

Kartlegging av miljøgifter i sedimenter  
og blåskjell i indre Ranfjorden i 2012.  
Risikovurdering av forurenset sediment  
utenfor kaiområdene



# RAPPORT

**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

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

Tittel Kartlegging av miljøgifter i sedimenter og blåskjell i indre Ranfjorden i 2012. Risikovurdering av forurenset sediment utenfor kaiområdene.	Løpenr. (for bestilling) 6483-2013	Dato 28.2.2013
	Prosjektnr. O-12329	Sider 128
Forfatter(e) Sigurd Øxnevad Torgeir Bakke	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon Fri
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Nordland	Oppdragsreferanse Cathrine Kristoffersen
---	---

**Sammendrag**

Kartlegging av miljøgifter i sedimenter og blåskjell i indre Ranfjorden ble gjennomført i 2012. Det ble funnet høye konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) samt bly og kobber. Blåskjell fra Toraneskaia var markert forurenset av PAH. På de andre stasjonene var blåskjellene moderat forurenset av PAH. Blåskjell var ellers opptil sterkt forurenset av krom, og opptil markert forurenset av nikkel. Risikovurderingen viser at de undersøkte delområdene har sedimenter med miljøgifter i konsentrasjoner som overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sediment. Beregning av årlig transport av miljøgifter fra sedimentene viser at det lekker mest PAH ut fra sedimentet utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Beregningene viser at det er størst utlekking av kobber, bly og sink fra sedimentene i området utenfor Rana Industriterminal. Sedimentene i alle delområdene utgjør risiko for skade på human helse, og først og fremst gjennom konsum av skjell.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Ranfjorden	1. Ranfjorden
2. Risikovurdering	2. Risk assessment
3. Sedimenter	3. Sediments
4. PAH	4. PAH



*Sigurd Øxnevad*  
Prosjektleder



*Morten Schaanning*  
Forskningsleder



*Kristoffer Næs*  
Forskningsdirektør

# **Kartlegging av miljøgifter i sedimenter og blåskjell i indre Ranfjorden i 2012**

Risikovurdering av forurenset sediment utenfor  
kaiområdene

## Forord

NIVA har på oppdrag for Fylkesmannen i Nordland gjort en kartlegging av miljøgifter i sedimenter og blåskjell i den indre delen av Ranfjorden. Det er også utført en risikovurdering av de forurensede sedimentene. Sedimentinnsamlingen ble gjort 15. til 17. oktober 2012 fra taubåten Toranes fra Mo i Rana Havn KF. Herman Breiland og Harald Lorentzen var mannskap på båten. Havnefogd Per Anders Nygaard har fremskaffet informasjon om havneområdene og skipstrafikk. Blåskjell ble samlet inn av Svein Grundstrøm. Blåskjellene ble opparbeidet av Bjørnar Beylich (NIVA), som også har laget flere av kartene i rapporten. Kjemiske analyser er utført av Eurofins og NIVA. Prosjektleder hos NIVA har vært Sigurd Øxnevad. Kontaktperson hos Fylkesmannen i Nordland har vært Cathrine Kristoffersen.

Oslo, 28.2.2013

*Sigurd Øxnevad*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Områdebeskrivelse</b>	<b>9</b>
<b>3. Materiale og metoder</b>	<b>10</b>
3.1 Innsamling av sedimentprøver	10
3.2 Innsamling av blåskjell	13
3.3 Bedømming av miljøtilstand	14
3.4 Metode for risikovurdering	17
<b>4. Resultater</b>	<b>18</b>
4.1 Miljøtilstand	18
<b>5. Risikovurdering av bunnsedimentene</b>	<b>31</b>
5.1 Delområder for risikovurdering	31
5.2 Risikovurdering av området utenfor Rana Industriterminal	32
5.2.1 Trinn 1	32
5.2.2 Trinn 2	33
5.2.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor Rana Industriterminal	42
5.3 Risikovurdering av området utenfor Toraneskaia	43
5.3.1 Trinn 1	43
5.3.2 Trinn 2	44
5.3.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor Toraneskaia	53
5.4 Risikovurdering av området utenfor Bulkterminalen	54
5.4.1 Trinn 1	54
5.4.2 Trinn 2	55
5.4.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor Bulkterminalen	63
5.5 Risikovurdering av området utenfor kaianlegget til Rana Gruber	64
5.5.1 Trinn 1	64
5.5.2 Trinn 2	65
5.5.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber	73
<b>6. Oppsummering og anbefalinger</b>	<b>74</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>77</b>
<b>8. Vedlegg</b>	<b>78</b>
8.1 Analyseusikkerhet	78
8.2 Analyserapporter	94
8.2.1 Sedimentprøver	94
8.2.2 Prøver av porevann	120
8.2.3 Prøver av blåskjell	126

## Sammendrag

Kartlegging av miljøgifter i sedimenter og blåskjell i indre Ranfjorden ble gjennomført i 2012. Det ble funnet høye konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) samt bly og kobber. Det ble ikke funnet høye konsentrasjoner av kvikksølv eller kadmium. Blåskjell fra Toraneskaia var markert forurenset av PAH. På de andre stasjonene var blåskjellene moderat forurenset av PAH. Blåskjell var ellers opptil sterkt forurenset av krom, og opptil markert forurenset av nikkel.

