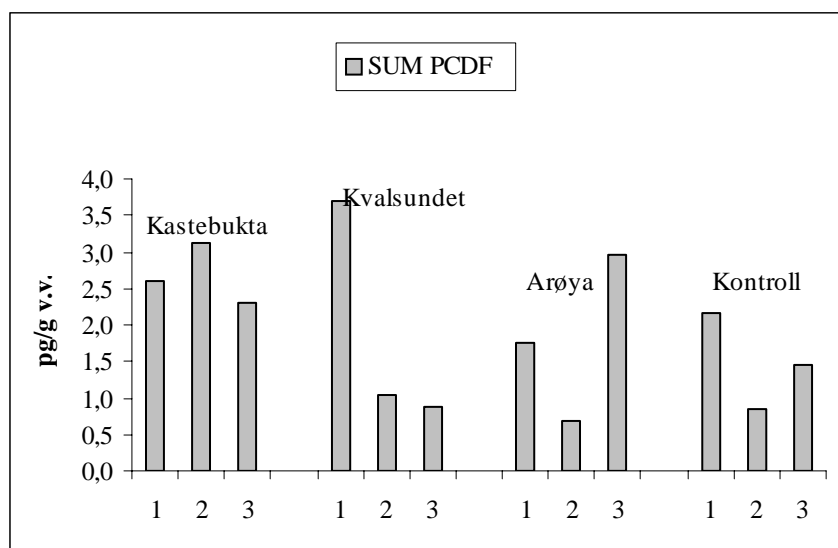
Figur 20. Netto akkumulering (observert konsentrasjon fratrukket verdi i kon42trollfisk) av 2378-dioksiner i torsk utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelvei for 3 grupper av fisk.

Furaner i fisk fra bur

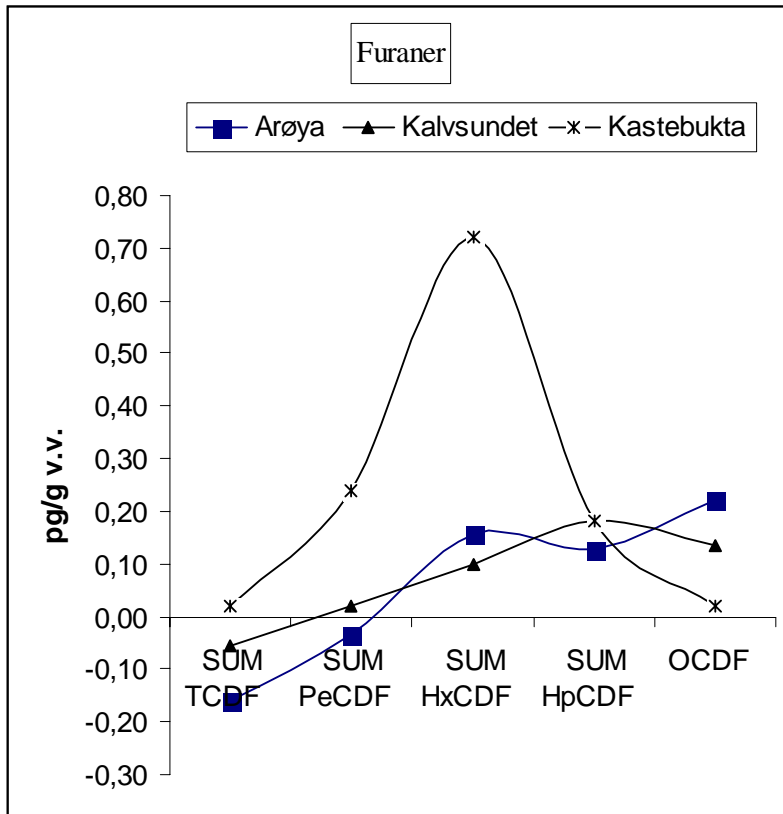
Vi har tidligere vist at furaner dominerer over dioksiner i både utslipp, i SPMDer og i beregnede vannkonsentrasjoner. Ved et eventuelt opptak av slike forbindelser skulle en ut fra en belastningsbetraktning forvente at furaner dominerte. En skulle også forvente at et opptak først og fremst ville finne sted i fisk utsatt i Kastebukta.

Konsentrasjonen av sum PCDF i fisk fra Kastebukta var i gjennomsnitt noe høyere enn i fisk fra de øvrige stasjoner og i kontrollen (**Figur 21**). Akkumulering av enkelte furaner ble observert i torsk utsatt i bur i Kastebukta, men ikke i fisk på de øvrige stasjoner (**Tabell 4**). Forbindelser hvor det antydes en akkumulering i fisk utsatt i Kastebukta er: sumPeCDF, sumHxCDF (**Figur 22**) og 2378-TCDF, 12378/12348-PeCDF, 123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF (**Figur 23**). ANOVA viser imidlertid at det er kun for 12378/12348-PeCDF (**Figur 33, Figur 34**), 123478/123479-HxCDF (**Figur 37, Figur 38**), 123678-HxCDF (**Figur 39, Figur 40**) og SUM HxCDF (**Figur 41, Figur 42**) at konsentrasjonen i fisk utsatt i Kastebukta er signifikant forskjellig fra kontrollfisk. Dette er også i hovedsak forbindelser som ble observert i høyere konsentrasjoner i SPMD/vann fra kastebukta enn på de øvrige stasjoner (**Figur 11, Figur 15**). En oversikt over hvilke stasjoner som er signifikant forskjellige mht. konsentrasjoner av PCDF/D i fisk etc. finnes i **Tabell 4**.

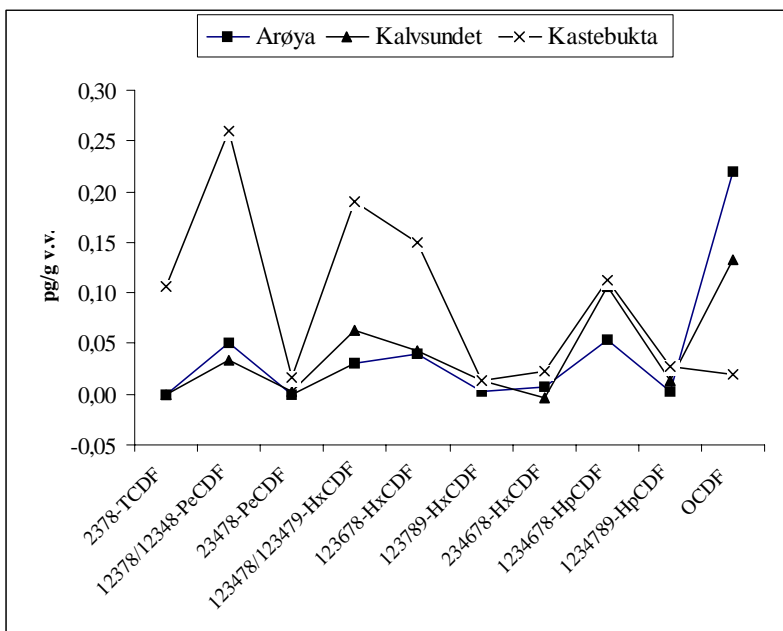
Akkumuleringen av furaner i fisk i bur i Kastebukta bidrog svært lite i forhold til de konsentrasjoner som er observert i villfisk i området (**Figur 24**, rådata for analyse av PCDF/D i villfisk finnes i kapittel **Error! Reference source not found.**). Det var imidlertid klare likhetstrekk i fordelingen av de ulike homologe grupper i fisk fra burene i Kastebukta (**Figur 25**) og i villfisk fanget i frierfjorden (**Figur 26**). I begge tilfeller dominerer heksaforbindelsene.



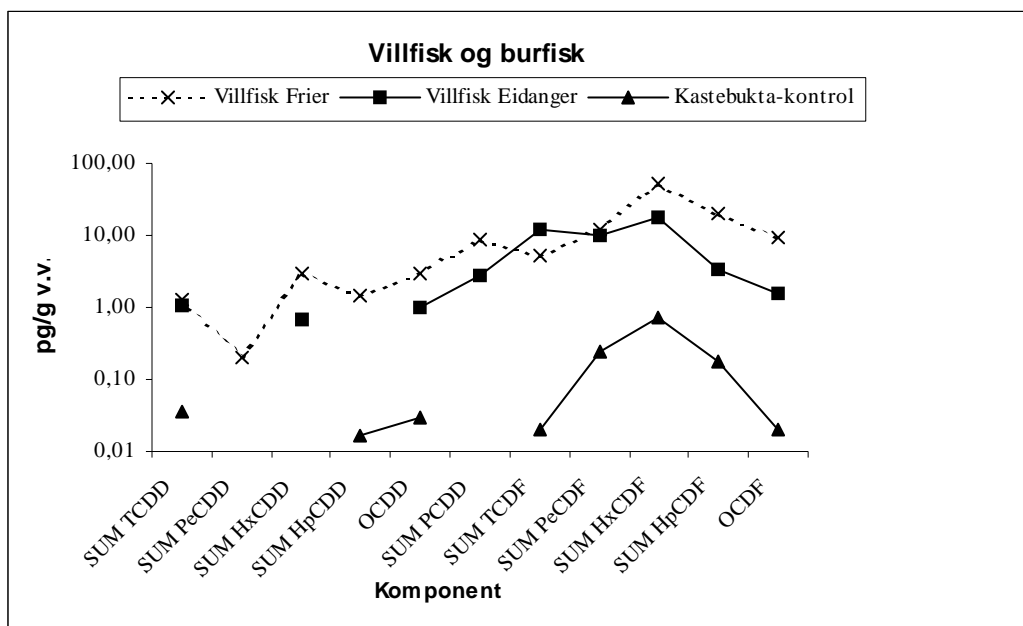
Figur 21. Konsentrasjonen Sum PCDF i torsk utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk. For hver lokalitet/behandling vises resultater fra 3 grupper av 5 fisk.



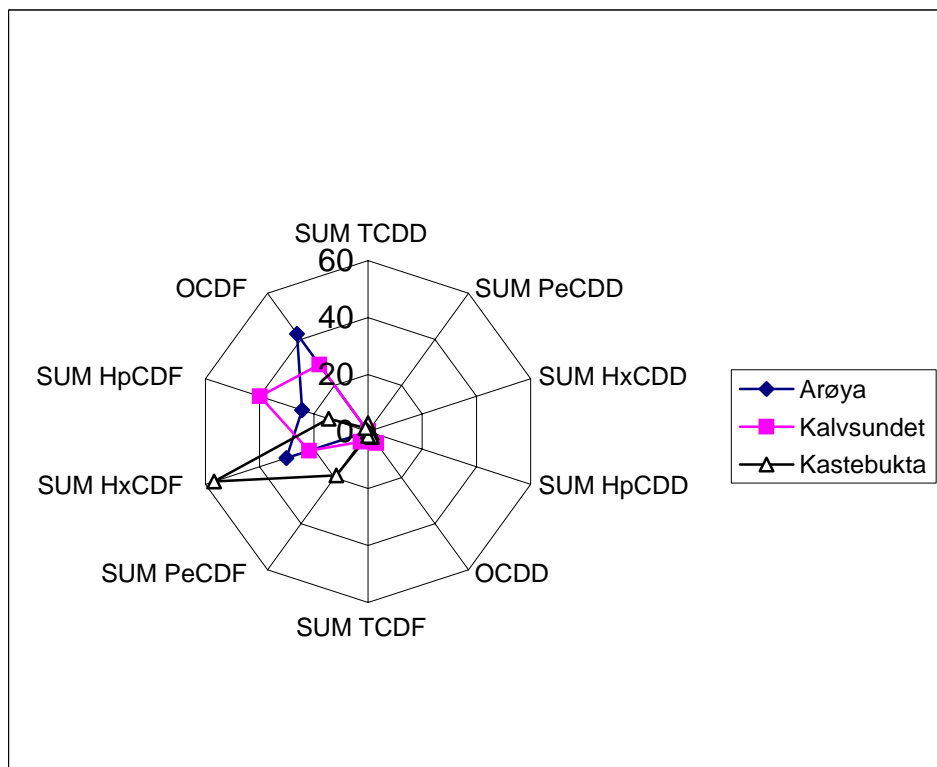
Figur 22. Netto akkumulering (observert konsentrasjon fratrukket verdi i kontrollfisk) av homologe grupper av furaner i torsk utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 SPMDer.



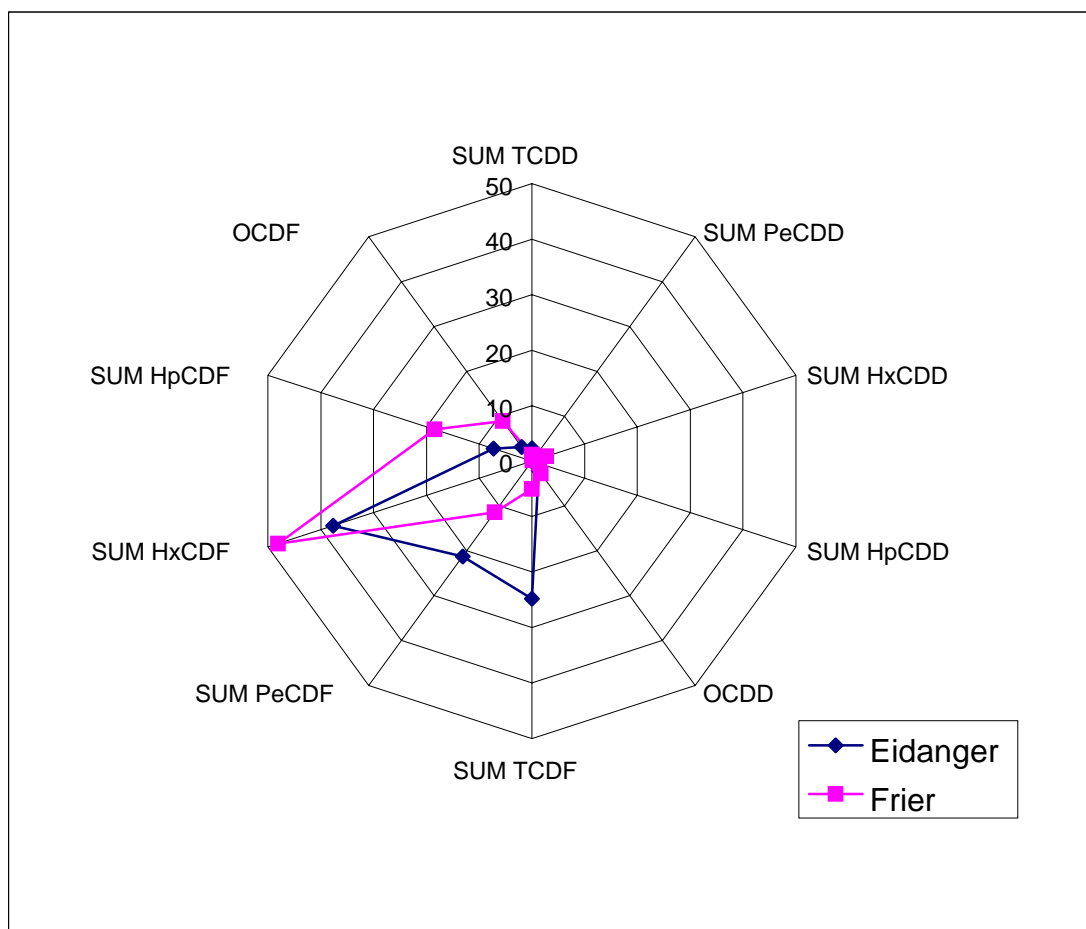
Figur 23. Netto akkumulering (observert konsentrasjon fratrukket verdi i kontrollfisk) av 2378-furaner i torsk utsatt på 3 lokaliteter i Grenlandsfjordene. Hvert punkt representerer middelverdi for 3 grupper av fisk. Analyse er foretatt på hel oppmalt fisk. Konsentrasjonen av 2378 TCDF i fisk fra Arøya og Kvalsundet kom ut som negativ verdi og er satt lik 0.



Figur 24. Akkumulering av dioksiner og furaner i fisk fra burene i Kastebukta (konsentrasjon i kontrollfisk er fratrukket) og konsentrasjon i villfisk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden. Alle analyseverdier representerer konsentrasjoner i hel oppmalt fisk.



Figur 25. Fordeling (%) av de ulike homologe grupper i fisk fra burforsøk (NB: konsentrasjonen i kontroll fisk er fratrukket og negative tall satt til 0)



Figur 26. Fordeling (%) av de ulike homologe grupper i oppmalt villfisk

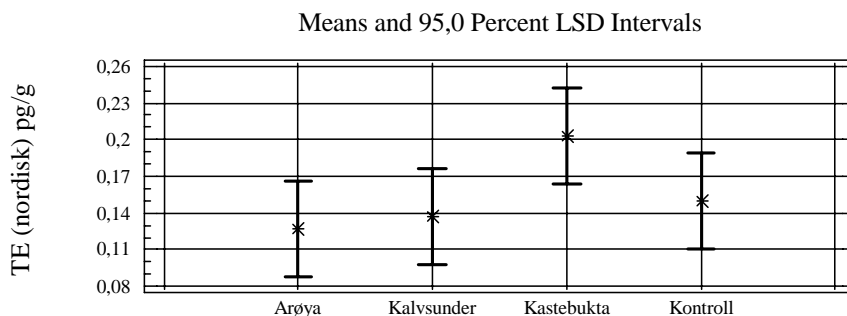
De observerte akkumuleringsresultater er i virkeligheten et resultat av en opptaksrate og en utskillelsesrate som kan være forskjellig for hver enkelt kongener (Opperhuizen og Sijm 1990). På basis av en sammenstilling av ulike data kom Opperhuizen og Sijm (1990) frem til at PCDF/D kongenerer kunne deles i 3 grupper dvs. (1) kongenerer som tas opp og skilles ut ifølge ratekonstanter som er bestemt av kongenerenes fysisk/kjemiske egenskaper (2378-TCDD, 12378-PeCDD nevnes som eksempel), (2) kongenerer som tas opp på samme måte, men som utskilles raskt, sannsynligvis pga biotransformasjoner (2378-TCDF nevnes som eksempel), (3) kongenerer som knapt tas opp i det hele tatt, sannsynligvis fordi membranstrukturer hindrer opptak (OCDD og OCDF nevnes som eksempel).

I opptaksforsøkene med torsk har vi ikke informasjon om eventuell utskillelse (biotransformasjoner). I SPMDene vil en imidlertid ikke ha noe aktiv utskillelse. Forskjeller i opptak mellom SPMD og fisk kan gi noen pekepinner om hvilke forbindelser som skilles aktivt ut og hvilke som ikke blir tatt opp foreksempel pga. strukturelle hindringer på membrannivå.

For 123478/123479-HxCDF, 123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, SUM HxCDF ble det observert signifikant opptak både i fisk og SPMD, dette kan tyde på liten aktiv utskillelse. For 2378-TCDF, 23478-PeCDF og Sum PeCDF ble det derimot observert opptak i SPMD, men ikke i fisk, dette kan tyde på rask aktiv utskillelse i fisk. For forbindelser som opptrer med relativt høye konsentrasjoner i miljøet og som ikke tas opp i SPMD eller fisk (heptafuraner og OCDF) kan det tyde på at membranstrukturen utgjør et hinder for opptak.

3.3.4 Toksisitetsekvivalenter (TE) i fisk

Beregnet som toksisitetsekvivalenter var konsentrasjonen av PCDF/D noe høyere i fisken som hadde stått ute i Kastebukta i forhold til fisk fra de to øvrige stasjoner og kontrollfisken. Forskjellene var imidlertid ikke signifikante (**Figur 27**).



Figur 27. Beregnede toksisitetsekvivalenter (TE) i fisk fra burforsøk. TE er beregnet på grunnlag av opplysninger i Ahlborg et al. 1988.

3.3.5 Sammenheng mellom opptak i SPMD og akkumulering i fisk

I både SPMDer og torsk var det et lite eller intet opptak av dioksiner, mens det var et opptak av furaner, i hovedsak på stasjonen i Frierfjorden (Kastebukta). Fordelingen av homologe grupper av PCDF/D i fisk (**Figur 25** og **Figur 26**) var klart forskjellig fra det som ble observert i SPMDene utsatt i Kastebukta (**Figur 14**). Av furanene dominerte heksaforbindelsene i fisk, mens tetra og pentaforbindelsene dominerte i SPMDer.

I **Figur 28 - Figur 43** gis en oversikt over konsentrasjoner i SPMD og fisk for komponenter der det ble observert signifikante forskjeller mellom to eller flere stasjoner (se også **Tabell 4**). Ser en på konsentrasjonen i fisk utsatt i Kastebukta så var konsentrasjonen her i alle tilfeller høyere enn i kontrollfisken. Konsentrasjonen av 4 forbindelser (12378/12348-PeCDF, 123478/123479-HxCDF, 123678-HxCDF, Sum HxCDF) i fisk fra Kastebukta var også høyere enn i kontrollfisken når en justerte ned konsentrasjonen i den utsatt fisken for å korrigere for negativ vekstfortynning (**Figur 34, Figur 38, Figur 40, Figur 42**). For de samme komponenter var det også et signifikant opptak i SPMDer.

På den annen side var det også forbindelser (2378-TCDF, SUM TCDF, 23478-PeCDF, SUM PeCDF, PECDF) som viste en signifikant akkumulering i SPMDer i Kastebukta, men ikke i fisk (våtvektsbasis) (**Figur 30, Figur 32, Figur 35, Figur 36**). For disse forbindelsene var imidlertid middelveiden for fisk fra Kastebukta (våtvektsbasis) også høyere enn i kontrollfisken.

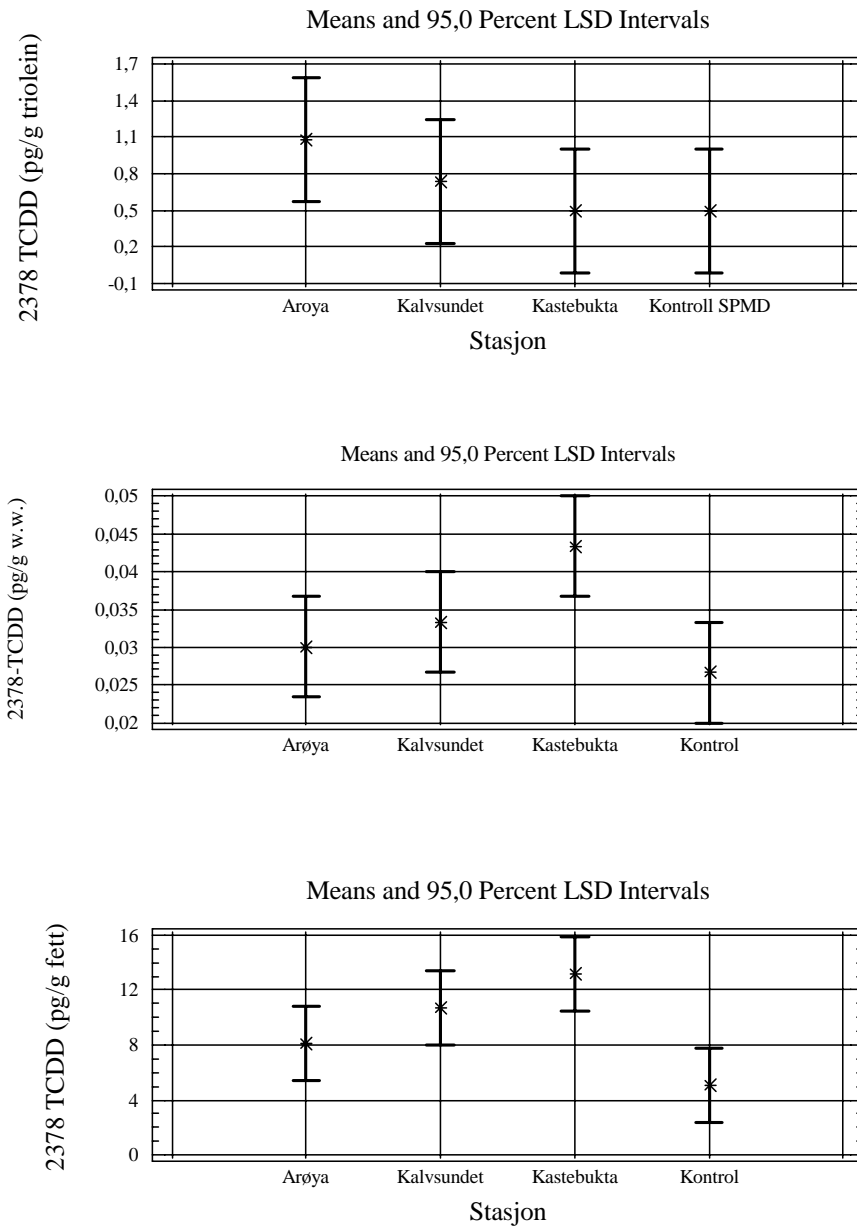
I ingen tilfeller var det signifikant forskjell mellom konsentrasjoner observert i kontrollfisk og fisk fra henholdsvis Kalvsundet og Arøya (**Tabell 4**). For to komponenter (2378-TCDF, 2378PeCDF) ble det imidlertid observert et signifikant akkumulering i SPMD uten at tilsvarende ble observert i fisk (**Figur 30, Figur 35**).

På basis av analyser av SPMD og burfisk kan vi fastslå følgende:

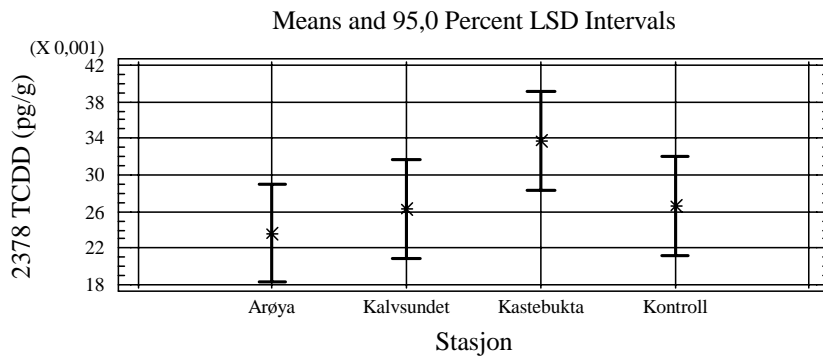
- Signifikant akkumulering av PCDF/D fra vann til torsk ble i hovedsak ikke observert i fisk utenfor Frierfjorden.
- Med unntak av 2378 TCDD ble det ikke observert signifikant akkumulering av PCDD i hverken i utsatt torsk eller SPMDer. En signifikant akkumulering av 2378-TCDD ble imidlertid observert i fisk utsatt i Kastebukta.
- Det ble observert akkumulering av PCDF både i fisk og SPMD. Akkumulering var i hovedsak begrenset til stasjonen i Frierfjorden (Kastebukta).
- Det var en tendens til at komponenter som viste en akkumulering i fisk også økte i konsentrasjon i SPMD. Det var imidlertid ingen god korrelasjon mellom akkumulering i torsk og SPMD.

Resultatene tyder på at fisk som kommer inn i Grenlandsfjordene utenfra ikke risikerer å akkumulere PCDF/D fra vann så lenge de holder seg utenfor Frierfjorden. Sannsynligheten for akkumulering via vann øker imidlertid for fisk som kommer inn i Frierfjorden. Der er imidlertid sannsynligheten for en betydelig PCDF/D akkumulering fra vann heller ikke tilstede. Potensialet for akkumulering via dietten er imidlertid stor (se kapittel 3.4).

2378-TCDD

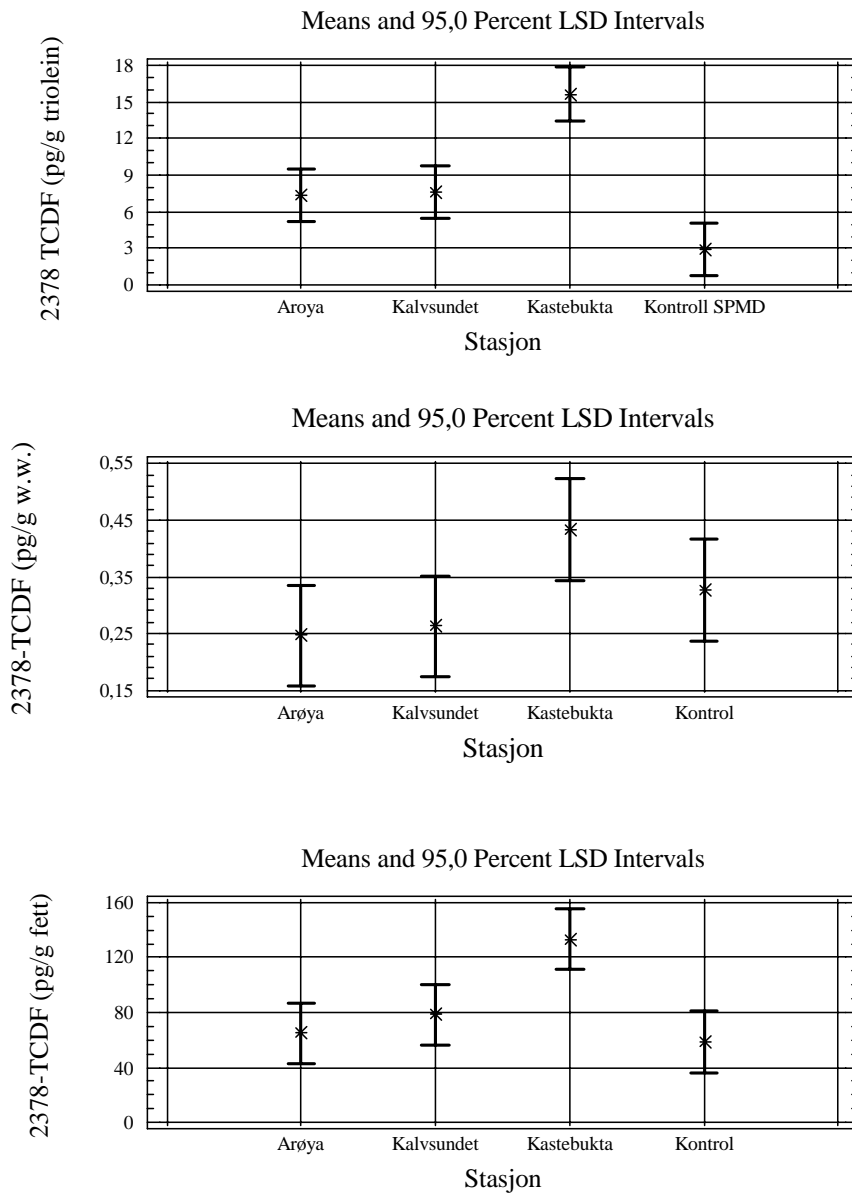


Figur 28. Konsentrasjon av 2378-TCDD i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontroll.

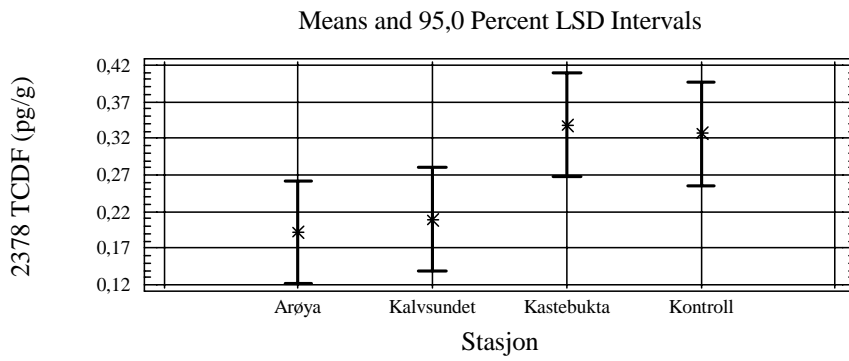


Figur 29. Konsentrasjon av 2378 TCDD (pg/g v.v. NB: x 0,001) i fisk på utsatt i Grenlandsfjordene på 3 stasjoner og i kontrollfisk slaktet ved forsøkets begynnelse. Konsentrasjonen i utsatt fisk er justert for veksttap (negativ vekstfortynning)

2378-TCDF

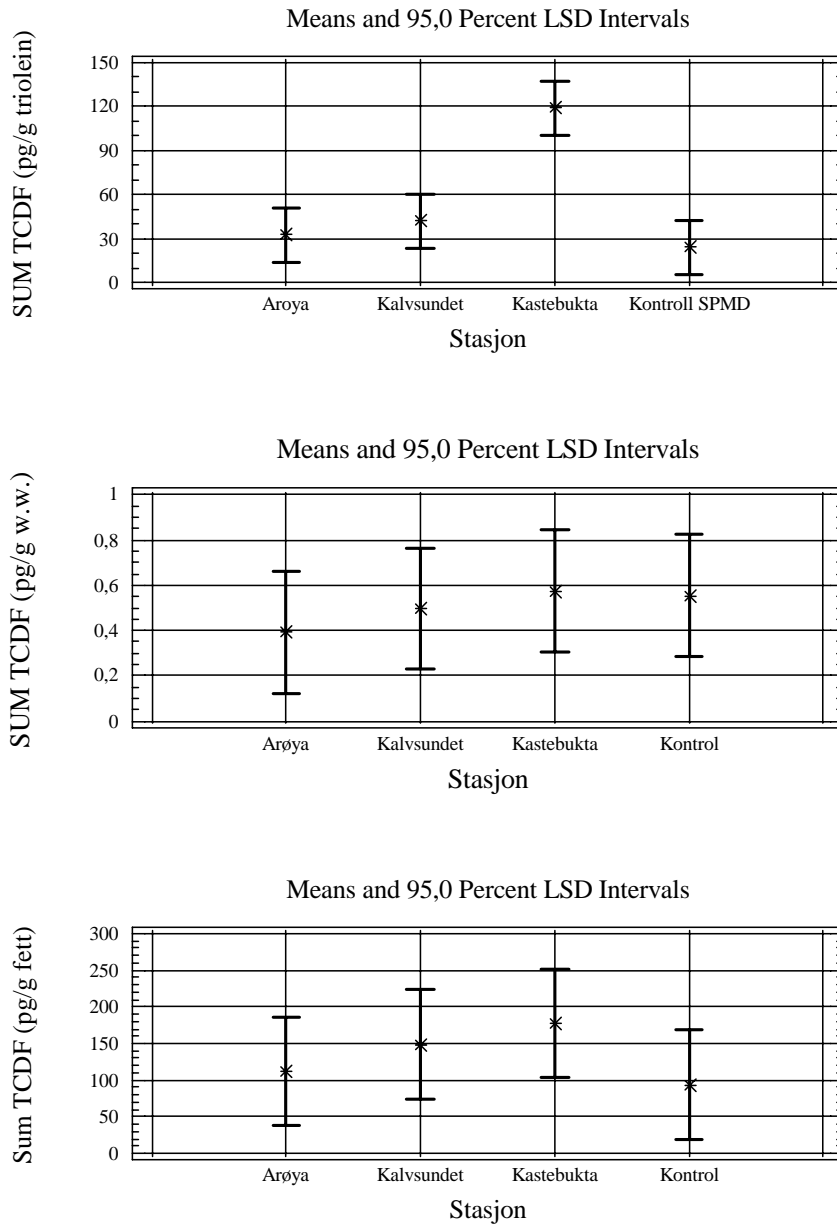


Figur 30. Konsentrasjon av 2378-TCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.



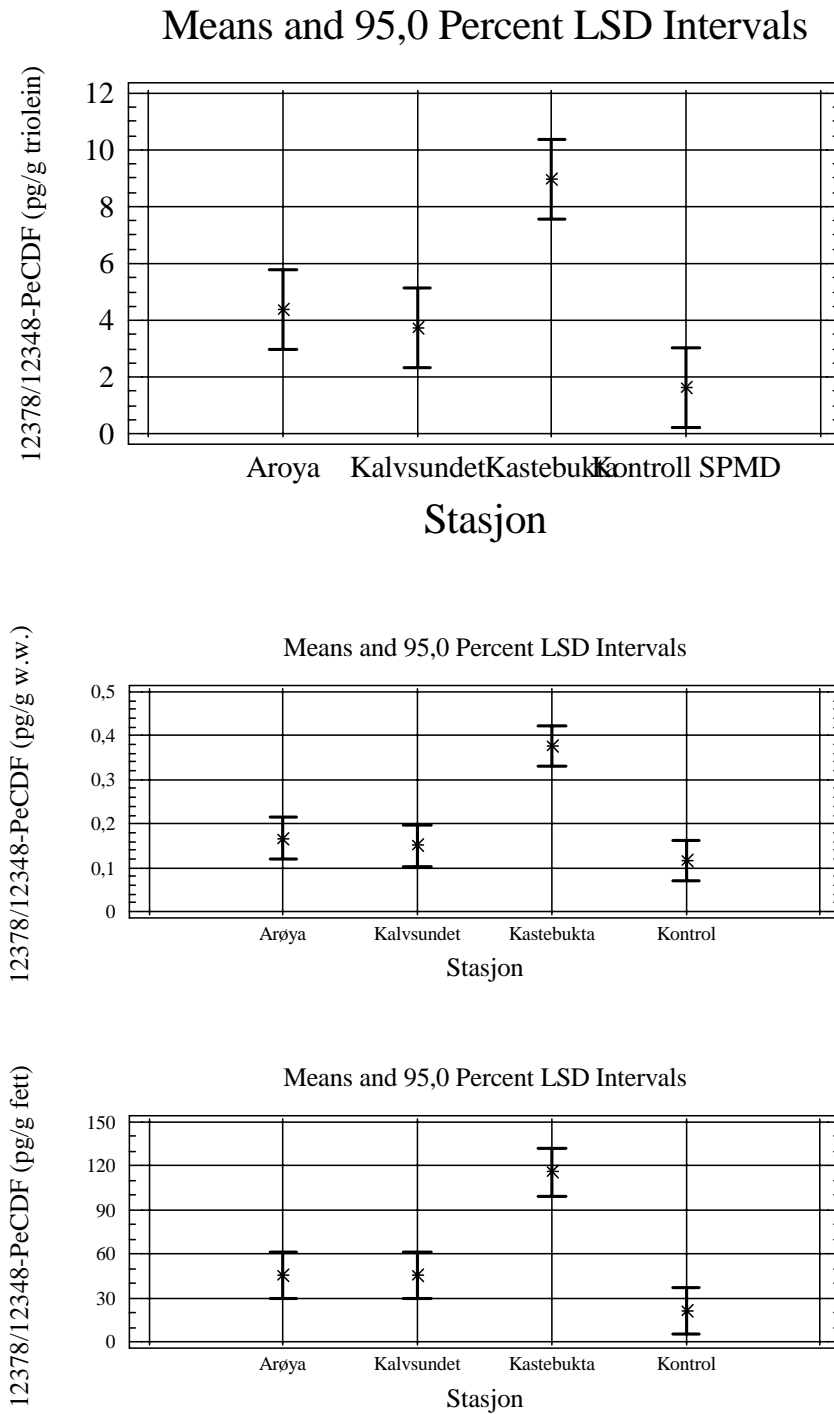
Figur 31. Konsentrasjon av 2378 TCDF (pg/g våtvekt) i fisk på utsatt i Grenlandsfjordene på 3 stasjoner og i kontrollfisk slaktet ved forsøket begynnelse. Konsentrasjonen i utsatt fisk er justert for veksttap (negativ vekstfortynning)

Sum TCDF

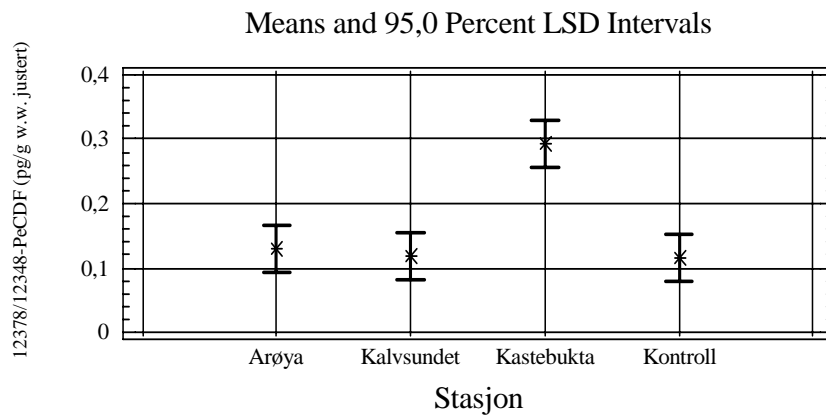


Figur 32. Konsentrasjon av SUM TCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektsbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.

