

Undersøkelse av miljøgifter i Kragersøområdet i 2013-2014. Kvikksølv, dioksin og PAH i sediment, blåskjell og torsk



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

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

Tittel Undersøkelse av miljøgifter i Kragerøområdet i 2013-2014. Kvikksølv, dioksin og PAH i sediment, blåskjell og torsk	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	6743-2014	12. november 2014
Forfatter(e) Green, Norman Høgåsen, Tore Håvardstun, Jarle Janne K. Gitmark Camilla With Fagerli	Prosjektnr.	Sider
	13268	28
	Fagområde	Distribusjon
	Miljøgifter sjøvann	Fri
	Geografisk område	Trykket
	Telemark	NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Telemark, v. Arne Kjellsen	Oppdragsreferanse Bestilling 1508_2013
---------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Sammendrag

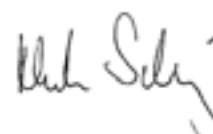
Kvikksølv, dioksiner og PAH ble undersøkt i området Kragerø havn, fra Kilsfjorden i vest til Pumpeviken i øst og utenfor Ytre Kalstadkilen i nord. Undersøkelsen foregikk i 2013 (sediment og blåskjell) og 2014 (torsk). Det ble analysert overflatesediment (0-2cm) på fem stasjoner, blåskjell på fem stasjoner og blandprøver av torsk på én stasjon. Konsentrasjonen av kvikksølv på alle fem sedimentstasjonene var i klasse III eller IV og var dermed ikke akseptabel i henhold til vannforskriften. Konsentrasjonen av kvikksølv i blåskjell var lav (lite eller moderat forurenset). Konsentrasjon i torskfilet lå godt under EUs grense for trygg sjømat. Dioksinkonsentrasjonen i sediment var høyest i Kilsfjorden og nord for Furuholmen. Konsentrasjonene av dioksin i blåskjell og torskelever var lave, og godt under EUs grense for trygg sjømat. PAH-konsentrasjonen i sedimentene var ikke akseptabel i henhold til vannforskriften. Konsentrasjonene av PAH i blåskjell var lave.

Fire norske emneord 1. Kragerø 2. Marin 3. Overvåking 4. Miljøgifter	Fire engelske emneord 1. Kragerø 2. Marine 3. Monitoring 4. Micropollutants
----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------



Norman Green

Prosjektleder



Morten Schaanning

Forskningsleder

Undersøkelse av miljøgifter i Kragerøområdet i 2013-2014

Kvikksølv, dioksiner og PAH i sediment, blåskjell og
torsk

Forord

Undersøkelsene i den foreliggende rapporten er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for Fylkesmannen i Telemark (FMTE).

Kontaktperson hos FMTE har vært Arne Kjellsen.

Innsamling av sediment og blåskjell ble utført av Janne Gitmark og Camilla W. Fagerli (NIVA) i september 2013. Innsamling av torsk ble utført av fisker Tom Rolund i samarbeid med Jarle Håvardstun (NIVA) i februar 2014.

Opparbeiding av blåskjell ble utført på NIVA av Janne Gitmark. Opparbeiding av torsk ble utført av Jarle Håvardstun.

Analysene for kvikksølv og PAH ble utført av NIVA, og dioksin-analysene ble utført av Eurofins.

Rapporten er utarbeidet av Norman Green og Tore Høgåsen ved NIVA.

Oslo, 12. november 2014

Norman Green

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Metodikk	8
2.1 Innsamling av sediment, blåskjell og torsk	8
2.1 Klassifisering av tilstand fra konsentrasjoner	10
3. Resultater og diskusjon	11
3.1 Undersøkelser av kvikksølv	12
3.1.1 Sediment	12
3.1.2 Blåskjell	12
3.1.3 Torskefilet	13
3.2 Undersøkelser av dioksiner	13
3.2.1 Sediment	13
3.2.2 Blåskjell	14
3.2.3 Torskelever	15
3.3 Undersøkelser av PAH	16
3.3.1 Sediment	16
3.3.2 Blåskjell	18
3.4 Konklusjoner	20
3.4.1 Kvikksølv	20
3.4.2 Dioksin	20
3.4.3 PAH	20
4. Referanser	21
Vedlegg A. Parametere og analyser	22
Vedlegg B. Resultater	25

Sammendrag

På grunnlag av tidligere rapporter om høye konsentrasjoner av miljøgifter i Kragerøområdet tok Fylkesmann i Telemark initiativ for å undersøke forholdet i 2013-2014. Målet med denne undersøkelsen var å få en oppdatert status på forurensningstilstand for kvikksølv, dioksiner og PAH i Kragerøområdet og få en indikasjon på mulige lokale kilder.

Undersøkelsen foregikk i september 2013 (sediment og blåskjell) og februar 2014 (torsk). Det ble analysert overflatesediment (0-2cm) på fem stasjoner, blåskjell på fem stasjoner og blandprøver av torsk fra én stasjon. Stasjonene lå i området fra Kilsfjorden i vest til Pumpeviken i øst og utenfor Ytre Kalstadkilen i nord.

Kvikksølv. Undersøkelse av blåskjell og torsk viste lave konsentrasjoner av kvikksølv (lite eller moderat forurenset). Konsentrasjonene i torskefilet lå godt under den grenseverdien på 0,5 mg/kg v.v. som er EUs og Norges grenseverdi for trygg sjømat. Derimot ble det registrert konsentrasjoner i klasse III eller IV i samtlige prøver av overflatesediment (0-2cm). Resultatene for sediment er ikke akseptable i henhold til vannforskriften. Selv om konsentrasjon av kvikksølv i blåskjell og torsk var lav bør man ikke se bort i fra at sediment kan være en viktig kilde til opptak i organismer.

Dioksiner. Overflatesediment i Kilsfjorden og nord for Furuholmen var i tilstandsklasse IV (dårlig). Resultatene for blåskjell og torskelever tilsvarte lave eller moderate tilstand (klasse I eller II), og godt under EUs grense for trygg sjømat. Det ble ikke registrert statistisk signifikant forskjell fra tidligere undersøkelser av torskelever i 1999 og 2009. Påvirkning fra Grenlandsfjordene kan ikke utelukkes.

PAH. Middelkonsentrasjoner av benzo[a]pyren og sum av 16 PAH i overflatesediment i Kragerø havn var i den dårligste tilstandsklassen (klasse V), og var ikke akseptabel i henhold til vannforskriften. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren og sum av kreftfremkallende PAHer i blåskjell fra Kragerø havn var i moderat tilstand (klasse II) og signifikant høyere enn de øvrige stasjonene. Resultatene for sediment og blåskjell tyder på at kilden til PAH-forurensning er i nærheten av Kragerø havn.

1. Innledning

En undersøkelse av havner i Ytre Oslofjord og Skagerak-området i 1999 (Næs *et al.* 2002) viste forhøyede konsentrasjoner av dioksiner¹ og dioksinlignende PCB i torsk og ål fanget i Kragerøfjorden. En undersøkelse i 2009 viste fortsatt forhøyede konsentrasjoner av sum dioksiner og sum dioksinlignende PCB (Nilsen *et al.* 2011). Både lokale kilder og spredning fra Grenland/Frierfjorden har blitt nevnt som mulige årsaker (f.eks. Næs *et al.* 2002, Nilsen *et al.* 2011).

Næs *et al.* (2002) registrerte også at sediment nær Kragerø sentrum var sterkt til meget sterkt forurenset av bl.a. PAH, og at blåskjell i samme område var moderat til markert forurenset av bl.a. PAH.

Gjennomsnittlig kvikksølvinnhold i torskefilet fanget nærheten av Kragerø havn har i tidligere undersøkelser vist forhøyede konsentrasjoner men under EUs og Norges grense for trygg mat (Næs *et al.* 2002, Nilsen *et al.* 2011).

Basert på bl.a. disse undersøkelsene av dioksin, PAH og kvikksølv er det satt kostholdsråd for konsum av torsk og skjell fanget i Kragerøområdet (**Figur 1**). Rådet ble gitt i 2002 og vurdert på nytt i 2012. Rådet gjelder advarsel mot å spise torskefilet av fangst innen for Jomfruland, og skjell i Kragerøhavn.



Figur 1. Område med kostholdsråd for sjømat for Kragerø. Området med kostholdsråd er merket med skravering. Gravide og ammende advares mot å spise torskefilet fanget innenfor en linje fra Buktene via Store Skrue til Jomfruland og videre via Vestre Rauane og inn til fastlandet på grunn av forhøyede verdier av kvikksølv. Mer omfattende advarsel er merket med dobbel skravering hvor det ikke anbefales å spise skjell plukket i Kragerø havn innenfor Nepa-Furuholmen-Øya-Midfjordskjær-Malmhella. Kartet er ment som en veiledning. Enkelte unøyaktigheter kan forekomme. Kostholdsroåd ble sist vurdert i 2002 og 2012. (kilde: http://www.miljostatus.no/Tema/Hav-og-kyst/Miljogifter_marint/Kostholdsrad/Kostholdsrad-Kragero/)

¹ I denne rapporten omfatter «dioksin» også furaner, med mindre andre er nevnt.