Risikovurderingen viser at de undersøkte delområdene har sedimenter med miljøgifter i konsentrasjoner som overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sediment. Konsentrasjon av PAH i porevann er brukt for å beregne stedsspesifikk utlekking fra sedimentene. Beregning av årlig transport av miljøgifter fra sedimentene viser at det lekker mest PAH ut fra sedimentet utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Beregningene viser at det er størst utlekking av kobber, bly og sink fra sedimentene i området utenfor Rana Industriterminal. Oppvirvling fra skipspropeller står for den største spredningen av miljøgifter fra sedimentene. Sedimentene i alle delområdene utgjør risiko for skade på human helse, og først og fremst gjennom konsum av skjell.

## Summary

Title: Investigation of contaminants in sediment and blue mussel in the inner Ranfjord in 2012. Risk assessment of contaminated sediments outside the quay areas.

Year: 2013

Author: Sigurd Øxnevad, Torgeir Bakke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6218-6

NIVA has carried out an investigation of contaminants in sediments and blue mussel in the inner part of Ranfjorden in 2012, and conducted a risk assessment of the sea bed sediments. High concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), lead and copper were found in the sediments. There were no high concentrations of mercury or cadmium. Blue mussels from Toraneskaia were markedly polluted with PAHs. Blue mussels from the other investigated areas were moderately polluted with PAHs. Blue mussels were up to severely polluted with chrome and up to markedly polluted with nickel.

The risk assessment shows that all the investigated areas have sediments with concentrations of contaminants that have ecological effects on organisms in sediments. Calculations of annual transport of contaminants from the sediments show that the area outside the shipment installation of Rana Gruber has the highest flux of PAHs. Highest flux of copper, lead and zinc was found from the sediments in the area outside of Rana Industriterminal. Propellers cause most of the spreading of metals from the sediments. The sediments from the investigated areas make a risk to human health, mainly through consumption of local mussels.

# 1. Innledning

Den indre delen av Ranfjorden har i flere tiår blitt påvirket av utslipp fra industrivirksomheten i Mo i Rana. Ranfjorden har særlig blitt forurenset av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tungmetaller. Fjorden har vært overvåket gjennom Statlig program for forurensningsovervåking siden midten av 1970 årene. Miljøtilstanden i Ranfjorden er mye bedre i dag enn den var på 70-tallet, som følge av omlegging av Jernverket, nedleggelse av Koksverket og en rekke utslippsreducerende tiltak fra den lokale industrien. På grunn av høye konsentrasjoner av tungmetaller og PAH frarår Mattilsynet konsum av skjell samlet inn i området av fjorden som ligger innenfor strekningen Alterneset til Bjørnbærvika. Kostholdsrådet ble sist oppdatert 29.4.2005.

Det skal utarbeides tiltaksplan for indre Ranfjorden. Tiltaksplanen er en del av oppfølgingen av Stortingsmelding nr. 12 «Rent og Rikt hav» (2001-2002) og nr. 14 «Sammen for et giftfritt miljø» (2006-2007). Fylkesmannen i Nordland har koordineringsansvaret for tiltaksplanarbeidets tre siste faser.

I forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplan for indre Ranfjorden har NIVA utført en ny kartlegging av miljøgifter i sedimentene. Undersøkelsen hadde tre mål:

1. å kartlegge nivåene av PAH og tungmetaller i sedimentene
2. å gjennomføre en risikovurdering av forurenset sediment
3. å gi anbefalinger om eventuelle sedimenttiltak



## 2. Områdebeskrivelse

Ranfjorden er en 67 km lang fjord i den nordlige delen av Helgeland. Fjorden strekker seg fra kysten utenfor Dønna i sør, og nordøstover til Mo i Rana. Ranfjorden er en terskelfjord med to hovedterskler. Det innerste bassenget er ca 26 km langt og på det meste 540 meter dypt. Ranelva gir tilførsel av ferskvann til fjorden (ca 290 m<sup>3</sup>/sek). Ferskvannstilførselen skaper en markert vertikal sjiktning av vannsøylen og fører overflatevann ut av fjorden. Dette skaper en motstrøm i underliggende vannlag innover i fjorden. Vannutskiftingen og vertikal omblending følger sesongutviklingen i terskelfjorder (Kirkerud m.fl. 1977, 1985).