12378/12348-PeCDF

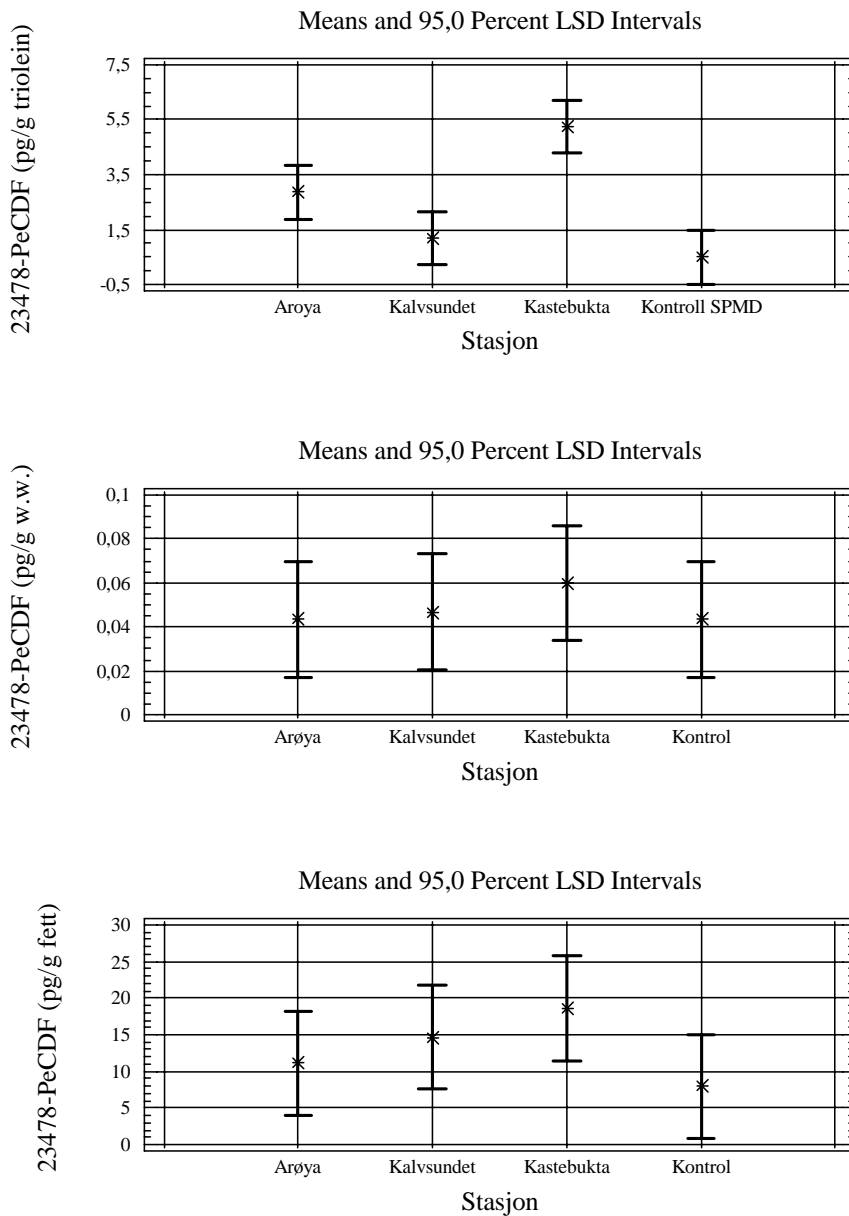


Figur 33. Konsentrasjon av 12378/12348-PeCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektsbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.



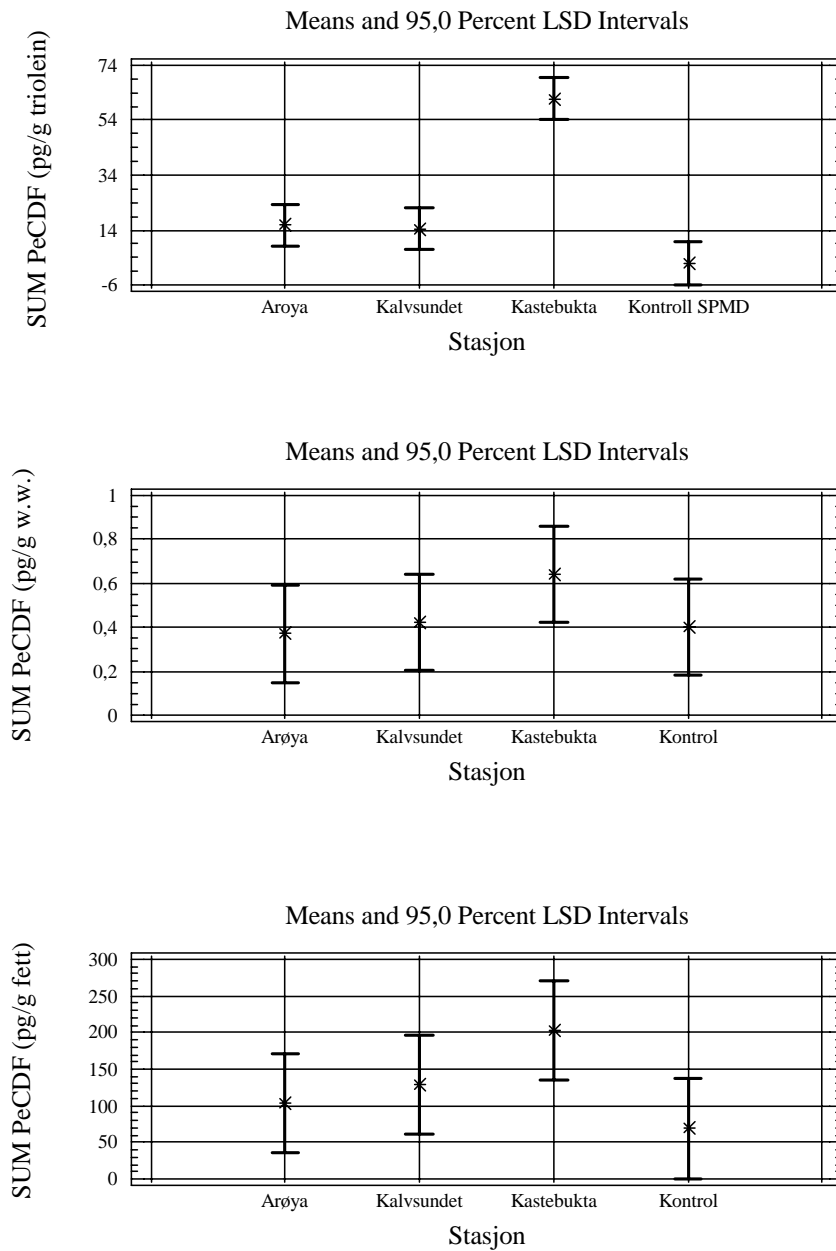
Figur 34. Konsentrasjon av 12378/12348-PeCDF i fisk på utsatt i Grenlandsfjordene på 3 stasjoner og i kontroll-fisk slaktet ved forsøkets begynnelse. Konsentrasjonen i utsatt fisk er justert for veksttap (negativ vekstfortynning).

23478-PeCDF



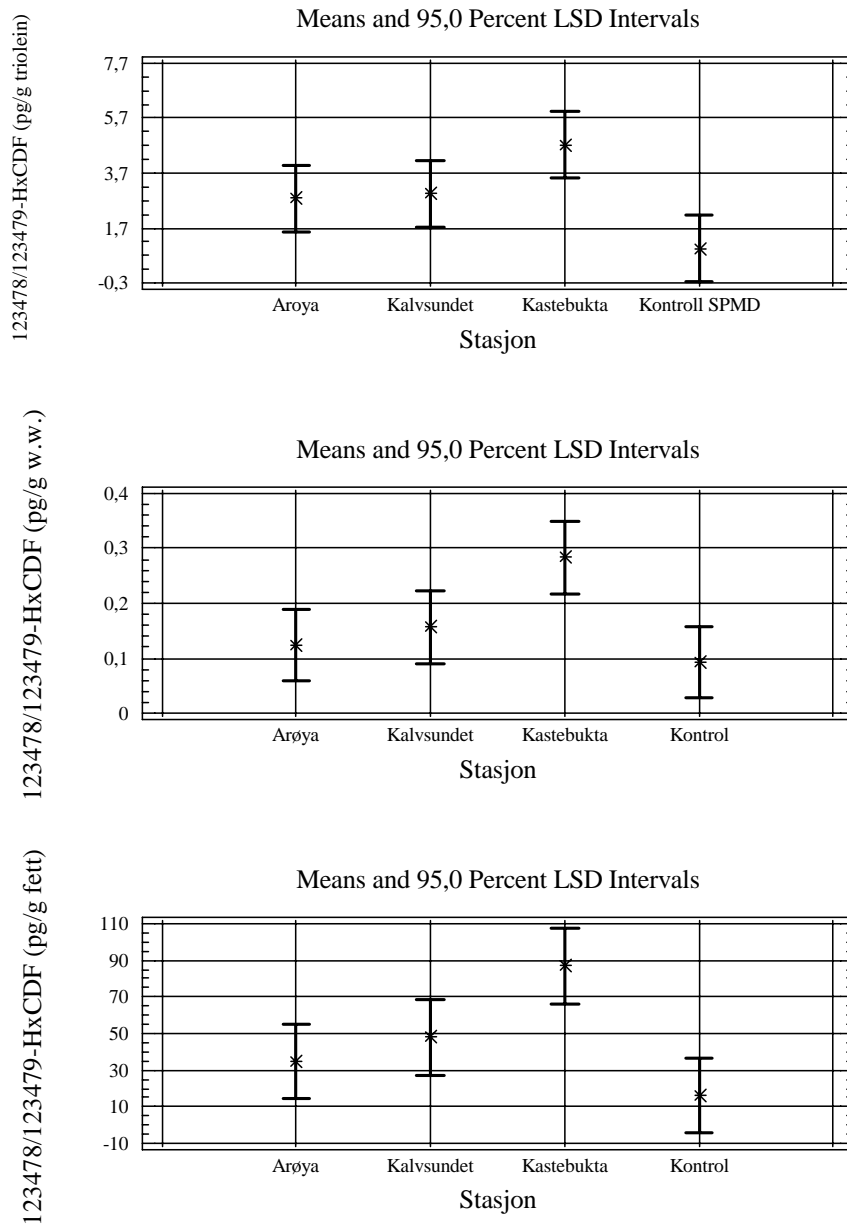
Figur 35. Konsentrasjon av 23478-PeCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.

Sum PeCDF

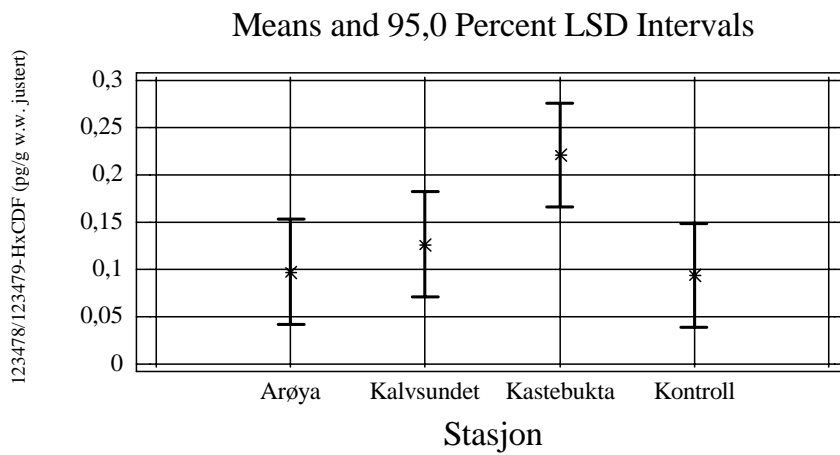


Figur 36. Konsentrasjon av SUM PeCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.

123478/123479-HxCDF

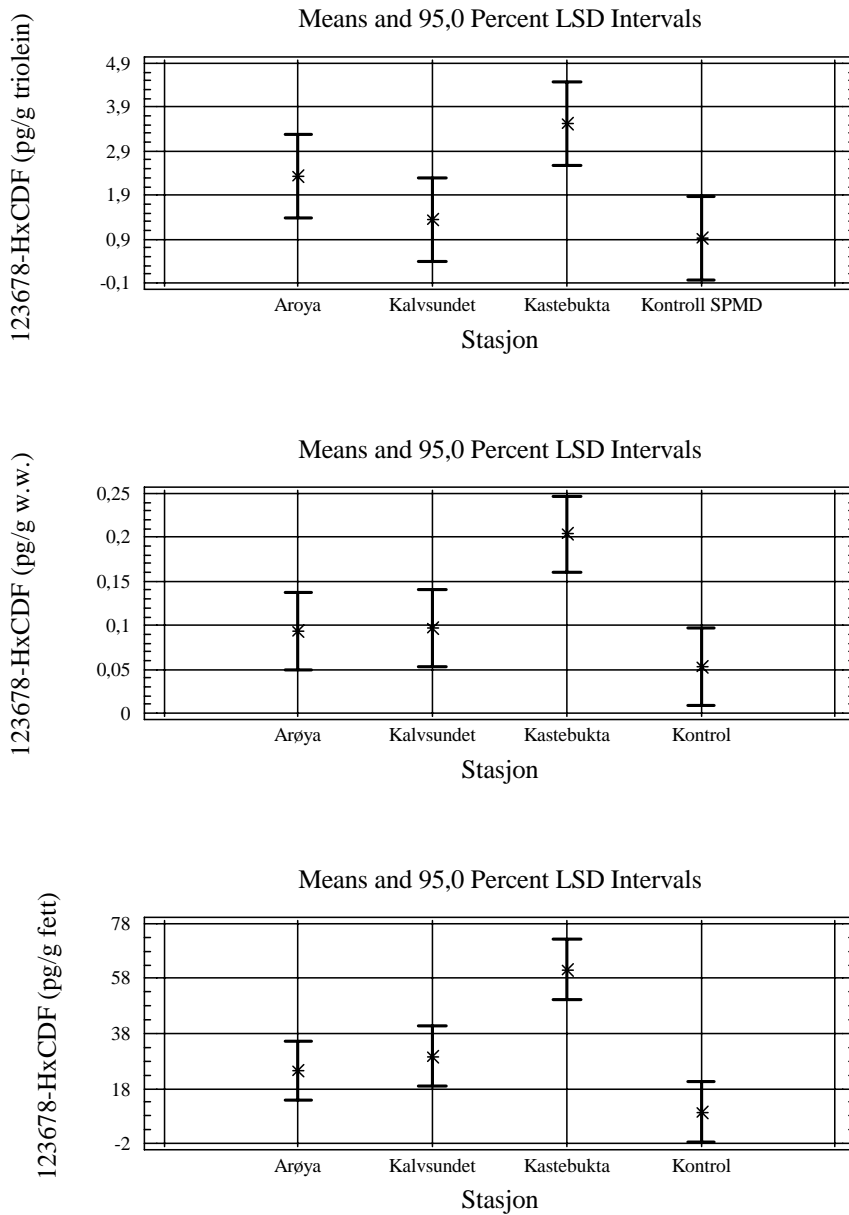


Figur 37. Konsentrasjon av 123478/123479 HxCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.

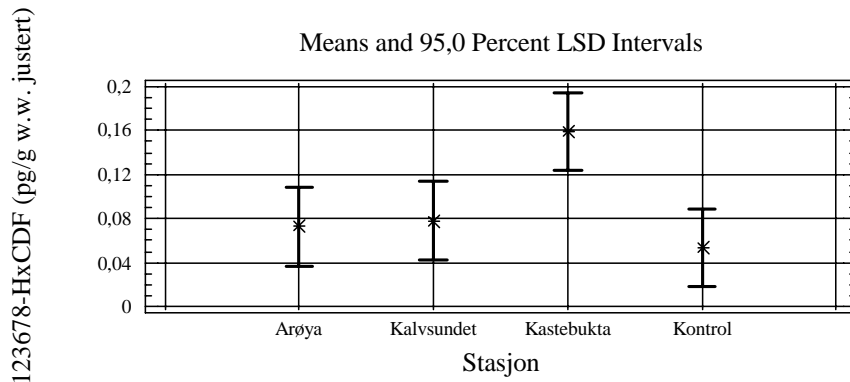


Figur 38. Konsentrasjon av 123478/123479-HxCDF i fisk på utsatt i Grenlandsfjordene på 3 stasjoner og i kontroll-fisk slaktet ved forsøkets begynnelse. Konsentrasjonen i utsatt fisk er justert for veksttap (negativ vekstfortynning)

123678-HxCDF

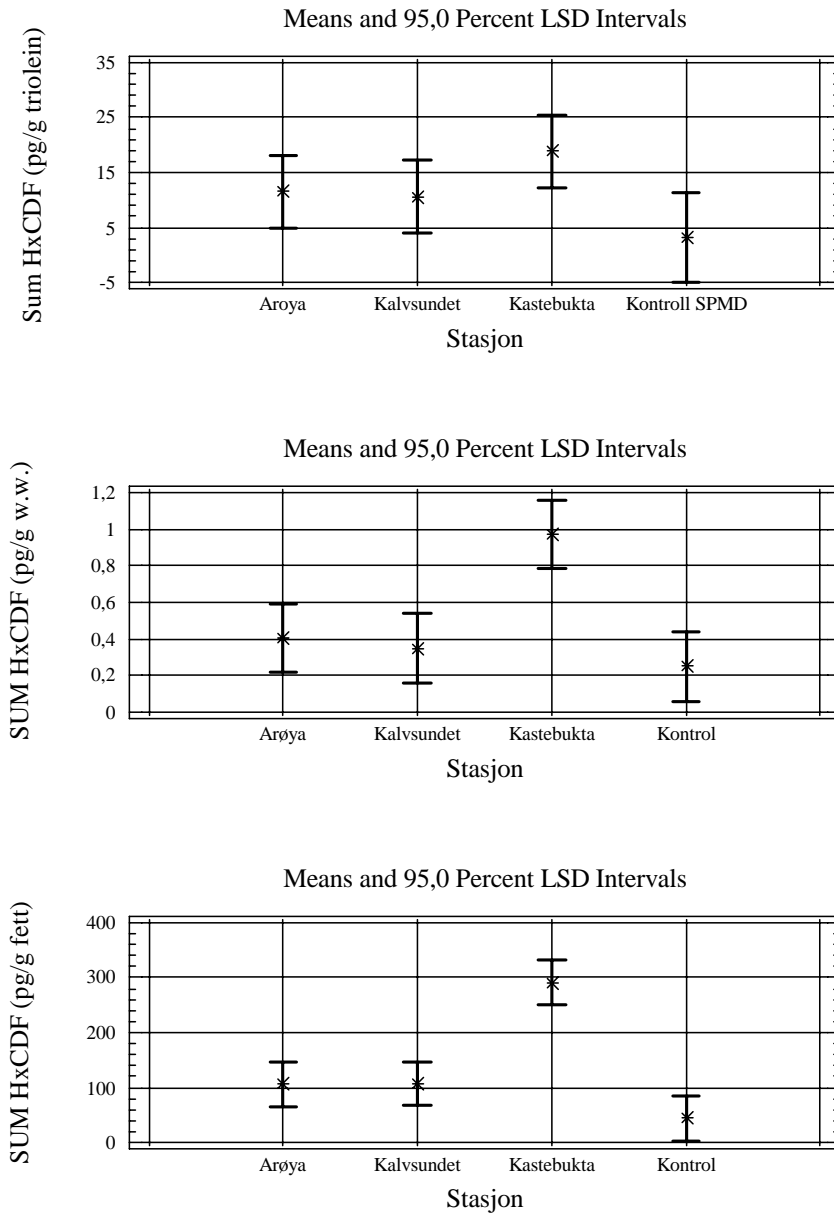


Figur 39. Konsentrasjon av 123678-HxCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.

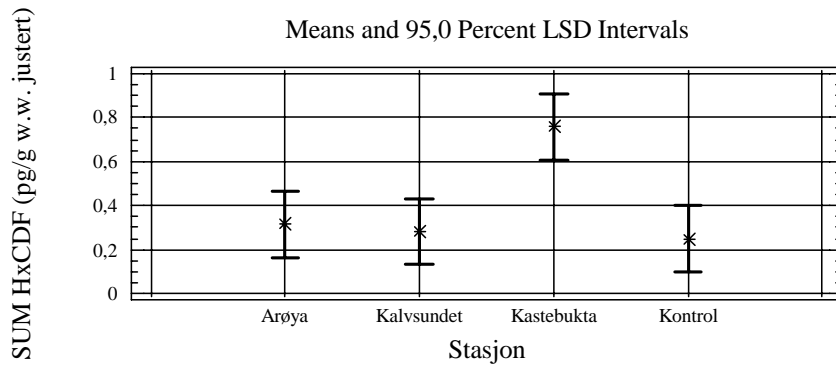


Figur 40. Konsentrasjon av 123678-HxCDF i fisk på utsatt i Grenlandsfjordene på 3 stasjoner og i kontroll-fisk slaktet ved forsøkets begynnelse. Konsentrasjonen i utsatt fisk er justert for veksttap (negativ vekstfortynning).

Sum HxCDF



Figur 41. Konsentrasjon av SUM HxCDF i SPMD (øverst), fisk på våtvektsbasis (midten) og fisk på fettvektbasis (nederst) utsatt på stasjoner i Grenlandsfjordene og i kontrollfisk.



Figur 42. Konsentrasjon av SUM HxCDF i fisk på utsatt i Grenlandsfjordene på 3 stasjoner og i kontroll-fisk slaktet ved forsøketts begynnelse. Konsentrasjonen i utsatt fisk er justert for veksttap (negativ vekstfortynning)

3.4 Betydning av opptak i vann kontra opptak fra føde

I dette avsnittet vil vi både på teoretisk grunnlag og på bakgrunn av opptaksforsøkene belyse betydningen av opptak via føde (bioakkumulering) og via vann (biokonsentrasjon) for akkumulering av PCDF/D i torsk.

3.4.1 Vurderinger basert på teori, K_{ow} og $C_{føde}/C_{vann}$ -forhold

Modellen til Qiao et al. (2000) beskriver betydningen av opptak fra føde i forhold til opptak via vann over gjellene for hydrofobe forbindelser. For 2,2', 4,4', 6,6'-hexachlorobiphenyl (HCBP, $\log K_{ow} = 7,55$) forutsier modellen at opptak via føde er dominerende (>50 %) når forholdet mellom konsentrasjonen i føde og vann ($C_{føde}/C_{vann}$) overstiger ca 10^5 og utgjør nær 100 % når forholdet overstiger 10^7 .

For å kvantifisere konsentrasjonen av PCDF/F i suspenderte partikkler og den løste fraksjonen i vann nær Ringsholmene i Frierfjorden har Persson et al. (2000) foretatt filtrering av vann fra 2 og 12 m dyp gjennom Watman GF/ filter og polyuretanskum propper (PUF). Rådata for vannanalysene finnes i supplerende informasjon til Persson et al. (2000) tilgjengelig på <http://pubs.acs.org>. Analysene av PUFene er ment å gi et bilde av den løste PCDF/D-fraksjonen i vannet, men overestimerer sannsynligvis den rent løste fraksjonen fordi en del sot-karbon bundet PCDF/D transporteres fra filter og bindes i PUFene. Persson et al, 2002 har utarbeidet en beregningsmetode for å korrigere for dette

$${}^{corr}C_w = {}^{app}C_w / (1 + DOC * k_{DOC}) = {}^{app}C_w / (1 + DOC * 0,08 * K_{ow})$$

der

${}^{corr}C_w$ = Korrigert konsentrasjon

${}^{app}C_w$ = Konsentrasjon basert på analyse av PUF direkte

DOC = konsentrasjonen av oppløst organisk karbon (kg DOC/L vann)

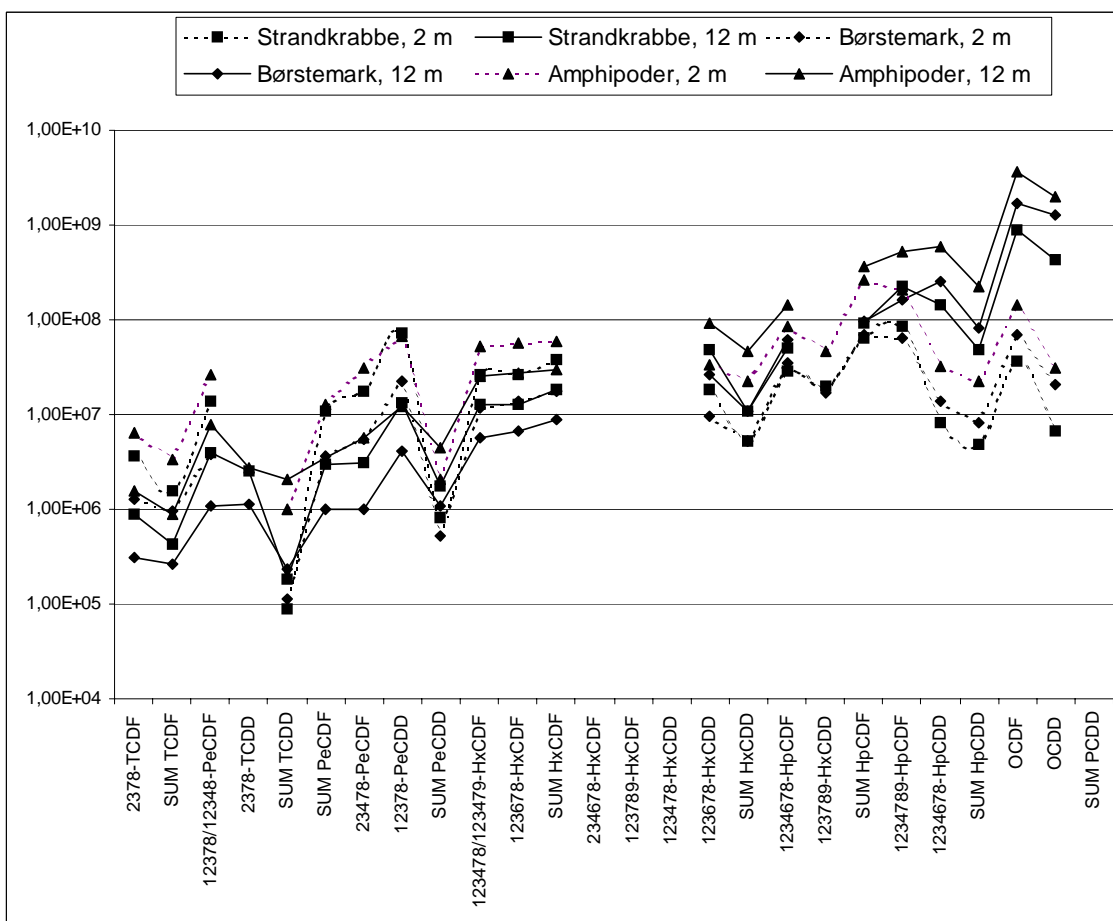
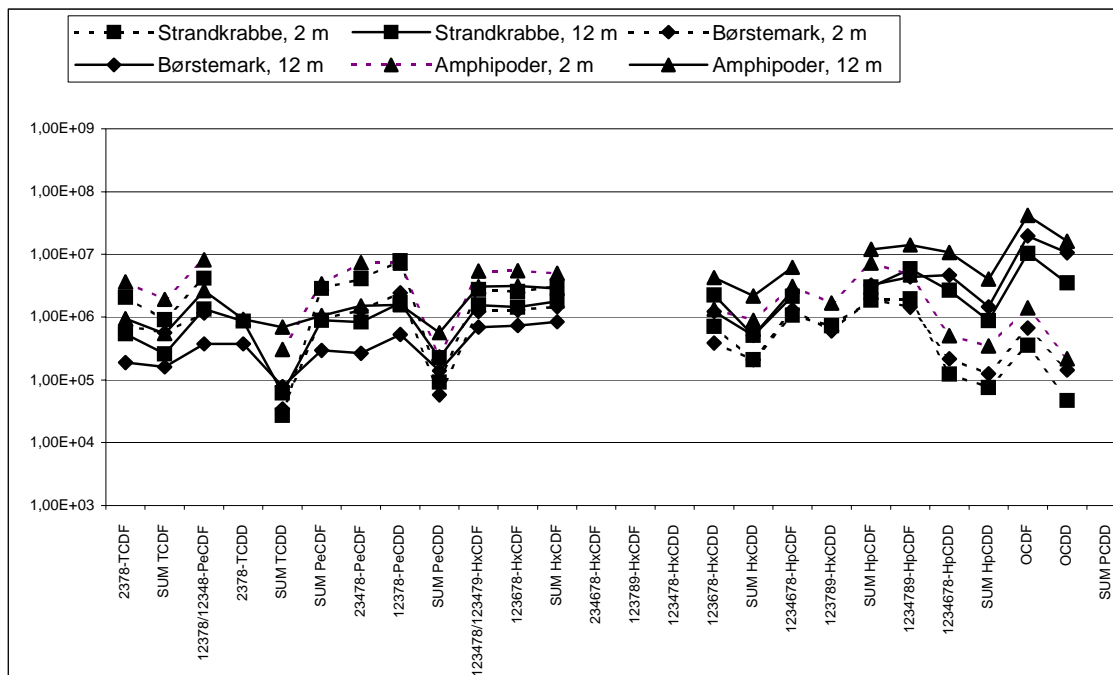
$k_{DOC} = 0,08 * K_{ow}$

K_{ow} = Okatanol/vann fordelingskvotient

Dersom en benytter analysene av PCDF/D i PUFer fra filtrering av vann fra Ringsholmene direkte (dvs. ${}^{app}C_w$) som estimat for den løste fraksjonen i vannet fra området og resultatene fra analyse av diverse byttedyr for fisk til å beregne $C_{føde}/C_{vann}$, så vil forholdet, for de fleste komponenter ligge mellom 10^5 - 10^7 (**Figur 43** øverst). Benytter en i stedet korrigerede verdier for vannkonsentrasjonen (${}^{corr}C_w$) stiger forholdet opptil ca 2 størrelsesordner dvs. til 10^5 - 10^9 (**Figur 43** nederst) og en ser at forholdet er størst for komponenter som har høy $\log K_{ow}$. Dette betyr at en i utgangspunktet skulle forvente at opptak via føde er den viktigste opptaksvei for PCDF/D for fisk i Frierfjorden, men at akkumulering via vann i de fleste tilfeller også gir et mindre bidrag for de PCDF/D kongenerer som har lavest K_{ow} . De høye $\log K_{ow}$ verdier for PCDF/D (6,5-8,75) tilsier alene at opptaket via føde skulle være viktig.

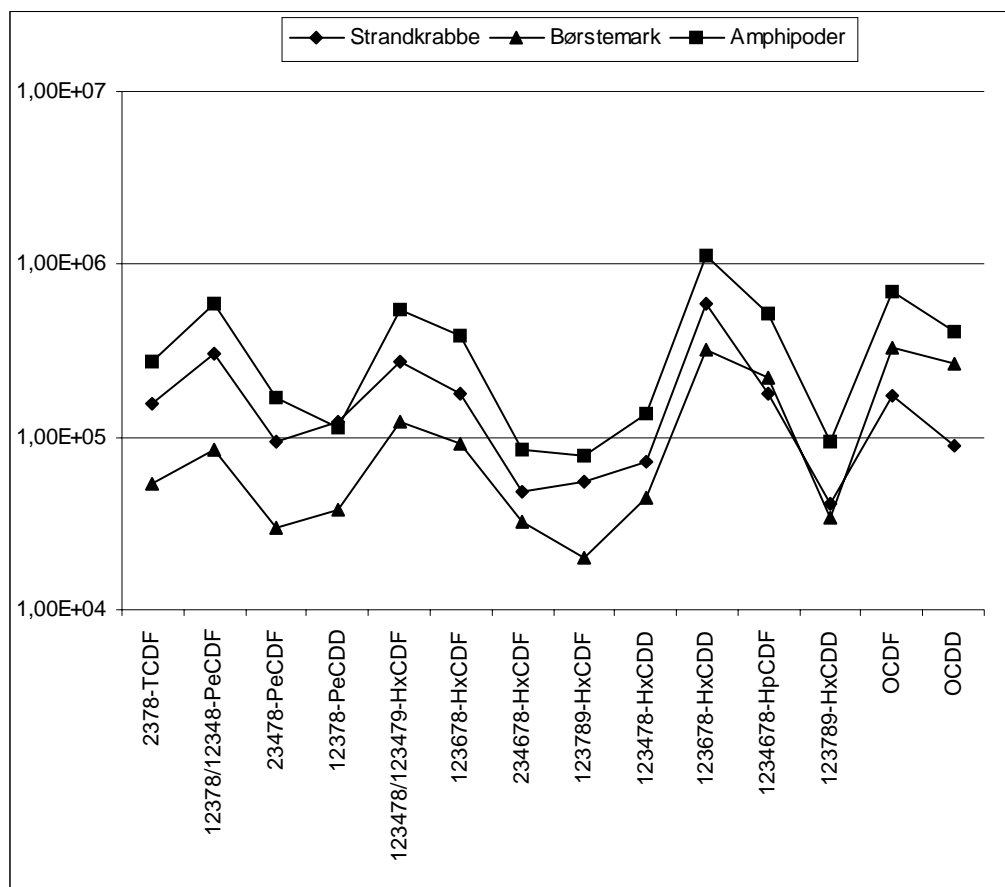
Bruker en derimot beregnede konsentrasjoner fra SPMD analysene (**Tabell 6**) som estimat for vannkonsentrasjonen blir $C_{føde}/C_{vann}$ -forholdet mindre (10^4 - 10^6) (**Figur 44**) og skulle isolert sett antyde at opptak via vann også er av betydning.

DCDF/D -konsentrasjonen varierer betydelig i byttedyr og resulterer derfor i forskjeller på 1- 2 størrelsesordner i $C_{føde}/C_{vann}$ -forholdt for samme kongenerer. Dette betyr derfor at betydningen av opptak via føde og via vann for akkumulering i torsk også er noe avhengig av dominerende fødevalg.



Figur 43. Forholdet mellom konsentrasjonen av PCDF/D(pg/g) i byttedyr fra Frierfjorden og i vann fra samme fjordområde (Ringsholmene W5, data fra Johan) i to dyp (2 og 12 m). De enkelte kongenerer er arrangert fra venstre etter stigende Kow verdi. Øverst: Benyttet vannkonsentrasjon er

basert på resultater av analyse av PUFer direkte. Nederst: Vannkonsentrasjon er korrigert for sotadsorpsjon ifølge Persson et al, 2002.



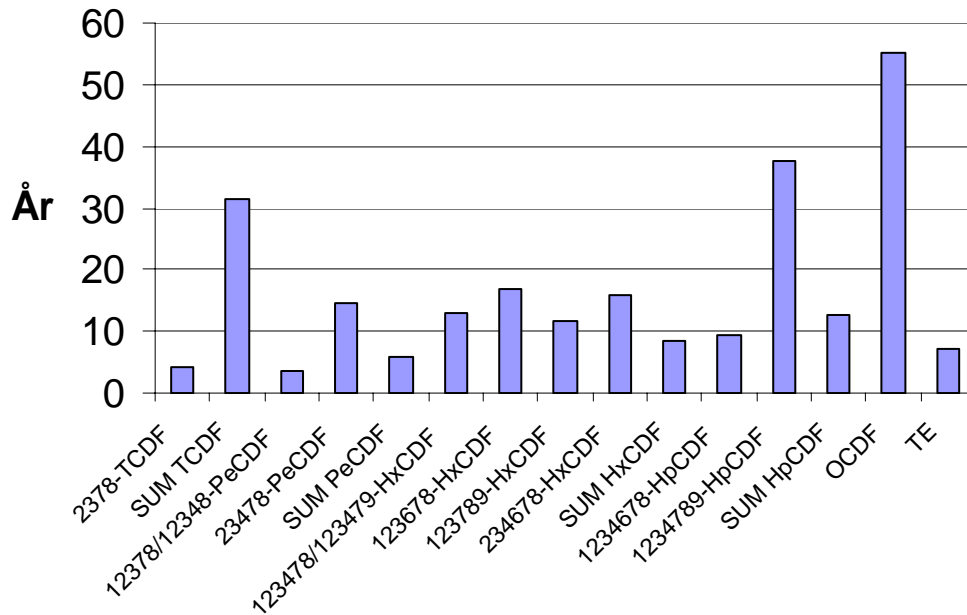
Figur 44. Forholdet mellom konsentrasjonen av PCDF/D(pg/g) i byttedyr fra Frierfjorden og i vann fra ca 10 m dyp i Kastebukta. De enkelte kongenerer er arrangert fra venstre etter stigende Kow verdi. Vannkonsentrasjonen er beregnet på grunnlag av analyser av SPMD.

3.4.2 Vurderinger basert på observert bioakkumulering i forsøkene

I burforsøkene ble det observert en akkumulering av furaner og en kan på bakgrunn av konsentrasjonsøkningen og tiden forsøket varte beregne en akkumuleringsrate. I virkeligheten er akkumuleringsraten summen av en opptaksrate og en utskillelsesrate som kan være forskjellig for hver enkelt kongener (Opperhuizen og Sijm 1990). Forsøk der en har fulgt konsentrasjonen av PCDF/D i torsk som er fanget i Frierfjorden og overført til rent vann tyder på en reell halveringstid for PCDF/D på ca 6 måneder (Knutzen et al. 1995).

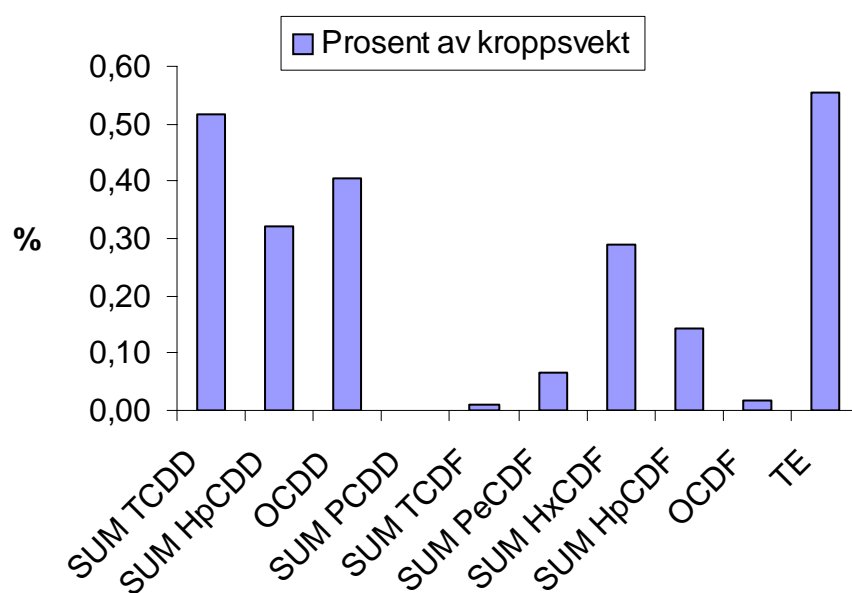
Med utgangspunkt i observerte konsentrasjoner av PCDF/D i villfisk fra området kan en, rent teoretisk, beregne hvor lang tid det vil ta før en fisk oppnår en PCDF/D-konsentrasjon som i villfisk. Resultater fra slike bergninger (**Figur 45**) viser at det tar fra 4-55 år å nå observerte nivåer i villfisk. Beregningene forutsetter at akkumuleringsraten er den samme i hele perioden dvs. uavhengig av konsentrasjonsnivået i fisken. Dette er sannsynligvis ikke tilfelle. Muligens vil opptaksraten avta med økende konsentrasjon, mens utskillelsesraten heller vil øke, slik at akkumuleringsraten totalt vil bli redusert. Hvis så er tilfelle representerer resultatene i **Figur 45** et underestimat mer enn et overestimat.