Økologisk tilstand i sjøområdene i nærheten av Kragerø er vurdert som moderat til god (Tabell 1, Figur 2)

Tabell 1. Vannforekomster og deres økologiske og kjemiske tilstand i Kragerø området. Kilde: <http://vann-nett.no/saksbehandler/>. (Se også Figur 2).

Område	Kode	Økologisk	Kjemisk	Km2
Bærøfjorden - Skarholman	0110020800-1-	God	Udefinert	4.159
Bærøfjorden - Kragerø	0110020800-2-	Moderat	Oppnar god	1.672
Kragerøfjorden-indre	0110021000-2-	Moderat	Udefinert	0.811
Kragerøfjorden-ytre	0110021000-1-	God	Udefinert	5.454
Kilsfjorden - Høyåsen	0110021101-2-	Moderat	Oppnar god	0.274
Kilsfjorden	0110021101-1-	Moderat	Udefinert	15.142
Skåtøysund	0110020700-C	God	Udefinert	1.539
Kalstadkilen	0110021300-C	Moderat	Udefinert	0.406
Sum				29.457



Figur 2. Vannforekomster i Kragerøområdet. Kilde: <http://vann-nett.no/saksbehandler/>.

Ut fra bekymring om høye nivåer av miljøgifter i Kragerøområdet tok Fylkesmann i Telemark initiativ til å undersøke forholdet i 2013-2014. Målet med denne undersøkelsen var å få en oppdatert status på forurensningstilstand for kvikksølv, dioksiner og PAH i Kragerøområdet, og en indikasjon på mulige lokale kilder.

2. Metodikk

2.1 Innsamling av sediment, blåskjell og torsk

Innsamling av overflatesediment (0-2cm) og blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført 3 - 4. september 2013 i området rundt Kragerø, og torsk fra 10. til 17. februar 2014 (**Figur 3, Tabell 2**).

For blåskjell ble det innsamlet ca. 60 skjell av lengde 3 - 6 cm. På laboratoriet ble skallengde målt og samlet vekt av bløtdeler for hver stasjon bestemt. Muslingene (kun bløtdelene) ble så homogenisert og sendt til analyse for innhold av miljøgifter. Det ble analysert på 3 blandprøver á ca. 20 skjell fra hver stasjon.

For torsk ble det fanget 15 individer i størrelse 40-72 cm. På laboratoriet ble det registret lengde, vekt, levervekt og kjønn. Tre blandprøver á fem individer ble sendt til analyse.

Eurofins foretok analysene av tørrstoff, kvikksølv, PAH, dioksiner og dioksinlignende PCBer i sediment, blåskjell og torsk (se Vedlegg A.). Unntaket gjaldt analyse av kvikksølv i blåskjell og torskefilet som var analysert av NIVA.

Analyser av blandprøver skjuler informasjon om individuell variasjon og dermed kan dette gjøre det vanskeligere å vite i hvilke grad evt. forskjell mellom stasjoner skyldes individuelle forskjeller eller fangststed. Dette er delvis kompensert ved å ta flere blandprøver fra samme sted. Forskjell mellom stasjonene er vurdert ut fra en-veis ANOVA og Tukey-Kramer metode.



Figur 3. Kragerøområdet med plassering av sediment-, blåskjell- og torske-stasjoner.

Tabell 2. Stasjoner for innsamling av sediment, blåskjell og torsk. Avslutnings dato for fangst av torsk er merket med «?» fordi det usikkert men var troligvis d.17.februar 2014. (Stasjon S3 ble ikke analysert på grunn av budsjett begrensninger.)

Stasjon	Område	Bredde- grad	Lengde- grad	Dato	klokkeslett	Merknader
SEDIMENT						
						Van Veen grabb - 0-2cm
S1	Nord for Furuholmen	58.8625	9.4067	03.09.2013	16:20	1. 43m. Luktfri, brunsvart, fint sediment 2. 44m. " 3. 42m. "
S2	Kragerøhavn	58.8664	9.4115	03.09.2013	17:50	1. 17m. Luktfri, brunsvart, fint sediment 2. 16m. " 3. 15,5m. "
S3	Nord for Øya ca. 400m	58.8707	9.4250	03.09.2013	16:24	1. 62m. Kraftig H2S lukt. Sort, fint sediment 2. 61m. " 3. 63m. "
S4	Munningen til Ytre Kalstadskilen	58.8775	9.4203	04.09.2013	15:39	1. 50m. H2S lukt. Gråsvart, fint sediment 2. 50m. " 3. 49m. "
S5	Kilsfjorden	58.8537	9.3554	04.09.2013	16:23	1. 69m. Kraftig H2S lukt. Gråsvart, fint sediment 2. 69m. " 3. 69m. "
BLÅSKJELL						
B2	Kragerøhavn	58.8681	9.4171	04.09.2013	12:14	I båthavn under flytebrygge
B4	Pumpeviktangen	58.8549	9.4479	04.09.2013	09:43	Fjell, mye store skjell
B5	Smedsbukta	58.8645	9.4036	04.09.2013	13:06	Like ved båthavn, blant store stein
B6	Vest siden av Tåtøy	58.8565	9.3714	04.09.2013	13:58	Grunn steinstrand
B7	Malmhella	58.8793	9.4183	04.09.2013	13:45	Måtte flytte stasjonen, Ulovlig å gå i land pga rasfare - tunnelbygging. Flyttet litt lenger sørvest. Store stein
TORSK						
T1	Øst for Øya	58.8780	9.4303	10-17?	02.2014	

2.1 Klassifisering av tilstand fra konsentrasjoner

De observerte konsentrasjonene er i hovedsak klassifisert iht. Miljødirektoratets (tidl. Klifs) system for klassifisering av miljøkvalitet for sediment (Bakke *et al.* 2007, **Tabell 3**), og blåskjell og torsk (Molvær *et al.* 1997, **Tabell 4**). Konsentrasjoner over øvre grense for klasse I antyder at en påvirkning fra en eller flere punktkilder kan ha funnet sted.

Tabell 3. Miljødirektoratets klassifikasjon av tilstand ut fra innhold av miljøgiftkonsentrasjon i sedimenter (Bakke *et al.* 2007). Forklaring til miljøgift-forkortelser er vist i Vedlegg A.

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Kvikksølv (mg Hg/kg t.v.)	<0.15	0.15 - 0.63	0.63 - 0.86	0.86 - 1.6	>1.6
Naftalen (µg NAP /kg t.v.)	<2	2 - 290	290 - 1000	1000 - 2 000	>2 000
Acenaftylen (µg ACNLE /kg t.v.)	<1.6	1.6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
Acenaften (µg ACNE /kg t.v.)	<4.8	4.8 - 160	160 - 360	360 - 3 600	>3 600
Fluoren (µg FLE /kg t.v.)	<6.8	6.8 - 260	260 - 510	510 - 5 100	>5 1000
Fenantren (µg PA /kg t.v.)	<6.8	6.8 - 500	500 - 1 200	1 200 - 2 300	>2 300
Antracen (µg ANT /kg t.v.)	<1.2	1.2 - 31	21 - 100	100 - 1 000	>1 000
Fluoranten (µg FLU /kg t.v.)	<8	8 - 170	170 - 1 300	1 300 - 2 600	>2 600
Pyren (µg PYR /kg t.v.)	<5.2	5.2 - 280	280 - 2 800	2 800 - 5 600	>5 600
Benzo(a)antracen (µg BAA /kg t.v.)	<3.6	3.6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
Chrysen (µg CHR /kg t.v.)	<4.4	4.4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
Benzo(b)fluoranten] (µg BBF /kg t.v.)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4 900	>4 900
Benzo(k)fluoranten (µg BKF /kg t.v.)		<210	210 - 480	480 - 4 800	>4 800
Benzo(a)pyren (µg BAP/kg t.v.)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4 200	>4 2 00
Indeno(123cd)pyren (µg ICDP /kg t.v.)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
Dibenzo(ah)antracen (µg DBHA /kg t.v.)	<12	12 - 590	590 - 1 200	1 200 - 12 000	>12 000
Benzo(ghi)perylene (µg BGHIPP /kg t.v.)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
Σ PAH16 (µg/kg t.v.)	<300	300 - 2 000	2 000 - 6 000	6 000 - 20 000	>20 000
Dioksiner (TCDDN µg TE _{PCDD/F} /kg t.v.)	<0.01	0.01 - 0.03	0.03 - 0.10	0.10 - 0.50	>0.50

Tabell 4. Miljødirektoratets klassifikasjon av tilstand ut fra miljøgiftkonsentrasjonen i blåskjell og torsk (Molvær *et al.* 1997). Forklaring til miljøgift-forkortelser er vist i Vedlegg A.