Tid for å nå kons. i villfisk

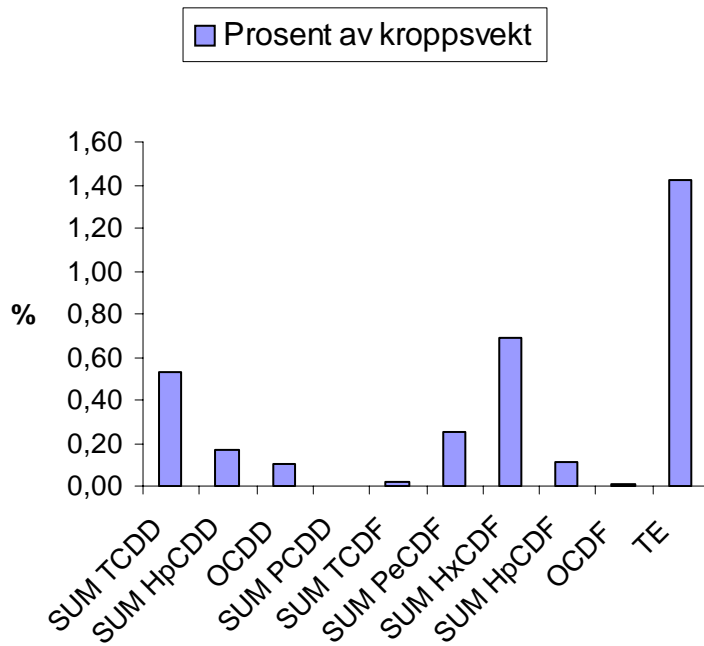


Figur 45. Tid det tar å nå konsentrasjon i villfisk fra Frierfjorden forutsatt at opptaksraten er lineær og den samme som observert i torsken satt ut i Kastebukta.

Strandkrabbe og børstemark er et viktig byttedyr for torsk i Grenlandsfjordene (Bergstad og Knutsen, in prep.). Betydningen av opptak via føde i forhold til vann kan illustreres ved å beregne hvor stor vektmengde av et byttedyr som i dioksininnhold, tilsvarer det som ble observert i torsk etter opptaksforsøket i Kastebukta. Vi har med utgangspunkt i observerte konsentrasjoner av PCDF i strandkrabbe og børstemark fra Frierfjorden samt forsøktorskens fra Kastebukta foretatt slike beregninger. Beregningene tyder på at en vektmengde strandkrabbe som tilsvarer mindre enn 1 % av torskens kroppsvekt (**Figur 46**) og en vektmengde børstemark tilsvarende mindre enn 1.5 % av torskens kroppsvekt (**Figur 47**) inneholder mer PCDF enn det som ble akkumulert i torsk i løpet en eksponeringstid på 6 uker i Frierfjorden (Kastebukta). Dette tyder på at i forhold til den observerte økningen i innhold av PCDF/D pga. biokonsentrering, så representerer byttedyrene en dominerende potensiell kilde.

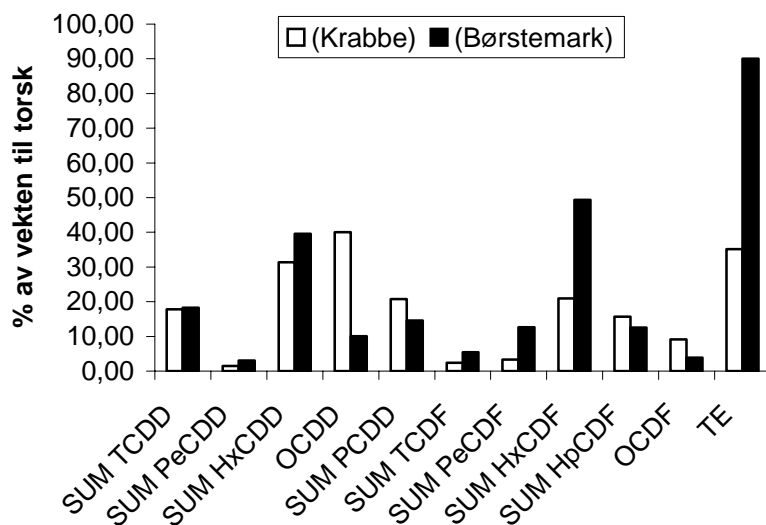


Figur 46. Mengde strandkrabbe fra Frierfjorden (i prosent av fiskens kroppsvekt) som gir samme dioksinmengde som i torsk fra burforsøk i Kastebukta. Beregningene forutsetter at alt dioksinet i byttedyrene akkumuleres i torsken.



Figur 47. Mengde børstemark fra Frierfjorden (i prosent av fiskens kroppsvekt) som gir samme dioksinmengde som i torsk fra burforsøk i Kastebukta.

Tilsvarende kan en også beregne hvor stor vektmengde av et byttedyr som i dioksininnhold tilsvarer det som ble observert i villfisk fra Frierfjorden. Villfisken inneholder mer PCDF enn det som ble observert etter opptaksforsøkene og det skal derfor, naturlig nok, en større mengde byttedyrmaterialet til før mengden PCDF tilsvarer det som ble observert i torsk fanget i Frierfjorden. Beregningene tyder på at en vektmengde strandkrabbe på mindre enn 40 % av torskens kroppsvekt og en vektmengde børstemark på mindre enn 90 % (**Figur 48**) inneholder mer PCDF enn det som observert i villfisk fra Frierfjorden.



Figur 48. Mengde strandkrabbe og børstemark fra Frierfjorden (i prosent av fiskens kroppsvekt) som gir samme dioksin/furan mengde (pg) som i villfanget fisk fra Frierfjorden.

Opptak via føde i forhold til via vann kan også studeres ved å sammenligne den daglige gjennomsnittlige akkumuleringsraten som ble observert i Kastebukta med det en fisk vil ta opp via føde på en dag. I beregningene har vi forutsatt at vi har en torsk på 500 g, dvs. tilsvarende som i opptaksforsøkene og at fisken spiser 2,5 % av sin kroppsvekt pr. dag. Vi har lite data for hvor mye av inntatt PCDF/D som tas opp i tarmen (akkumuleringseffektivitet), men har gjort beregninger for en akkumuleringseffektivitet på fra 1-20 %. Til sammenligning kan det nevnes at Opperhuizen og Sijm (1990) oppgir akkumuleringseffektiviteter (dietary uptake efficiency) for PCDF/D på 1-30 % for regnbueørret på ca 1 kg mens Madenjian et al. (2000) oppgir en akkumuleringseffektivitet for PCB hos en røyeart (*Salvelinus namaycush*) på hele 81 %. Beregningene tyder på opptak av PCDF/D via vann er relativt begrenset (**Tabell 7**). Selv med en lav akkumuleringseffektivitet i tarm så vil opptaket via føde dominere så lenge fisken spiser byttedyr som inneholder tilsvarende PCDD/F-konsentrasjoner som i strandkrabbe og børstemark fra Frierfjorden.

Tabell 7. Betydningen av opptak via vann (%) i forhold til totale opptak (vann + føde) for ulike PCDF/D i torsk. Det prosentvise opptaket via vann er beregnet for 4 ulike akkumuleringseffektiviteter (1, 5, 10 og 20 %) og for to typer føde (strandkrabbe og børstemark). Beregningene forutsetter at torsken spiser 2,5 % av sin kroppsvekt pr dag.

Strandkrabbe	Akkumuleringseffektivitet i tarm			
	20 %	10 %	5 %	1 %
2378-TCDD	2,4	4,7	9,0	33,0
SUM HxCDD	1,5	3,0	5,8	23,5
OCDD	1,9	3,7	7,2	27,9
SUM TCDF	0,0	0,1	0,2	0,8
SUM PeCDF	0,3	0,6	1,2	5,9
SUM HxCDF	1,4	2,7	5,2	21,7
SUM HpCDF	0,7	1,4	2,7	12,1
OCDF	0,1	0,2	0,4	1,8

Børstemark	20 %	10 %	5 %	1 %
	2378-TCDD	2,5	4,8	9,2
SUM HxCDD	0,8	1,6	3,1	13,8
OCDD	0,5	1,0	1,9	8,8
SUM TCDF	0,1	0,2	0,4	1,9
SUM PeCDF	1,2	2,3	4,5	19,1
SUM HxCDF	3,2	6,1	11,5	39,5
SUM HpCDF	0,5	1,1	2,2	9,9
OCDF	0,0	0,1	0,2	0,8

I dette avsnittet har vi på flere måter belyst betydningen av føde (bioakkumulering) og vann (biokonsentrasjon) for akkumulering av PCDF/D i torsk. Både de teoretiske betraktningene basert på log K_{ow} for PCDF/D og dels også antatt forhold mellom konsentrasjon i viktige byttedyr og i vann tilsier at opptak via føde er viktigere enn opptak via vannet direkte for torsk i Frierfjorden. Forsøkene som er gjennomført tyder på noe akkumulering av furaner fra vannet. Potensialet for opptak via føde er imidlertid langt større på bakgrunn av det en vet om innhold av PCDF/D i byttedyr for torsk fra området (Berge et al. 2004) og normalt konsum for fisken. Vi konkluderer derfor med at akkumulering av PCDF/D fra byttedyr er langt viktigere enn akkumulering via vannet for fisk i Frierfjorden og fjordområdet utenfor.

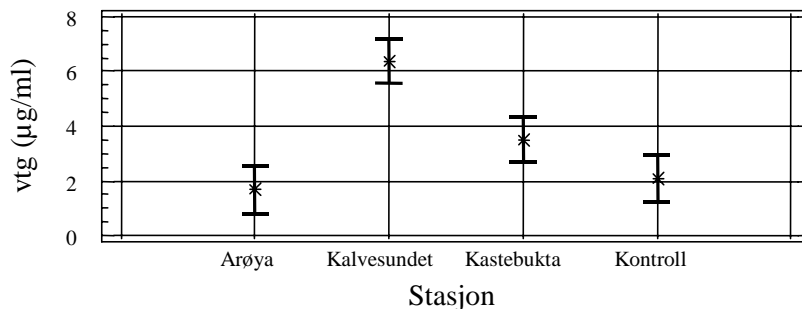
3.5 Biomarkøranalyser

For å påvise eventuelle responser av miljøgifteksponering ble det gjennomført biomarkøranalyser på forsøksfisken. En mer omfattende studie av biomarkører i villfisk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden er imidlertid også gjennomført (Hylland et al. 2004) og det henvises til denne for en bredere diskusjon. Her presenteres i hovedsak resultatene fra burforsøkene.

3.5.1 Vitellogenin

Vitellogenin (VTG) vil øke i hanner og umoden (juvenil) hunnfisk ved belastning med østrogen-lignende stoffer i miljøet. Dioksiner og furaner er ikke østrogene, men kan være anti-androgene og anti-østrogene. Resultatene funnet her viser en signifikant økning av vitellogenin i plasma hos fisk holdt i Kalvsundet sammenlignet med fisk holdt i de andre to områdene og kontrollen (**Figur 49**). Tidligere undersøkelser har vist at sult ikke påvirker vitellogenin-responsen hos juvenil torsk i vesentlig grad (Hylland, egne obs.). Det synes derfor å være en påvirkning med miljø-østrogener på torsk holdt i Kalvsundet, men dette er neppe dioksiner eller furaner. Kilden til en slik påvirkning er ikke kjent.

Villfisk fra Frierfjorden er imidlertid mesteparten av året vist å ha noe høyere plasma vitellogenin enn fisk fra Eidangerfjorden (Hylland et al. 2004).



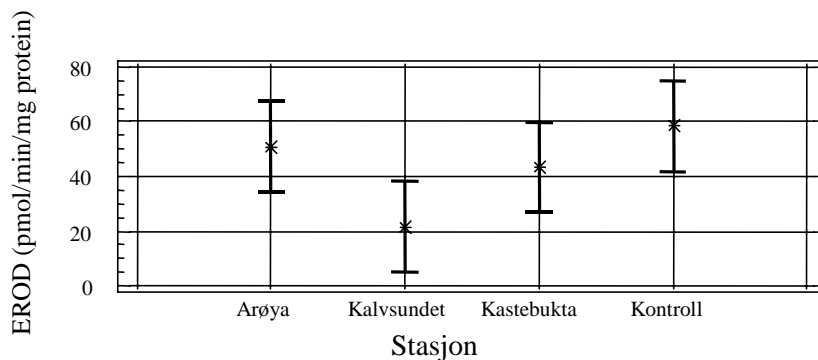
Figur 49. Vitellogenin i kontroll-torsk og i torsk holdt i bur på de angitte stasjonene. Verdiene er gitt som gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall.

3.5.2 EROD

Dioksiner er kanskje den gruppen miljøgifter som har sterkest effekt på cytokrom P4501A hos fisk (Eggens, 1996). I tidligere undersøkelser har det blitt funnet klare forskjeller mellom villfisk innsamlet i Frierfjorden sammenlignet med villfisk fanget lenger ut i fjord-systemet og i et referanse-område (Hylland et al., 1996). I dette forsøket ble det ikke funnet forskjeller mellom fisk holdt i ulike områder (Figur 50). Det er ikke klart hvorfor det synes å være lavere EROD i fisk holdt i bur på stasjonen i Kalvsundet. All torsk som ble holdt i bur forbrukte fett fra leveren i løpet av eksponeringsperioden, noe som vil kunne føre til økt eksponering for miljøgifter assosiert med fett. Det var imidlertid bare små forskjeller mellom de tre stasjonene i så henseende.

Som det vil framgå ovenfor synes ikke fisken i dette forsøket å ha bli eksponert for høye nivåer av dioksiner og furaner (lav akkumulering). Det var altså ikke tilstrekkelig dioksiner eller furaner i vannet til å gi induksjon (økning) av cytokrom P4501A aktivitet i torsk holdt i bur. I vill torsk ble det imidlertid observert klart høyere konsentrasjoner av PCDD/F enn i forsøksfisken fra burene og samtidig også konsistent høyere EROD-aktivitet i torsk fra Frierfjorden sammenlignet med Eidangerfjorden (Hylland et al 2004).

Det har tidligere vært funnet en omvendt (invers) sammenheng mellom østrogen-responser (vitellogenin) og cytokrom P4501A i juvenil fisk (Hylland, egne obs.), trolig forårsaket av "cross-talk" mellom reseptoren som regulerer cytokrom P4501A syntese (Ah) og østrogen-reseptoren (ER). Det kan se ut som om den noe lavere EROD-aktiviteten funnet i torsk holdt i Kalvsundet (Figur 50) er knyttet til eksponering for miljø-østrogener i det området (se Figur 49).

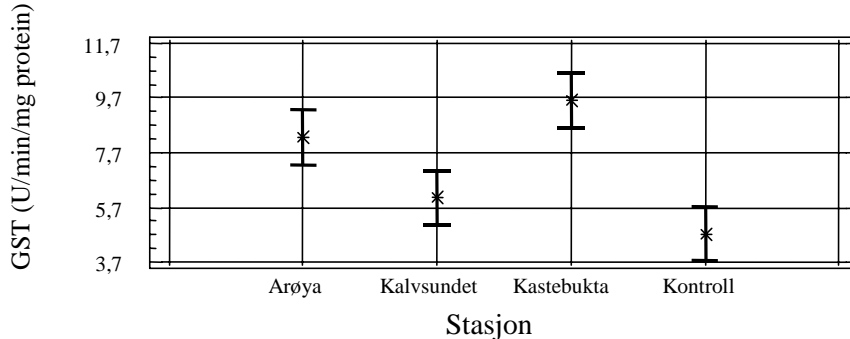


Figur 50. Aktiviteten av cytokrom P4501A, målt som EROD (etoksyresorufin *O*-deetylase) i kontroll-torsk og i torsk holdt i bur på de angitte stasjonene. Verdiene er gitt som gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall.

3.5.3 Glutathion *S*-transferase (GST) og glutathion reduktase (GR)

Det er høye konstitutive nivåer (basisnivåer) av glutathion *S*-transferase i lever hos fisk og det skal derfor sterk påvirkning for å forårsake en endring. Det ble likevel observert signifikante forskjeller mellom de eksponerte fiskene i dette studiet (Figur 51). Den høyeste aktiviteten ble igjen sett i Frierfjorden, som i undersøkelsen av vill-fisk i 1996 (Hylland et al., 1997). Også noen av komponentene i GST-systemet vil reguleres av Ah-reseptoren og den noe lavere aktiviteten i fisk fra Kalvsundet kan forklares ved nedregulering på grunn av miljø-østrogener (se ovenfor).

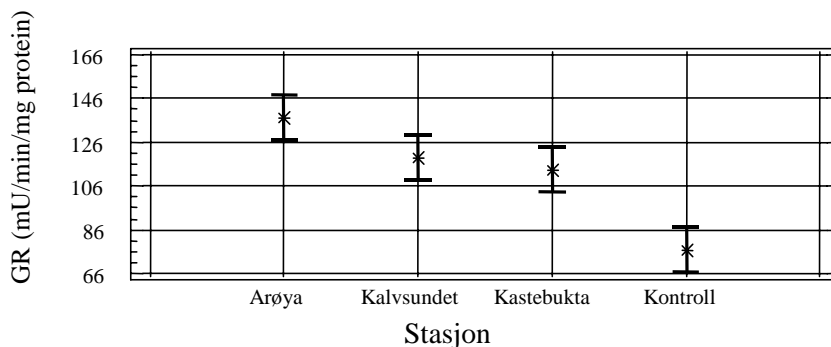
I vill torsk fra fjordsystemet ble det observert generelt lavere GST aktivitet enn i fisken fra burforsøkene (Hylland et al. 2004). Villfisken fra Frierfjorden viste i april lavere GST aktivitet enn fisk fra Eidangerfjorden, mens det motsatte ble observert i November.



Figur 51. Glutation S-transferase (GST) i kontroll-torsk og i torsk holdt i bur på de angitte stasjonene. Verdiene er gitt som gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall.

Det var klar økning i glutatjon reduktase (GR) i alle fisk holdt i bur i forhold til kontrollfisken. Det var også en signifikant forskjell i aktivitet mellom fisken fra Kastebukta og Arøya (**Figur 52**). Andre data (se ovenfor) har vist at leversomatisk indeks og leverfett-nivået sank i alle burfisk under eksponeringen. Dette kan føre til økt forbruk av glutatjon på grunn av endret endogen metabolisme (sult). Det er ikke kunnskap om hvis og hvordan GR hos fisk påvirkes av sult. Det er ikke mulig å skille eventuell miljøgift-eksponering fra effekter av sult på GR-responsen i dette arbeidet.

I moden vill torsk ble det bare observert små, men signifikante forskjeller i GR-aktivitet mellom fisk fanget i Frierfjorden og Eidangerfjorden (Hylland et al. 2004). De laveste nivåene ble observert i Eidangerfjorden.

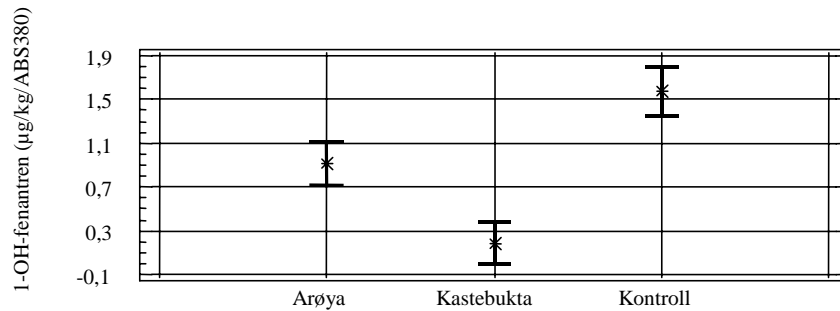


Figur 52. Glutation reduktase (GR) i i kontroll-torsk og i torsk holdt i bur på de angitte stasjonene. Verdiene er gitt som gjennomsnitt og 95 konfidensintervall.

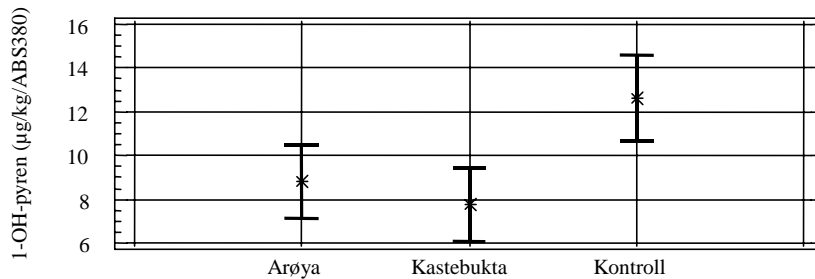
3.5.4 PAH-metabolitter (HPLC)

Tidligere har industrien (Eramet) gitt betydelige utslipp av PAH til Frierfjorden. Idag er det imidlertid ikke kjent betydelige kilder til PAH-eksponering i Grenlandsfjordene utover at en har en betydelig skipstrafikk som kan generere noe PAH-eksponering. I 2001 var det et betydelig uhellsutslipp av olje til fjordområdet ved Brevik. Det er derfor av interesse å ha kunnskap om eventuell PAH påvirkning i

fjordsystemet. I tillegg vil en PAH påvirkning kunne påvirke tolkningen av andre biologiske responser. Resultatene tyder på at det er lav eksponering for PAH i fjordsystemet (**Figur 53, Figur 54**).



Figur 53. Hovedmetabolitten av fenantren i galle fra kontroll-torsk og i torsk holdt i bur på de angitte stasjonene. Verdiene er gitt som gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall..



Figur 54. Hovedmetabolitten av pyren i galle fra kontroll-torsk og i torsk holdt i bur på de angitte stasjonene. Verdiene er gitt som gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall..

4. Konklusjoner og avsluttende kommentarer

I denne rapporten har vi på teoretisk grunnlag og på bakgrunn av resultatene fra opptaksforsøkene og konsentrasjoner av PCDF/D i byttedyr belyst betydningen av opptak via føde (bioakkumulering) og via vann (biokonsentrasjon) for akkumulering av PCDF/D i torsk.

I utgangspunktet tilsier de høye log K_{ow} verdier for PCDF/D (6,5-8,75) at opptaket via føde skulle være viktig. Også forholdet mellom konsentrasjon av PCDF/D i føde og i vann i resipienten ($C_{føde}/C_{vann}$ -forholdet) tilsier i hovedsak at opptaket via føde skulle være viktig.

Burforsøkene i seg selv tyder også på at akkumulering via vann i Kastebukta og i fjordområdet utenfor er av mindre betydning enn opptak via byttedyr.

Hovedkonklusjonen blir derfor: *Akkumulering av PCDF/D fra byttedyr er langt viktigere enn akkumulering via vannet direkte for fisk i Frierfjorden og i fjordområdet utenfor (Breviksfjorden/Eidangerfjorden)*

I den situasjonen som vi nå er i, hvor primærutslippene har stoppet opp, antas vannkonsentrasjonen, i alle fall i overflatelaget, å bli redusert fortere enn konsentrasjoner i sedimentet og bunnlevende byttedyr. Dette betyr at betydningen av akkumulering via vann minskes ytterligere.

Er det betydelig usikkerhet knyttet til vår hovedkonklusjon?

I utgangspunktet kunne en tenke seg at stor dødelighet under forsøkene ville kunne gi et skjevt bilde av graden av PCDF/D-akkumulering. Det var imidlertid lav dødelighet blant forsøksfisken slik at innvendinger relatert til dødelighet kan utelukkes.

Fisken kunne ha fått i seg PCDF/D-kontaminerte byttedyr som måtte ha kommet inn i burene. Dette ville kunne tolkes som at opptaket via vann var større enn i virkeligheten. På grunnlag av observert vektreduksjon og lavt akkumulering har dette mest sannsynlig ikke funnet sted i våre forsøk og ville, dersom uoppdaget, i tilfelle ha begunstiget en konklusjon motsatt av det vi har kommet frem til og svekker derfor ikke vår hovedkonklusjon.

Det knytter seg stor usikkerhet til de konsentrasjoner av PCDF/D som opptrer i vann (C_{vann}) i fjordområdet og hva de egentlig representerer. Beregninger av vannkonsentrasjonen basert på analyse av SPMDer tyder på høyere konsentrasjoner enn de som fremkommer ved analyse av oppsamlet PCDF/D i polyuretanpropper (PUF) som igjen er høyere enn det en kommer frem til ved å korrigere sistnevnte resultater for sot-karbon. Det er antagelig kun de sot-karbon korrigerede verdier som gir den virkelig løste konsentrasjonen. Imidlertid skulle også SPMD-metoden i utgangspunktet belyse konsentrasjonen av løst PCDF/D. I vurderingene av $C_{føde}/C_{vann}$ -forholdet har en imidlertid lagt mindre vekt på de konsentrasjonsberegninger som er gjort på grunnlag av SPMD-dataene fordi en antar at opptaksratene som er benyttet i beregningene i betydelig grad overestimerer den løste fraksjonen og dermed gir for lave $C_{føde}/C_{vann}$ -forhold. De betraktninger som vi har gjort rundt $C_{føde}/C_{vann}$ -forholdet er derfor usikre, særlig de som er basert på analyse av PCDF/D i SPMDer. Beregninger av vannkonsentrasjonen basert på analyse av SPMDer gir noe lavere $C_{føde}/C_{vann}$ -forhold enn de som bergnes på grunnlag av analyse av polyuretanpropper. Dersom de konsentrasjoner som er beregnet på bakgrunn av SPMD-analysene mot formodning skulle være riktige skulle dette alene tilsi at også opptak via vann direkte kan ha større betydning enn det vår hovedkonklusjon tilsier.

Det knytter seg stor usikkerhet til hvilken akkumulasjonseffektivitet (mengden PCDF/D som tas opp i tarmen i forhold til det som er i de konsumerte byttedyr) som er mest realistisk å benytte ved opptak av PCDF/D via tarm. Dersom akkumulasjonseffektiviteten er svært lav begunstiger dette opptak via vann i forhold til via føde. Selv med det vi antar er en relativ lav akkumuleringseffektivitet vil opptaket via føde dominere så lenge fisken spiser byttedyr som inneholder tilsvarende PCDD/F-konsentrasjoner som i strandkrabbe og børstemark fra Frierfjorden.

Lenger inn i fjorden der vannkonsentrasjonen eventuelt er høyere enn ved Kastebukta vil akkumulering via vann øke. I en likevektsituasjon vil imidlertid også byttedyrkonsentrasjonen også øke slik at den relative betydning av de to kildene rent teoretisk skulle bibeholdes.

Effekter

For å påvise eventuelle responser av miljøgifteksponering ble det gjennomført biomarkøranalyser på forsøksfisken. Ingen klare effekter knyttet direkte til dioksiner eller furaner kunne observeres i torsk holdt i bur i fjordsystemet. Det var imidlertid noe økning i glutation *S*-transferase som ikke kunne forklares med utgangspunkt i andre observasjoner. Resultatene tyder også på en påvirkning av miljøøstrogener i Kalvsundet, men kilden er ukjent.

En mer omfattende studie av biomarkører i villfisk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden er gjennomført (Hylland et al. 2004) og det henvises til denne for en bredere diskusjon. Her vil en nøye seg med å nevne at det i vill torsk ble observert klart høyere konsentrasjoner av PCDD/F enn i forsøksfisken fra burene og det ble også observert konsistent høyere EROD-aktivitet i torsk fra Frierfjorden sammenlignet med Eidangerfjorden (Hylland et al 2004). Det var altså ikke tilstrekkelig dioksiner eller furaner i vannet til å gi induksjon (økning) av cytokrom P4501A aktivitet i torsk holdt i bur.

Har resultatene noen praktiske konsekvenser?

Fra et praktisk synspunkt betyr resultatene at vandrende fisk, som kommer utenfra og inn i Grenlandsfjordene fra ikke-forurensede områder, ikke akkumulerer vesentlige mengder PCDF/D så lenge de ikke spiser forurensede byttedyr fra fjordområdet. Imidlertid slutter ikke fisk å ernære seg når de kommer inn i fjordområdet. I praksis kan dette bety at selv om opptak via vann er av mindre betydning så vil en kunne oppnå relativt høye PCDF/D-konsentrasjoner i fisk som kommer inn i fjorden utenfra for å beite. Dette forutsetter imidlertid at de spiser PCDF/D-kontaminerte byttedyr. De data en nå har tyder på at en, i alle fall inntil nylig, har hatt betydelige PCDF/D-konsentrasjoner i både bentiske og pelagiske byttedyr fra fjordområdet (Berge et al. 2004). Når primærutslippene nå har stoppet opp kan det tenkes at konsentrasjonen i de øvre vannlag, med de pelagiske byttedyr som måtte befinne seg der, blir redusert raskere enn nær bunnen hvor de bunnlevende byttedyr har kontakt med forurensede sedimenter. En kan derfor forvente at en fremtidig migrasjon av fisk utenfra til Frierfjorden vil gi en mindre økning i PCDF/D konsentrasjonen i pelagiske fisk enn i bunnlevende fisk.

5. Referanser

- Ahlborg, U.G., Håkansson, H., Wårn, F., Haneberg, A., 1988. Nordisk dioxinriskbedømning. Miljørapport 1988: 7 (NORD:49) fra Nordisk Ministerråd, København. 129s + bilag. ISBN (DK) 87-7303-100-2, ISBN (S) 91-7996-054-5.
- Berge, J.A. og Knutzen, J., 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. Rapport 3. Eksperimentelt opptak av persistente klororganiske forbindelser og kvikksølv i skrubbe og krabbe, opptak/utskillelse i blåskjell og registrering av miljøgiftinnhold i bunndyr fra Frierfjorden og Breviksfjorden. NIVA-rapport nr. 2573, 143 s.
- Bergstad, O.A. og Knutsen, J.A. (in prep.). Næringsvalg til torsk, skrubbe og ørrett og pelagisk fisk i Grenlandsfjordene 200-2991., Fisken og Havet
- Berge, J.A., Aspholm, O., Bergstad, O.A., Hylland, K. Knutsen J.A., Ruus, A., Schlabach, M. 2004. Fisk og byttedyr fra Grenlandsfjordene - Datarapport for analyse av fett, PCDF/D, n. o. PCB, PCN og stabile isotoper av nitrogen og karbon ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$). NIVA-rapport nr. 4795, 255s.
- Cribb, A.E., Leeder, J.S., Spielberg, S.P., 1989. Use of microplate reader in an assay of glutathione reductase using 5, 5'-dithiobis(2 nitrobenzoic acid). Anal. Biochem. 183, 195-196.
- Eggens, M.L., 1996. Cytochrome P4501A induction in North Sea flatfish as a biomarker of exposure to dioxin-type compounds. Ph.D. avhandling, Utrecht, Nederland.
- Habig, W.H., Pabst, M.J. and Jakoby, W.B. (1974) Glutathione S-transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. J.biol.Chem. 249, 7130-7139.
- Hylland, K., Bakke, T., Förlin, L., 1997. Overvåking av effekter av miljøgifter på blåskjell og torsk fra Grenlandsfjordene 1996. SFT-rapport 714/97, TA 1486/97, NIVA-rapport 3763-97, 28 s.
- Hylland, K., Berge, J.A., Goksøyr, A., Pettersen, O., Sætre, T., Efraimsen, H., 1998. Effekter av østrogen-lignende stoffer i norske kystfarvann. NIVA-rapport 3668, 71 s.
- Hylland, K., Braaten, B., 1996. Kartlegging av mulige østrogenlignende effekter i miljøet i Norge. NIVA-rapport 3422-96, 44 s.
- Hylland, K., Aspholm, O.Ø., Knutsen, J.A. og Ruus, A., 2004. Biomarker responses in fish from Frierfjord and Eidanger. NIVA-rapport 4857, 43 s.
- Knutzen, J. Biseth A., Brevik, E., og Schlabach, M., 1995. Innledende forsøk med utskillelse av polyklorete/dibenzo-p-dioksiner, heksaklorbenzen, oktaklostyren og dekabifenyyl hos torsk (*Gadus morhua*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) fra Frierfjorden. NIVA-rapport nr. 3328, 73s.
- Knutzen, J., Bjerkeng, B., Green, N.W., Kringstad, A., Schlabach, M. og Skåre, J.U., 2001. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2000. NIVA-rapport nr. 4452, 230s.
- Madenjian, C.P., O'Connor, D.V. and Nortrup, D.A., 2000. A new approach towards evaluation of fish bioenergetics models. Can. J. Fish Aquat. Sci., 57, 1025-1032.

Næs, K., 1999. Overvåking av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997., NIVA-rapport nr. 4066, 146s.

Opperhuizen, A. and Sijm, D.T.H.M., 1990. Bioaccumulation and biotransformation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofuranes in fish. *Environ Toxicol Chem.* 9, 175-186.

Persson, J., Ishaq, R., Broman, D. og Naes, K. 2001. Results from PCDF/D analysis of SPMDs deployed in Skienselva, Norway, February 2001. Upublisert notat , 9s.

Persson, J, Gustavsson, Ö., Bucheli, T.D., Ishaq, R., Næs, K., and Broman, D. 2002. Soot-Carbon influenced distribution of PCDF/Ds in the marine environment of the Grenlandsfjords, Norway. *Environ.Sci. Technol.* 36, 4968-4974.

Rantalainen, A.-L., Ikonou, M., G. og Rogers, I.H, 1998. Lipid-containing semipermeable membrane devices (SPMDs) as concentrators of toxic chemicals in the lowr Fraser River, Vancouver, British Columbia. *Chemosphere*, 37, 1119-1138.

Rantalainen, A.-L., Cretney, W. og Ikonou, M.G.. 2000. Uptake rates of semipermeable membrane devices (SPMDs) for PCDDs, PCDFs and PCBs in water and sediment. *Chemosphere*, 40, 147-158.

Ruus, A., Hylland, K., Green, N., 2003. Biological effects methods, Norwegian monitoring 1997-2003. SFT-rapport 869/03, TA 1948/2003, NIVA-rapport 4649-2003, 137 s.

Næs, K., 1999. Overvåking av miljøgifter i sediment i Grenlandsfjordene 1997. NIVA-rapport nr. 4066, 146s.

Qiao, P., Gobas, F.A.P.C., Farrell, A.P., 2000. Relative contribution of aqueous and dietary uptake of hydrophobic chemicals to the body burdon in juvenile Rainbow trout. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 369-377.

Scott, A.P., Hylland, K., 2003. Biological effects of contaminants: radioimmunoassay (RIA) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) techniques for the measurement of marine fish vitellogenins. *ICES Tech. mar. environ. Sci.*, no. 31, 20 s.

6. Vedlegg

Vedlegg A. SPMD og uttak av triolein

Generelt:

Mange organiske miljøgifter er løselige i fett. En type passive prøvetakere som benevnes som SPMD'er (Semi Permeable Membran Devices) benytter seg av denne egenskapen. En SPMD består av en tynn pølseformet membran fylt med en olje. Membranen har porer (diameter på ca 10 Å) som slipper gjennom miljøgifter som er løst i vannet. Oljen tar opp og lagrer mange typer organiske forbindelser. Etter at ekstraksjonspølsene har hengt ute en uke til en måned i det vannet man vil teste, kan oljen analyseres for aktuelle miljøgifter. Metoden er egnet for å belyse forekomst av fettløselige miljøgifter i vann. SPMD gir et bilde av gjennomsnittlig miljøgiftinnhold i vannet i måleperioden og metoden har vist seg særlig egnet for å påvise diffuse kilder som avrenning fra forurenset grunn og strandkantdeponier.

Leverandøren oppgir at hver SPMD er fylt med 1.0 ml triolein. Denne fettmengden er jevnt fordelt over SPMDen som er en flattrøkt polyetylen "pølse" som er 100 cm lang og har en bredde på 2.5 cm. NIVA har konstruert en liten "klesrulle" som klarer å klemme ut ca 70 % av trioleinet fra SPMDen etter eksponering.

Klemming:

Ved å analysere kun trioleinet vil vi få et mål på hvor mye og hvilke komponenter som kan gå fra vann over polyetylen og oppkonsenteres i triolein. Vi betrakter mengden av POPs i trioleinen som et mål POPs biotilgjengelighet, slik at bruk av SPMDer med triolein kan oppfattes som en modell for relativt opptak av persistente fettløselige miljøgifter i biologisk materiale. SPMDer har til nå vist seg som et nyttig verktøy for studier av relative konsentrasjonsforskjeller relatert til punktkilder i innsjøer og fjorder. (Brevik et al 2001, Følsvik et al. 2002, Følsvik et al. 2002), men kan også benyttes til beregning av gjennomsnittlig vannkonsentrasjon.

Mengden triolein som ble klemmt ut av hver SPMD som ble benyttet i denne undersøkelse ses i Vedleggstabell A1.

Uttak av triolein (klemming):

1. Trioleinen blir overført i brente og merkede prøveglass. Prøveglassene er merket med samme prøvekaraktistikk som angitt på AI-boksene hvor SPMDene oppbevares etter eksponering.
2. Alle vekter er av glass med etikett, men **uten** skrukork.

Kommentar/forslag til opparbeiding:

1. Ved bestemmelse av dioksiner oversendes triolein-fasen til NILU
2. Opprensing med GPC og bestemmelse av PAH-komponenter og andre syre-nedbrytbare POPs utføres på NIVA

Vedleggstabell A1. SPMDer analysert for PCDF/D. Vekten av trioleinen klemmt ut av hver SPMD er vist.

	Dato	Stasjons navn	SPMD nr.	Vekt av triolein i prøve (g)
1	06.03.2002	Arøya	1	0,57
2	06.03.2002	Arøya	2	0,40
3	06.03.2002	Arøya	3	0,60
4	22/1 og 6/3-02	Arøya	Felt kontr.	0,63
5	06.03.2002	Kalvsundet	1	0,67
6	06.03.2002	Kalvsundet	2	0,61
7	06.03.2002	Kalvsundet	3	0,67
8	22/1 og 6/3-02	Kalvsundet	Felt kontr.	0,68
9	06.03.2002	Kastebukta	1	0,65
10	06.03.2002	Kastebukta	2	0,65
11	06.03.2002	Kastebukta	3	0,56
12	22/1 og 6/3-02	Kastebukta	Felt kontr.	0,64
13	05.03.2002	Norrøna	1	0,62
14	05.03.2002	Frednes bunn	1	0,63
15	05.03.2002	Frednes bunn	2	0,53
16	05.03.2002	Frednes bunn	3	0,68
17		Frednes bunn	Luft kontr.	0,65
18	05.03.2002	Frednes overflate	1	0,61
19	05.03.2002	Frednes overflate	2	0,66
20	05.03.2002	Frednes overflate	3	0,64

Referanser:

E.M. Brevik, N. Følsvik, J. Knutzen, L. Lien og B. Andresen : Bruk av passive vannprøvetakere til kartlegging av punktkilder for persistente klorerte miljøgifter med DDT som modellsubstans. Mars 2001. NIVA-rapport 4134-99, 51 sider. ISBN 82-577-3744-5.

N. Følsvik, E.M. Brevik and J.A. Berge: Monitoring of Organotin Compounds in Seawater using Semipermeable Membrane Devices (SPMD`s) – Tentative Results. J. Environ. Monit. 2, 281-284 (2000)

N. Følsvik, E.M. Brevik and J.A. Berge: Organotin Compounds in a Norwegian Fjord. A comparison of levels in Semipermeable Membrane Devices (SPMDs), Water Samples and Mussels. (Akseptert jan. 2002)

Vedlegg B. Lenge og vekt av forsøksfisk

Prøver fra start av forsøket

Grenland (22090-31) DIG-3 (Torsk).				
Null-prøver: Kontroll				
Fisk nr.	Lengde (cm)	Vekt (g)	Levervekt (g)	Merknader
1	41	592	6,3	
2	37,5	441	7,1	Ikke galle. Litt hemolyse.
3	38,5	416	5,6	
4	37	390	6,7	
5	34,5	353	4,3	Halen slitt bort.
6	27,5	171	2,8	
7	37	407	4,7	
8	35	377	7,3	Ikke noe særlig galle. Litt hemolyse.
9	37,5	506	15,3	
10	33	295	7,7	Ikke galle. Slitt bort halve halen.
11	40	551	9,3	Hadde stor gjellemark.
12	38	507	8,7	
13	29	188	2,2	
14	34	312	5,4	
15	38,5	459	5,4	
16	31	248	3	Lite galle. Store grønne felter på leveren.
17	38	381	3,3	
18	38	523	7,2	
19	39	523	10,6	
20	34	381	7,4	Deformert ryggrad (bølgete).

Andre Merknader:

Når lever til EROD ble tatt ut: Tok ca. 1 g av lengste lobe.

Stasjon 1 - Kalvsundet									
Fisk nr.	Stasjon	Vekt start (g)	Lengde cm	Vekt slutt (g)	Lengde cm	Lever vekt	Merknader	Vekt red. (%)	Dioksin prøve nr.
1	1	456	36	378	35,5	5,5	Kanskje litt galle på lever	20,63	ut
2	1	654	41	579	41,5	4	Hann	12,95	4
3	1	366	35	342	35,2	2,1	Hann	7,02	4
4	1	316	33	250	33	2,1	Hann	26,40	4
5	1	496	37	393	37,5	3,1	Kanskje litt galle på lever	26,21	ut
6	1	258	31	205	31,3	1,9	Hann	25,85	5
7	1	292	32	200	32	2		46,00	ut
8	1	408	35	411	36	6,2		-0,73	ut
9	1	414	35,5	349	36	2,1	Hunn	18,62	6
10	1	300	33	256	32,5	2	Hunn	17,19	5
11	1	564	38	468	38,5	3,4	Hunn	20,51	6
12	1	468	40	466	40	3,4	Hunn	0,43	ut
13	1	360	32	281	32	4,9	Hann	28,11	5
14	1	400	35	306	34,5	2,5	Hunn	30,72	6
15	1	472	38	385	38	2,5	Hunn	22,60	6
16	1	426	36	304	36	2,5	Hunn	40,13	ut
17	1	322	33	277	33	3,1	Hann	16,25	4
18	1	534	38	454	37,6	5,3	Hunn	17,62	4
19	1	401	35	332	35	3,2	Hann	20,78	5
20	1	304	33	249	32,5	1,7	Hann	22,09	6
21	1	372	33	283	33,5	3,2	Hann	31,45	5
		8583		7168				19,74	
Gjennomsnitt		408,714	35,214 3	341,333	35,2905	3,1762		21,46862	

Stasjon 2 - Arøya									
Fisk nr.	Stasjon	Vekt start gr	Lengde cm	Vekt slutt gr	Lengde cm	Lever vekt	Merknader	Vekt red. (%)	Dioksin prøve nr.
1	2	440	38	407	38	2,6	Hann	8,11	7
2	2	534	42	442	41,5	4,2	Hann, gyteklar?	20,81	ut
3	2	474	37	391	37,5	3,8	Hann	21,23	
4	2	334	33	292	33	2,6	Hann	14,38	7
5	2	428	36	332	34,5	3	Hunn	28,92	
6	2	560	38	448	38	4,7	Hunn	25,00	9
7	2	424	34	310	34	2,4	Hann	36,77	9
8	2	274	32	219	31,5	2,1	Hann	25,11	8
9	2	580	42	519	43,5	4,5	Hunn	11,75	7
10	2	302	32	280	32,5	1,9	Hunn	7,86	8
11	2	704	41	599	41,5	5,5	Hann	17,53	9
12	2	498	37	382	37	5,6	Hunn	30,37	9
13	2	488	37	425	37,5	4,6	Hann	14,82	9
14	2	456	36	405	35,5	3,9	Hunn	12,59	
15	2	258	32	215	32	2,7	Hann. Ingen galle	20,00	ut
16	2	240	30	206	30,5	2,3	Hunn	16,50	8
17	2	580	40	439	40	3,3	Hann	32,12	7
18	2	276	32	244	32	2,7	Hann	13,11	8
19	2	402	37	322	36,5	2,5	Hunn, mulig galle på lever	24,84	ut
20	2	318	34	277	34	2,1	Hunn	14,80	
21	2	406	34	331	35	2,8	Hunn	22,66	
22	2	314	34	272	33,5	2,4	Hann	15,44	8
23	2	440	35	326	35	3,2	Hann	34,97	7
		9730		8083				20,38	
Gjennomsnitt		423,043	35,782 6	351,435	35,8261	3,2783		20,42232	

Stasjon 3 - Kastebukta									
Fisk nr.	Stasjon	Vekt start gr	Lengde cm	Vekt slutt gr	Lengde cm	Lever vekt	Merknader	Vekt red. (%)	Dioksin prøve nr.
1	3	584	38	463	38,5	3,5	Hann	26,13	12
2	3	580	39	465	39	3,6	Hann	24,73	10
3	3	452	36	361	36,5	2,5	Hann	25,21	10
4	3	198	29	155	29	1,2	Hann	27,74	12
5	3	642	40	502	40,5	5,5	Hann	27,89	11
6	3	532	39	430	39	3,7	Hann	23,72	10
7	3	508	37	403	37	3,3	Hunn	26,05	10
8	3	746	40	621	41	5	Hunn	20,13	11
9	3	342	32	225	31,5	1,7	Hunn	52,00	ut
10	3	560	38	490	38,5	4,8	Hunn	14,29	12
11	3	670	43	590	42,5	5,2	Hunn	13,56	
13	3	510	37	390	37,5	3,8	Hann	30,77	11
12	3	462	36	377	36,5	3,5	Hunn	22,55	12
14	3	420	35	328	35	3,5	Hann, Nekrose på venstre leverside	28,05	ut
15	3	568	40	471	40	4,1	Hann	20,59	11
16	3	456	36	408	37	3,5	Hunn	11,76	12
17	3	240	30	201	29,5	1,7	Hann	19,40	10
18	3	556	40	510	41	3,6	Hunn	9,02	11
19	3	560	42	470	41	3,6	Hunn	19,15	
20	3	432	36	307	35,5	2,9	Hunn	40,72	ut
21	3	610	36	370	36	2,3	Hunn	64,86	ut
		10628	37,095 2	8537				24,49	
Gjennomsnitt		506,095	37,095 2	406,524	37,2381	3,4524		26,11092	

Vedlegg C. Forsøksfisk tatt ut for diolsinanalyser

Grenland (22090-31) DIG-3 (Torsk).

Null-prøver:

Fisk nr.	Lengde (cm)	Vekt (g)	Levervekt (g)	Kjønn/	Merknader	Dioksin Prøve nr
4	37	390	6,7	Hann		1
7	37	407	4,7	Hunn		1
9	37,5	506	15,3	Hunn		1
14	34	312	5,4	Hunn		1
19	39	523	10,6	Hunn		1
Gjennomsnitt	36,9	427,6	8,54			
1	41	592	6,3	Hunn		2
6	27,5	171	2,8	Hann		2
12	38	507	8,7	Hunn		2
15	38,5	459	5,4	Hunn		2
17	38	381	3,3	Hann		2
	36,6	422	5,3			
3	38,5	416	5,6	Hann		3
5	34,5	353	4,3	Hunn	Halen slitt bort.	3
11	40	551	9,3	Hann	Hadde stor gjellemark.	3
13	29	188	2,2	Hunn		3
18	38	523	7,2	Hann		3
	36	406,2	5,72			
2	37,5	441	7,1	Hunn	Ikke galle. Litt hemolyse.	ut
8	35	377	7,3	Hann	Ikke noe særlig galle. Litt hemolyse.	ut
10	33	295	7,7	Hann	Ikke galle. Slitt bort halve halen.	ut
16	31	248	3	Hunn	Lite galle. Store grønne felter på leveren.	ut
20	34	381	7,4	Hunn	Deformert ryggrad (bølgete).	ut

Stasjon 3 -Kastebukta									
Fisk nr.	Stasjon	Vekt start gr	Lengde cm	Vekt slutt gr	Lengde cm	Lever vekt	Kjønn/Merknader	Vekt red. (%)	Dioksin prøve nr.
2	3	580	39	465	39	3,6	Hann	24,73	10
3	3	452	36	361	36,5	2,5	Hann	25,21	10
6	3	532	39	430	39	3,7	Hann	23,72	10
7	3	508	37	403	37	3,3	Hunn	26,05	10
17	3	240	30	201	29,5	1,7	Hann	19,40	10
Middel		462,4	36,2	372	36,2	2,96		23,82349	
5	3	642	40	502	40,5	5,5	Hann	27,89	11
8	3	746	40	621	41	5	Hunn	20,13	11
13	3	510	37	390	37,5	3,8	Hann	30,77	11
15	3	568	40	471	40	4,1	Hann	20,59	11
18	3	556	40	510	41	3,6	Hunn	9,02	11
Middel		604,4	39,4	498,8	40	4,4		21,68012	
1	3	584	38	463	38,5	3,5	Hann	26,13	12
4	3	198	29	155	29	1,2	Hann	27,74	12
10	3	560	38	490	38,5	4,8	Hunn	14,29	12
12	3	462	36	377	36,5	3,5	Hunn	22,55	12
16	3	456	36	408	37	3,5	Hunn	11,76	12
Middel		452	35,4	378,6	35,9	3,3		20,49454	
9	3	342	32	225	31,5	1,7	Hunn	52,00	ut
14	3	420	35	328	35	3,5	Hann, Nekrose på venstre leverside	28,05	ut
20	3	432	36	307	35,5	2,9	Hunn	40,72	ut
21	3	610	36	370	36	2,3	Hunn	64,86	ut
11	3	670	43	590	42,5	5,2	Hunn	13,56	
19	3	560	42	470	41	3,6	Hunn	19,15	

Stasjon 1 -Kalvsundet

Fisk nr.	Stasjon	Vekt start (g)	Lengde cm	Vekt slutt (g)	Lengde cm	Lever vekt	Kjønn/Merknader	Vekt red. (%)	Dioksin prøve nr.
2	1	654	41	579	41,5	4	Hann	12,95	4
3	1	366	35	342	35,2	2,1	Hann	7,02	4
4	1	316	33	250	33	2,1	Hann	26,40	4
17	1	322	33	277	33	3,1	Hann	16,25	4
18	1	534	38	454	37,6	5,3	Hunn	17,62	4
Middel		438,4	36	380,4	36,06	3,32		16,04751	
6	1	258	31	205	31,3	1,9	Hann	25,85	5
10	1	300	33	256	32,5	2	Hunn	17,19	5
13	1	360	32	281	32	4,9	Hann	28,11	5
19	1	401	35	332	35	3,2	Hann	20,78	5
21	1	372	33	283	33,5	3,2	Hann	31,45	5
Middel		338,2	32,8	271,4	32,86	3,04		24,67739	
9	1	414	35,5	349	36	2,1	Hunn	18,62	6
11	1	564	38	468	38,5	3,4	Hunn	20,51	6
14	1	400	35	306	34,5	2,5	Hunn	30,72	6
15	1	472	38	385	38	2,5	Hunn	22,60	6
20	1	304	33	249	32,5	1,7	Hann	22,09	6
Middel		430,8	35,9	351,4	35,9	2,44		22,90843	
1	1	456	36	378	35,5	5,5	Kanskje litt galle på lever	20,63	ut
5	1	496	37	393	37,5	3,1	Kanskje litt galle på lever	26,21	ut
7	1	292	32	200	32	2		46,00	ut
8	1	408	35	411	36	6,2		-0,73	ut
12	1	468	40	466	40	3,4	Hunn	0,43	ut
16	1	426	36	304	36	2,5	Hunn	40,13	ut

Stasjon 2 -
Arøya

Fisk nr.	Stasjon	Vekt start gr	Lengde cm	Vekt slutt gr	Lengde cm	Lever vekt	Merknader	Vekt red. (%)	Dioksin prøve nr.
1	2	440	38	407	38	2,6	Hann	8,11	7
4	2	334	33	292	33	2,6	Hann	14,38	7
9	2	580	42	519	43,5	4,5	Hunn	11,75	7
17	2	580	40	439	40	3,3	Hann	32,12	7
23	2	440	35	326	35	3,2	Hann	34,97	7
Middel		474,8	37,6	396,6	37,9	3,24		20,26656	
8	2	274	32	219	31,5	2,1	Hann	25,11	8
10	2	302	32	280	32,5	1,9	Hunn	7,86	8
16	2	240	30	206	30,5	2,3	Hunn	16,50	8
18	2	276	32	244	32	2,7	Hann	13,11	8
22	2	314	34	272	33,5	2,4	Hann	15,44	8
Middel		281,2	32	244,2	32	2,28		15,60642	
6	2	560	38	448	38	4,7	Hunn	25,00	9
7	2	424	34	310	34	2,4	Hann	36,77	9
11	2	704	41	599	41,5	5,5	Hann	17,53	9
12	2	498	37	382	37	5,6	Hunn	30,37	9
13	2	488	37	425	37,5	4,6	Hann	14,82	9
Middel		534,8	37,4	432,8	37,6	4,56		24,89869	
2	2	534	42	442	41,5	4,2	Hann, gyteklar?	20,81	ut
15	2	258	32	215	32	2,7	Hann. Ingen galle	20,00	ut
19	2	402	37	322	36,5	2,5	Hunn, mulig galle på lever	24,84	ut
3	2	474	37	391	37,5	3,8	Hann	21,23	
5	2	428	36	332	34,5	3	Hunn	28,92	
14	2	456	36	405	35,5	3,9	Hunn	12,59	
20	2	318	34	277	34	2,1	Hunn	14,80	
21	2	406	34	331	35	2,8	Hunn	22,66	

Vedlegg D. Oppmalt villfisk (torsk) tatt ut til dioksinanalyser

J.nr	Dato	Art	Lokalitet	Lengde	Totalvekt	Levervekt	Sex	Stadium
E20	24.05.2001	Tosk	Eidanger	39	608	9	M	2
E21	24.05.2001	Tosk	Eidanger	35,5	446	5	F	1
E22	24.05.2001	Tosk	Eidanger	39,5	565	8	F	1
E23	24.05.2001	Tosk	Eidanger	40	621	6	M	1
E24	24.05.2001	Tosk	Eidanger	37,5	537	7	M	1
F18	22.05.2001	Tosk	Frier	51,5	1203	15	M	2
F26	?	Tosk	Frier	39	560	13	M	1
F27	?	Tosk	Frier	37,5	518	6	F	1
F28	?	Tosk	Frier	47,5	986	19	M	4
F25	21.05.2001	Tosk	Frier 1	52,5	1372	23	M	7/2
				Type prøve	Fisk i blandprøve			
F33	21-21.5.2001+?	Torsk	Frier	Bl.prøve	F18F25F26F27F28			
E34	24.05.2001	Torsk	Eidanger	Bl.prøve	E20E21E22E23E24			

Vedlegg E. Metode for dioksinanalyser (NILU)

Bestemmelse av polyklorerte dibenzo-p-dioksiner, dibenzofuraner og non-orto polyklorerte bifenyler (Metode: NILU-O-1)

Uteluft og utslipp til luft, Overflate- og avløpsvann, Jord og sediment,
 Biologisk materiale, Kloakkslam, Industrielle produkter
 - Akkreditert av Norsk Akkreditering i henhold til ISO/IEC-17025 -

Forbehandling

Prøvetype	Forbehandling	Ekstraksjon
Jord, kloakkslam og sediment	Tørking ved 50 - 60° C og sikting	Soxhlet med toluen
Uteluft og utslippsprøver (Filter og adsorbenter)	Ingen	Soxhlet med toluen
Vannprøver	Surgjøring	Væske-væske ekstrakt. med toluen
Biologiske prøver	Homogenisering med Na ₂ SO ₄	Direkte eluering med sykloheksan/diklormetan

Til alle prøvetyper tilsettes det ¹³C-merkete 2,3,7,8-klorsubstituerte PCDD/PCDF og non-orto PCB-forbindelser for å kontrollere utbytte av ekstraksjon og opparbeidelse. De samme forbindelser brukes seinere som intern standard ved kvantifisering. Dette medfører at prøveresultatene er automatisk korrigert for eventuelle tap under ekstraksjon og opparbeidelse.

Opparbeidelse

For å kunne bestemme svært lave konsentrasjoner av PCDD/PCDF er det nødvendig å fjerne mest mulig av andre, forstyrrende prøvebestanddelene (matriks). Til dette brukes det et flerkolonne-system med forskjellige typer silika, alos og aktivt kull. Den rensede prøven blir oppkonsentrert til cirka 10 µl og en ¹³C-merket gjenvinningsstandard blir tilsatt.

Identifisering og kvantifisering

Bestemmelse av alle 2,3,7,8-klorsubstituerte kongenerer samt bestemmelse av totalkonsentrasjonen for hver kloreringsgrad, blir gjennomført ved hjelp av gasskromatografi koplet med høyoppløsende massespektrometri (GC/MS). Dette gir høy følsomhet og en veldig god sikkerhet mot feilidentifikasjon.

Kvalitetssikring

Følgende kvalitetskriterier blir kontrollert:

- Rene uforstyrrede massefragmentogrammer
- Korrekte retensjonstider i forhold til ¹³C-merkete isomerer
- Korrekt intensitetsforhold for M- og (M+2)-massefragmentogrammene
- Signal/støyforhold > 3:1
- Gjenvinningen av de tilsatte ¹³C-merkete internstandard komponenter ligger mellom 40 og 120 %.
- Etter seinest 15 prøver analyseres det en fullstendig metodeblindprøve. (Analyseresultater av metodeblindprøven skal være under deteksjonsgrensen eller en faktor 10 lavere enn måleresultatene.)
- Analysekvaliteten blir regelmessig testet ved hjelp av kontrollprøver, sertifiserte referanseprøver og ved deltakelse i interkalibreringer.

Vedlegg F. Rådata –PCDF/D i SPMD



Akkreditert etter ISO/IEC-17025
Test 008

Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, NO-2027 Kjeller

Målerapport nr. O-1439

Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
v/John Arthur Berge
Postboks 173 Kjelsås
0411 OSLO

Prosjektnummer: O-101108

Prøvetaking:

Sted: Grenlandsfjordene
Ansvar: Oppdragsgiver
Kommentar:

Analyser:

Utført av: Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
NO-2027 Kjeller

Målemetode: NILU-O-1 ("Bestemmelse av polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner")

Måleusikkerhet:
Kommentarer:

Godkjenning: Kjeller, 08. Mai 2002

Ole-Anders Braathen
Avd.direktør, Kjemisk analyse

Prøveinformasjon:

NILU prøvenr.	Kundens prøvemerkning	Prøvetype	Mottat	Analysert
02/371	Arøya Spmd 1, 06.03.02	Triolein	19.03.2002	21.03.-25.04.02
02/372	Arøya Spmd 2, 06.03.02	Triolein	"	"
02/373	Arøya Spmd 3, 06.03.02	Triolein	"	"
02/374	Arøya Felt kontroll, 22/1 og 6/3-02	Triolein	"	"
02/375	Kalvsundet Spmd 1, 06.03.02	Triolein	"	"
02/376	Kalvsundet Spmd 2, 06.03.02	Triolein	"	"
02/377	Kalvsundet Spmd 3, 06.03.02	Triolein	"	"
02/378	Kalvsundet Felt kontroll 22/1 og 6/3-02	Triolein	"	"
02/379	Kastebukta Spmd 1, 06.03.02	Triolein	"	"
02/380	Kastebukta Spmd 2, 06.03.02	Triolein	"	"
02/381	Kastebukta Spmd 3, 06.03.02	Triolein	"	"
02/382	Kastebukta Felt kontroll, 22/1 og 6/3-02	Triolein	"	"
02/383	Norrøna Spmd 1, 05.03.02	Triolein	"	"
02/384	Frednes bunn Spmd 1, 05.03.02	Triolein	"	"
02/385	Frednes bunn Spmd 2, 05.03.02	Triolein	"	"
02/386	Frednes bunn Spmd 3, 05.03.02	Triolein	"	"
02/387	Frednes bunn Luft kontr.	Triolein	"	"
02/388	Frednes overflate Spmd 1, 05.03.02	Triolein	"	"
02/389	Frednes overflate Spmd 3, 05.03.02	Triolein	"	"
02/390	Frednes overflate Spmd 3, 05.03.02	Triolein	"	"

Måleresultatene gjelder bare de prøvene som er analysert.

Denne rapporten skal ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning av laboratoriet

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/371

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Arøya

: Spmd 1, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,48g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446221

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	52	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD					
12378-PeCDD	< 0,50	68	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	69	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	69	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	78	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	4,48	74	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	4,48		1,07	1,07	1,32
2378-TCDF	7,46	38 (g)	0,75	0,75	0,75
SUM TCDF	14,1				
12378/12348-PeCDF	3,44		0,03	0,17	0,17
23478-PeCDF	2,01	60	1,01	1,01	1,01
SUM PeCDF	12,0				
123478/123479-HxCDF	1,80 (i)	69	0,18	0,18	0,18
123678-HxCDF	1,66	71	0,17	0,17	0,17
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	1,42 (i)	78	0,14	0,14	0,14
SUM HxCDF	5,75				
1234678-HpCDF	1,66 (i)	76	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	1,12 (i)		0,01	0,01	0,01
SUM HpCDF	2,78				
OCDF	4,14 (i)	68	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	38,8		2,41	2,54	2,54
SUM PCDD/PCDF	43,3		3,48	3,62	3,86

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

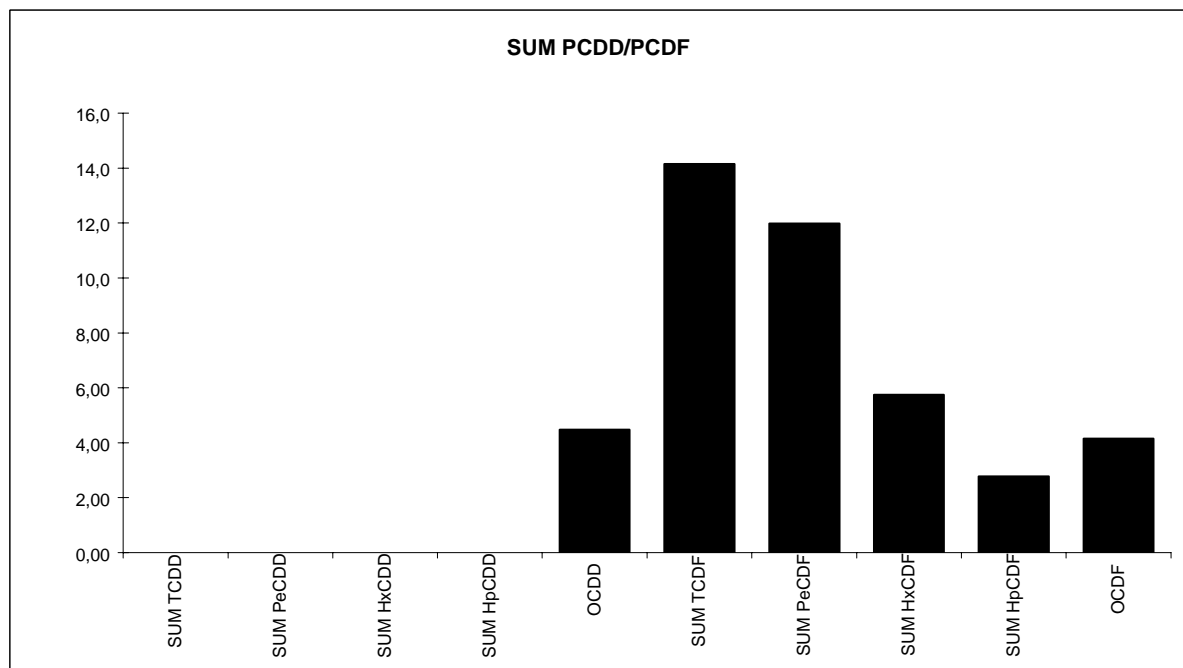
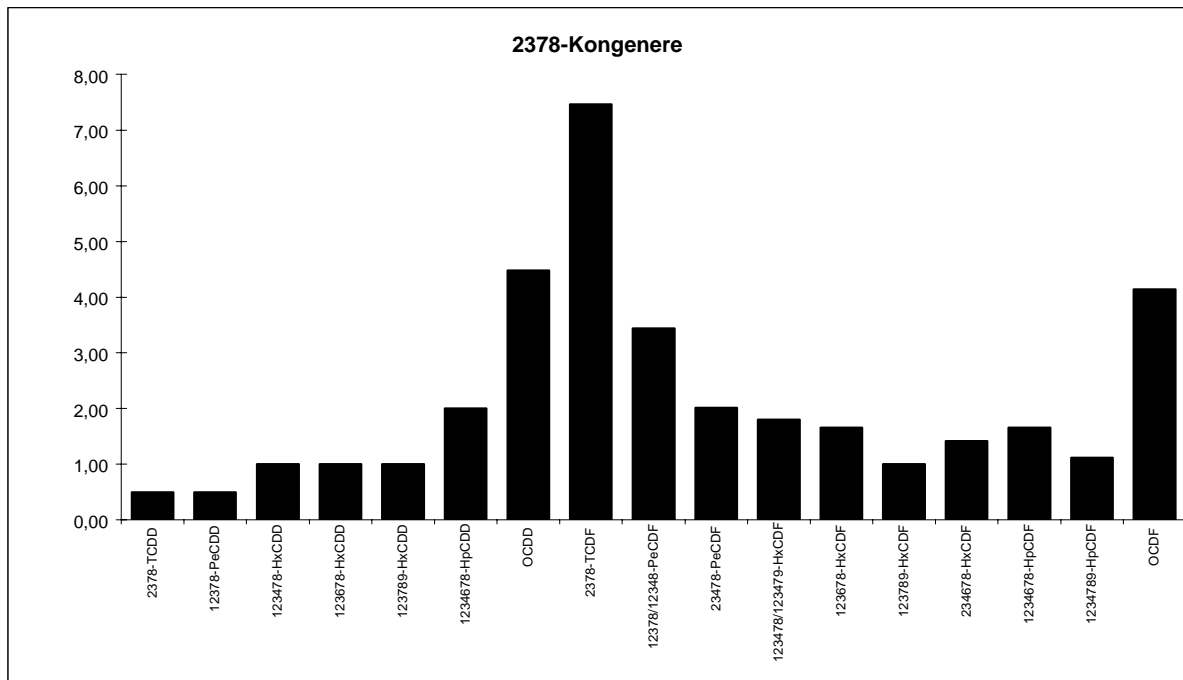
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/371



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/372

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Arøya

: Spmd 2, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,26g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA445221

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	2,23 (i)	51	2,23	2,23	2,23
SUM TCDD	10,2				
12378-PeCDD	3,21 (i)	56	1,61	1,61	3,21
SUM PeCDD	3,21				
123478-HxCDD	< 1,00	58	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	55	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	5,58 (i)		0,56	0,56	0,56
SUM HxCDD	5,58				
1234678-HpCDD	3,24 (i)	60	0,03	0,03	0,03
SUM HpCDD	3,24				
OCDD	19,2	61	0,02	0,02	0,00
SUM PCDD	41,4		4,64	4,64	6,23
2378-TCDF	10,4	44	1,04	1,04	1,04
SUM TCDF	56,6				
12378/12348-PeCDF	7,03		0,07	0,35	0,35
23478-PeCDF	4,39 (i)	55	2,20	2,20	2,20
SUM PeCDF	25,8				
123478/123479-HxCDF	5,38	55	0,54	0,54	0,54
123678-HxCDF	4,37 (i)	55	0,44	0,44	0,44
123789-HxCDF	7,51 (i)		0,75	0,75	0,75
234678-HxCDF	3,14	57	0,31	0,31	0,31
SUM HxCDF	22,5				
1234678-HpCDF	4,24 (i)	56	0,04	0,04	0,04
1234789-HpCDF	5,30 (i)		0,05	0,05	0,05
SUM HpCDF	9,54				
OCDF	12,0 (i)	63	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	126		5,46	5,74	5,73
SUM PCDD/PCDF	168		10,1	10,4	12,0

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

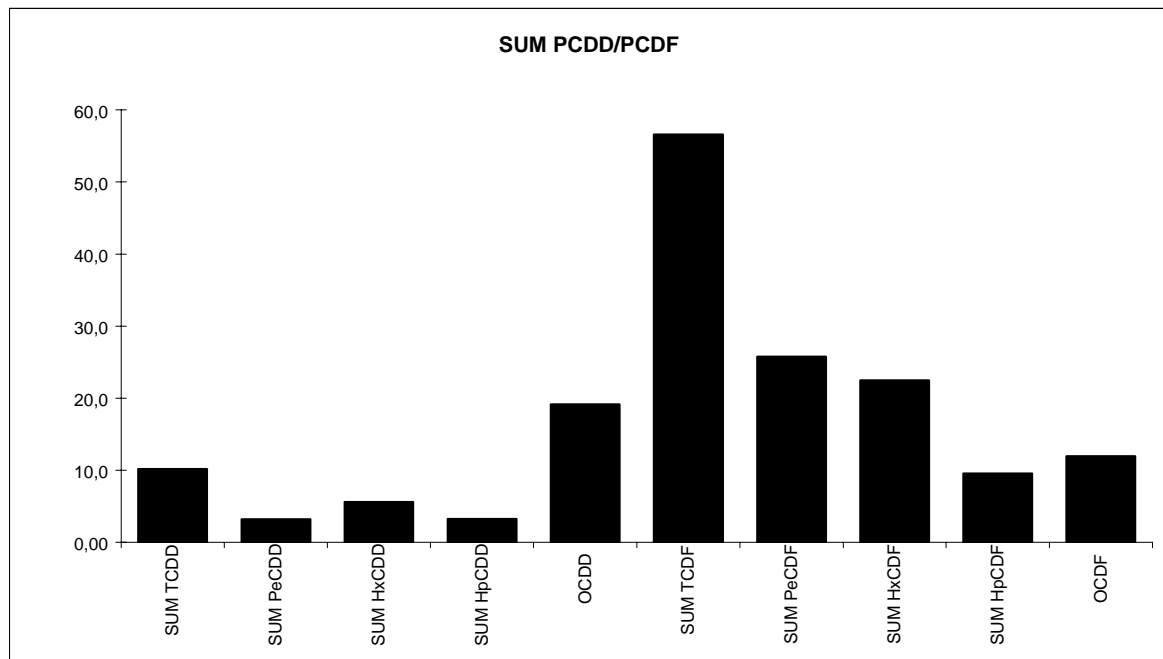
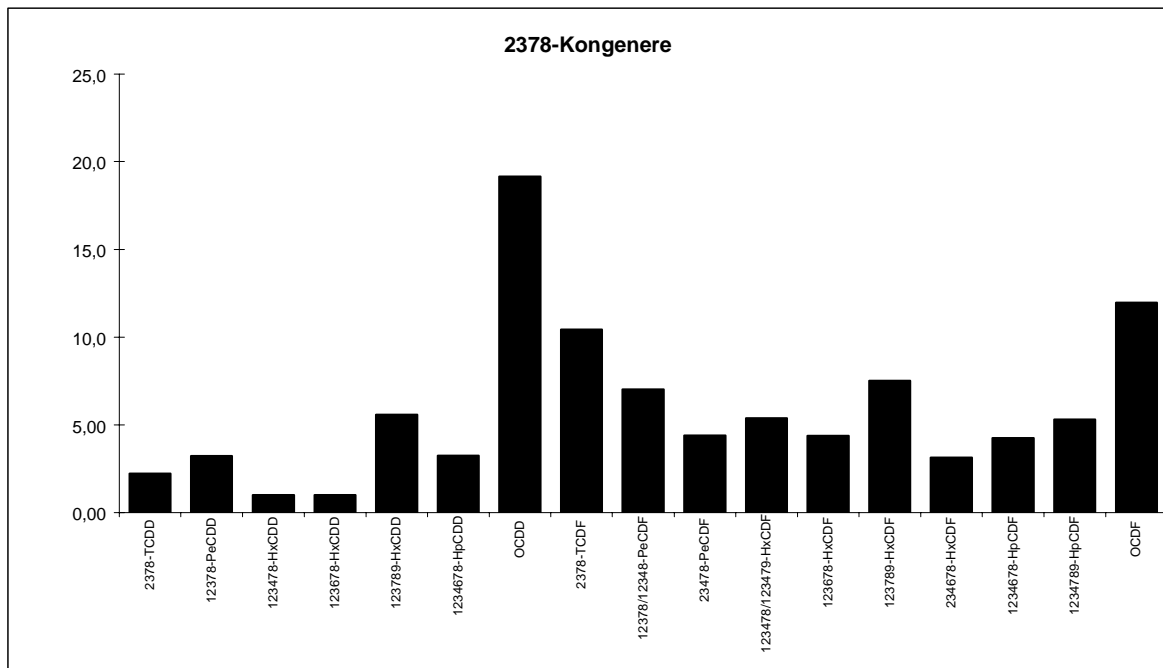
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/372



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/373

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Arøya

: Spmd 3, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,48g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA445231

Komponent	Konsentrasjon		Gjenvinning	TE(nordisk)		i-TE		TE (WHO)	
	pg/g			pg/g	pg/g	pg/g		pg/g	
2378-TCDD	<	0,50	37 (g)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD		1,42							
12378-PeCDD	<	0,50	54	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50
SUM PeCDD		1,09							
123478-HxCDD	<	1,00	55	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD		1,23	60	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
123789-HxCDD	<	1,00		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD		1,36							
1234678-HpCDD	<	2,00	70	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD									
OCDD		4,21	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD		8,08		1,10	1,10	1,10	1,10	1,34	1,34
2378-TCDF		4,21 (i)	26 (g)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
SUM TCDF		26,2							
12378/12348-PeCDF		2,74 (i)		0,03	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
23478-PeCDF		2,18	46	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
SUM PeCDF		9,54							
123478/123479-HxCDF		1,15 (i)	58	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
123678-HxCDF		0,95 (i)	61	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDF		1,10 (i)		0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
234678-HxCDF		2,09 (i)	66	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
SUM HxCDF		6,42							
1234678-HpCDF		1,21	71	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	<	4,00		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF		1,46							
OCDF	<	5,00	90	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
SUM PCDF		48,6		2,12	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23
SUM PCDD/PCDF		56,7		3,22	3,33	3,33	3,33	3,57	3,57

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

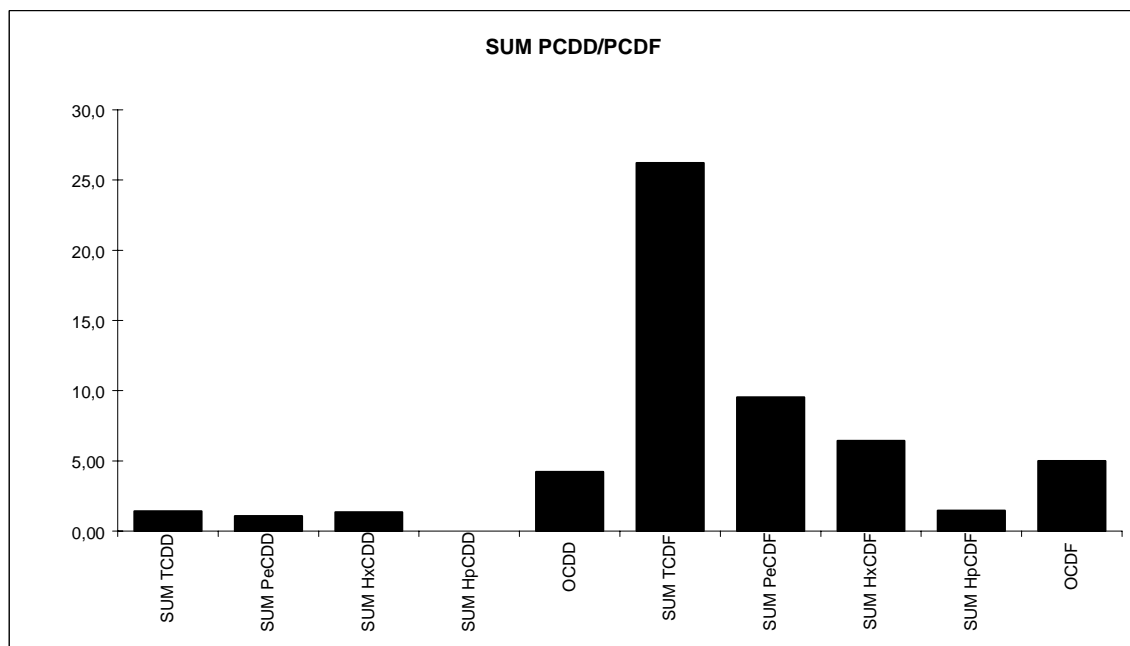
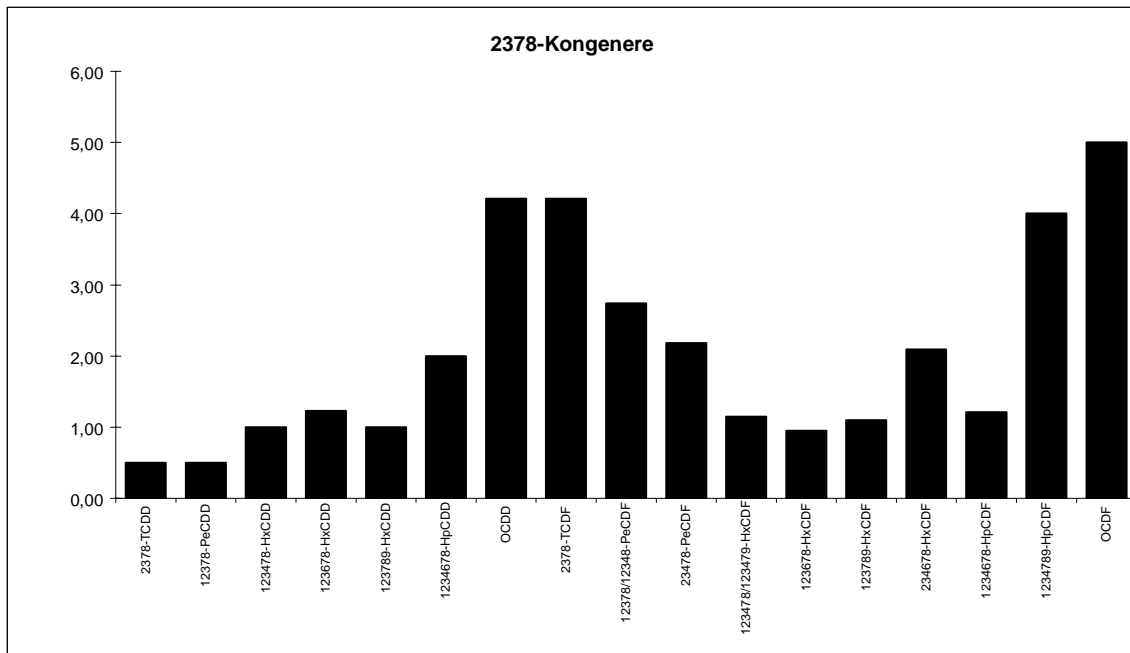
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/373



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/374

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Arøya

: Felt kontroll, 22/1 og 6/3-02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,50g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA445241