Stoff	Kl. I Ubetydelig-lite forurenset	Kl. II Moderat forurenset	Kl. III Markert forurenset	Kl. IV Sterkt forurenset	Kl. V Meget sterkt forurenset
Blåskjell					
Kvikksølv (mg Hg/kg t.v.)	<0.2	0.2-0.5	0.5-1.5	1.5-4	>4
Dioksiner (ng TE _{PCDD/F} /kg v.v.)	<0.2	0.2-0.5	0.5-1.5	1.5-3	>3
Σ PAH16 (µg/kg v.v.)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
Σ KPAH (µg/kg v.v.)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
Benzo(a)pyren (µg B(a)P/kg v.v.)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
Torsk					
Kvikksølv (mg Hg/kg v.v. i filet)	<0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 1.0	>1.0
Dioksiner (TCDDN ng TE _{PCDD/F} /kg v.v. i lever)	<15	15-40	40-100	100-300	>300

3. Resultater og diskusjon

Alle resultatene er vist i Vedlegg B. og oppsummert i **Tabell 5**. Resultatene indikerer at sammenlignet med blåskjell og torsk var sediment mest forurenset, spesielt med hensyn til PAH (klasse V, svært dårlig). Resultatene indikerer også at sediment- og blåskjellstasjonene nærmest Kragerø havn (hhv. S2 og B2) var mer forurenset enn de utenfor. Blåskjell og torskelever var opptil klasse II (moderat tilstand) forurenset av dioksin. Kvikksølv i torskefilet var klasse II. Resultatene er diskutert i mer detalj under.

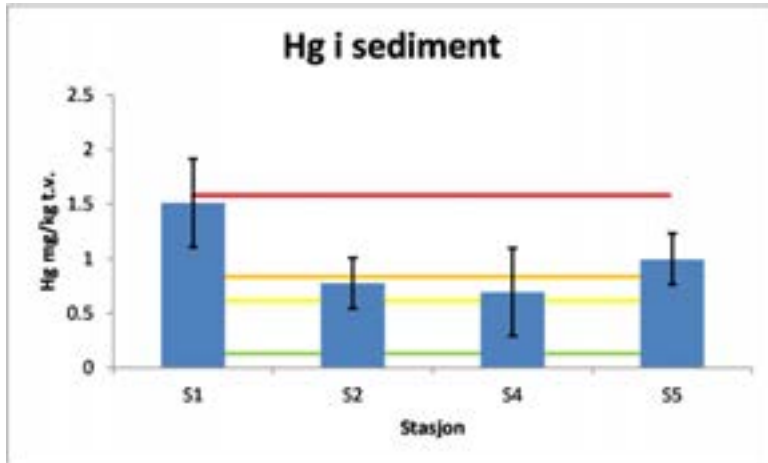
Tabell 5. Middelkonsentrasjoner av Hg, dioksiner og PAH i sediment, blåskjell og torsk. Fargene indikerer klassifisering i henhold til Miljødirektoratets system: I (blå), II (grønn), III (gul), IV (oransje) og V (rød) – se **Tabell 3** og **Tabell 4**). Asterisk * indikerer at middel verdien var under deteksjonsgrense, og verdien som vises er halvparten av deteksjonsgrense etter EU-retningslinjer (2009/90/EC). Antall i parentes gjelder for dioksin-analyser. Forkortelsene til miljøgifter er vist i Vedlegg A.

Middel konsentrasjon		Hg	TCDDN	PAH16	KPAH	BAP	NAP	ACNLE	ACNE	FILE	PA	ANT	BBIF	FLU	PYR	BAA	BKF	BBF	ICDP	DBAHA	BGHP
Matriks, stasjon	antall	mg/kg	ng/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Sediment (0-2cm, t.v. basis)																					
S1	3	1.51	0.105	14843		1200	32	43	26	64	780	240	1400	2400	2000	1400	1000	1400	730	120	740
S2	1	0.776	0.024	190343		9867	1563	4117	1290	6050	36100	11167	9133	32967	25900	14967	7233	9133	4230	1000	3490
S4	3	0.695		7326		590	10*	10*	22	37	390	93	770	950	910	680	540	770	390	44	400
S5	1	0.996	0.109	6365		433	17*	17*	17*	27	203	43	1000	717	670	400	580	1000	363	62	390
Blåskjell (v.v. basis)																					
B2	3	0.018	0.284	i.a.	20.0	1.43															
B4	3(1)	0.024	0.013	8.0	1.5	0.25*															
B5	1	0.027	0.103	25.6	4.2	0.54															
B6	3(1)	0.040	0.040	3.7	0.6	0.25*															
B7	1	0.025	0.104	9.9	3.2	0.25*															
Torsk (v.v. basis)																					
C (Hg i fillet, TCDDN i lever)	3x5	0.264	17.00																		

3.1 Undersøkelser av kvikksølv

3.1.1 Sediment

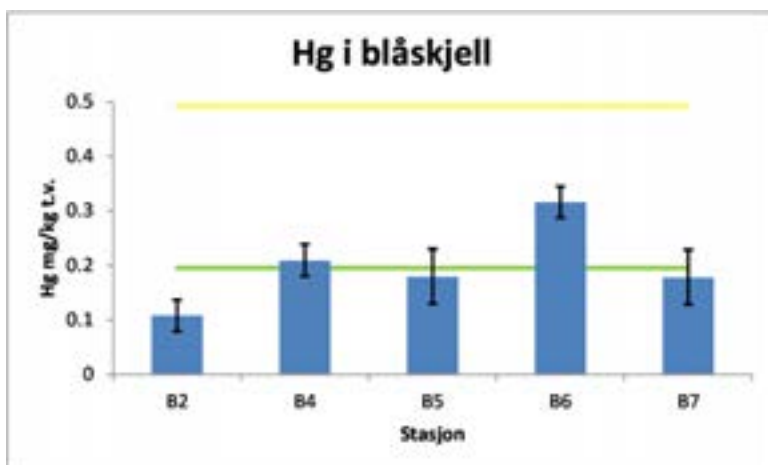
Konsentrasjoner av kvikksølv i overflatesediment (0-2cm) var høyest nord for Furuholmen (st. S1, 1,51 mg/kg t.v., klasse IV - dårlig) og signifikant høyere enn i Kragerø havn (st. S2, middel på 0,78 mg/kg t.v., klasse III – moderat) (**Figur 4**). Klasse III, IV eller V er ikke akseptable i henhold til vannforskriften (Direktoratetsgruppa Vanndirektivet 2009) hvor grensen er 0,63 mg/kg t.v. Resultatene fra st. S2, S4 og S5 kunne ikke statistisk sett skilles fra hverandre. Dette tyder på at påvirkning fra kvikksølvforurensningen er størst nord for Furuholmen i nærheten av Kragerø havn.



Figur 4. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg t.v.) i sediment fra fire stasjoner i Kragerøområdet. 95 % konfidensintervallet vist på toppen av hver stolpe er basert på en-veis ANOVA. De fargede horisontale linjene indikerer nedre grense til Miljødirektoratets klasser: II (grønn), III (gul), IV (oransje) og V (rød) – se **Tabell 3.**

3.1.2 Blåskjell

Middelkonsentrasjon i blåskjell på vestsiden av Tåtøy (st. B6) var 0,316 mg/kg t.v. – klasse II – moderat forurenset, og signifikant høyere enn på de øvrige stasjonene. Konsentrasjonen i blåskjell fra Kragerø havn (st. B2) var signifikant lavere enn de øvrige (**Figur 5**). Dette tyder på at kilden til tilførsler av kvikksølv er via Kilsfjord.



Figur 5. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg t.v.) i blåskjell fra fem stasjoner i Kragerøområdet. 95% konfidensintervallet vist på toppen av hver stolpe er basert på en-veis ANOVA. Fargede horisontale linjer indikerer nedre grense for Miljødirektoratets klasser: II (grønn) og III (gul) – se **Tabell 4.**

3.1.3 Torskefilet

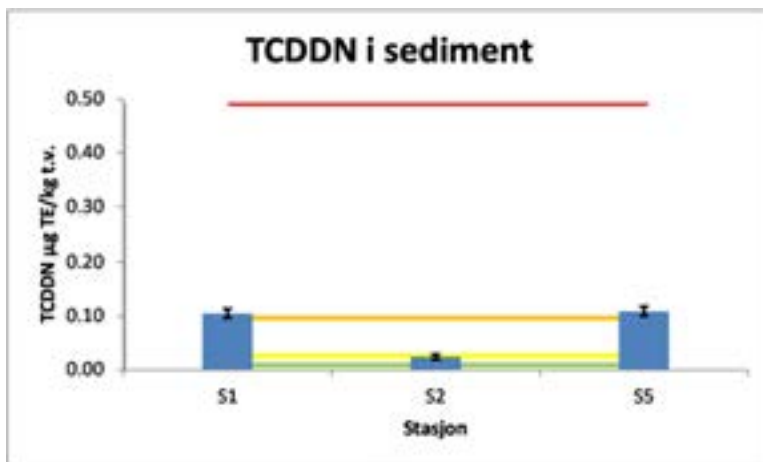
Torsk ble tatt like utenfor Kragerø havn (st. T1). Middel konsentrasjon av kvikksølv i torskefilet var 0,264 mg/kg v.v. med intervall på 0,257-0,276 mg/kg v.v. For å unngå matvarer med høye konsentrasjoner av miljøgifter er det i Norge og EU innført felles øvre grenseverdier for en rekke miljøgifter i mat. Disse grenseverdiene gjelder omsetning, og sjømat med et innhold av miljøgifter som overstiger grenseverdien er ikke tillatt å omsette (Nilsen *et al.* 2011). Alle konsentrasjonene var i klasse II, også godt under den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg v.v. for trygg sjømat i EU og Norge (420/2011/EU). Dette var noe mindre enn gjennomsnittet på 0,36 mg/kg v.v. på 10 torsk fra samme område, men noe høyere enn gjennomsnittet på 0,14 mg/kg v.v. i torskefilet fra 60 individer fanget i området rundt Kragerø i 2009 (Nilsen & Juhlshamn 2011).

3.2 Undersøkelser av dioksiner

3.2.1 Sediment

Overflatesediment nord for Furuholmen (st. S1) og i Kilsfjorden (st. S5) var forurenset med dioksiner (klasse IV – dårlig) (**Figur 6**). Konsentrasjonene på disse to stasjonene var signifikant høyere enn i Kragerø havn (st. S2) som hadde moderat konsentrasjon (klasse II - moderat).

Fire forbindelser sto for 62 % av sum dioksiner (basert på gjennomsnitt av all prøvene), fortrinnsvis: oktakloro-dibenzo-difuraner, 1234789-heptakloro-dibenzofuran, 1234678-heptakloro-dibenzo-dioksin og 123478/123479-heksakloro-dibenzofuran. Sist nevnte var også blant de fem mest dominerende forbindelsene i 2009-undersøkelsen av torskelever (Nilsen *et al.* 2011).

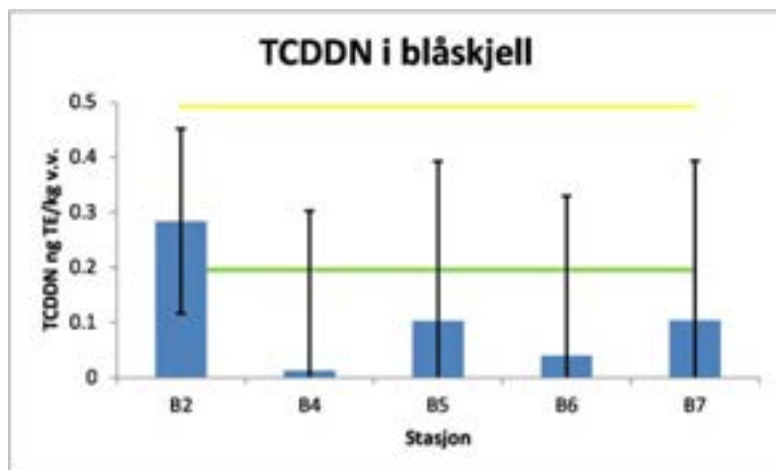


Figur 6. Konsentrasjoner av TCDDN ($\mu\text{g TE/kg t.v.}$) i sediment fra tre stasjoner i Kragerø området. 95% konfidensintervallet vist på toppen av hver stolpe er basert på en-veis ANOVA. Fargede horisontale linjer indikerer nedre grense for Miljødirektoratets klasser: II (grønn), III (gul), IV (oransje) og V (rød) – se **Tabell 3.**

3.2.2 Blåskjell

Middelkonsentrasjoner av dioksiner var høyest i blåskjell fra Kragerø havn (st. B2), med 0,284 ng TE/kg v.v. og dermed i klasse II – moderat forurenset (**Figur 7**). Middelkonsentrasjonene for de øvrige stasjonene var i klasse I – lite forurenset. Men variasjon var så stor at de fem stasjonene kunne ikke statistisk sett skilles fra hverandre.

Over 67 % av sum dioksiner (basert på gjennomsnitt av all prøvene) skyltes fortrinnsvis 2378-tetrafloro-dibenzo furan og 23478-pentakloro-dibenzofuran, som også var blant de fem mest dominerende forbindelsene i 2009-undersøkelsen av torskelever (Nilsen *et al.* 2011).



Figur 7. Konsentrasjoner av TCDDN ($\mu\text{g TE/kg v.v.}$) i blåskjell fra fem stasjoner i Kragerøområdet. 95% konfidensintervall vist på toppen av hver stolpe er basert på en-veis ANOVA. Argede horisontale linjer indikerer nedre grense for Miljødirektoratets klasser: II (grønn) og III (gul) – se **Tabell 4.**

3.2.3 Torskelever

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCBer i torskelever er oppsummert i **Tabell 6**. Middelkonsentrasjon av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra Kragerø havn var 68,6 ng TE/kg v.v. Konsentrasjon av dioksiner var på 17,4 ng TE/ kg v.v. og dermed i klasse II – moderat forurenset.

Tabell 6. Informasjon om fangst av torsk samt gjennomsnitts konsentrasjoner av sum non-orto PCBer, sum mono-orto PCBer, sum dioksiner (PCDD/F) og sum dioksin og dioksin-lignende PCBer (PCDD/F+dl-PCB) i torskelever. Dioksin-lignende PCBer omfatter non-orto PCBer og mono-orto PCBer. Avslutnings dato for fangst av torsk er merket med «?» fordi det usikkert men var troligvis d.17.februar 2014

Torsk i Kragerøhavn	Denne undersøkelsen	Nilsen <i>et al.</i> 2011
Innsamlings datoer	10-17?.2 2014	30.4-2.5 2009
Innsamlings metode	garn	trollgarn
Antal blandprøver	3 á 5 individer	10
Lengde (cm)	58.5 (56-62)	58 (34-81)
Vekt (g)	1883 (1514-2249)	2100 (400-4900)
Lever vekt (g)	35.5 (23-41)	62 (5.1-110)
Lever tørrstoff (g/100g)	34 (29-41)	--
Lever fett (g/100g)	19 (13-26)	49 (15-67)
Sum non-orto PCB (ng TEQ/kg v.v.)	47.5 (42-54)	57 (20-115)
Sum mono-orto PCB (ng TEQ/kg v.v.)	3.7 (2.3-5.0)	31 (1.8-68)
Sum PCDD/F (ng TEQ/kg v.v.)	17.4 (14.6-21.5)	43 (8.2-100)
Sum PCDD/F+dl-PCB ng TEQ/kg v.v.)	68.6 (59.3-75.0)	130 (47-230)

For summen av dioksiner og dioksinlignende PCB er øvre grenseverdi i 2011 satt til 20 ng TE/kg v.v. for fiskelever (1259/2011/EU). Mediankonsentrasjonene funnet i 2014 var 3,4 ganger over denne grensen. I 2009 var konsentrasjon 6,5 ganger denne grensen (Nilsen *et al.* 2011) og tyder på en nedgang de siste fem år.

Over 64 % av sum dioksiner skyldes fortrinnsvis 2378-tetrafloro-dibenzo furan, 12 378/12348-pentakloro-dibenzofuran og 123478/123479-heksakloro-dibenzofuran, som også var blant de seks mest dominerende forbindelsene i 2009-undersøkelsen (Nilsen *et al.* 2011).