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	45	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD	1,84				
12378-PeCDD	< 0,50	66	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	68	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	71	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	82	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	3,81 (i)	88	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	5,65		1,07	1,07	1,32
2378-TCDF	2,15 (i)	29 (g)	0,22	0,22	0,22
SUM TCDF	14,9				
12378/12348-PeCDF	< 0,50		0,01	0,03	0,03
23478-PeCDF	< 0,50	56	0,25	0,25	0,25
SUM PeCDF	0,22				
123478/123479-HxCDF	1,07 (i)	70	0,11	0,11	0,11
123678-HxCDF	< 1,00	71	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	< 1,00	77	0,10	0,10	0,10
SUM HxCDF	1,07				
1234678-HpCDF	1,29 (i)	75	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	1,29				
OCDF	2,61 (i)	96	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	20,1		0,93	0,95	0,95
SUM PCDD/PCDF	25,7		2,01	2,03	2,27

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

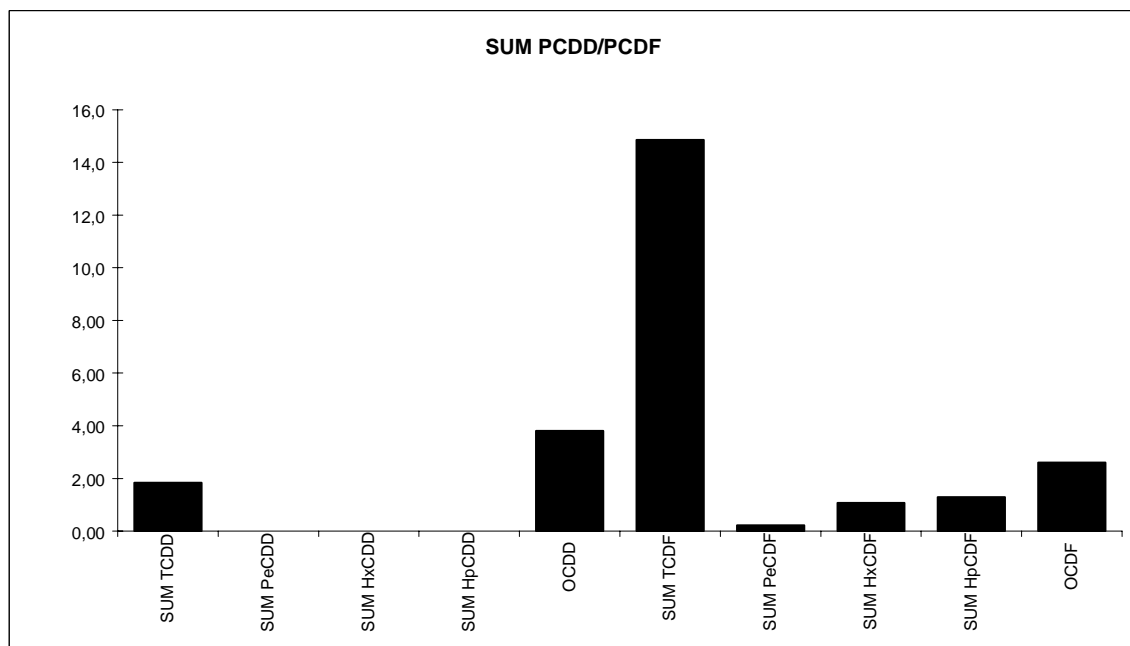
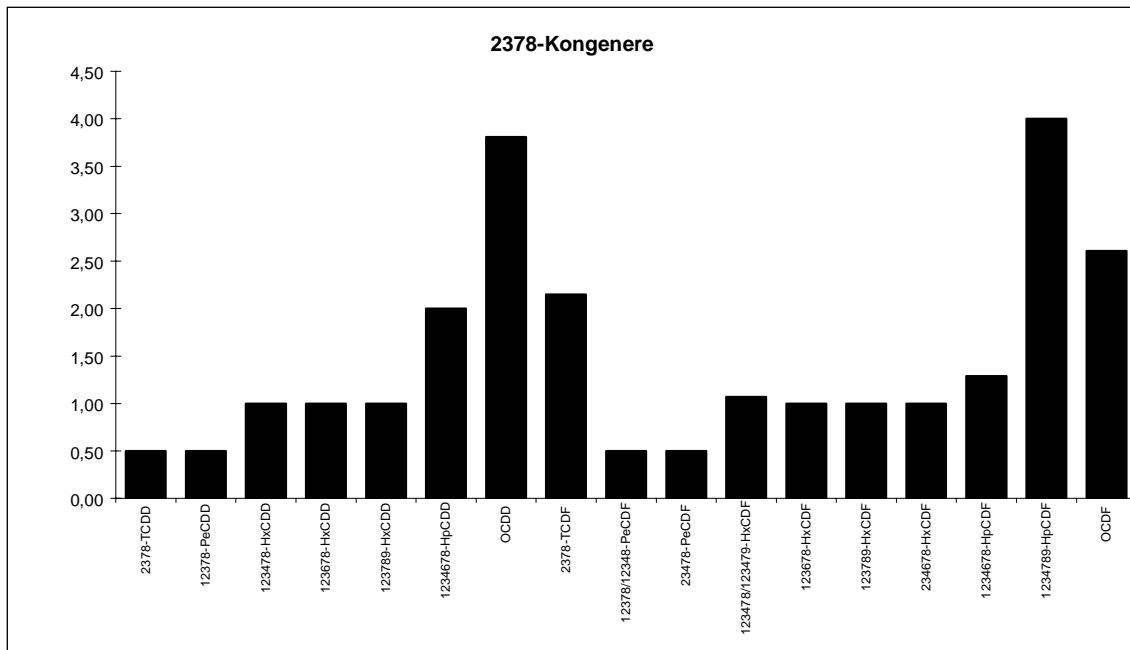
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/374



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/375

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Kalvsundet

: Spmd 1, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,50g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446091

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	35 (g)	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD					
12378-PeCDD	< 0,50	49	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	52	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	49	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	55	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	10,1 (i)	50	0,01	0,01	0,00
SUM PCDD	10,1		1,08	1,08	1,32
2378-TCDF	7,52	23 (g)	0,75	0,75	0,75
SUM TCDF	46,7				
12378/12348-PeCDF	3,03 (i)		0,03	0,15	0,15
23478-PeCDF	< 0,50	41	0,25	0,25	0,25
SUM PeCDF	9,97				
123478/123479-HxCDF	3,38	49	0,34	0,34	0,34
123678-HxCDF	1,42	50	0,14	0,14	0,14
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	< 1,00	54	0,10	0,10	0,10
SUM HxCDF	5,88				
1234678-HpCDF	2,95 (i)	53	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	2,95				
OCDF	7,50 (i)	51	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	73,0		1,79	1,91	1,90
SUM PCDD/PCDF	83,1		2,87	2,99	3,22

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

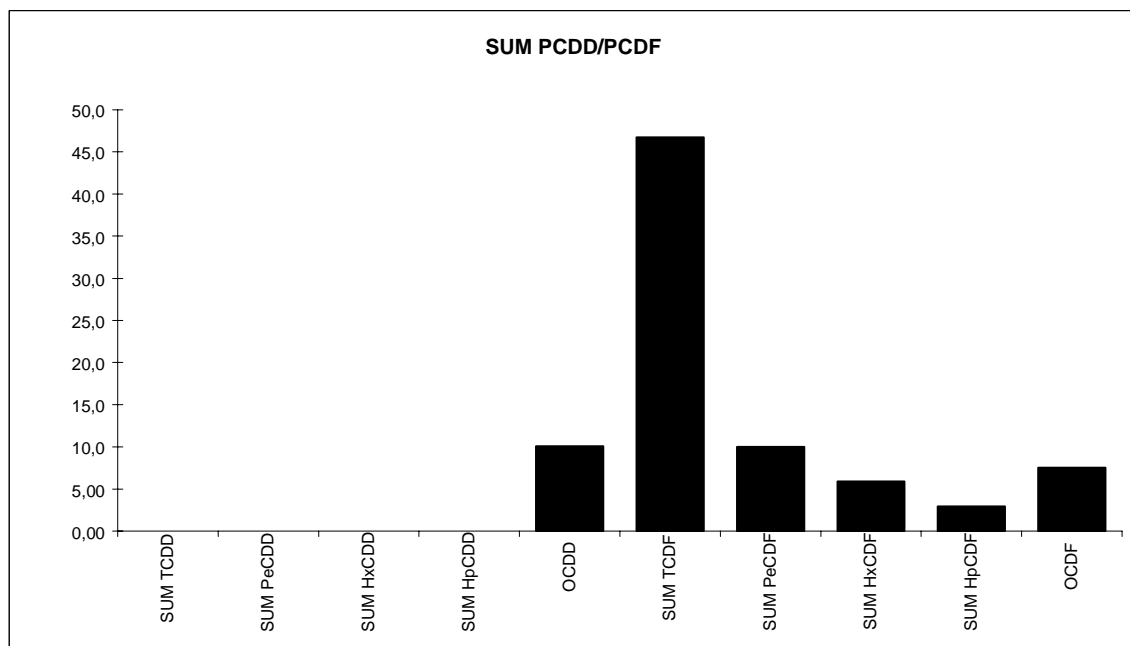
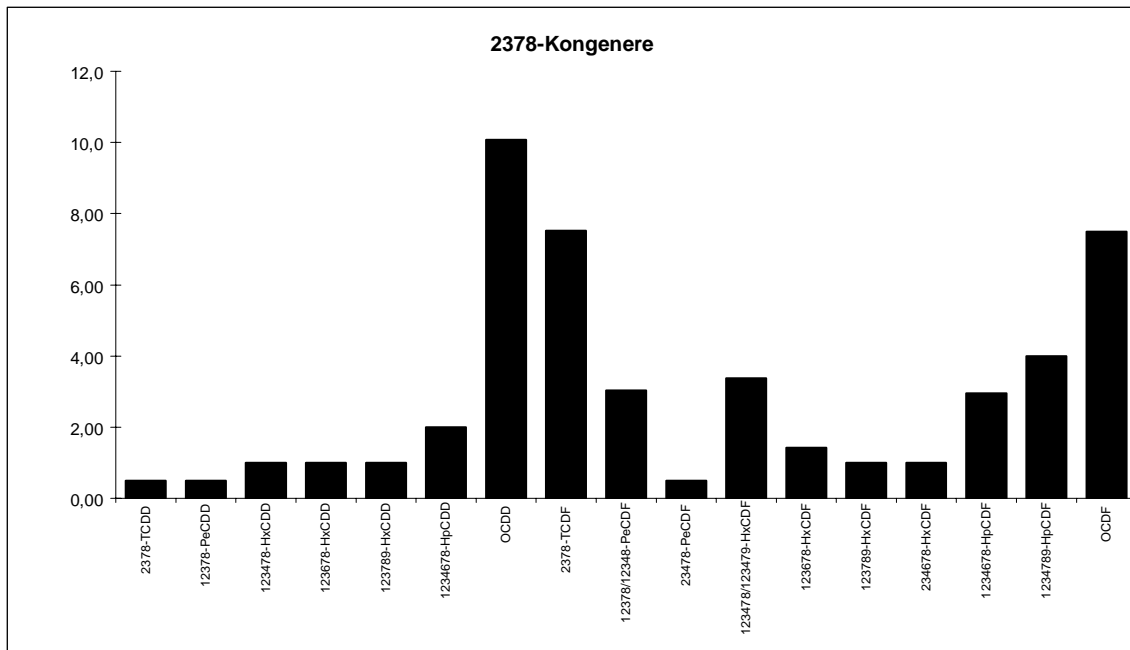
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/375



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/376

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Kalvsundet

: Spmd 2, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,50g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446021

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		%	pg/g	pg/g
2378-TCDD	1,20	42	1,20	1,20	1,20
SUM TCDD	2,20				
12378-PeCDD	< 0,50	59	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	64	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	65	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	66	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	5,29	62	0,01	0,01	0,00
SUM PCDD	7,49		1,78	1,78	2,02
2378-TCDF	7,35 (i)	28 (g)	0,74	0,74	0,74
SUM TCDF	43,6				
12378/12348-PeCDF	4,17		0,04	0,21	0,21
23478-PeCDF	2,54	52	1,27	1,27	1,27
SUM PeCDF	21,4				
123478/123479-HxCDF	3,27 (i)	61	0,33	0,33	0,33
123678-HxCDF	1,48 (i)	65	0,15	0,15	0,15
123789-HxCDF	1,87 (i)		0,19	0,19	0,19
234678-HxCDF	2,32	64	0,23	0,23	0,23
SUM HxCDF	15,2				
1234678-HpCDF	2,92	67	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	3,32				
OCDF	4,80	60	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	88,2		3,01	3,18	3,18
SUM PCDD/PCDF	95,7		4,79	4,96	5,20

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

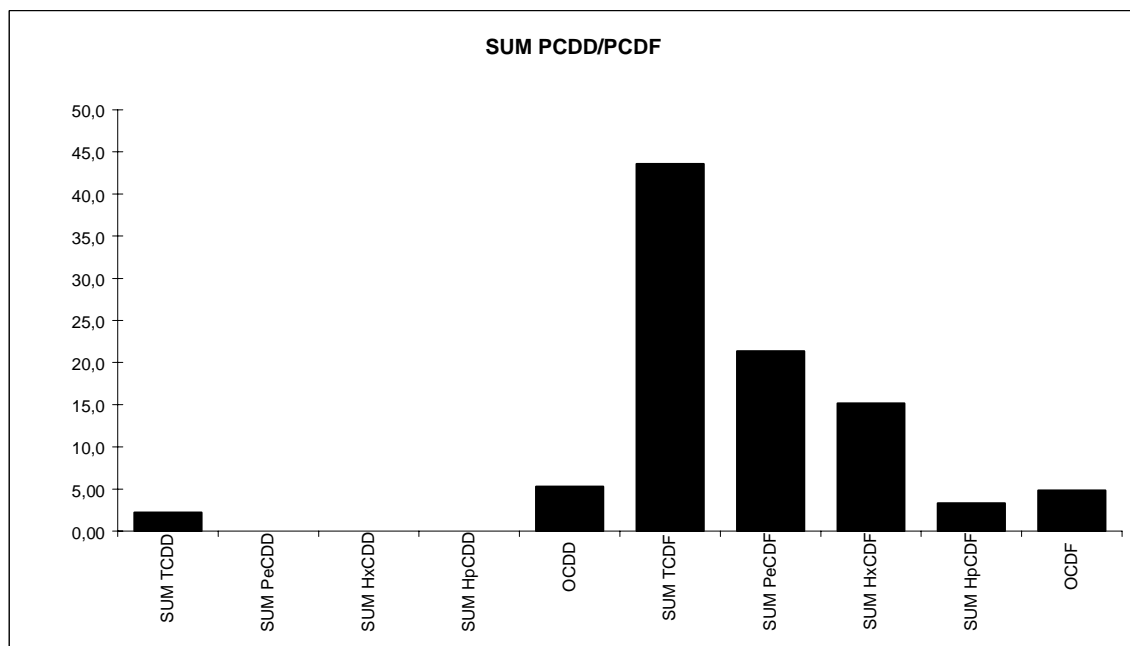
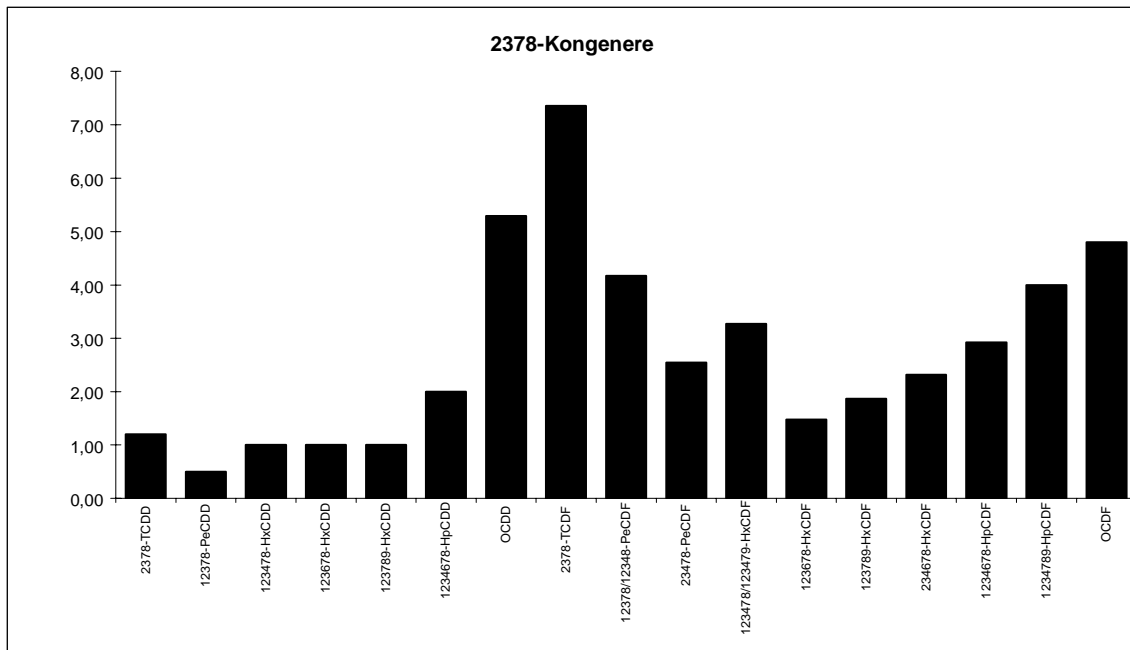
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/376



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/377

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Kalvsundet

: Spmd 3, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,58g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446031

Komponent	Konsentrasjon		Gjenvinning	TE		
	pg/g			(nordisk)	i-TE	(WHO)
			%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	<	0,50	33 (g)	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD		1,34				
12378-PeCDD	<	0,50	58	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD		0,37				
123478-HxCDD	<	1,00	60	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	<	1,00	64	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	<	1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD						
1234678-HpCDD		2,14 (i)	69	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD		2,14				
OCDD		2,52 (i)	67	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD		6,37		1,07	1,07	1,32
2378-TCDF		7,97 (i)	18 (g)	0,80	0,80	0,80
SUM TCDF		35,4				
12378/12348-PeCDF		4,05		0,04	0,20	0,20
23478-PeCDF	<	0,50	46	0,25	0,25	0,25
SUM PeCDF		12,2				
123478/123479-HxCDF		2,24	64	0,22	0,22	0,22
123678-HxCDF		1,12	67	0,11	0,11	0,11
123789-HxCDF		0,97 (i)		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF		1,13 (i)	69	0,11	0,11	0,11
SUM HxCDF		10,7				
1234678-HpCDF		2,15	72	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	<	4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF		2,44				
OCDF		4,97	66	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF		65,7		1,70	1,86	1,86
SUM PCDD/PCDF		72,1		2,77	2,94	3,18

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

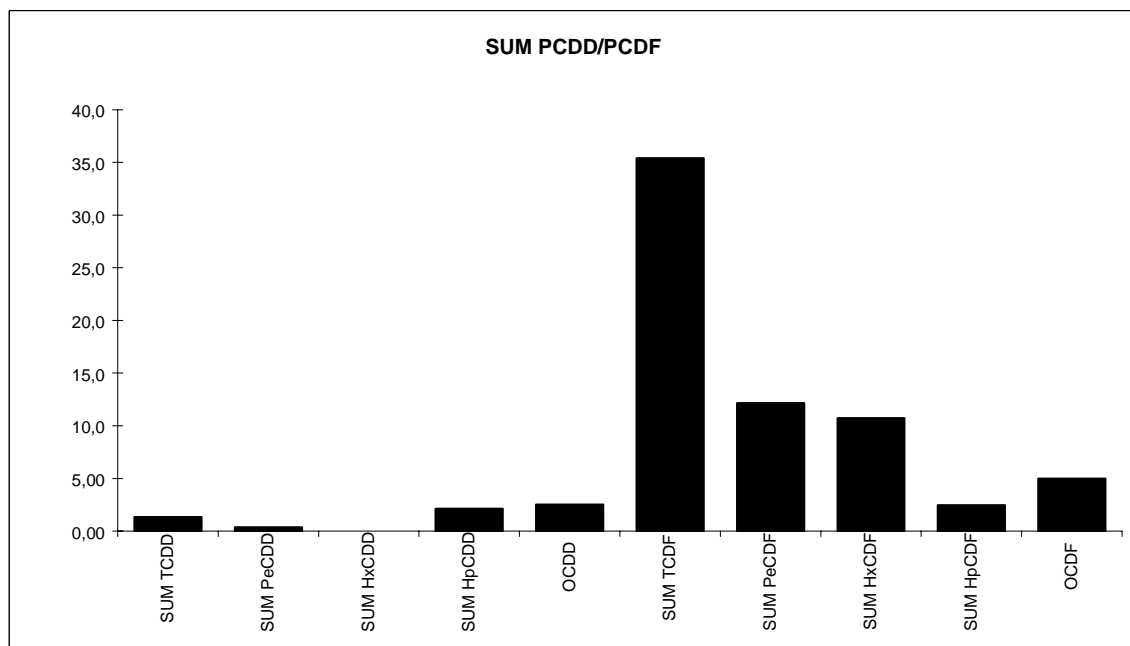
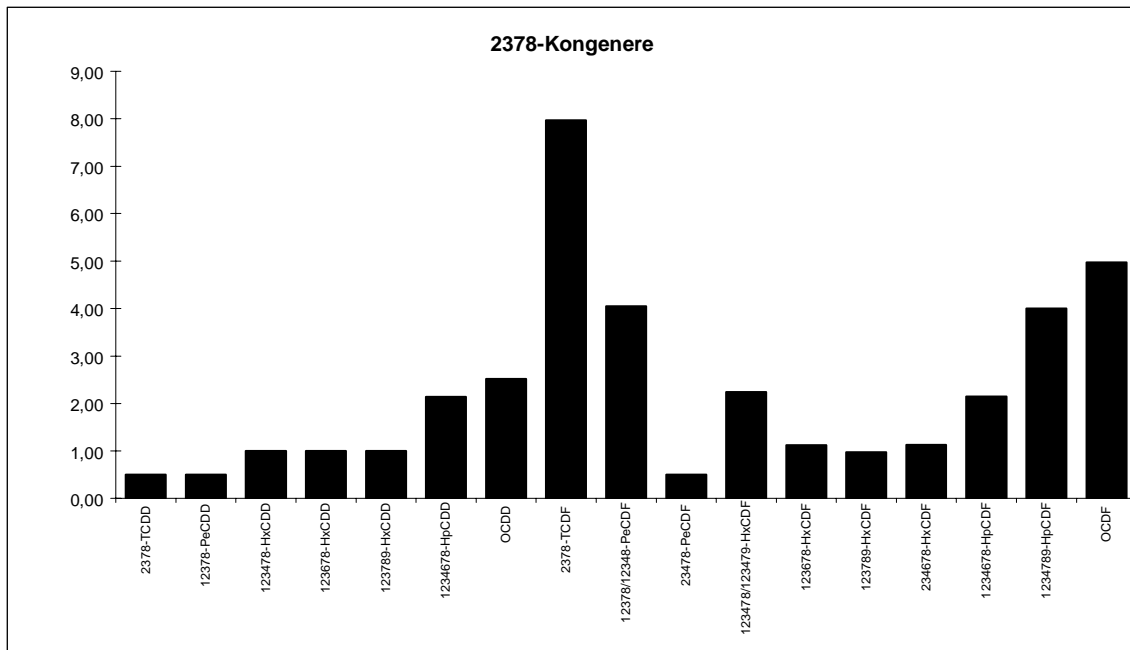
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/377



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/378

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Kalvsundet

: Felt kontroll 22/1 og 6/3-02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,57g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446051

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	16 (g)	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD					
12378-PeCDD	< 0,50	35 (g)	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	40	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	41	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	52	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	< 5,00	50	0,01	0,01	0,00
SUM PCDD	5,00		1,08	1,08	1,32
2378-TCDF	< 0,50	9 (g)	0,05	0,05	0,05
SUM TCDF	30,6				
12378/12348-PeCDF	3,03 (i)		0,03	0,15	0,15
23478-PeCDF	< 0,50	26 (g)	0,25	0,25	0,25
SUM PeCDF	3,03				
123478/123479-HxCDF	< 1,00	39 (g)	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDF	< 1,00	43	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	< 1,00	49	0,10	0,10	0,10
SUM HxCDF					
1234678-HpCDF	0,97 (i)	53	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	0,97				
OCDF	5,95	49	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	40,5		0,79	0,91	0,90
SUM PCDD/PCDF	45,5		1,86	1,98	2,22

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

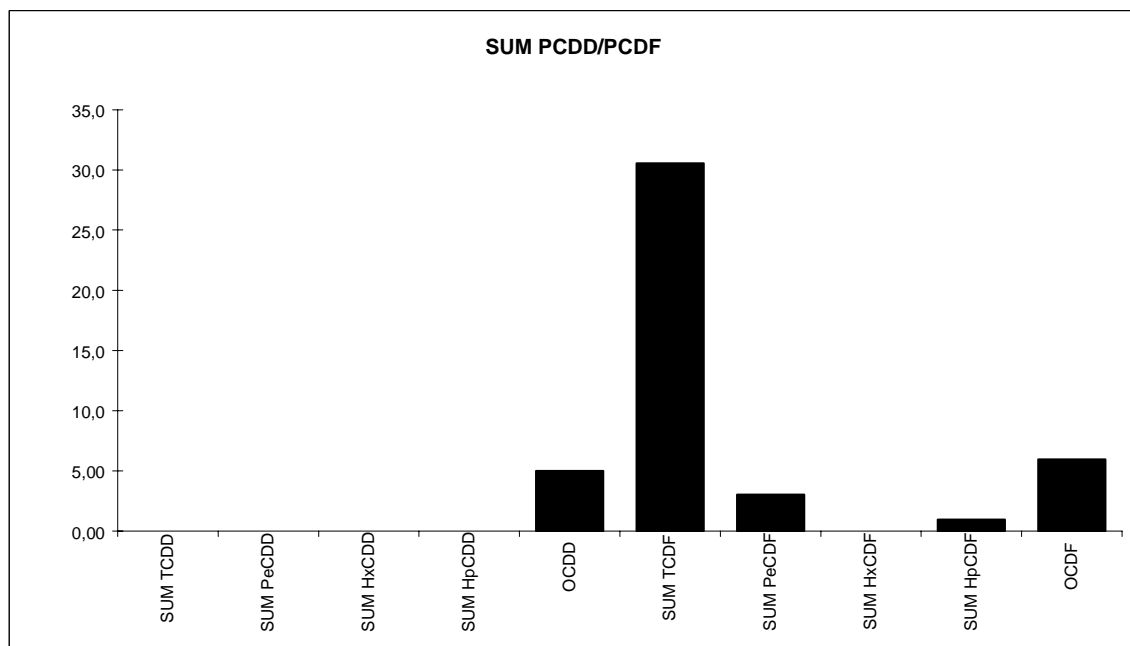
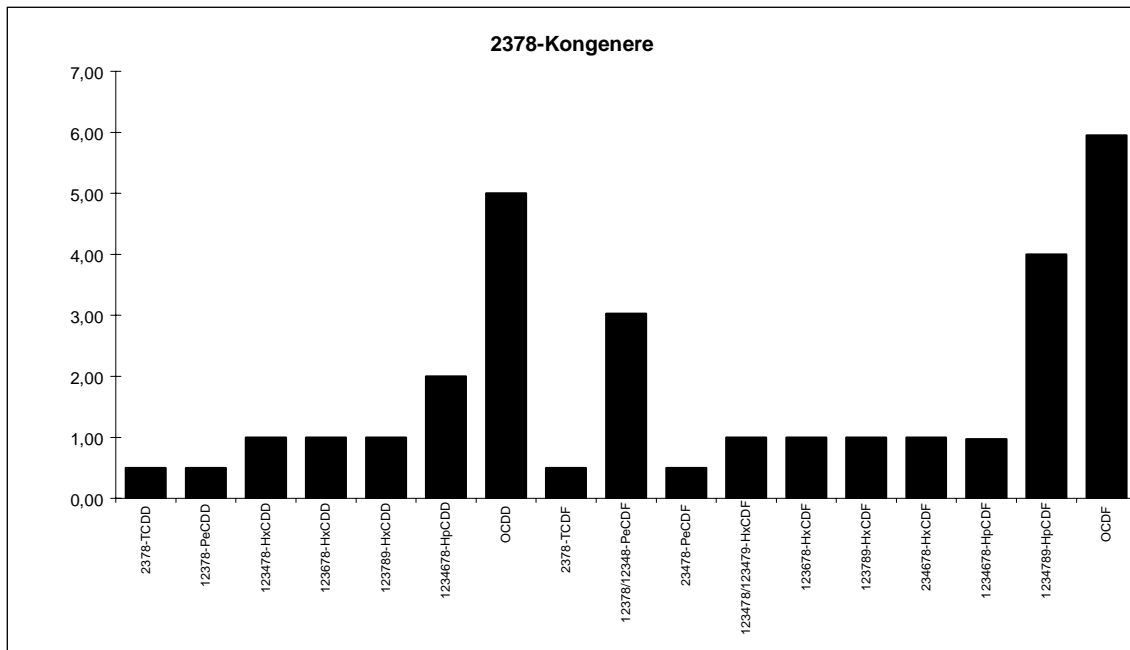
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/378



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/379

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Kastebukta

: Spmd 1, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,55g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446081

Komponent	Konsentrasjon		Gjenvinning	TE(nordisk)		i-TE		TE (WHO)	
	pg/g			%	pg/g		pg/g		pg/g
2378-TCDD	<	0,50	33 (g)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD	3,81								
12378-PeCDD	2,43	(i)	52	1,22	1,22	1,22	1,22	2,43	2,43
SUM PeCDD	2,43								
123478-HxCDD	2,24		52	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
123678-HxCDD	1,23		51	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
123789-HxCDD	2,47	(i)		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
SUM HxCDD	5,94								
1234678-HpCDD	2,32	(i)	58	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD	2,32								
OCDD	6,55	(i)	58	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
SUM PCDD	21,1			2,34	2,34	2,34	2,34	3,55	3,55
2378-TCDF	17,3	(i)	20 (g)	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
SUM TCDF	88,4								
12378/12348-PeCDF	10,4			0,10	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
23478-PeCDF	6,40		39 (g)	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
SUM PeCDF	47,6								
123478/123479-HxCDF	5,88	(i)	56	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
123678-HxCDF	4,58	(i)	58	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
123789-HxCDF	4,20			0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
234678-HxCDF	3,77	(i)	54	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
SUM HxCDF	24,2								
1234678-HpCDF	3,94	(i)	61	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1234789-HpCDF	1,72	(i)		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDF	5,66								
OCDF	7,44		59	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
SUM PCDF	173			6,94	7,36	7,36	7,36	7,35	7,35
SUM PCDD/PCDF	194			9,28	9,69	9,69	9,69	10,9	10,9

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

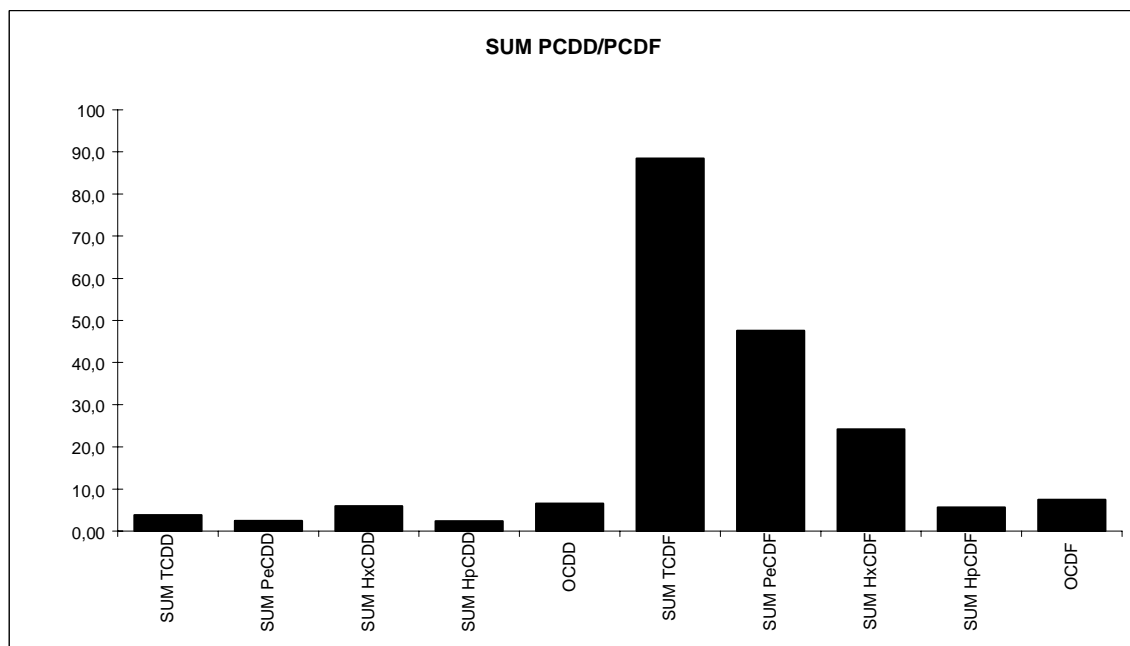
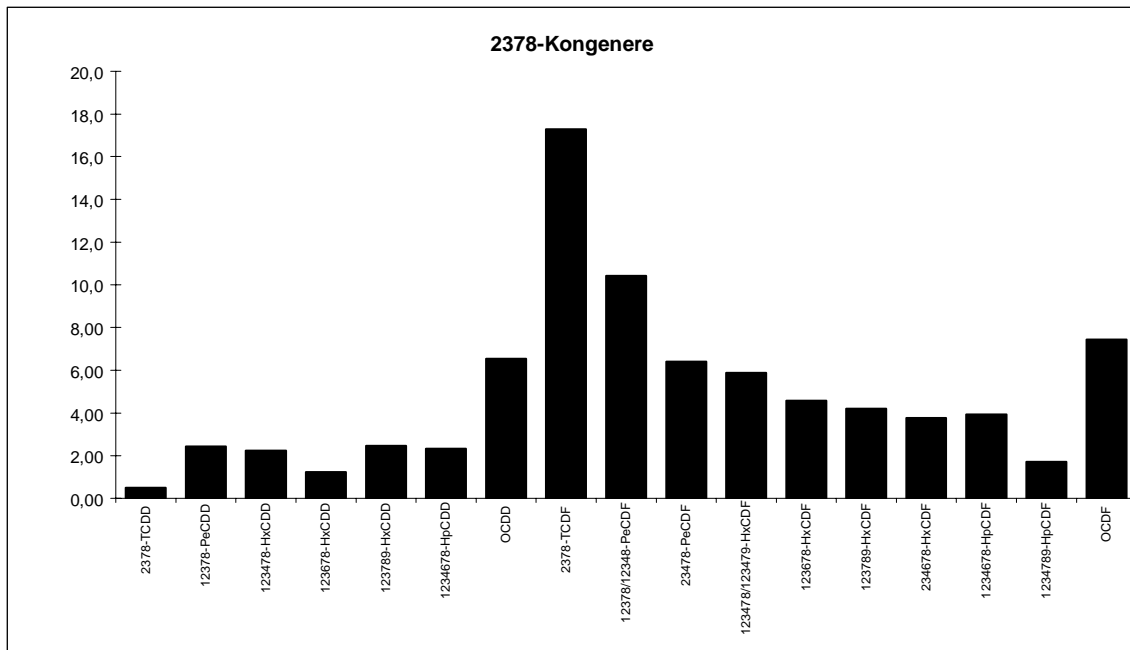
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/379



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/380

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Kastebukta

: Spmd 2, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,58g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA447151

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	35 (g)	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD	4,86				
12378-PeCDD	< 0,50	52	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD	1,75				
123478-HxCDD	< 1,00	59	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	59	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	1,41 (i)	69	0,01	0,01	0,01
SUM HpCDD	1,41				
OCDD	5,20 (i)	71	0,01	0,01	0,00
SUM PCDD	13,2		1,07	1,07	1,31
2378-TCDF	16,0	22 (g)	1,60	1,60	1,60
SUM TCDF	118				
12378/12348-PeCDF	8,56		0,09	0,43	0,43
23478-PeCDF	4,37 (i)	41	2,19	2,19	2,19
SUM PeCDF	70,8				
123478/123479-HxCDF	4,14 (i)	61	0,41	0,41	0,41
123678-HxCDF	3,01	63	0,30	0,30	0,30
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	1,52 (i)	61	0,15	0,15	0,15
SUM HxCDF	10,8				
1234678-HpCDF	2,15	71	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	2,46				
OCDF	< 5,00	68	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	208		4,90	5,25	5,24
SUM PCDD/PCDF	221		5,97	6,31	6,56

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

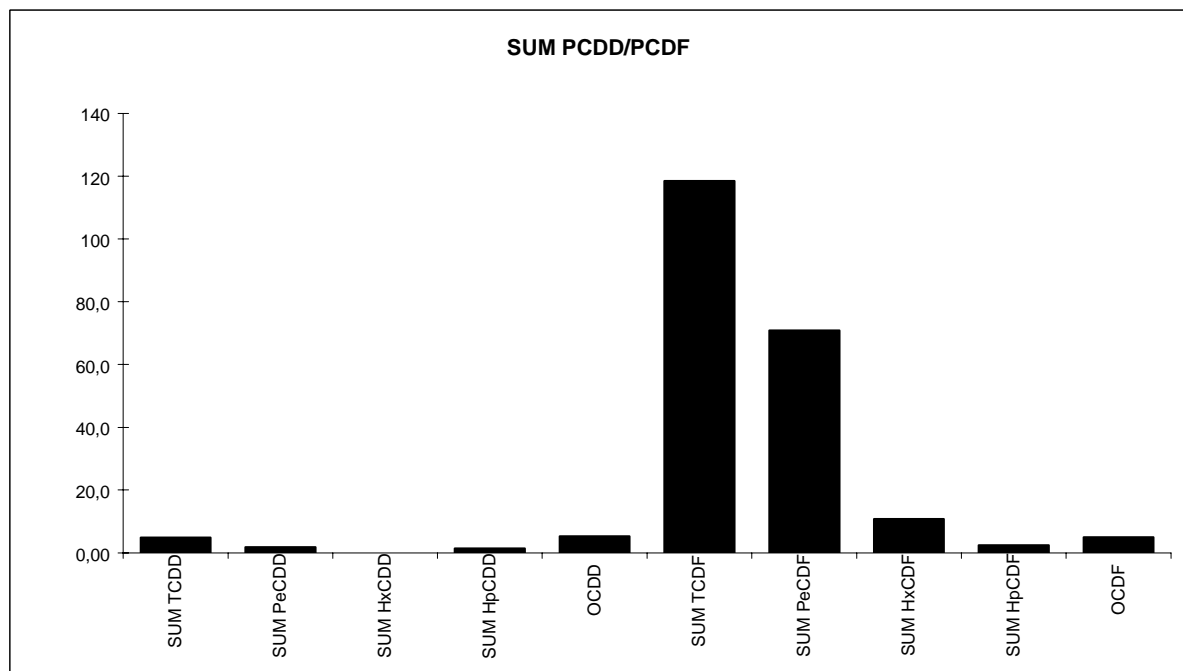
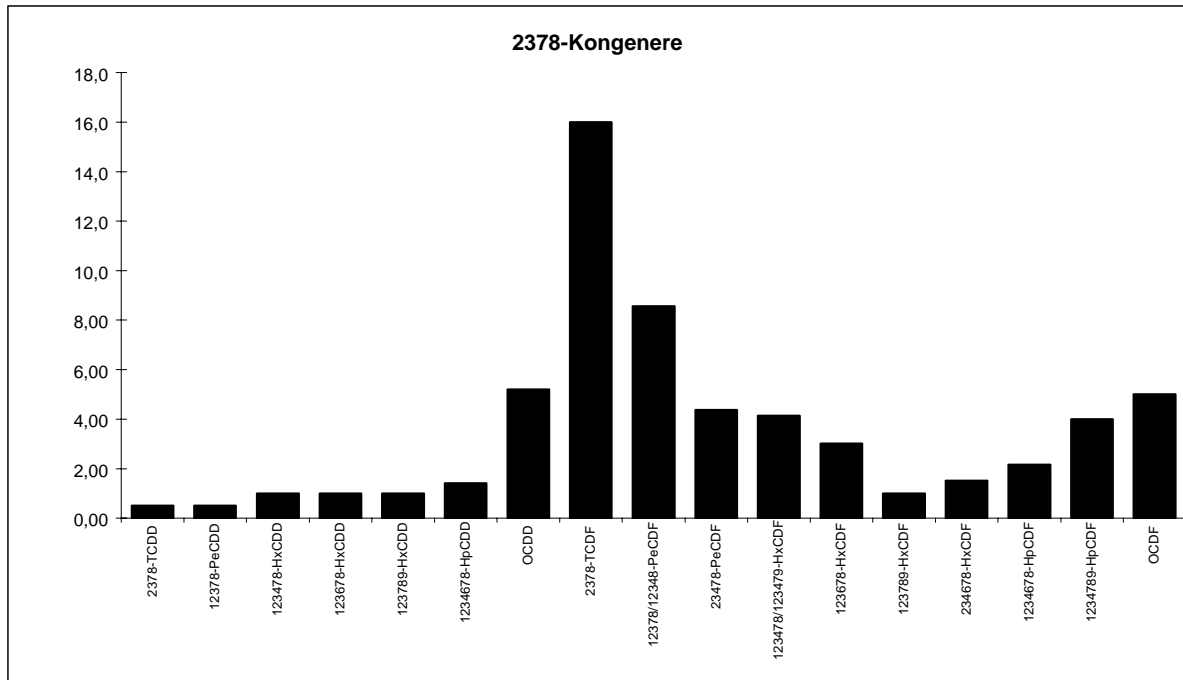
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/380