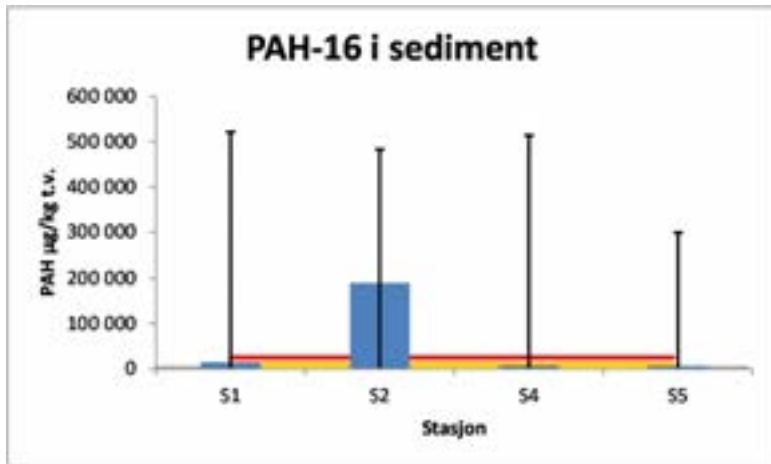
Konfidensintervallet (95 %) for sum dioksiner i denne undersøkelsen var innenfor intervallet funnet i 2009-undersøkelsen (Nilsen *et al.* 2011). Dioksiner ble ikke undersøkt i torskelever i 1999 (kfr. Næs *et al.* 2002), men sum av dioksinlignende PCB i 2014 (51,2 ng TE/kg v.v.) var nærmest lik verdien fra 1999 (52 ng TE/kg v.v., Næs *et al.* 2002) og innenfor konfidensintervallet fra 2009 (kfr. Nilsen *et al.* 2011 figur 10). Dermed er det ikke observert noen statistisk signifikant endring siden 1999.

Konsentrasjonen av dioksiner i ål fra Kragerøområdet var høy (Økland 2005; Julshamn & Frantzen 2009). Nilsen *et al.* (2011) antyder at de høye konsentrasjonene av dioksiner i dette området skyldes påvirkning fra Grenlandsområdene. Ruus *et al.* (2012) registrerte at konsentrasjoner i torskelever på kysten utenfor Grenlandsområdet (Jomfruland) var fortsatt høy i 2011; 29,9 ng TE/kg v.v. – over åtte ganger EU grense for trygg sjømat (3,5 ngTE/kg v.v., 1259/2011/EU).

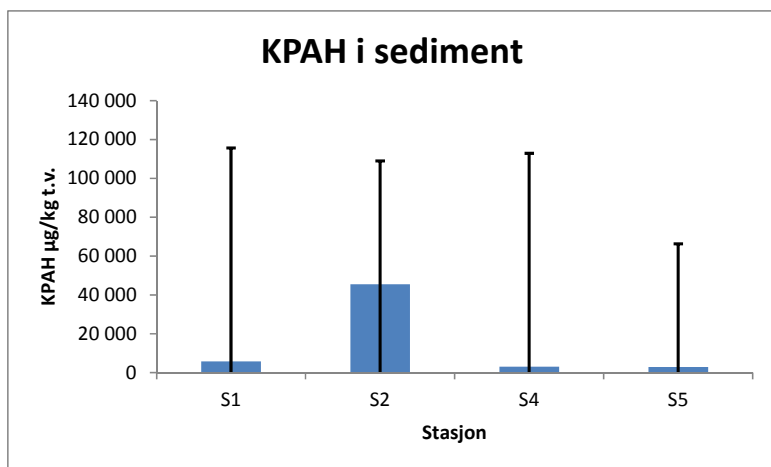
3.3 Undersøkelser av PAH

3.3.1 Sediment

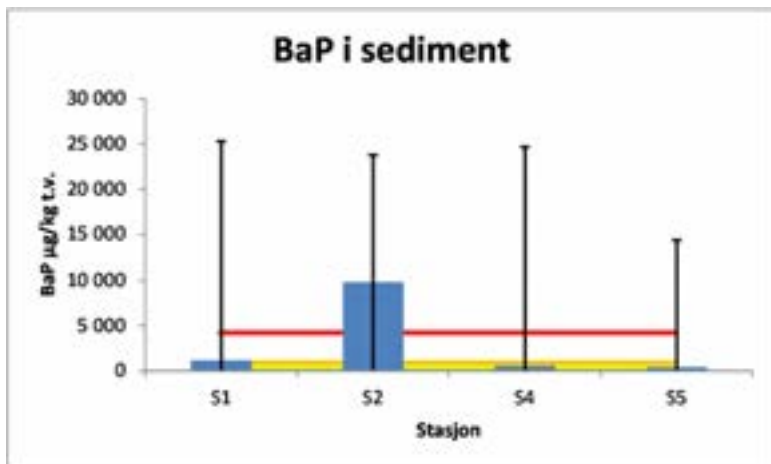
Middel-konsentrasjoner av benzo[a]pyrene og sum av 16 PAHer (PAH-16) i overflatesediment i Kragerø havn (st. S2) var hhv. 9,9 og 190 mg/t.v. og dermed i klasse V – svært dårlig. Resultatene fra de øvrige stasjonene var i klasse III (moderat) eller IV (dårlig). Lavest middel konsentrasjon av PAH-16 ble registrert i Kilsfjorden (st. S5, 6.4 mg/kg t.v.). Konsentrasjon av sum kreftfremkallende PAHer (KPAH) var også høyest i Kragerø havn. Stasjonenes gjennomsnittsverdier for fluoranten, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(123cd)pyren og benzo(ghi)perylene var alle sammen i klasse III eller høyere og dermed ikke akseptabel i henhold til vannforskriften (Direktoratetsgruppa Vanndirektivet 2009). Det kunne ikke registreres noen statistisk signifikante forskjeller mellom de fire stasjonene, i hovedsak på grunn av stor variasjon i replikatene.



A



B



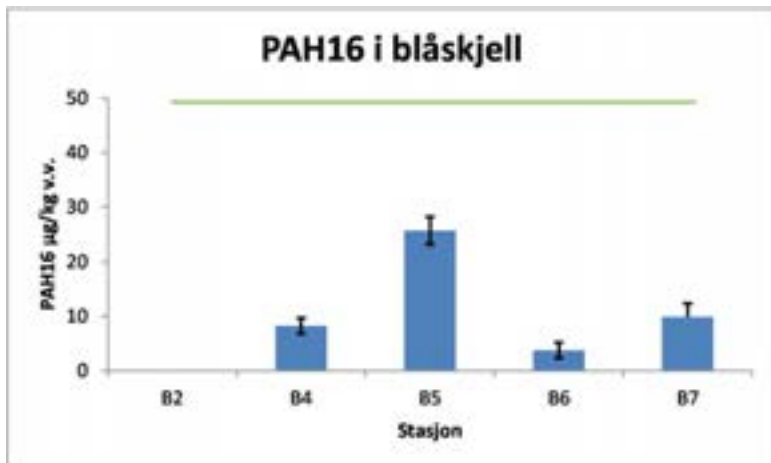
C

Figur 8. Konsentrasjoner av PAH (mg/kg t.v.) i sediment fra fire stasjoner i Kragerøområdet; sum av 16 PAHer (A), sum av mulig kreftfremkallende PAHer (B) og benzo[a]pyren (C). 95% konfidens-intervall vist på toppen av hver stolpe er basert på en-veis ANOVA. De fargede horisontale linjer indikerer nedre grense for Miljødirektoratets klasser: II (grønn), III (gul), IV (oransje) og V (rød) – se **Tabell 3.**

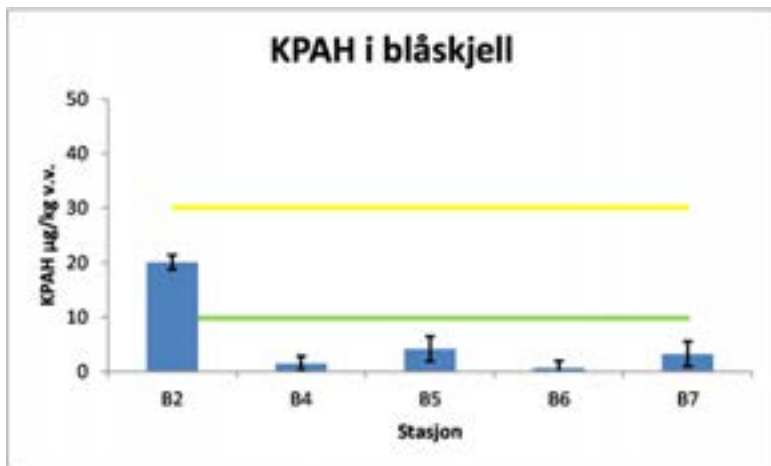
3.3.2 Blåskjell

Den høyeste konsentrasjonen av PAH16 i blåskjell var 25,6 µg/kg v.v. (klasse I – lite forurenset) funnet i Smedsbukta (st. B5). Konsentrasjon ville sannsynligvis vært høyere i blåskjell fra Kragerø havn (st. B2), men på grunn av vanskelig prøvematriks manglet det resultat på noen av komponentene. Reanalyse ble forsøkt uten hell. Det er relativt god korrelasjon mellom PAH16 og KPAH på de øvrige prøvene ($r^2 = 0.7947$), og hvis det forutsettes at dette forholdet gjelder også for blåskjell fra Kragerø havn ville PAH16 da være ca. 120 µg/kg v.v., altså godt innen for øvre grense for klasse II – moderat forurenset (200 µg/kg v.v.).

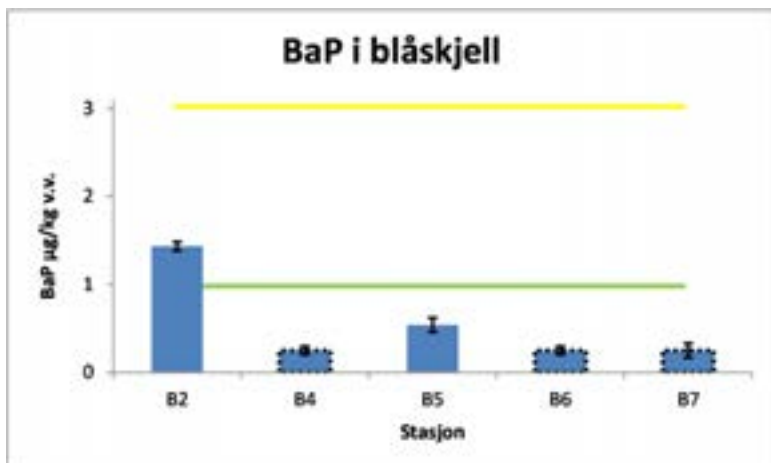
Konsentrasjonene av KPAH og benzo[a]pyrene var høyest i blåskjell fra Kragerø havn med gjennomsnitt på hhv. 20,1 og 1,43 µg/kg v.v. (klasse II). Denne stasjonen var signifikant forskjellig fra de øvrige stasjonene.



A



B



C

Figur 9. Konsentrasjoner av PAH (mg/kg t.v.) i sediment fra fire stasjoner i Kragerøområdet; sum av 16 PAHer (A) og sum av mulig kreftfremkallende PAHer (B) and benzo[a]pyren (C) Verdier under deteksjonsgrense er merket som søyler med prikket omriss. 95% konfidensintervall vist på toppen av hver stolpe er basert på en-veis ANOVA. Fargede horisontale linjer indikerer nedre grense for Miljødirektoratets klasser: II (grønn) og III (gul) – se Tabell 4.)

3.4 Konklusjoner

3.4.1 Kvikksølv

Undersøkelse av Kammerfosselva (som renner ut i Kilsfjorden) ved Vafoss 2010/2011 viste lave konsentrasjoner av kvikksølv i vannsøylen (klasse I) (Aanes *et al.* 2012). Undersøkelse i 2013/2014 av blåskjell og torsk viste også lave konsentrasjoner av kvikksølv (klasse I eller II, **Tabell 5**). Konsentrasjonene i torskefilet lå godt under den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg v.v. som er EUs og Norges grenseverdi for trygg sjømat (420/2011/EU). Derimot ble det registrert konsentrasjoner i samtlige overflatesediment prøver (0-2cm) i klasse III eller IV (**Tabell 5**). Selv om konsentrasjon av kvikksølv i blåskjell og torsk var lav bør man ikke se bort i fra at sediment kan være en viktig kilde til opptak i organismer. Resultatene for sediment er ikke akseptabel i henhold til vannforskriften (Direktoratetsgruppa Vanndirektivet 2009).

3.4.2 Dioksin

Overflatesediment i Kilsfjorden og nord for Furuholmen var i tilstandsklasse IV (dårlig). Resultatene for blåskjell og torskelever tilsvarte lave eller moderate tilstand (klasse I eller II), og godt under EU grense for trygg sjømat. Det ble ikke registrert noen statistisk signifikante forskjeller fra tidligere undersøkelser av torskelever i 1999 (Næs *et al.* 2002) og 2009 (Nilsen *et al.* 2011). Nilsen *et al.* (2011) antyder at de høye konsentrasjonene av dioksiner i dette området kan skyldes påvirkning fra Grenlandsområdene, og Ruus *et al.* (2011) registrerte forhøyde konsentrasjoner i torskelever i kysten utenfor Grenlandsområdene i 2011. Derfor kan fortsatt påvirkning fra Grenlandsfjordene ikke utelukkes.

3.4.3 PAH

Middelkonsentrasjoner av benzo[a]pyren og sum av 16 PAHer (PAH-16) i overflatesediment i Kragerø havn var i den dårligste tilstandsklassen (klasse V), og var ikke akseptabel i henhold til vannforskriften. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren og sum kreftfremkallende PAHer i blåskjell fra Kragerø havn var i moderat tilstand (klasse II) og signifikant høyere enn de øvrige stasjonene. Resultatene for sediment og blåskjell tyder på at kilden til PAH-forurensning er i nærheten av Kragerø havn.

4. Referanser

- 1259/2011/EU. Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like-PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs.
- 2009/90/EC. Commission directive 2009/90/EC of 31 July 2009 laying down, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status.
- 420/2011/EU. Commission Regulation (EU) No 420/2011 of 29 April 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- Bakke, T., G. Breedsveld, T. Källqvist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A., Kibsgaard, A. Helland, A & Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Veildening. SFT-veileder 2229/2007. ISBN 978-82-7655-537-0
- Nilsen, B.M. S., Julshamn, K., 2011. Overvåking forurensede havner og fjorder 2009/2010. En undersøkelse av kvikksølv i torskefilet fra 15 fjorder og havner langs norskekysten.. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. 73 sider
- Nilsen, B.M., Frantzen, S., Julshamn, K., 2011. Fremmedstoffer i viltfisk med vekt på kystnære farvann. En undersøkelse av innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torske lever fra 15 fjorder og havner langs norskekysten 2009. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. 77 sider
- Direktoratsgruppa Vanddirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 181 s.
- Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L., 2011. Coordinated environmental monitoring programme (CEMP). Levels, trends and effects of hazardous substances in fjords and coastal waters-2011. Climate and Pollution Agency, Monitoring report no. 1111/2011 TA no. 2862/2011. Norwegian Institute for Water Research project 11106 and report no. 6239-2011, 252 pp. ISBN no. 978- 82-577-5974-2.
- Julshamn, K. og Frantzen, S. (2009). Årsrapport 2008. Miljøgifter i fisk og fiskevarer, en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. NIFES, 26 s.
- Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J. & J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2. 36 s.
- Næs, K., Knutzen, J., Håvardstun, J., Oug, E., Moy, F., Lie, M.C., Knutsen, J.A. og Wiborg, M.L. (2002) Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 849/02, TA-nr.1885/2002, NIVA rapport nr. 4568-2002, 109 s. ISBN 82-577-4226-0.
- Ruus, A., Bakke, T., Bjerkeng, B., Knutzen, H., 2012. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2011. *Monitoring of contaminants in fish and shellfish from Grenlandsfjordene 2011*. Klima og forurensningsdirektoratet TA-nr. 2953/2012, Statlig program for forurensningsovervåking (SPFO) rapport nr.1130/2012. Norsk institutt for vannforskning (NIVA)-rapport nr. 6400-2012. 100 sider. ISBN 978-82-577-6135-6.
- Økland T.E. (2005). Kostholdsråd i norske havner og fjorder, Mattilsynet, VKM, SFT, Bergfald & Co., 268 s.
- Aanes, K.J., Eriksen, T.E., Løvik, J.E., 2011. Resipientundersøkelse av Kammerfosselva ved Vafoss 2010-2011. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) rapport nr. 6287-2012. 31 sider.