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/381

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Kastebukta

: Spmd 3, 06.03.02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,47g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446171

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	39 (g)	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD	5,93				
12378-PeCDD	< 0,50	50	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	53	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	53	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	60	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	4,28	59	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	10,2		1,07	1,07	1,32
2378-TCDF	13,7 (i)	27 (g)	1,37	1,37	1,37
SUM TCDF	150				
12378/12348-PeCDF	8,00		0,08	0,40	0,40
23478-PeCDF	4,94	45	2,47	2,47	2,47
SUM PeCDF	67,1				
123478/123479-HxCDF	4,18	52	0,42	0,42	0,42
123678-HxCDF	3,00 (i)	54	0,30	0,30	0,30
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	< 1,00	61	0,10	0,10	0,10
SUM HxCDF	21,6				
1234678-HpCDF	2,26	60	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	2,58				
OCDF	6,81	56	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	249		4,90	5,22	5,22
SUM PCDD/PCDF	259		5,98	6,30	6,54

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

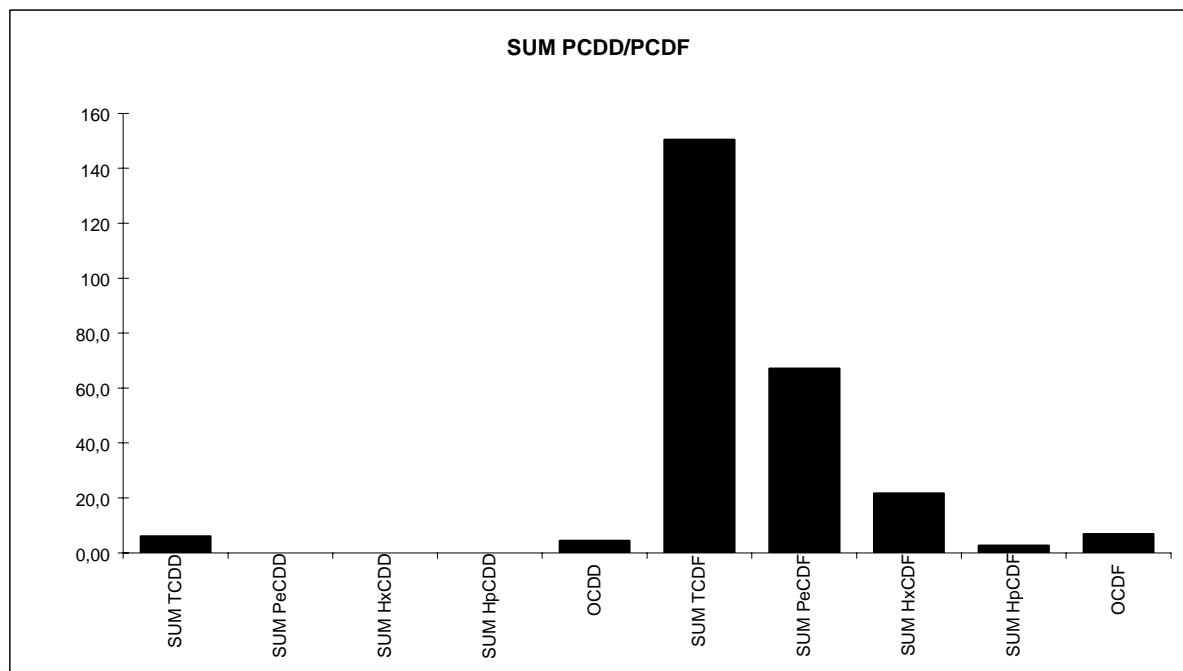
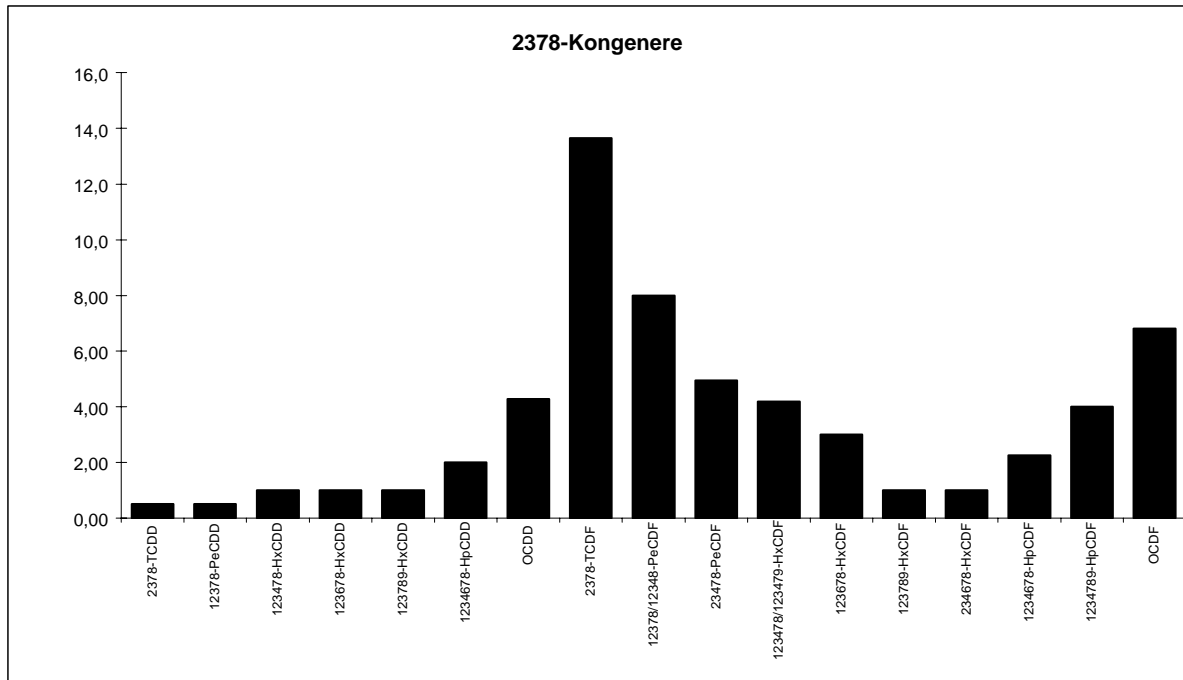
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/381



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1439

NILU-Prøvenummer: 02/382

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Kastebukta

: Felt kontroll, 22/1 og 6/3-02

Prøvetype: Triolein

Analysert prøvemengde: 0,55g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446041

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	< 0,50	39 (g)	0,50	0,50	0,50
SUM TCDD					
12378-PeCDD	< 0,50	59	0,25	0,25	0,50
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 1,00	68	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	< 1,00	68	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDD	< 1,00		0,10	0,10	0,10
SUM HxCDD					
1234678-HpCDD	< 2,00	76	0,02	0,02	0,02
SUM HpCDD					
OCDD	4,25	73	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	4,25		1,07	1,07	1,32
2378-TCDF	6,03 (i)	26 (g)	0,60	0,60	0,60
SUM TCDF	26,3				
12378/12348-PeCDF	1,41		0,01	0,07	0,07
23478-PeCDF	< 0,50	51	0,25	0,25	0,25
SUM PeCDF	2,80				
123478/123479-HxCDF	0,78 (i)	64	0,08	0,08	0,08
123678-HxCDF	0,75 (i)	67	0,08	0,08	0,08
123789-HxCDF	< 1,00		0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	0,73 (i)	76	0,07	0,07	0,07
SUM HxCDF	5,37				
1234678-HpCDF	1,45	75	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	< 4,00		0,04	0,04	0,04
SUM HpCDF	1,45				
OCDF	4,34 (i)	73	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	40,3		1,25	1,31	1,30
SUM PCDD/PCDF	44,5		2,33	2,38	2,62

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

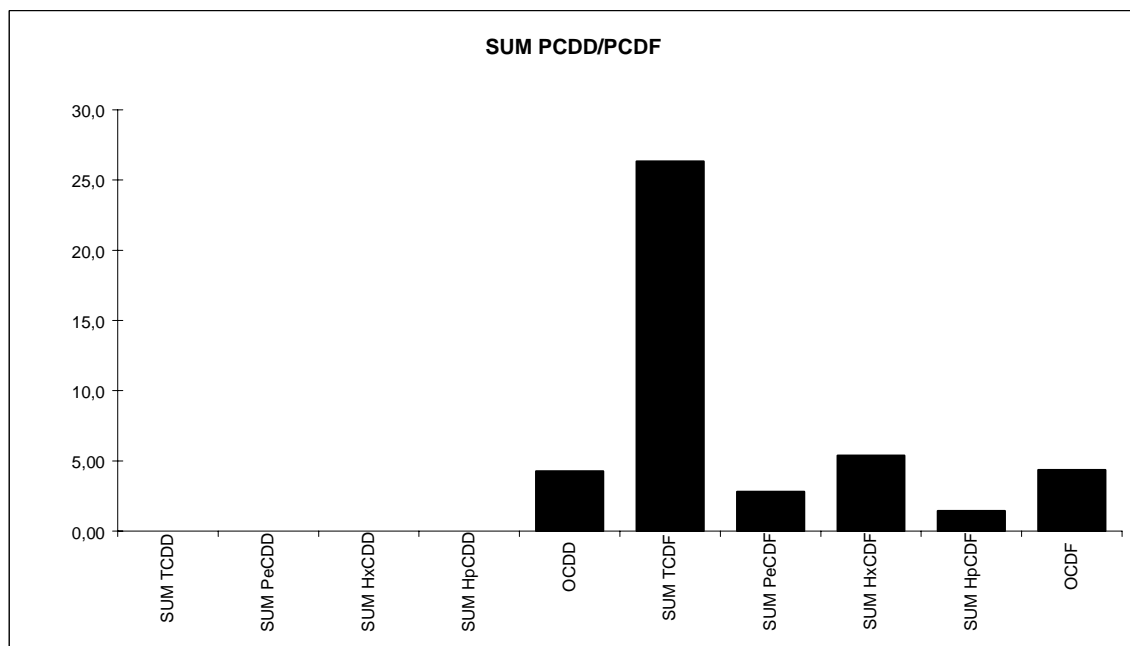
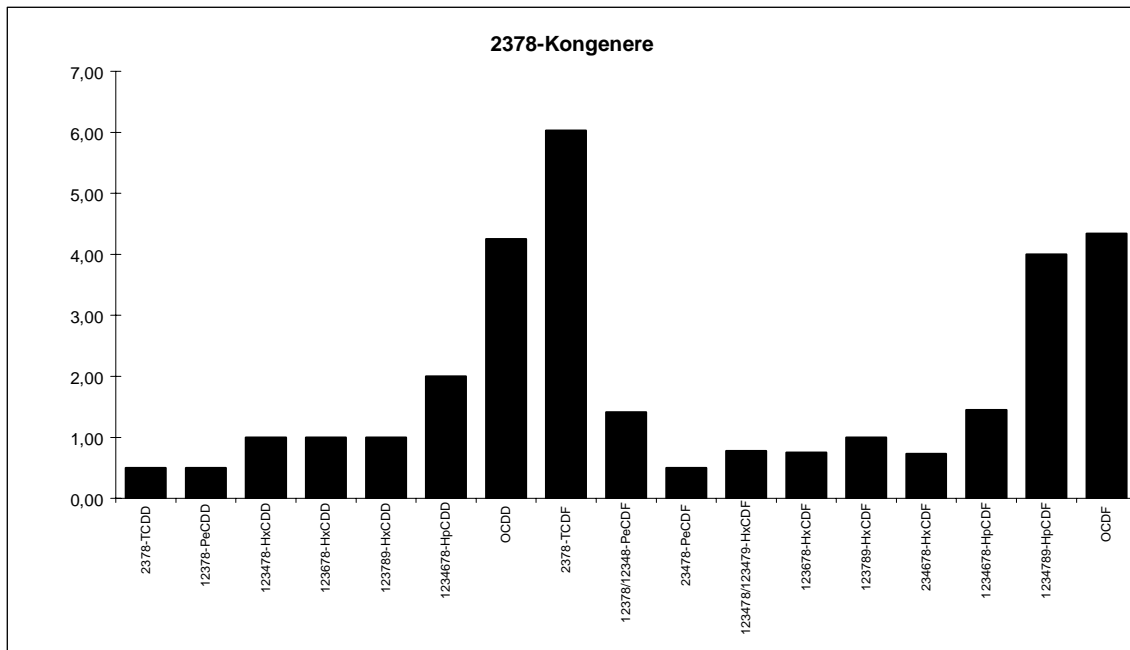
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1439
 NILU-Prøvenummer: 02/382



Vedlegg G. Rådata PCDF/D i forsøksfisk



Akkreditert etter ISO/IEC-17025
Test 008



Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, NO-2027 Kjeller

Målerapport nr. O-1440

Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
v/John Arthur Berge
Postboks 173 Kjelsås
0411 OSLO

Prosjektnummer: O-101108

Prøvetaking:

Sted: Grenlandsfjordene
Ansvar: Oppdragsgiver
Kommentar:

Analyser:

Utført av: Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
NO-2027 Kjeller

Målemetode: NILU-O-1 ("Bestemmelse av polyklorete dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner")
Måleusikkerhet:
Kommentarer:

Godkjenning: Kjeller, 08. Mai 2002

Ole-Anders Braathen
Avd.direktør, Kjemisk analyse

Prøveinformasjon:

NILU prøvenr.	Kundens prøvermerking	Prøvetype	Mottat	Analysert
02/391	Pr. 1 Stasjon 0, kontroll 21.01.02	Torsk	19.03.2002	21.03.-25.04.02
02/392	Pr. 2 Stasjon 0, kontroll 21.01.02	Torsk	"	"
02/393	Pr. 3 Stasjon 0, kontroll 21.01.02	Torsk	"	"
02/394	Pr. 4 St.1, Kalvsundet 06.03.02	Torsk	"	"
02/395	Pr. 5 St.1, Kalvsundet 06.03.02	Torsk	"	"
02/396	Pr. 6 St.1, Kalvsundet 06.03.02	Torsk	"	"
02/397	Pr. 7 St. 2, Arøya	Torsk	"	"
02/398	Pr. 8 St. 2 Arøya 06.03.02	Torsk	"	"
02/399	Pr. 9 St. 2, Arøya 06.03.02	Torsk	"	"
02/400	Pr. 10 St. 3, Kastebukta 06.03.02	Torsk	"	"
02/401	Pr. 11 St. 3, Kastebukta 06.03.02	Torsk	"	"
02/402	Pr. 12 St. 3, Kastebukta 06.03.02	Torsk	"	"

Måleresultatene gjelder bare de prøvene som er analysert.

Denne rapporten skal ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning av laboratoriet

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/391

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Pr. 1

: Stasjon 0, kontroll 21.01.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA441181

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,02 (i)	82	0,02	0,02	0,02
SUM TCDD	0,04				
12378-PeCDD	0,14 (i)	59	0,07	0,07	0,14
SUM PeCDD	0,14				
123478-HxCDD	0,01 (i)	80	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05 (i)	80	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,03		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,09				
1234678-HpCDD	0,03 (i)	79	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,03				
OCDD	0,07 (i)	73	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,37		0,10	0,10	0,17
2378-TCDF	0,38	74	0,04	0,04	0,04
SUM TCDF	0,89				
12378/12348-PeCDF	0,13		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,04	75	0,02	0,02	0,02
SUM PeCDF	0,62				
123478/123479-HxCDF	0,12	75	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,06	76	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,01 (i)		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,06	81	0,01	0,01	0,01
SUM HxCDF	0,31				
1234678-HpCDF	0,14	79	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,04 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,18				
OCDF	0,17	70	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	2,17		0,09	0,09	0,09
SUM PCDD/PCDF	2,54		0,19	0,19	0,26

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

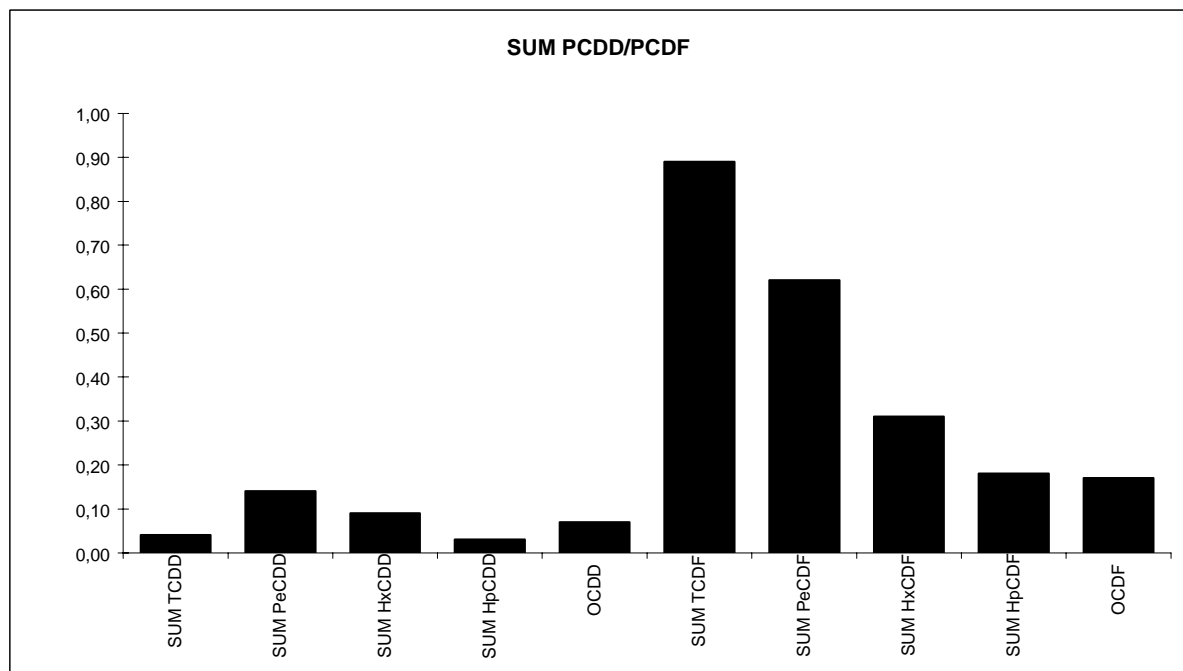
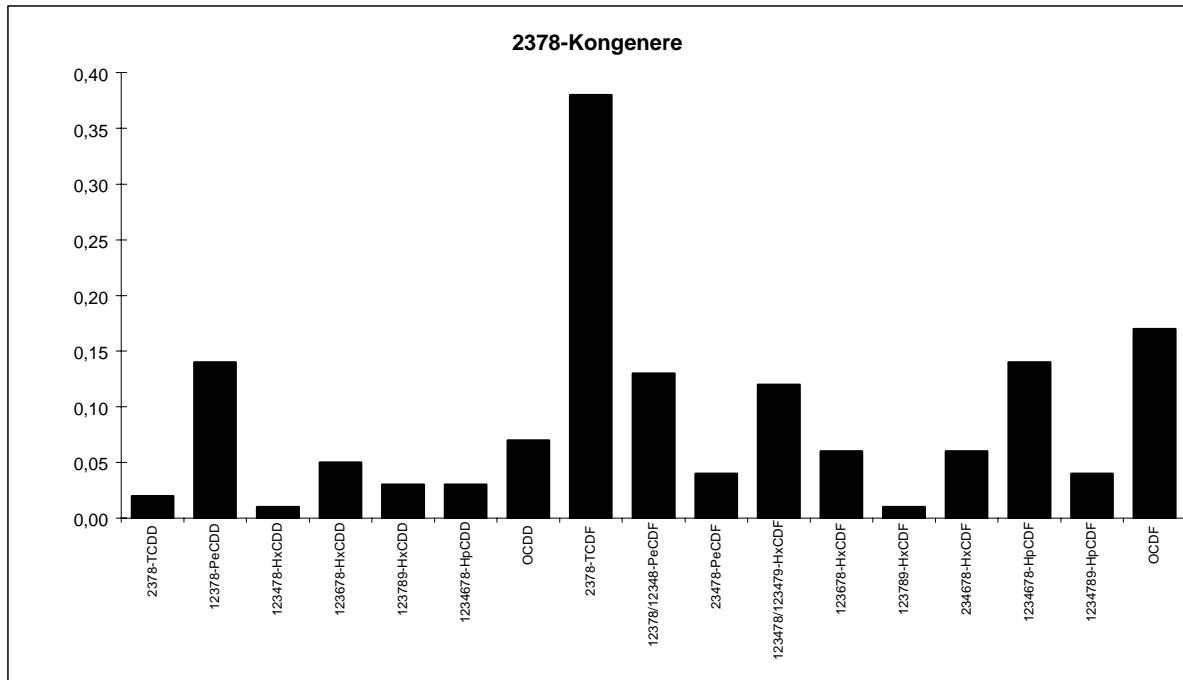
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/391



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/392

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 2

: Stasjon 0, kontroll 21.01.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA443071

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,03	76	0,03	0,03	0,03
SUM TCDD	0,03				
12378-PeCDD	0,03	75	0,02	0,02	0,03
SUM PeCDD	0,03				
123478-HxCDD	0,01 (i)	85	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05	82	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,03		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,09				
1234678-HpCDD	0,03	86	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,03				
OCDD	0,13 (i)	79	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,31		0,05	0,05	0,07
2378-TCDF	0,27 (i)	72	0,03	0,03	0,03
SUM TCDF	0,29				
12378/12348-PeCDF	0,10		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,03 (i)	74	0,02	0,02	0,02
SUM PeCDF	0,23				
123478/123479-HxCDF	0,05 (i)	78	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,04	76	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,01		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,03	81	0,00	0,00	0,00
SUM HxCDF	0,17				
1234678-HpCDF	0,05	86	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,03 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,08				
OCDF	0,09 (i)	78	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	0,86		0,06	0,06	0,06
SUM PCDD/PCDF	1,17		0,11	0,12	0,13

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

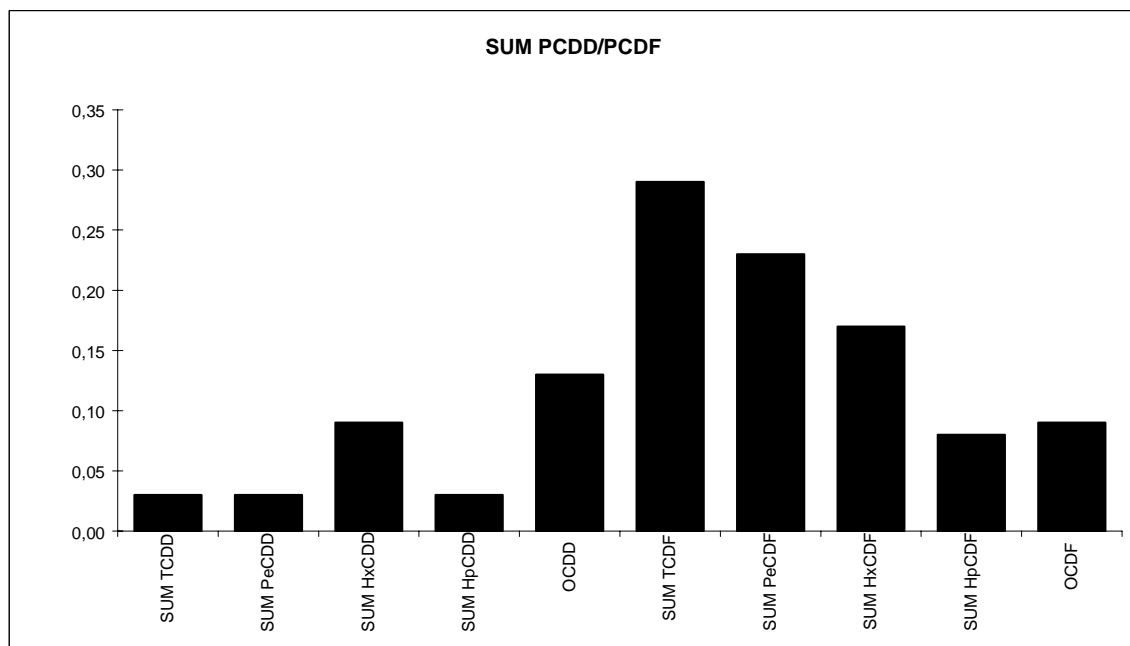
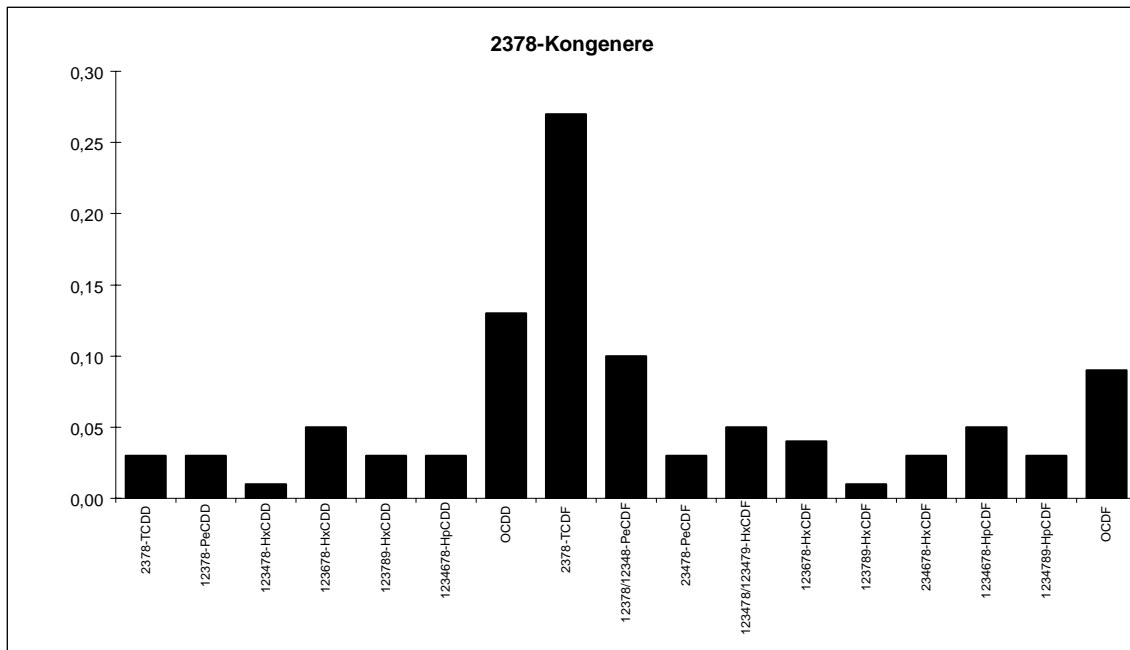
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440
 NILU-Prøvenummer: 02/392



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/393

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Pr. 3

: Stasjon 0, kontroll 21.01.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA444031

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,03	71	0,03	0,03	0,03
SUM TCDD	0,04				
12378-PeCDD	0,03 (i)	74	0,02	0,02	0,03
SUM PeCDD	0,03				
123478-HxCDD	0,02 (i)	73	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05 (i)	80	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,04		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,12				
1234678-HpCDD	0,04	83	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,04				
OCDD	0,13	79	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,36		0,06	0,06	0,07
2378-TCDF	0,33	74	0,03	0,03	0,03
SUM TCDF	0,48				
12378/12348-PeCDF	0,12		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,06	72	0,03	0,03	0,03
SUM PeCDF	0,36				
123478/123479-HxCDF	0,11	69	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,06 (i)	69	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,04 (i)		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,05 (i)	75	0,01	0,01	0,01
SUM HxCDF	0,27				
1234678-HpCDF	0,11	79	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,06 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,19				
OCDF	0,14 (i)	79	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	1,44		0,09	0,10	0,10
SUM PCDD/PCDF	1,80		0,15	0,15	0,17

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

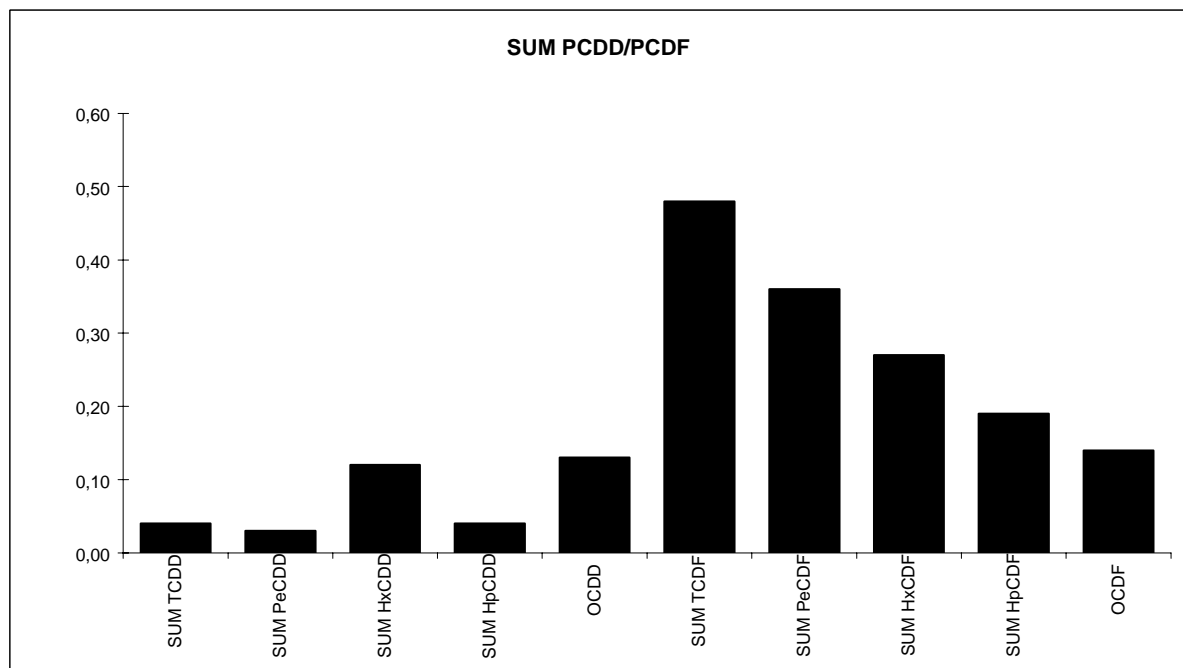
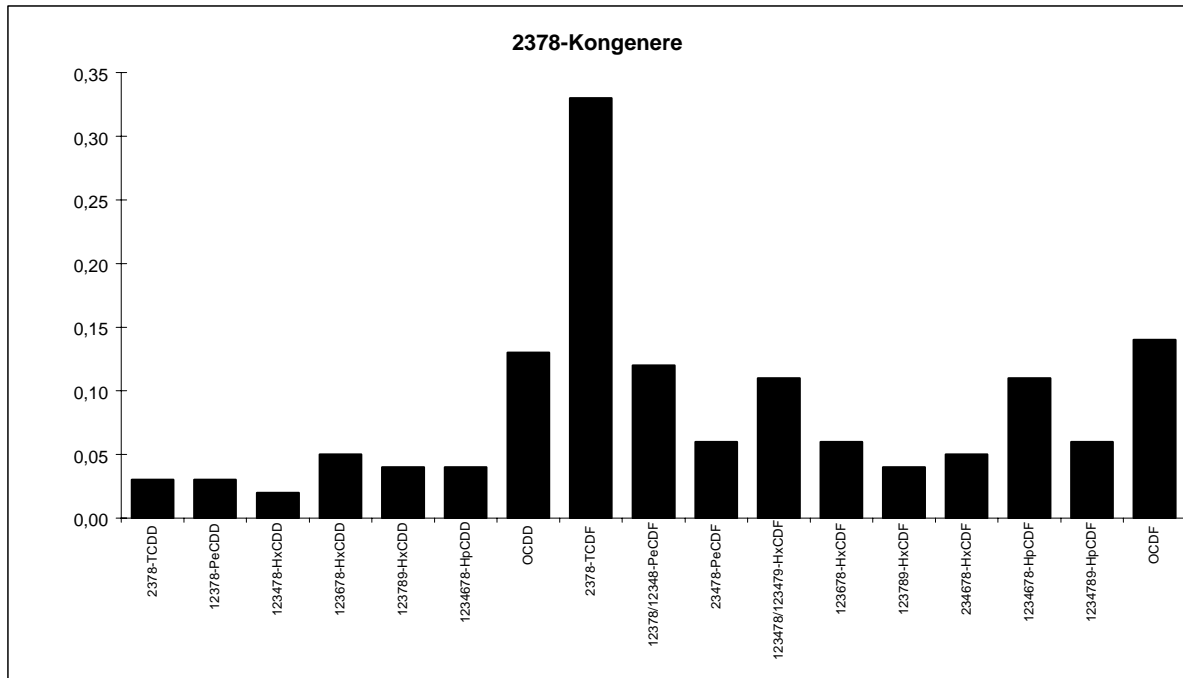
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/393



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/394

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 4

: St.1, Kalvsundet 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA444241

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,03	88	0,03	0,03	0,03
SUM TCDD	0,05				
12378-PeCDD	0,01	84	0,01	0,01	0,01
SUM PeCDD	0,06				
123478-HxCDD	0,02	89	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,04	87	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,03		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,09				
1234678-HpCDD	0,05 (i)	94	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,05				
OCDD	0,17	83	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,42		0,04	0,04	0,05
2378-TCDF	0,35	85	0,04	0,04	0,04
SUM TCDF	0,99				
12378/12348-PeCDF	0,20		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,09 (i)	85	0,05	0,05	0,05
SUM PeCDF	0,81				
123478/123479-HxCDF	0,28	85	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDF	0,17 (i)	85	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	0,07		0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,06	92	0,01	0,01	0,01
SUM HxCDF	0,59				
1234678-HpCDF	0,46	96	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,10		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,75				
OCDF	0,56	83	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	3,70		0,15	0,15	0,15
SUM PCDD/PCDF	4,12		0,19	0,20	0,20

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

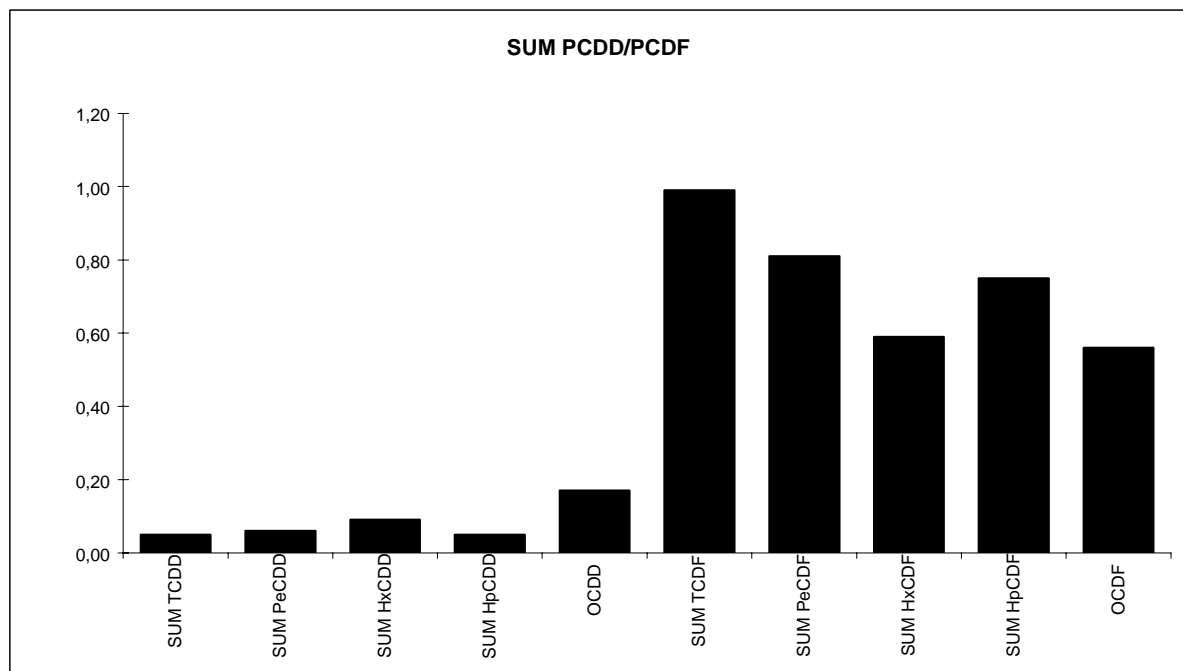
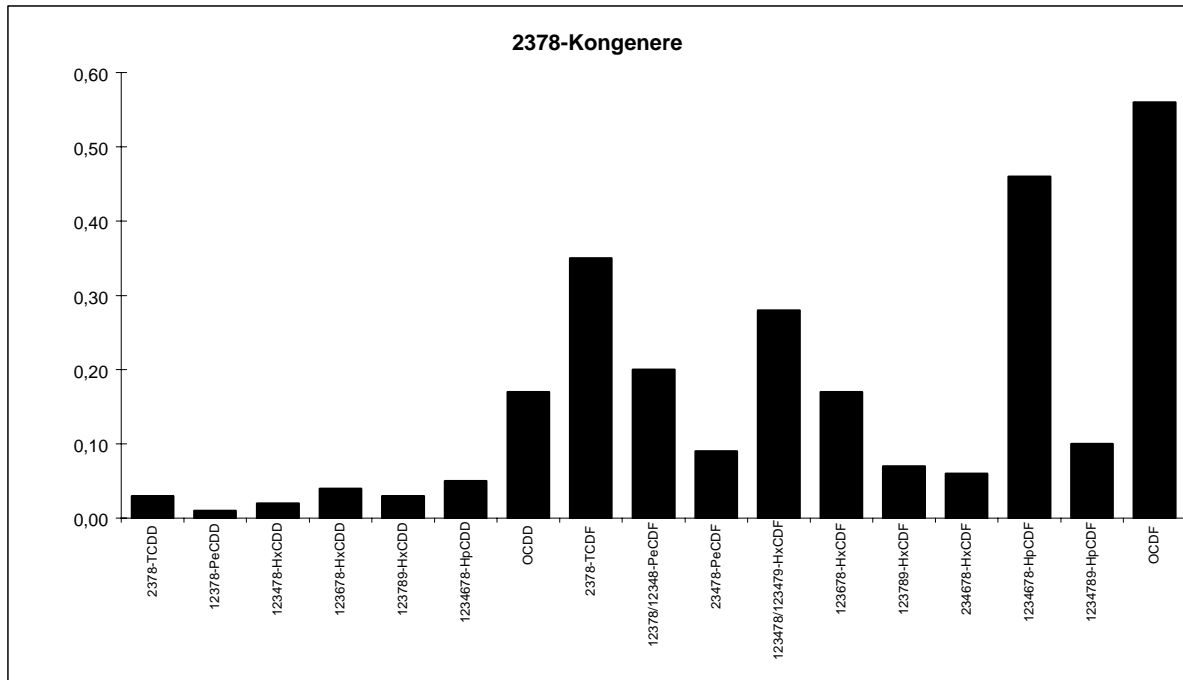
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440
 NILU-Prøvenummer: 02/394