Vedlegg A. Parametere og analyser

Parametere og analysemetoder for undersøkelse av miljøgifter i Kragerøområdet 2013-2014

**Kvikksølv (Hg)
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
Dioksinlignende PCBer
Dioksiner og Furaner**

**gjennomført av
Eurofins og NIVA**

Forkortelse ¹	Betydning	Lab og analysemetode for sediment	Lab og analysemetode for blåskjell og torsk
TTS Fett	tørrstoff fettstoff	Eurofins: NS 4764	Eurofins: NS 4764 NIVA: intern metode
Hg	kvikksølv	Eurofins: NS-EN ISO 12846	NIVA: NS-4768
PAHer		Eurofins: ISO/DIS 16703-Mod	Eurofins: AM374.21
PAH	polysykliske aromatiske hydrokarboner		
ACNE ³	acenaften		
ACNLE ³	acenaftylen		
ANT ³	antracen		
BAA ^{3, 4}	benzo[a]antracen		
BAP ^{3, 4}	benzo[a]pyren		
BBF ^{3, 4}	benzo[b]fluoranten		
BBJF ^{3, 4}	benzo[j]fluoranten		
BGHIP ³	benzo[ghi]perylene		
BKF ^{3, 4}	benzo[k]fluorantren		
CHRTR ^{3, 4}	chrysen+trifenylene		
DBA3A ^{3, 4}	dibenz[a,c/a,h]antracen		
FLE ³	fluoren		
FLU ³	fluoranten		
ICDP ^{3, 4}	indeno[1,2,3-cd]pyren		
NAP ²	naftalen		
PA ³	fenantren		
PYR ³	pyren		
PAH16	sum "n" PAH (DI-Σn ikke inkludert, fotnot 3)		
KPAH	sum kreftfremkallende PAH (fotnote 4)		
PCBer	[For denne rapporten gjelder det kun dioksinlignende PCBer]		Eurofins: EC Reg 252/2012 (food) og EC Reg 278/2012 (feed)
PCB	polyklorerte bifenyler		
CB	enkelte klorobifenyler		
CB77 ⁵	CB77 (IUPAC)		
CB81 ⁵	CB81 (IUPAC)		
CB105 ⁶	CB105 (IUPAC)		
CB114 ⁶	CB114 (IUPAC)		
CB118 ⁶	CB118 (IUPAC)		
CB123 ⁶	CB123 (IUPAC)		
CB126 ⁵	CB126 (IUPAC)		
CB156 ⁶	CB156 (IUPAC)		
CB157 ⁶	CB157 (IUPAC)		
CB167 ⁶	CB167 (IUPAC)		
CB169 ⁵	CB169 (IUPAC)		
CB189 ⁶	CB189 (IUPAC)		
DIOKSINer		Eurofins: Intern metode	Eurofins: EC Reg 252/2012 (food) og EC Reg 278/2012 (feed)
TCDD	2, 3, 7, 8-tetrakloro-dibenzo dioksin	x	x

Forkortelse ¹	Betydning	Lab og analysemetode for sediment	Lab og analysemetode for blåskjell og torsk
TCDF	2, 3, 7, 8-tetrakloro-dibenzo furaner	x	
CDD1N	1, 2, 3, 7, 8-pentakloro-dibenzo dioksin	x	x
CDD4X	1, 2, 3, 4, 7, 8-heksakloro-dibenzo dioksin	x	x
CDD6X	1, 2, 3, 6, 7, 8-heksakloro-dibenzo dioksin	x	x
CDD9X	1, 2, 3, 7, 8, 9-heksakloro-dibenzo dioksin	x	x
CDD6P	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-heptakloro-dibenzo dioksin	x	x
OCDD	oktakloro-dibenzo-dioksin	x	x
OCDF	oktakloro-dibenzo-furaner	x	x
CDFDN	1, 2, 3, 7, 8/1, 2, 3, 4, 8-pentakloro-dibenzofuran	x	x
CDF2N	2, 3, 4, 7, 8-pentakloro-dibenzofuran	x	x
CDFDX	1, 2, 3, 4, 7, 8/1, 2, 3, 4, 7, 9-heksakloro-dibenzofuran	x	x
CDF6X	1, 2, 3, 6, 7, 8-heksakloro-dibenzofuran	x	x
CDF9X	1, 2, 3, 7, 8, 9-heksakloro-dibenzofuran	x	x
CDF4X	2, 3, 4, 6, 7, 8-heksakloro-dibenzofuran	x	x
CDF6P	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-heptakloro-dibenzofuran	x	x
CDF9P	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-heptakloro-dibenzofuran	x	x
TCDDN	sum TCDD- toksisitetes ekvivalenter etter Nordisk modell, se TE	x	x

- 1) Etter: ICES Environmental Data Reporting Formats. International Council for the Exploration of the Sea. July 1996 and supplementary codes related to non-ortho and mono-ortho PCBs and "dioxins" (ICES pers. comm.)
- 2) Indikerer "PAH" forbindelser som er disykliske og ikke ekte PAH'er men som oftest identifiseres i samme analysen. Disse inkluderer naftalener and "bifenylar".
- 3) Indikerer sum tri- til heksesykliske PAH-forbindelser etter EPA protokol 8310 og utenom naftalener (disykliske), slik at Miljødirektoratets miljøklassifiserings system kan brukes.
- 4) Indikerer PAH-forbindelser som er potensielle kreftfremkallende for mennesker i følge IARC (1987, oppdatert 4. august 2007, se <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthgr01.php>), m.a.o., kategoriene 1, 2A, og 2B (dvs. hhv. *are*, *possibly* og *probably carcinogenic*). NB.: den oppdaterte versjonen inkluderer krysen som kreftfremkallende og derfor bør sum variable KPAH som inkluderer Krysen ikke brukes i Miljødirektoratets miljøklassifiseringssystemet (Molvær *et al.* 1997).
- 5) Indikerer non orto- ko-plane PCB forbindelser, dvs. de som mangler Cl i posisjonene 1, 1', 5, and 5'
- 6) Indikerer mono orto- ko-plane PCB forbindelser, dvs. de som har bare en Cl i én av posisjonene 1, 1', 5, and 5'

Vedlegg B. Resultater

Analyseresultater for undersøkelse av miljøgifter i Kragerøområdet i 2013-2104

Kvikksølv (Hg)
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
Dioksinlignende PCBer
Dioksiner
(Forkortelsene til miljøgifter er vist i Vedlegg A.)

i

Overflatesediment (0-2cm)

Blåskjell (*Mytilus edulis*) – blandprøver av 20 individer, 3-6 cm
Torsk (*Gadus morhua*) – blandprøver av 5 individer (se **Tabell 6**)

se **Figur 3, Tabell 2** for øvrige informasjon om stasjonene

Fargekode tilsvarer Miljødirektoratets klassifikasjon av tilstand for sediment (se **Tabell 3**) og blåskjell og torsk (se **Tabell 4**)

Overflatesediment (0-2cm)

Stasjon nr.	Replikat	TTS %	Hg mg/kg	CHRTR µg/kg	NAP µg/kg	ACNLE µg/kg	ACNE µg/kg	FLE µg/kg	PA µg/kg	ANT µg/kg	BBIF µg/kg	FLU µg/kg	PYR µg/kg	BAA µg/kg	BKF µg/kg	BBF µg/kg	BAP µg/kg	ICDP µg/kg	DBAHA µg/kg	BGHIP µg/kg	PAH16 µg/kg	KPAH µg/kg	
																							t.v.
S1	A	28	1.51	1300	32	43	26	64	780	240	1400	2400	2000	1400	1000	1400	1200	1200	730	120	740	14843	5730
S2	A	53	0.777	3300	150	120	210	410	3800	1100	2100	5800	4900	3400	1900	2100	2100	2100	890	200	670	330000	10390
S2	B	56	0.831	33000	4100	12000	3300	17000	98000	31000	22000	85000	66000	37000	17000	22000	24000	24000	10000	2400	8400	488100	110000
S2	C	53	0.72	4800	440	290	360	740	6500	1400	3300	8100	6800	4500	2800	3300	3500	3500	1800	400	1400	49980	15900
S4	A	28	0.695	740	<20	<20	22	37	390	93	770	950	910	680	540	770	590	590	390	44	400	7326	2970
S5	A	12	1.18	380	<20	<20	<20	25	180	43	750	690	580	320	520	750	350	350	320	46	320	5274	2260
S5	B	9	1.02	500	<60	<60	<60	<60	140	<60	750	610	550	370	540	750	350	350	230	<60	250	5040	2240
S5	C	12	0.787	640	<20	<20	<20	26	290	56	1500	850	880	510	680	1500	600	600	540	110	600	8782	3830

Stasjon nr.	Replikat	TTS %	OCDD µg/kg	OCDF µg/kg	TCDD µg/kg	TCDF µg/kg	CDD1N µg/kg	CDD4X µg/kg	CDD6P µg/kg	CDD6X µg/kg	CDD9X µg/kg	CDF2N µg/kg	CDF4X µg/kg	CDF6P µg/kg	CDF6X µg/kg	CDF9P µg/kg	CDF9X µg/kg	CDFDN µg/kg	CDFDX µg/kg	TCDDN µg/kg
S1	A	28	0.001	0.005	0.002	0.06	0.012	0.014	0.296	0.036	0.022	0.057	0.056	0.002	0.164	0.36	<0.021	0.104	0.314	0.105
S2	A	53	0.332	0.675	0.001	0.011	0.003	0.003	0.075	0.006	0.004	0.011	0.012	0.212	0.025	0.049	<0.003	0.015	0.048	0.022
S2	B	56	0.35	0.677	0.001	0.014	0.003	0.003	0.078	0.007	0.005	0.013	0.013	0.234	0.026	0.047	<0.003	0.017	0.049	0.024
S2	C	53	0.001	0.752	0.001	0.014	0.004	0.004	0.108	0.009	0.006	0.014	0.014	0.221	0.026	0.048	<0.003	0.018	0.051	0.026
S4	A	28																		
S5	A	12																		
S5	B	9																		
S5	C	12	0.001	0.005	0.002	0.064	0.011	0.015	0.301	0.034	0.021	0.058	0.055	0.002	0.172	0.398	0.025	0.106	0.315	0.109