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/395

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Pr. 5

: St.1, Kalvsundet 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA444051

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,03 (i)	74	0,03	0,03	0,03
SUM TCDD	0,03				
12378-PeCDD	< 0,02	80	0,01	0,01	0,02
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	0,01 (i)	87	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	78	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,05				
1234678-HpCDD	0,02	94	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,02				
OCDD	0,08	93	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,18		0,05	0,05	0,06
2378-TCDF	0,28	75	0,03	0,03	0,03
SUM TCDF	0,32				
12378/12348-PeCDF	0,14		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,02	76	0,01	0,01	0,01
SUM PeCDF	0,25				
123478/123479-HxCDF	0,10	78	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,06	75	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,01		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,03 (i)	79	0,00	0,00	0,00
SUM HxCDF	0,25				
1234678-HpCDF	0,08	96	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,03 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,13				
OCDF	0,09	92	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	1,04		0,06	0,07	0,07
SUM PCDD/PCDF	1,22		0,11	0,11	0,12

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

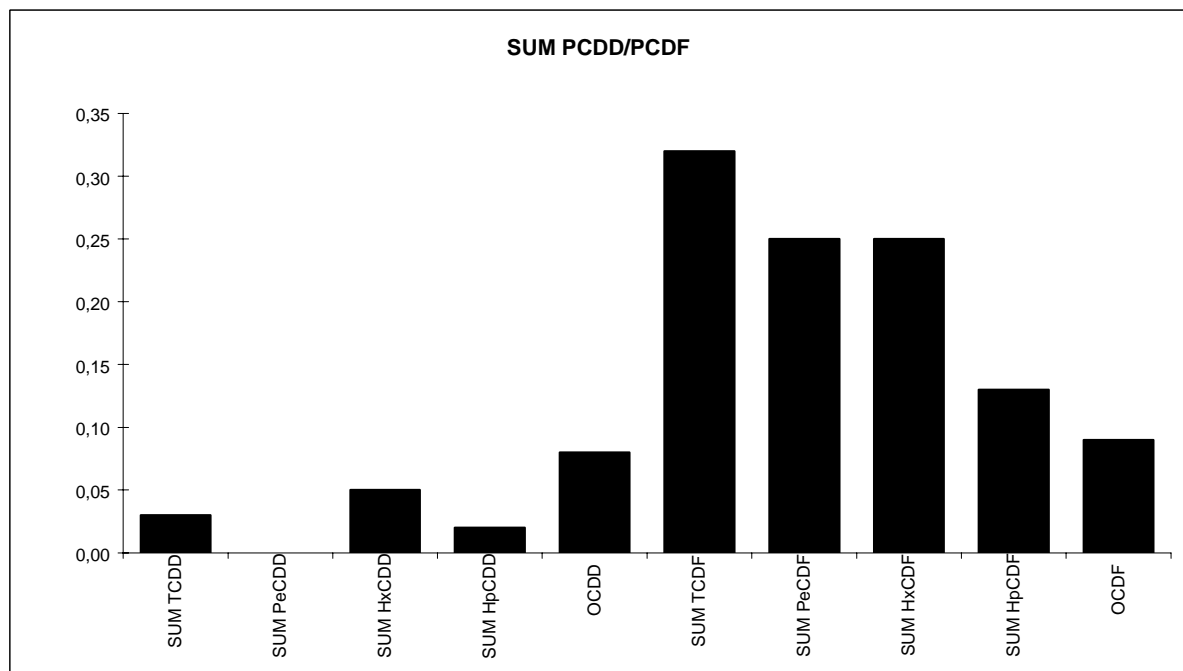
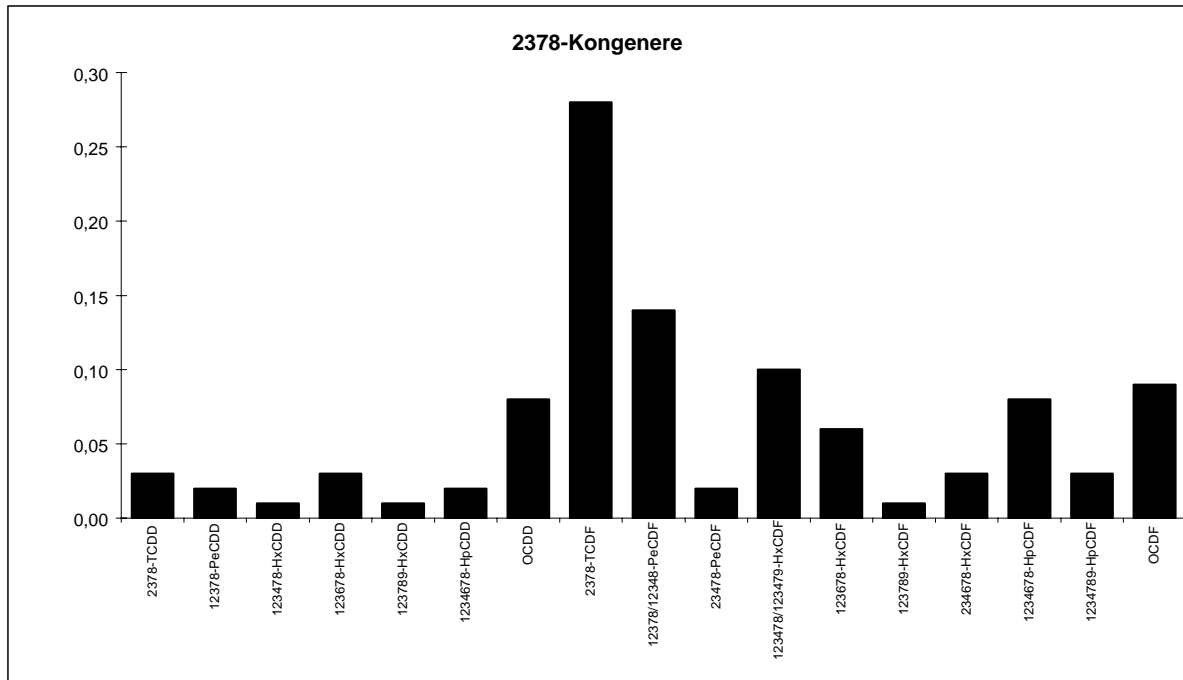
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/395



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/396

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 6

: St.1, Kalvsundet 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA444071

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		%	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,04	64	0,04	0,04	0,04
SUM TCDD	0,04				
12378-PeCDD	0,02	67	0,01	0,01	0,02
SUM PeCDD	0,02				
123478-HxCDD	0,01	74	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05	67	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,03 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,09				
1234678-HpCDD	0,03	77	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,03				
OCDD	0,15 (i)	62	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,33		0,06	0,06	0,07
2378-TCDF	0,16	64	0,02	0,02	0,02
SUM TCDF	0,18				
12378/12348-PeCDF	0,11		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,03 (i)	66	0,02	0,02	0,02
SUM PeCDF	0,21				
123478/123479-HxCDF	0,09 (i)	67	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,06 (i)	63	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,02		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,04	69	0,00	0,00	0,00
SUM HxCDF	0,21				
1234678-HpCDF	0,08 (i)	67	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,04		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,12				
OCDF	0,15	22 (g)	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	0,87		0,05	0,06	0,06
SUM PCDD/PCDF	1,20		0,11	0,12	0,13

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

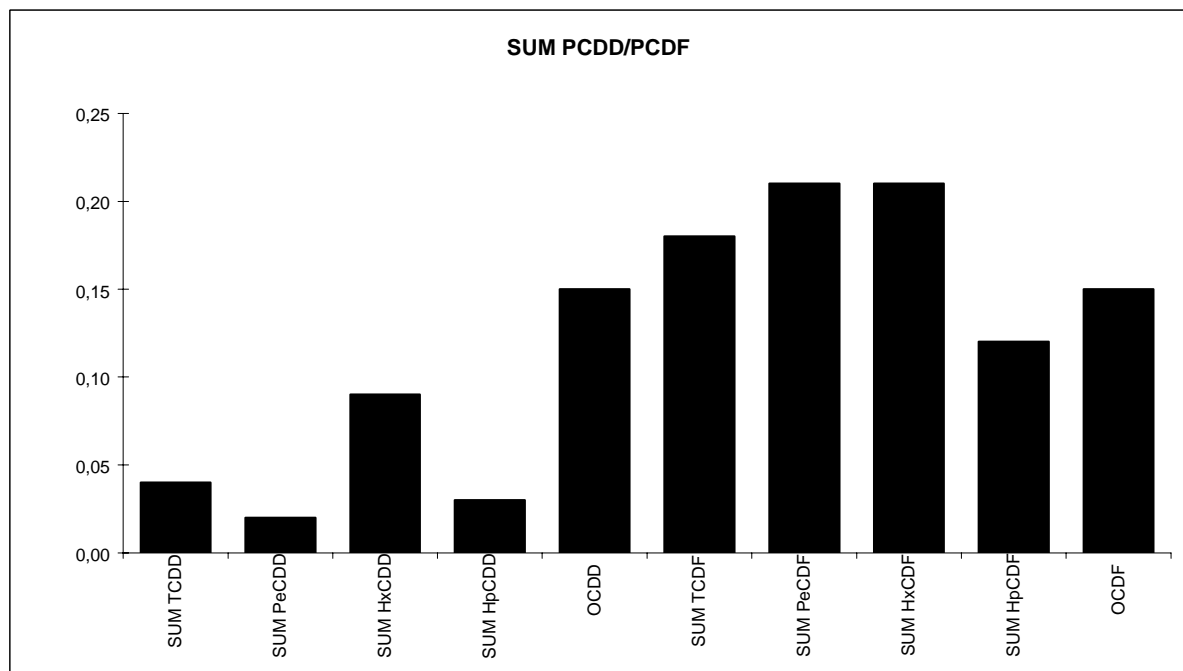
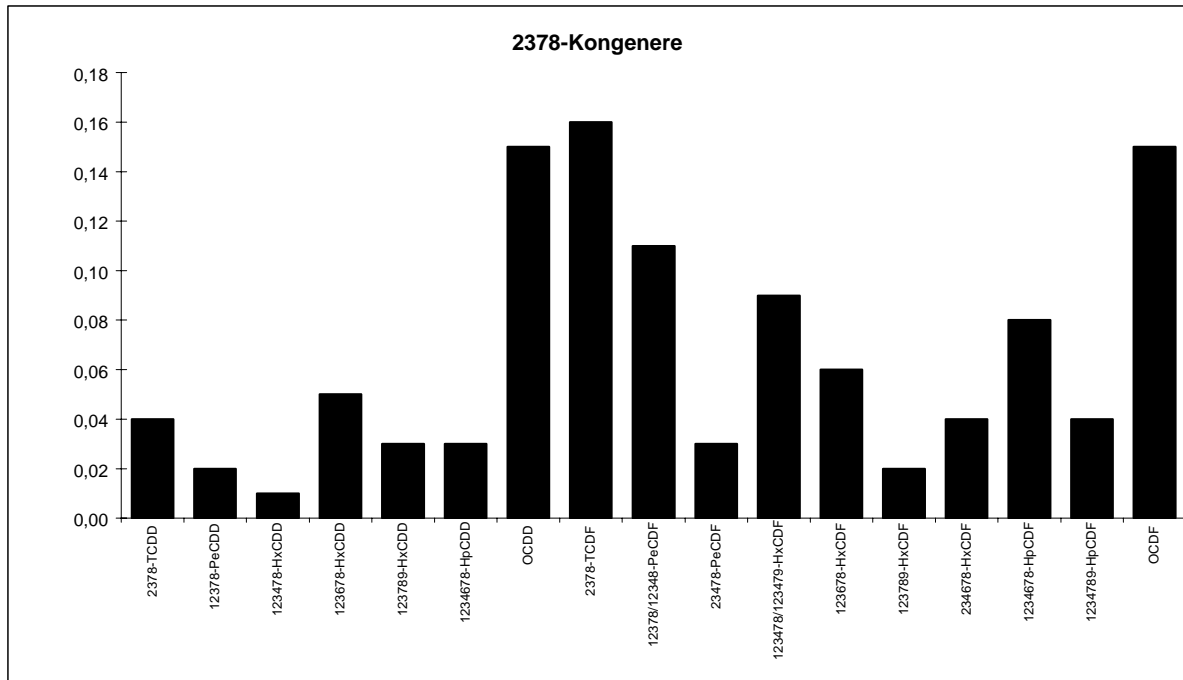
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/396



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/397

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 7

: St. 2, Arøya

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA442051

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,02	72	0,02	0,02	0,02
SUM TCDD	0,02				
12378-PeCDD	0,01 (i)	82	0,01	0,01	0,01
SUM PeCDD	0,01				
123478-HxCDD	< 0,04	91	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,02 (i)	90	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,01 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,03				
1234678-HpCDD	0,02	90	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,02				
OCDD	0,10	86	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,18		0,03	0,03	0,04
2378-TCDF	0,19	73	0,02	0,02	0,02
SUM TCDF	0,46				
12378/12348-PeCDF	0,15		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,03 (i)	75	0,02	0,02	0,02
SUM PeCDF	0,40				
123478/123479-HxCDF	0,13	82	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,07	82	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDF	0,01 (i)		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,04 (i)	87	0,00	0,00	0,00
SUM HxCDF	0,31				
1234678-HpCDF	0,17	88	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,04 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,35				
OCDF	0,24	84	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	1,76		0,06	0,07	0,07
SUM PCDD/PCDF	1,94		0,10	0,10	0,11

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

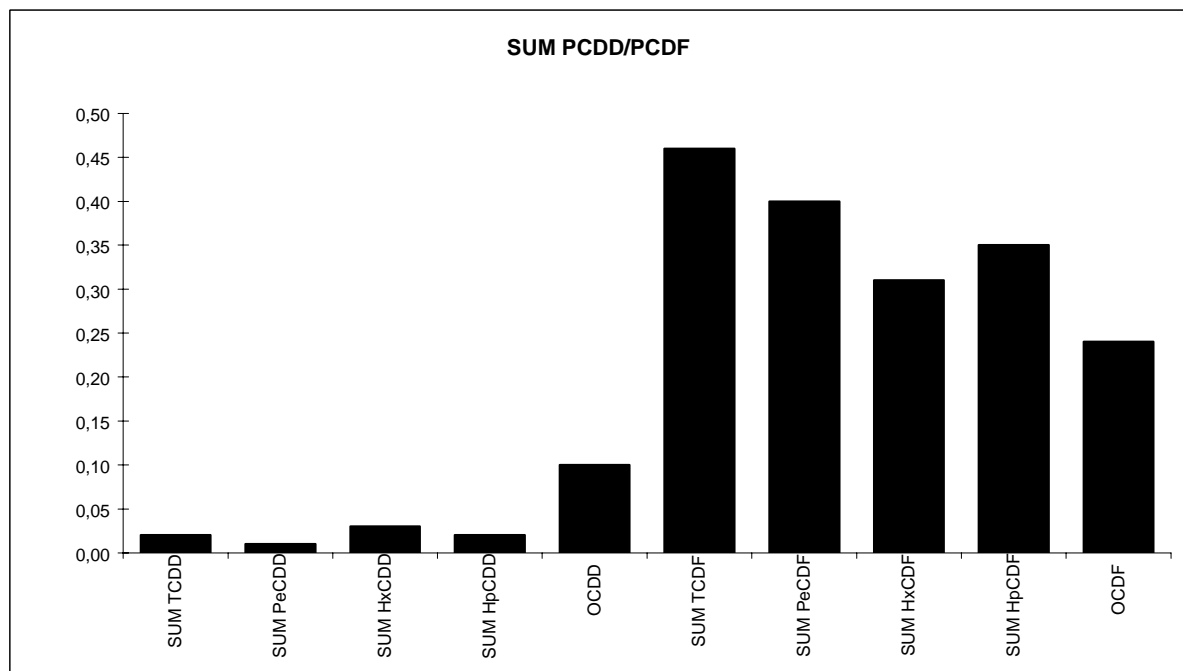
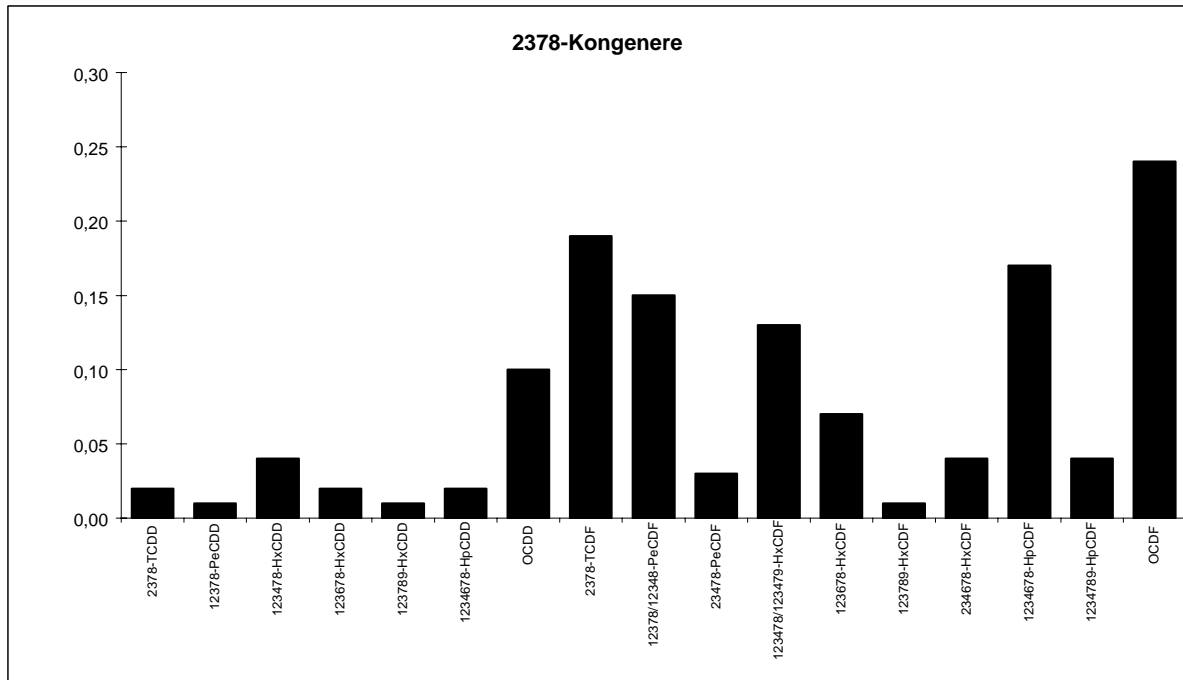
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/397



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/398

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 8

: St. 2 Arøya 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA444041

Komponent	Konsentrasjon		Gjenvinning	TE(nordisk)		TE (WHO)	
	pg/g			pg/g	pg/g	pg/g	
2378-TCDD	0,03 (i)	77	0,03	0,03	0,03	0,03	
SUM TCDD	0,03						
12378-PeCDD	<	0,02	80	0,01	0,01	0,02	
SUM PeCDD	0,02						
123478-HxCDD	0,01	83	0,00	0,00	0,00	0,00	
123678-HxCDD	0,03	85	0,00	0,00	0,00	0,00	
123789-HxCDD	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM HxCDD	0,05						
1234678-HpCDD	0,02 (i)	96	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM HpCDD	0,02						
OCDD	0,10 (i)	90	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM PCDD	0,22		0,05	0,05	0,06		
2378-TCDF	0,13	77	0,01	0,01	0,01	0,01	
SUM TCDF	0,15						
12378/12348-PeCDF	0,09		0,00	0,00	0,00	0,00	
23478-PeCDF	0,02 (i)	78	0,01	0,01	0,01	0,01	
SUM PeCDF	0,17						
123478/123479-HxCDF	0,08	77	0,01	0,01	0,01	0,01	
123678-HxCDF	0,05	74	0,01	0,01	0,01	0,01	
123789-HxCDF	0,02		0,00	0,00	0,00	0,00	
234678-HxCDF	0,03 (i)	82	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM HxCDF	0,20						
1234678-HpCDF	0,07	96	0,00	0,00	0,00	0,00	
1234789-HpCDF	0,02 (i)		0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM HpCDF	0,09						
OCDF	0,08	89	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM PCDF	0,69		0,04	0,05	0,05		
SUM PCDD/PCDF	0,91		0,09	0,09	0,10		

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

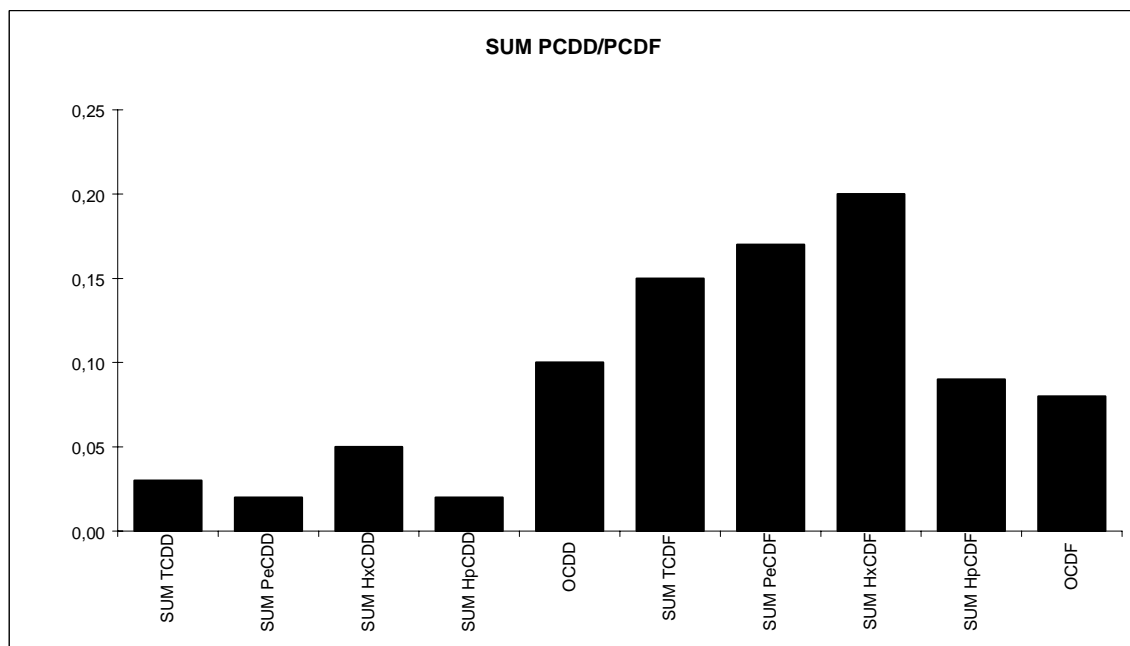
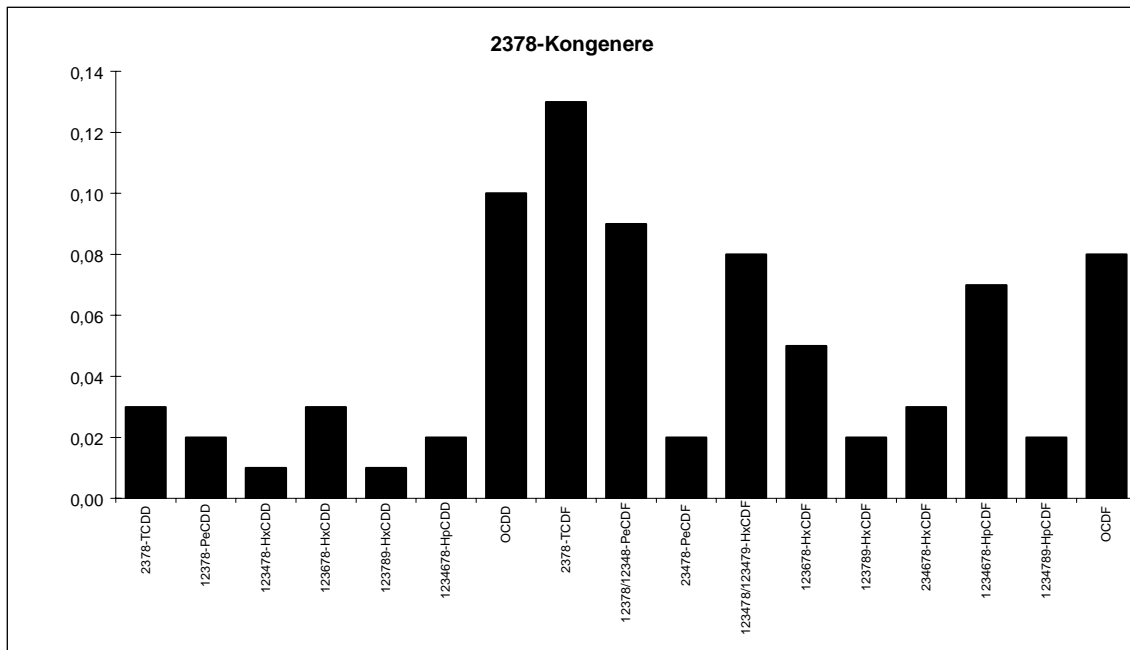
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440
 NILU-Prøvenummer: 02/398



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/399

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 9

: St. 2, Arøya 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA446101

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,04	75	0,04	0,04	0,04
SUM TCDD	0,05				
12378-PeCDD	0,01 (i)	79	0,01	0,01	0,01
SUM PeCDD	0,01				
123478-HxCDD	< 0,04	83	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,06	78	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,04		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,10				
1234678-HpCDD	0,06	82	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,06				
OCDD	0,18	76	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,40		0,06	0,06	0,06
2378-TCDF	0,42	75	0,04	0,04	0,04
SUM TCDF	0,57				
12378/12348-PeCDF	0,26		0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,08	77	0,04	0,04	0,04
SUM PeCDF	0,54				
123478/123479-HxCDF	0,16	78	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDF	0,16 (i)	77	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	0,04		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,09 (i)	79	0,01	0,01	0,01
SUM HxCDF	0,71				
1234678-HpCDF	0,22	88	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,08		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,39				
OCDF	0,74	80	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	2,95		0,13	0,14	0,14
SUM PCDD/PCDF	3,35		0,19	0,20	0,21

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

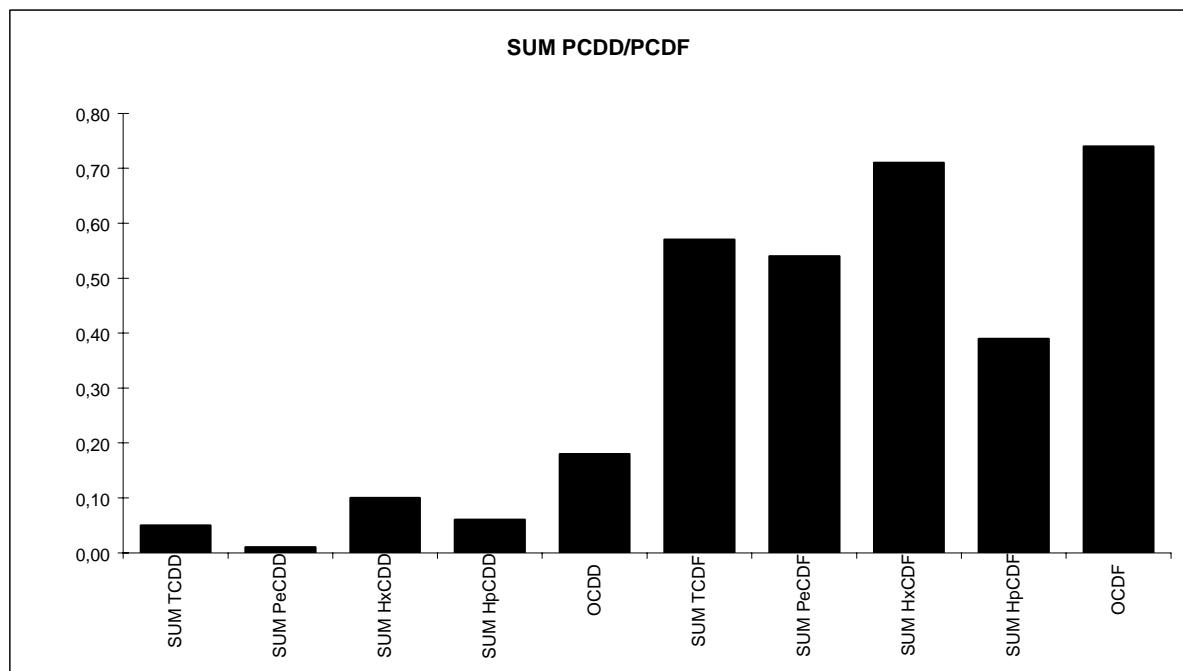
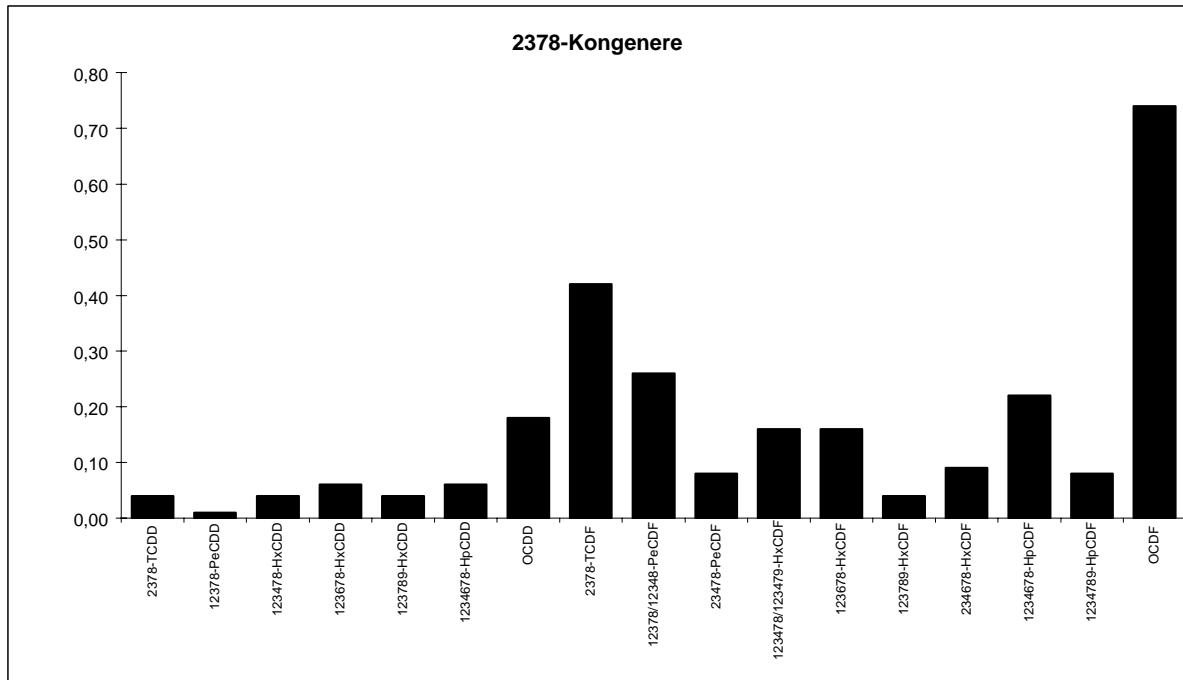
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440
 NILU-Prøvenummer: 02/399



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/400

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Pr. 10

: St. 3, Kastebukta 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,1g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA440041

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,04	83	0,04	0,04	0,04
SUM TCDD	0,04				
12378-PeCDD	< 0,02	83	0,01	0,01	0,02
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	0,01 (i)	80	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,04	79	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,08				
1234678-HpCDD	0,04 (i)	82	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,04				
OCDD	0,13 (i)	81	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,29		0,06	0,06	0,07
2378-TCDF	0,42	75	0,04	0,04	0,04
SUM TCDF	0,57				
12378/12348-PeCDF	0,36		0,00	0,02	0,02
23478-PeCDF	0,06 (i)	78	0,03	0,03	0,03
SUM PeCDF	0,72				
123478/123479-HxCDF	0,26	76	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDF	0,17	78	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	0,03 (i)		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,07 (i)	82	0,01	0,01	0,01
SUM HxCDF	0,77				
1234678-HpCDF	0,23	77	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,09 (i)		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,37				
OCDF	0,17	76	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	2,60		0,13	0,15	0,15
SUM PCDD/PCDF	2,89		0,19	0,20	0,21

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

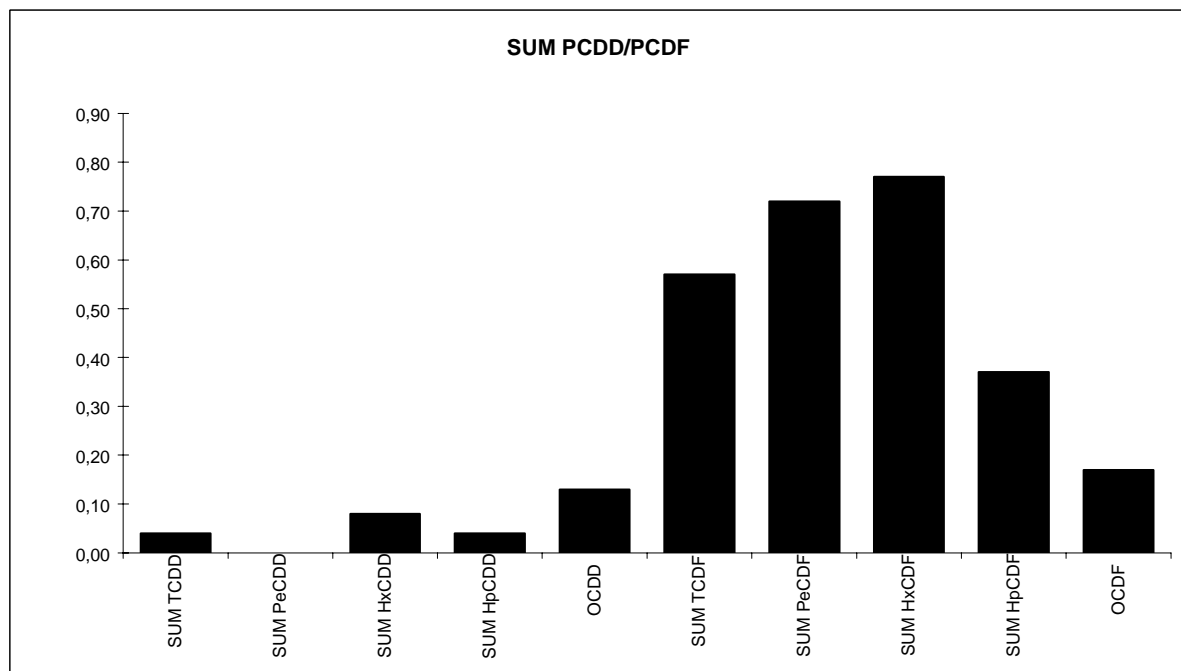
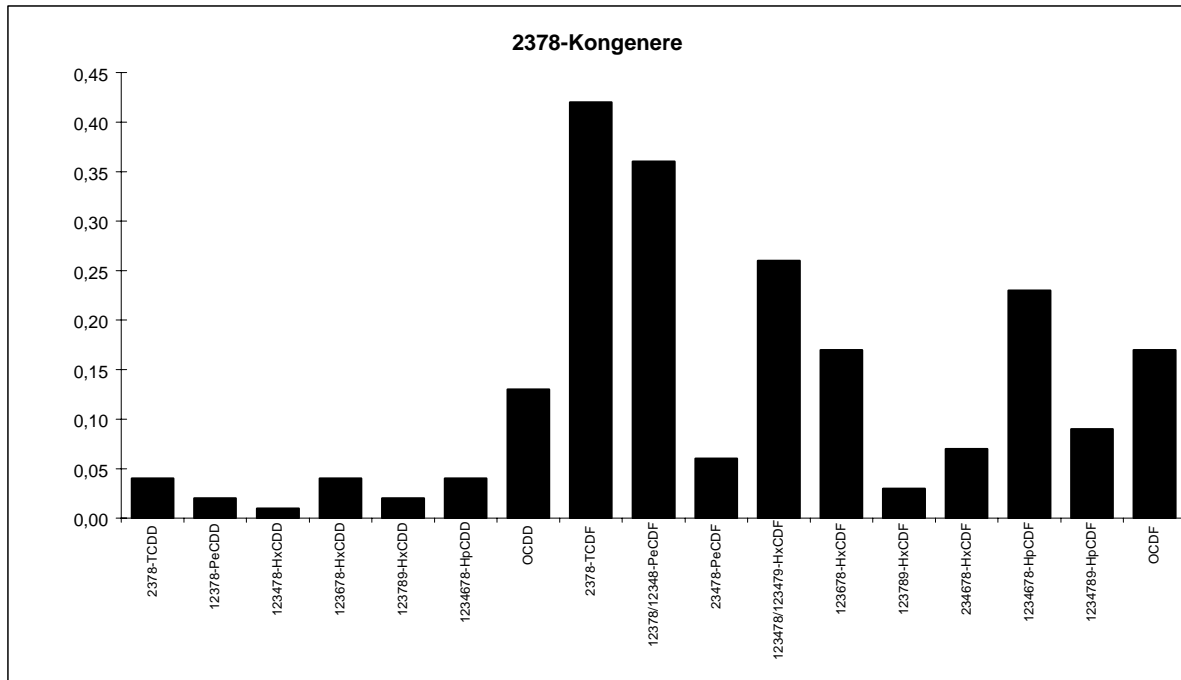
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440
 NILU-Prøvenummer: 02/400



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/401

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: Pr. 11

: St. 3, Kastebukta 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA447131

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,04	73	0,04	0,04	0,04
SUM TCDD	0,05				
12378-PeCDD	<	76	0,01	0,01	0,02
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	<	87	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,05 (i)	80	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,04		0,00	0,00	0,00
SUM HxCDD	0,09				
1234678-HpCDD	0,05 (i)	78	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD	0,05				
OCDD	0,13 (i)	78	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	0,32		0,06	0,06	0,07
2378-TCDF	0,45	69	0,05	0,05	0,05
SUM TCDF	0,60				
12378/12348-PeCDF	0,39		0,00	0,02	0,02
23478-PeCDF	0,08 (i)	76	0,04	0,04	0,04
SUM PeCDF	0,76				
123478/123479-HxCDF	0,36	81	0,04	0,04	0,04
123678-HxCDF	0,23 (i)	80	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	<		0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,06	76	0,01	0,01	0,01
SUM HxCDF	1,16				
1234678-HpCDF	0,24	79	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,07		0,00	0,00	0,00
SUM HpCDF	0,38				
OCDF	0,21 (i)	66	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	3,11		0,16	0,18	0,18
SUM PCDD/PCDF	3,43		0,22	0,24	0,25

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

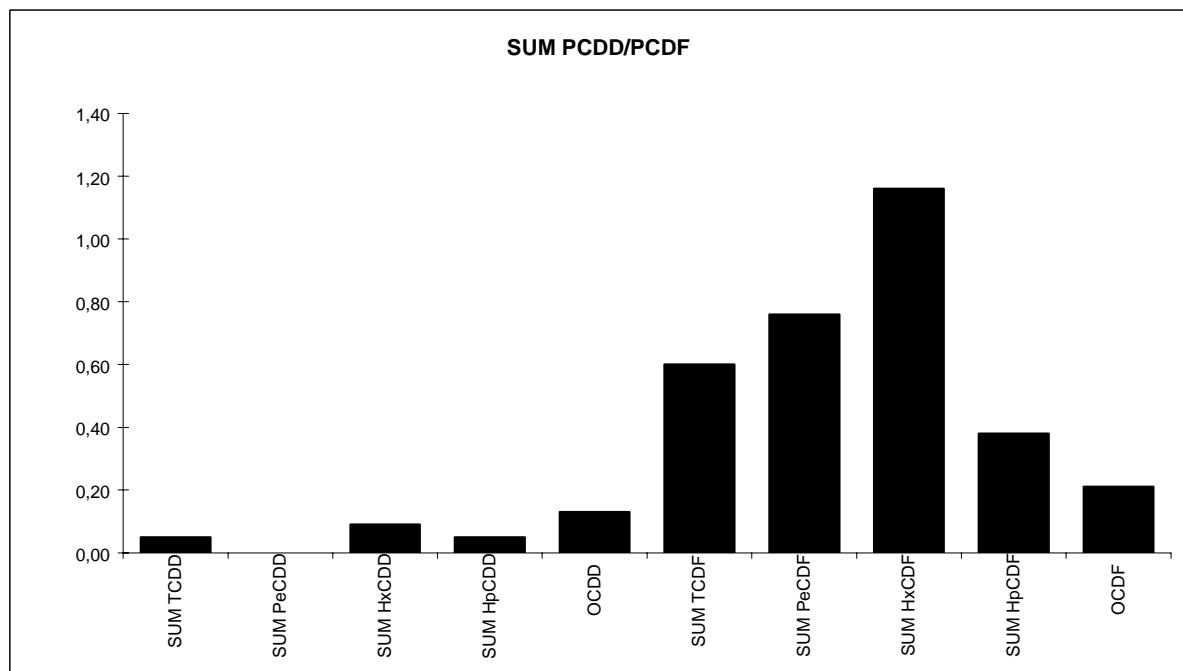
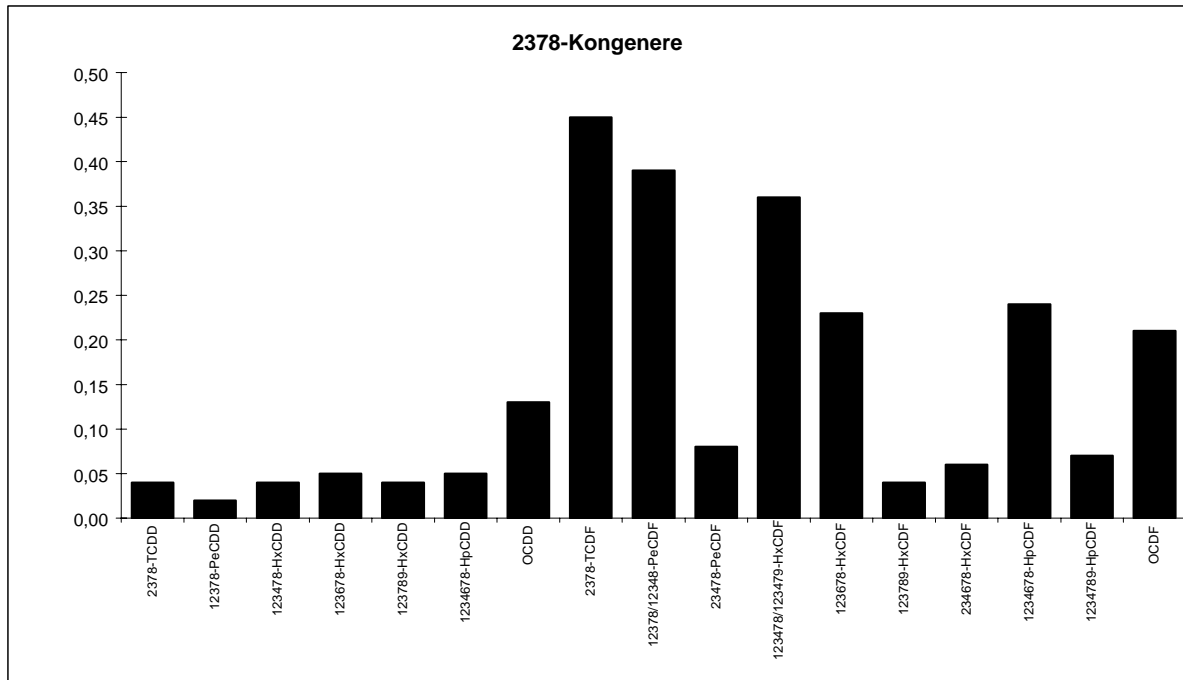
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/401



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1440

NILU-Prøvenummer: 02/402

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerkning: Pr. 12

: St. 3, Kastebukta 06.03.02

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 25,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA445191

Komponent	Konsentrasjon		Gjenvinning	TE		
	pg/g			(nordisk)	i-TE	(WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g	
2378-TCDD	0,05 (i)	74	0,05	0,05	0,05	
SUM TCDD	0,13					
12378-PeCDD	<	0,02	76	0,01	0,01	
SUM PeCDD	0,01					
123478-HxCDD	<	0,04	78	0,00	0,00	
123678-HxCDD		0,04	76	0,00	0,00	
123789-HxCDD		0,03 (i)		0,00	0,00	
SUM HxCDD	0,07					
1234678-HpCDD		0,06 (i)	83	0,00	0,00	
SUM HpCDD	0,06					
OCDD		0,16 (i)	88	0,00	0,00	
SUM PCDD	0,43			0,07	0,07	
2378-TCDF		0,43	77	0,04	0,04	
SUM TCDF	0,55					
12378/12348-PeCDF		0,38		0,00	0,02	
23478-PeCDF		0,04	76	0,02	0,02	
SUM PeCDF	0,45					
123478/123479-HxCDF		0,23	75	0,02	0,02	
123678-HxCDF		0,21	75	0,02	0,02	
123789-HxCDF		0,03 (i)		0,00	0,00	
234678-HxCDF		0,08	78	0,01	0,01	
SUM HxCDF	0,98					
1234678-HpCDF		0,17	83	0,00	0,00	
1234789-HpCDF		0,05 (i)		0,00	0,00	
SUM HpCDF	0,25					
OCDF		0,08 (i)	106	0,00	0,00	
SUM PCDF	2,31			0,12	0,14	
SUM PCDD/PCDF	2,74			0,20	0,22	

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

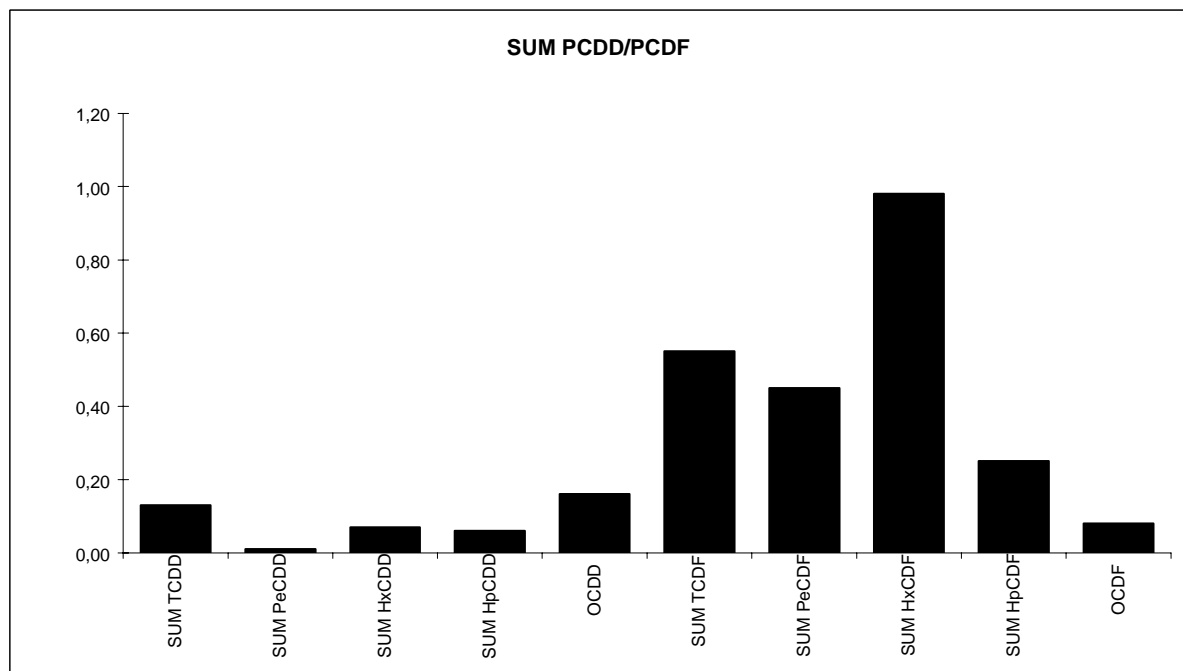
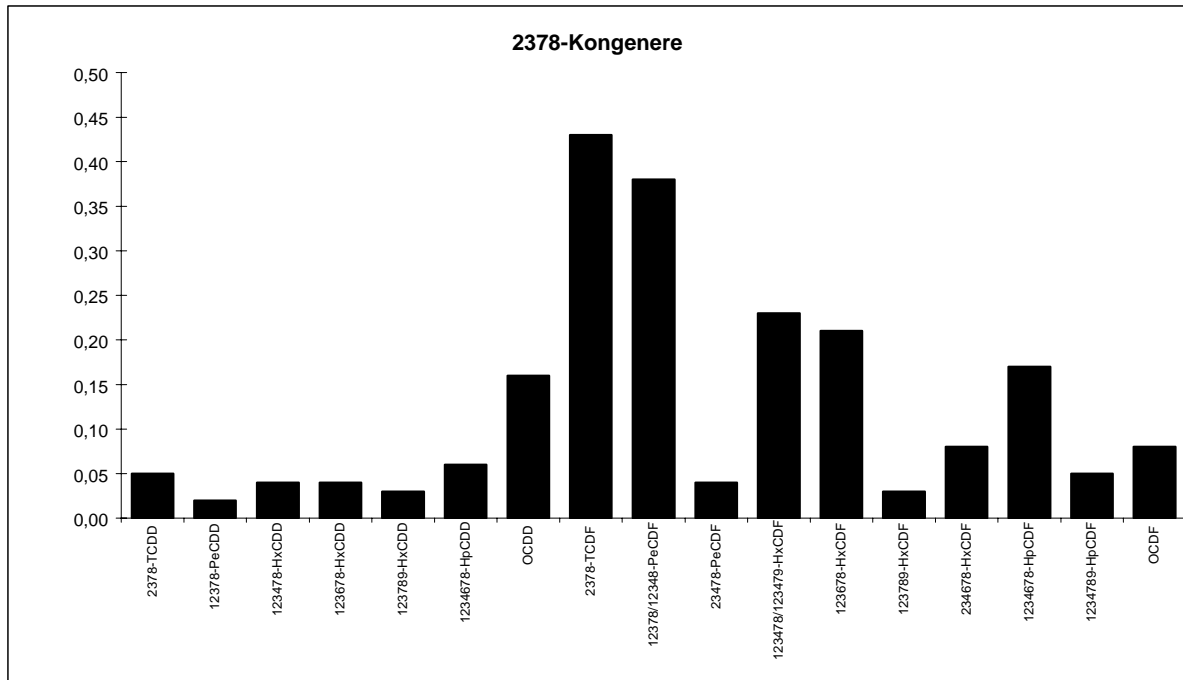
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1440
 NILU-Prøvenummer: 02/402



Vedlegg H. Dioksiner i oppmalt villfisk

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1367

NILU-Prøvenummer: 02/58

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: E34, 24.05.01

: Eidanger (bl.pr.oppmalt)

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 5,0g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA421081

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		%	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,98	54	0,98	0,98	0,98
SUM TCDD	1,10				
12378-PeCDD	< 0,10	56	0,05	0,05	0,10
SUM PeCDD					
123478-HxCDD	< 0,20	54	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,66 (i)	52	0,07	0,07	0,07
123789-HxCDD	< 0,20		0,02	0,02	0,02
SUM HxCDD	0,66				
1234678-HpCDD	< 0,40	52	0,00	0,00	0,00
SUM HpCDD					
OCDD	< 1,00	43	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	2,76		1,14	1,14	1,19
2378-TCDF	9,71	61	0,97	0,97	0,97
SUM TCDF	11,8				
12378/12348-PeCDF	8,54		0,09	0,43	0,43
23478-PeCDF	1,86 (i)	54	0,93	0,93	0,93
SUM PeCDF	10,1				
123478/123479-HxCDF	9,43 (i)	53	0,94	0,94	0,94
123678-HxCDF	5,24	50	0,52	0,52	0,52
123789-HxCDF	< 0,20		0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	1,34	52	0,13	0,13	0,13
SUM HxCDF	17,9				
1234678-HpCDF	2,18	56	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	0,86 (i)		0,01	0,01	0,01
SUM HpCDF	3,46				
OCDF	1,52 (i)	50	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF	44,7		3,64	3,98	3,98
SUM PCDD/PCDF	47,5		4,78	5,12	5,17

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

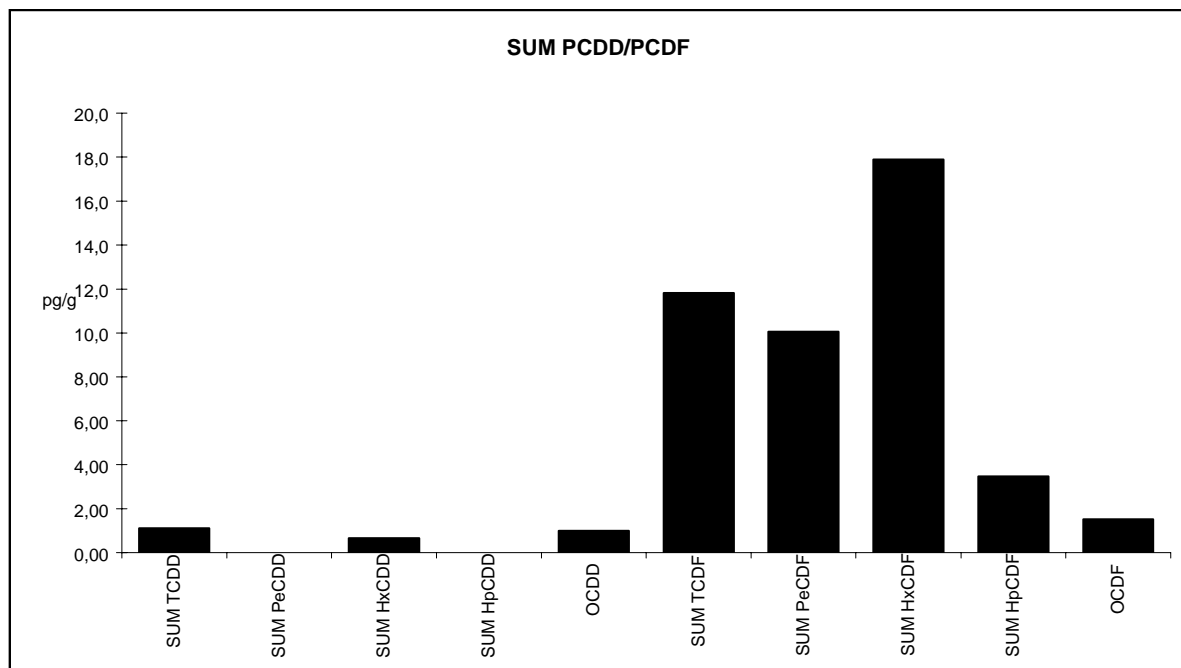
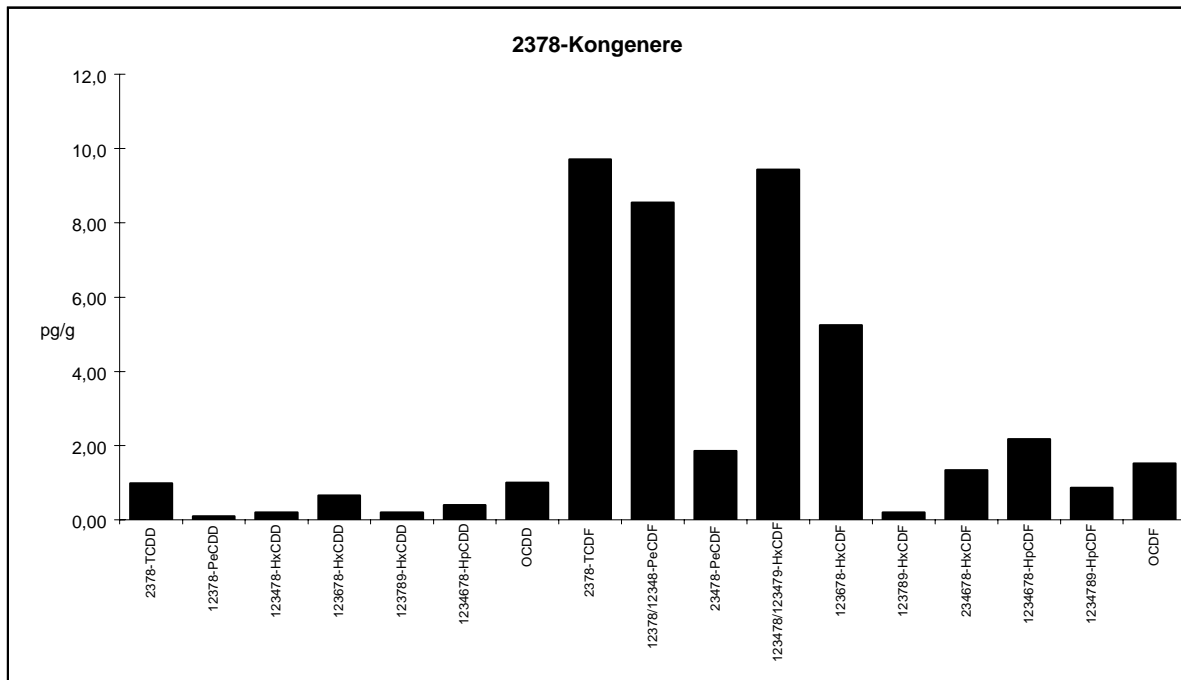
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1367

NILU-Prøvenummer: 02/58



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-1367

NILU-Prøvenummer: 02/57

Kunde: NIVA/JAB

Kundenes prøvemerking: F33, 21-22.05 + ?

: Frier (bl.pr.oppmalt)

Prøvetype: Torsk

Analysert prøvemengde: 5,14g

Mottatt prøvemengde:

Måleenhet: pg/g

Datafiler: VA421101

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	1,26	79	1,26	1,26	1,26
SUM TCDD	1,26				
12378-PeCDD	0,20 (i)	90	0,10	0,10	0,20
SUM PeCDD	0,20				
123478-HxCDD	< 0,20	110	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	1,64 (i)	89	0,16	0,16	0,16
123789-HxCDD	1,26		0,13	0,13	0,13
SUM HxCDD	2,90				
1234678-HpCDD	1,49	137 (g)	0,01	0,01	0,01
SUM HpCDD	1,49				
OCDD	< 2,96	115	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	8,81		1,69	1,69	1,79
2378-TCDF	3,85	80	0,39	0,39	0,39
SUM TCDF	5,44				
12378/12348-PeCDF	8,22		0,08	0,41	0,41
23478-PeCDF	2,13	90	1,07	1,07	1,07
SUM PeCDF	12,3				
123478/123479-HxCDF	21,3	100	2,13	2,13	2,13
123678-HxCDF	22,1	89	2,21	2,21	2,21
123789-HxCDF	1,34 (i)		0,13	0,13	0,13
234678-HxCDF	3,22	102	0,32	0,32	0,32
SUM HxCDF	51,9				
1234678-HpCDF	9,42	120	0,09	0,09	0,09
1234789-HpCDF	8,72		0,09	0,09	0,09
SUM HpCDF	19,9				
OCDF	9,56	144 (g)	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	99,1		6,52	6,85	6,84
SUM PCDD/PCDF	108		8,21	8,54	8,62

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (NATO/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

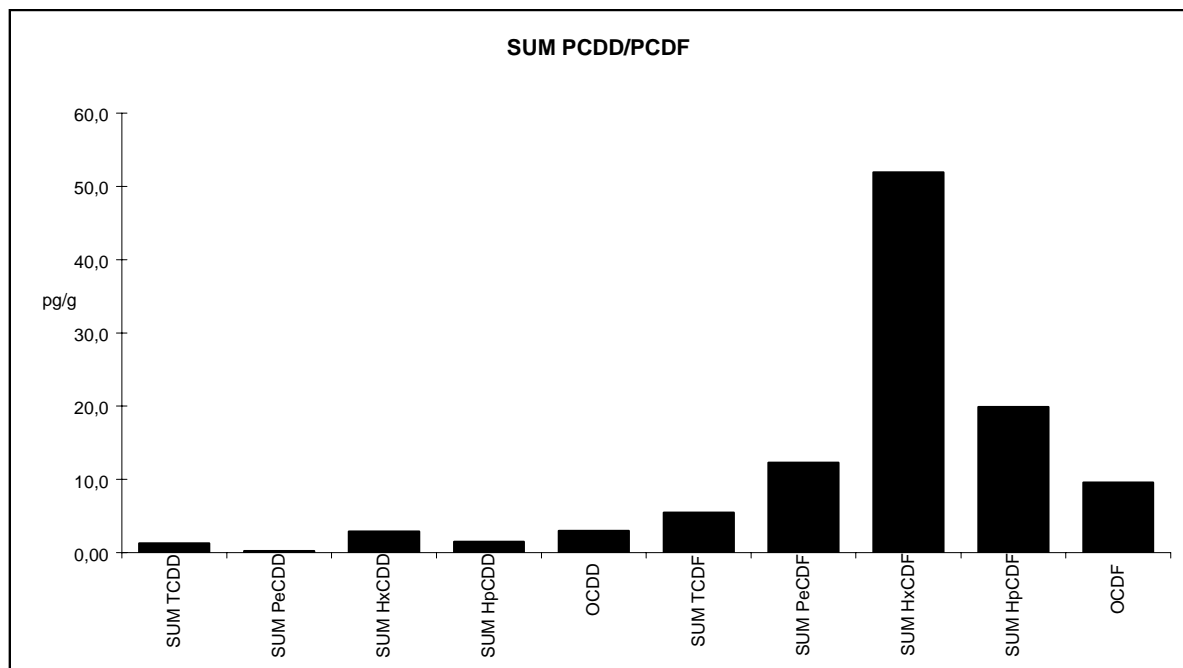
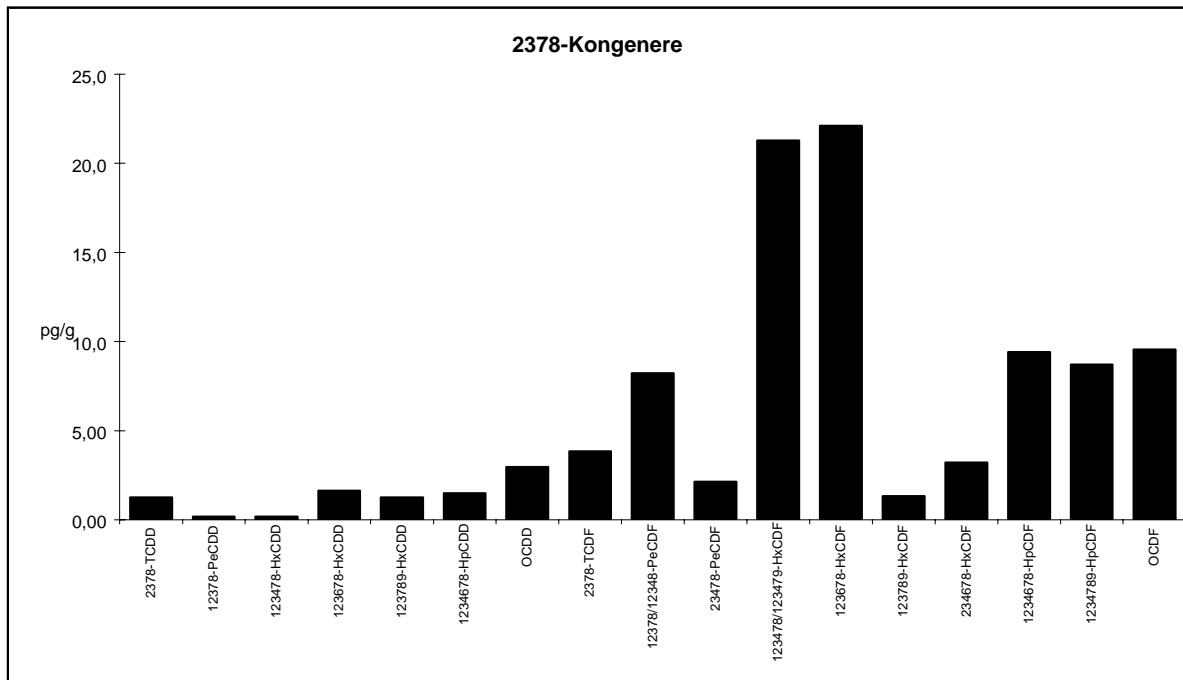
(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og < 120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-1367

NILU-Prøvenummer: 02/57



Vedlegg I. Fettinnhold i forsøksfisken

A: Fisk fra burforsøk

Prøve nr. NILU	Behandling	% Fett	Mean	% reduksjon i forhold til kontroll
02/391	Pr. 1, kontroll	0,71		
02/392	Pr. 2, kontroll	0,48		
02/393	Pr. 3, kontroll	0,50		
	Kontroll		0,56	
02/397	Pr. 7, Arøya	0,26		
02/398	Pr. 8, Arøya	0,36		
02/399	Pr. 9, Arøya	0,49		
	Arøya		0,37	34,3
02/394	Pr. 4, Kalvsundet	0,33		
02/395	Pr. 5, Kalvsundet	0,43		
02/396	Pr. 6, Kalvsundet	0,25		
	Kalvsundet		0,34	40,24
02/400	Pr. 10, Kastebukta	0,25		
02/401	Pr. 1, Kastebukta	0,37		
02/402	Pr. 12, Kastebukta	0,39		
	Kastebukta		0,34	40,24

B: Fettinnhold i oppmalt villfisk (blandprøve av 5 fisk)

J.nr	Dato	Art	Lokalitet	Fisk i bl. Prøve	% fett (NILU)	% fett (NIVA middelvei)
F33	21-21.5.2001+?	Torsk	Frier	F18F25F26F27F28	0,56	0,832
E34	24.05.2001	Torsk	Eidanger	E20E21E22E23E24	0,69	0,906

Vedlegg J. Rådata EROD-analyser

Prøve- kode	Stasjons- navn	Fiske nr	Kode	EROD (pmol/min/mg protein)	CV (%)	Kommentar
GR0	Kontroll	1	2441	108,76	5,21	
GR0	Kontroll	3	2442	0,66*		
GR0	Kontroll	4	2443	10,13	10,33	
GR0	Kontroll	5	2444	88,53	5,45	
GR0	Kontroll	6	2445	1,40	23,11	
GR0	Kontroll	7	2446	16,69	15,59	
GR0	Kontroll	9	2447	45,55	5,52	
GR0	Kontroll	11	2448	1,18		
GR0	Kontroll	12	2449	49,85	7,45	
GR0	Kontroll	13	2450	122,36	6,95	
GR0	Kontroll	14	2451	102,60	4,05	
GR0	Kontroll	15	2452	88,87	7,13	
GR0	Kontroll	17	2453	88,84	2,59	
GR0	Kontroll	18	2454	76,30	3,93	
GR0	Kontroll	19	2455	74,39	8,36	
GR1	Kalvsundet	2	2456	23,92	4,61	
GR1	Kalvsundet		2457	0,11*		
GR1	Kalvsundet	4	2458	0,48*	15,94	
GR1	Kalvsundet	6	2459	0,83*	22,14	
GR1	Kalvsundet	9	2460	3,45	6,32	
GR1	Kalvsundet	10	2461	12,58	8,43	
GR1	Kalvsundet	11	2462	0,53*		
GR1	Kalvsundet	13	2463	1,77	8,22	
GR1	Kalvsundet	14	2464			
GR1	Kalvsundet	15	2465	13,99	5,45	
GR1	Kalvsundet	17	2466	80,93	26,83	
GR1	Kalvsundet	18	2467	115,32		
GR1	Kalvsundet	19	2468	0,09*		
GR1	Kalvsundet	20	2469	0,81*		
GR1	Kalvsundet	21	2470	67,91	3,76	
GR2	Arøya	1	2471	1,66	19,65	
GR2	Arøya	4	2472	142,14	5,72	
GR2	Arøya	6	2473	96,56		
GR2	Arøya	7	2474	29,57	7,32	
GR2	Arøya	8	2475	77,89	11,37	
GR2	Arøya	9	2476	91,33	9,88	
GR2	Arøya	10	2477	0,18*		
GR2	Arøya	11	2478	90,75	1,55	
GR2	Arøya	12	2479	72,26	2,42	
GR2	Arøya	13	2480	9,47	3,76	
GR2	Arøya	16	2481	39,52	4,12	
GR2	Arøya	17	2482	11,86	5,65	

Vedlegg J Rådata EROD-analyser (fortsettelse)

Prøve- kode	Stasjons- navn	Fiske nr	Kode	EROD (pmol/min/mg protein)	CV (%)	Kommentar
GR2	Arøya	18	2483	90,29	3,91	
GR2	Arøya	22	2484	1,93	11,97	
GR2	Arøya	23	2485	8,14	5,17	
GR3	Kastebukta	1	2486	17,18	3,58	
GR3	Kastebukta	2	2487	51,68	3,99	
GR3	Kastebukta	3	2488	11,85	2,87	
GR3	Kastebukta	4	2489	0,16*		
GR3	Kastebukta	5	2490	21,22	4,43	
GR3	Kastebukta	6	2491	19,72	2,85	
GR3	Kastebukta	7	2492	14,16	3,53	
GR3	Kastebukta	8	2493	74,25	3,85	
GR3	Kastebukta	10	2494	79,96	4,98	
GR3	Kastebukta	12	2495	168,37	3,80	
GR3	Kastebukta	13	2496	9,91	6,22	
GR3	Kastebukta	15	2497	152,84	5,03	
GR3	Kastebukta	16	2498			
GR3	Kastebukta	17	2499	28,36	1,87	
GR3	Kastebukta	18	2500	0,20*		

* Verdi ligger under kvantifiseringsgrensen

Vedlegg K. Rådata GST- og GR-analyser

Labkode	Prøve- kode	Stasjonsna vn	Fisk nr	GST (U/min/mg prot)	GR (mU/min/mg prot)
2441	GR0	Kontroll	1	*	50,65
2442	GR0	Kontroll	3	3,99	61,34
2443	GR0	Kontroll	4	4,68	78,90
2444	GR0	Kontroll	5	1,22	81,81
2445	GR0	Kontroll	6	5,28	94,08
2446	GR0	Kontroll	7	2,74	82,00
2447	GR0	Kontroll	9	14,15	78,38
2448	GR0	Kontroll	11	4,74	59,64
2449	GR0	Kontroll	12	3,94	69,06
2450	GR0	Kontroll	13	6,28	81,27
2451	GR0	Kontroll	14	2,98	112,08
2452	GR0	Kontroll	15	4,72	64,28
2453	GR0	Kontroll	17	7,62	108,93
2454	GR0	Kontroll	18	4,16	55,40
2455	GR0	Kontroll	19	4,70	73,07
2456	GR1	Kalvsundet	2	3,96	128,40
2457	GR1	Kalvsundet	3	3,22	132,51
2458	GR1	Kalvsundet	4	4,48	124,41
2459	GR1	Kalvsundet	6	3,15	139,01
2460	GR1	Kalvsundet	9	5,24	54,48
2461	GR1	Kalvsundet	10	3,93	98,17
2462	GR1	Kalvsundet	11	6,25	100,56
2463	GR1	Kalvsundet	13	5,78	161,49
2464	GR1	Kalvsundet	14	8,57	137,01
2465	GR1	Kalvsundet	15	9,16	106,73
2466	GR1	Kalvsundet	17	6,58	116,76
2467	GR1	Kalvsundet	18	10,38	124,38
2468	GR1	Kalvsundet	19	6,08	101,45

* Verdi ligger under kvantifiseringsgrensen

Vedlegg K. Rådata GST- og GR-analyser (fortsettelse)

Labkode	Prøve- kode	Stasjonsna vn	Fisk nr	GST (U/min/mg prot)	GR (mU/min/mg prot)
2469	GR1	Kalvsundet	20	4,16	142,73
2470	GR1	Kalvsundet	21	9,75	118,94
2471	GR2	Arøya	1	5,79	105,76
2472	GR2	Arøya	4	13,14	116,15
2473	GR2	Arøya	6	8,38	125,36
2474	GR2	Arøya	7	8,30	131,68
2475	GR2	Arøya	8	6,18	168,35
2476	GR2	Arøya	9	11,75	149,42
2477	GR2	Arøya	10	6,12	178,71
2478	GR2	Arøya	11	8,23	116,00
2479	GR2	Arøya	12	8,39	135,23
2480	GR2	Arøya	13	11,10	135,27
2481	GR2	Arøya	16	4,12	236,51
2482	GR2	Arøya	17	4,31	118,88
2483	GR2	Arøya	18	8,65	64,70
2484	GR2	Arøya	22	7,88	109,71
2485	GR2	Arøya	23	11,39	167,54
2486	GR3	Kastebukta	1	6,36	102,45
2487	GR3	Kastebukta	2	10,08	122,75
2488	GR3	Kastebukta	3	8,71	142,78
2489	GR3	Kastebukta	4	6,36	155,10
2490	GR3	Kastebukta	5	11,78	119,80
2491	GR3	Kastebukta	6	8,17	151,18
2492	GR3	Kastebukta	7	10,92	113,69
2493	GR3	Kastebukta	8	11,12	118,45
2494	GR3	Kastebukta	10	14,63	98,92
2495	GR3	Kastebukta	12	11,71	99,77
2496	GR3	Kastebukta	13	7,90	99,78
2497	GR3	Kastebukta	15	13,91	88,00
2498	GR3	Kastebukta	16	7,08	112,83
2499	GR3	Kastebukta	17	8,68	70,65
2500	GR3	Kastebukta	18	7,04	103,23

Vedlegg L. Rådata VTG analyser

Stasjon	Fisk nr	Mean ng/ml	CV	OD	er regnet med på plateleseren
Kontroll	3	3172	9,738	1,046	25
Kontroll	4	1726	22,89	1,147	25
Kontroll	6	1265	22,97	1,308	25
Kontroll	8	1574	22,56	1,208	25
Kontroll	10	1027	20,05	1,359	25
Kontroll	11	2481	16,71	1,625	50
Kontroll	17	4260	22,79	1,625	50
Kontroll	18	1116	26,46	1,299	25
Kalvsundet	2	6634	7,319	1,413	50
Kalvsundet	3	5113	15,93	1,548	50
Kalvsundet	4	7498	10,15	1,369	50
Kalvsundet	6	6871	13,37	1,394	50
Kalvsundet	13	5719	13,61	1,498	50
Kalvsundet	17	11704	10,63	1,159	50
Kalvsundet	19	5846	6,878	1,404	50
Kalvsundet	20	5435	10,37	1,522	50
Kalvsundet	21	2549	17,12	1,048	25
Arøya	1	825	15,6	1,71	25
Arøya	4	557	24,34	1,786	25
Arøya	7	173	14,53	2,003	25
Arøya	8	652	37,11	1,708	25
Arøya	11	436	60,36	1,98	25
Arøya	13			1,988	25
Arøya	17			2,13	25
Arøya	18	3023	8,393	1,664	50
Arøya	22	3569	14,24	1,587	50
Arøya	23	4115	20,087	1,51	50
Kastebukta	1	3372	29,33	2,014	50
Kastebukta	2	4503	17,03	1,819	50
Kastebukta	3	3644	17,8	1,907	50
Kastebukta	4	3781	2,96	1,823	50
Kastebukta	5	3381	12,21	1,868	50
Kastebukta	6	3293	6,642	1,902	50
Kastebukta	13	4270	18,36	1,863	50
Kastebukta	15	4422	3,103	1,728	50
Kastebukta	17	831	20,17	1,783	25

Vedlegg M. PAH metabolitter- rådatametabolitter- rådata

Lab-kode	Prøve-kode	Stasjon	Fisk nr	2-OH-naftalen (µg/kg/ABS38)	1-OH-fenantren (µg/kg/ABS380)	1-OH-pyren (µg/kg/ABS380)	3-OH-BaP (µg/kg/ABS380)
2441	GR0	Kontroll	1	nd	2,264	19,11	nd
2443	GR0	Kontroll	4	nd	1,394	12,12	nd
2444	GR0	Kontroll	5	nd	2,575	15,00	nd
2445	GR0	Kontroll	6	nd	1,163	10,47	nd
2446	GR0	Kontroll	7	nd	2,337	26,14	nd
2447	GR0	Kontroll	9	nd	1,817	12,58	nd
2448	GR0	Kontroll	11	nd	0,568	6,76	nd
2450	GR0	Kontroll	13	nd	0,816	4,67	nd
2452	GR0	Kontroll	15	nd	1,322	11,44	nd
2453	GR0	Kontroll	17	nd	0,303	2,05	nd
2455	GR0	Kontroll	19	nd	2,707	18,59	nd
2471	GR2	Arøya	1	nd	0,371	3,12	nd
2472	GR2	Arøya	4	nd	1,647	12,16	nd
2473	GR2	Arøya	6	nd	0,803	9,98	nd
2474	GR2	Arøya	7	nd	0,249	3,91	nd
2475	GR2	Arøya	8	nd	1,589	10,67	nd
2476	GR2	Arøya	9	nd	0,542	4,41	nd
2477	GR2	Arøya	10	nd	0,747	7,47	nd
2478	GR2	Arøya	11	nd	0,938	11,18	nd
2479	GR2	Arøya	12	nd	0,755	9,32	nd
2480	GR2	Arøya	13	nd	1,752	17,20	nd
2481	GR2	Arøya	16	nd	0,588	5,14	nd
2482	GR2	Arøya	17	nd	0,443	3,950	nd
2483	GR2	Arøya	18	nd	1,235	10,48	nd
2484	GR2	Arøya	22	nd	0,817	7,57	nd

2485	GR2	Arøya	23	nd	1,251	15,47	nd
2486	GR3	Kastebukta	1	nd	0,302	5,98	nd
2487	GR3	Kastebukta	2	nd	0,364	6,66	nd
2488	GR3	Kastebukta	3	nd	0,022	5,10	nd
2489	GR3	Kastebukta	4	nd	0,083	6,95	nd
2490	GR3	Kastebukta	5	nd	0,202	7,78	nd
2491	GR3	Kastebukta	6	nd	0,223	8,44	nd
2492	GR3	Kastebukta	7	nd	0,188	6,54	nd
2493	GR3	Kastebukta	8	nd	0,137	5,93	nd
2494	GR3	Kastebukta	10	nd	0,165	8,83	nd
2495	GR3	Kastebukta	12	nd	0,265	10,52	0,30
2496	GR3	Kastebukta	13	nd	0,227	11,57	nd
2497	GR3	Kastebukta	15	nd	0,179	8,16	0,18
2498	GR3	Kastebukta	16	nd	0,124	5,29	0,05
2499	GR3	Kastebukta	17	nd	0,265	11,33	nd
2500	GR3	Kastebukta	18	nd	0,080	7,08	nd