Blåskjell (*Mytilus edulis*)

Stasjon	Replikat Nr.	TTS %	Fett %	Hg mg/kg	CB77 µg/kg	CB81 µg/kg	CB105 µg/kg	CB114 µg/kg	CB118 µg/kg	CB123 µg/kg	CB126 µg/kg	CB166 µg/kg	CB167 µg/kg	CB169 µg/kg	CB183 µg/kg	CB189 µg/kg	CBF8P µg/kg	CBF2N µg/kg	CBFDX µg/kg	CBFDN µg/kg	CBF3X µg/kg	CBF9P µg/kg	TCDF µg/kg	CBF4X µg/kg	CCDD µg/kg	CCD3X µg/kg	CCD6P µg/kg	CCD4X µg/kg	CCD1M µg/kg	CCDF µg/kg	CBF8X µg/kg	TCDD ng/kg	TCDDM ng/kg
E2	A	16	2.6	0.018	0.028	0.203	0.007	0.499	0.016	0.003	0.04	0.016	0.035	<0.001	0.004	<0.04	0.22	<0.08	0.13	<0.08	<0.03	106	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.17	<0.03	0.02	0.12	<0.04	0.02	0.249
E2	B	16	2.5	0.017	0.023	0.001	0.203	0.007	0.51	0.005	0.003	0.038	0.015	0.034	<0.001	0.004	0.22	<0.08	0.14	<0.08	<0.03	114	<0.04	<0.47	<0.04	0.14	<0.03	0.03	0.12	<0.04	<0.02	0.242	
E4	A	12	3.3	0.018	0.04	0.001	0.277	0.011	0.709	0.019	0.004	0.056	0.02	0.046	<0.001	0.005	0.33	<0.08	0.19	<0.08	<0.03	152	<0.04	<0.04	<0.04	0.17	<0.03	0.04	0.15	<0.04	0.02	0.362	
E4	B	11	15	0.025	<0.004	<0.015	<0.001	<0.038	0.001	0.004	0.001	0.004	0.001	0.004	<0.001	0.001	<0.04	<0.04	<0.08	<0.11	<0.08	<0.03	0.13	<0.04	<0.44	<0.04	<0.06	<0.03	<0.02	0.1	<0.04	<0.01	0.013
E6	A	13	2.3	0.027	0.012	0.091	0.005	0.209	0.005	0.001	0.019	0.006	0.017	<0.001	0.002	0.08	0.09	<0.08	<0.12	<0.08	<0.03	0.35	<0.04	0.86	<0.04	0.15	<0.03	<0.02	0.15	<0.04	0.02	0.803	
E6	B	13	1.9	0.041	<0.004	0.019	0.001	0.049	0.001	0.007	0.002	0.007	0.002	<0.001	0.001	0.06	0.05	<0.08	<0.12	<0.08	<0.03	0.14	<0.04	<0.45	<0.04	0.06	<0.03	<0.02	0.11	<0.04	<0.01	0.04	
E6	C	12	1.9	0.038	<0.004	0.042	0.002	0.108	0.002	0.001	0.014	0.004	0.013	<0.001	0.002	<0.05	0.1	<0.08	<0.12	<0.08	<0.03	0.38	<0.04	<0.47	<0.04	0.09	<0.03	0.03	0.13	<0.04	<0.02	0.04	
E7	A	14	1.9	0.025	0.006	0.042	0.002	0.108	0.002	0.001	0.014	0.004	0.013	<0.001	0.002	<0.05	0.1	<0.08	<0.12	<0.08	<0.03	0.38	<0.04	<0.47	<0.04	0.09	<0.03	0.03	0.13	<0.04	<0.02	0.04	

Stasjon	Replikat Nr.	TTS %	Fett %	NAP µg/kg	ACNE µg/kg	ACNLE µg/kg	ANT µg/kg	FLE µg/kg	PA µg/kg	FLU µg/kg	PYR µg/kg	BAA µg/kg	CHRTR µg/kg	BBJF µg/kg	BKF µg/kg	BAP µg/kg	ICDP µg/kg	DBA3A µg/kg	BGHJP µg/kg	PAH6 µg/kg	KPAH µg/kg
B2	A	16	2.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	14	3.2	1.8	5.9	15	7.3	3.6	14	1.2	<0.5	2.9	<0.5	19.4
B2	B	16	2.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.96	2.9	1.7	0.79	7	8.1	4	15	1.2	<0.5	2.6	<0.5	19.1
B2	C	17	3.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.85	3.2	2.2	0.81	15	8.1	4	15	1.2	<0.5	3.1	<0.5	21.8
B4	A	12	11	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	14	3.2	1.8	5.9	15	7.3	3.6	14	1.2	<0.5	2.9	<0.5	19.4
B4	B	11	15	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.96	2.9	1.7	0.79	7	8.1	4	15	1.2	<0.5	2.6	<0.5	19.1
B4	C	12	15	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.85	3.2	2.2	0.81	15	8.1	4	15	1.2	<0.5	3.1	<0.5	21.8
B5	A	15	2.3	1.4	<0.5	0.78	1.8	<0.5	2.8	6.5	6.7	1.3	2	14	0.94	0.54	<0.5	<0.5	0.88	25.64	4.18
B6	A	13	19	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.87	15	0.74	0.72	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.83	0.72
B6	B	13	1.9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.79	1	0.62	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.91	0.5
B6	C	12	1.9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.84	15	0.91	0.62	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	4.49	0.62
B7	A	14	1.9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.96	2.3	1.6	1.6	11	0.85	0.79	<0.5	<0.5	<0.5	0.69	9.89	3.24

Torsk (*Gadus morhua*)

filet:

Stasjon	Replikat nr.	Wt g	L cm	WtLiver g	TTS %	Hg mg/kg
T1	A	2248.2	61.8	40.7	17	0.257
T1	B	1887.2	57.4	42.8	17	0.276
T1	C	1514.6	56.4	23.0	19	0.259

lever:

Stasjon	Replikat nr.	vekt g	lengde cm	TTS %	Fett %	CB81 µg/kg	CB105 µg/kg	CB114 µg/kg	CB118 µg/kg	CB123 µg/kg	CB126 µg/kg	CB156 µg/kg	CB157 µg/kg	CB167 µg/kg	CB169 µg/kg	CB189 µg/kg		
T1	A	2248.2	61.8	40.7	29	13.3	0.464	0.007	20.7	0.974	40.4	0.981	0.399	6.57	1.89	4.64	0.081	0.964
T1	B	1887.2	57.4	42.8	33	18	0.603	0.02	35.1	2.03	102	1.68	0.501	12.8	2.93	8.45	0.127	1.7
T1	C	1514.6	56.4	23.0	41	25.5	0.53	0.019	26.7	1.38	78.6	1.52	0.42	9.01	2.43	7.51	0.137	1.63

Stasjon	Replikat nr.	vekt g	lengde cm	vekt lever g	TTS %	Fett %	CBF6P ng/kg	CBF2N ng/kg	CBFDX ng/kg	CBFDN ng/kg	CBF9P ng/kg	TCDF ng/kg	CBF4X ng/kg	OCDD ng/kg	CDD9X ng/kg	CDD6X ng/kg	CDD6P ng/kg	CDD4X ng/kg	CDD1N ng/kg	OCDF ng/kg	CBF6X ng/kg	TCDD ng/kg	TCDDN ng/kg	
T1	A	2248.2	61.8	40.7	29	13.3	6.06	4.75	23.2	30.2	<1.97	2.89	36.9	5.06	0.85	1.18	3.58	1.08	0.08	0.59	1.68	15.7	2.95	14.595
T1	B	1887.2	57.4	42.8	33	18	5.56	6.5	16.3	36.2	<0.99	1.96	44.7	5.34	0.66	0.95	3.32	0.93	0.06	1.12	1.24	15.7	3.09	15.985
T1	C	1514.6	56.4	23.0	41	25.5	10.4	8.48	43.3	41.2	<1.24	5.38	42.1	8.51	0.96	1.67	6.3	1.79	0.1	0.93	2.9	24.8	3.84	21.815

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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