Det er 61 vannforekomster i Nordland som er klassifisert som SMVF (sterkt modifisert vannforekomst), og Ranfjorden ved Mo er en av disse. For SMVF gjelder andre miljømål enn i naturlige vannforekomster. En slik vannforekomst er så påvirket av et fysisk inngrep at miljømålet «god økologisk tilstand» ikke med rimelighet kan oppnås.

Sjøbunnen i Indre Ranfjorden er svært forurensset. Dette skyldes tidligere virksomhet på Koksverktomta og tidligere og pågående utslipp fra industrien på Mo. Mo Industripark er en av landets største industriparker, med ca. 115 bedrifter (Figur 1). Store deler av strandlinjen ved Mo sentrum består av kaianlegg og utfylt grunn, og arealbruken her er preget av industrien. Naturlig strandlinje langs sentrum finnes kun ved områdene Moholmen og Mjølan. Deler av den indre delen av fjorden blir brukt til rekreasjon, bl.a. til fritidsfiske.

Ranfjorden er påvist påvirket av gruveavgang fra Rana Gruber. Bidraget av lite reaktive partikler fra virksomheten er anslått til mer enn 95 % av den totale tilførselen til indre Ranfjorden. Denne tilførselen antas å ha dekket til forurensset sediment i fjorden (Myrvang 2007).

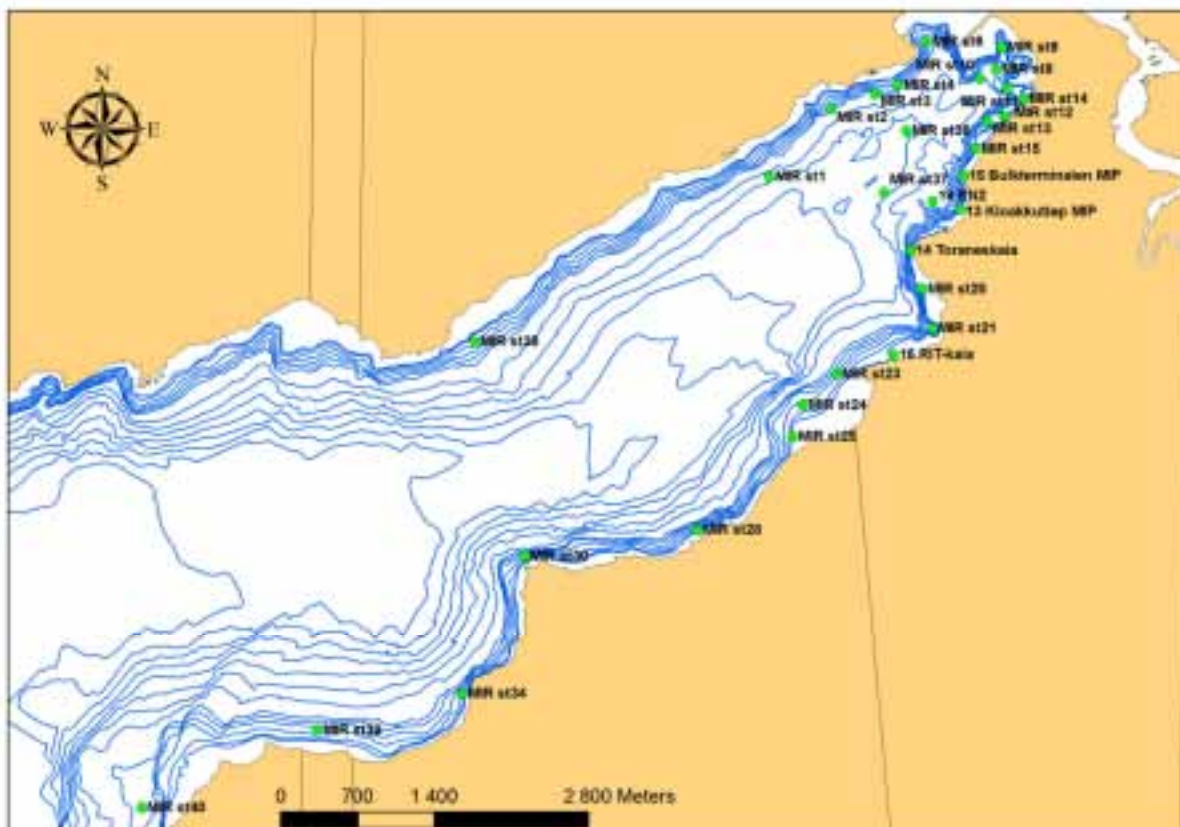


Figur 1. Kart over Mo i Rana. Det er gjennomført risikovurdering av forurensset sediment for områdene utenfor RIT-kaia, Toraneskaia, Bulkterminalen og kaiområdet til Rana Gruber.

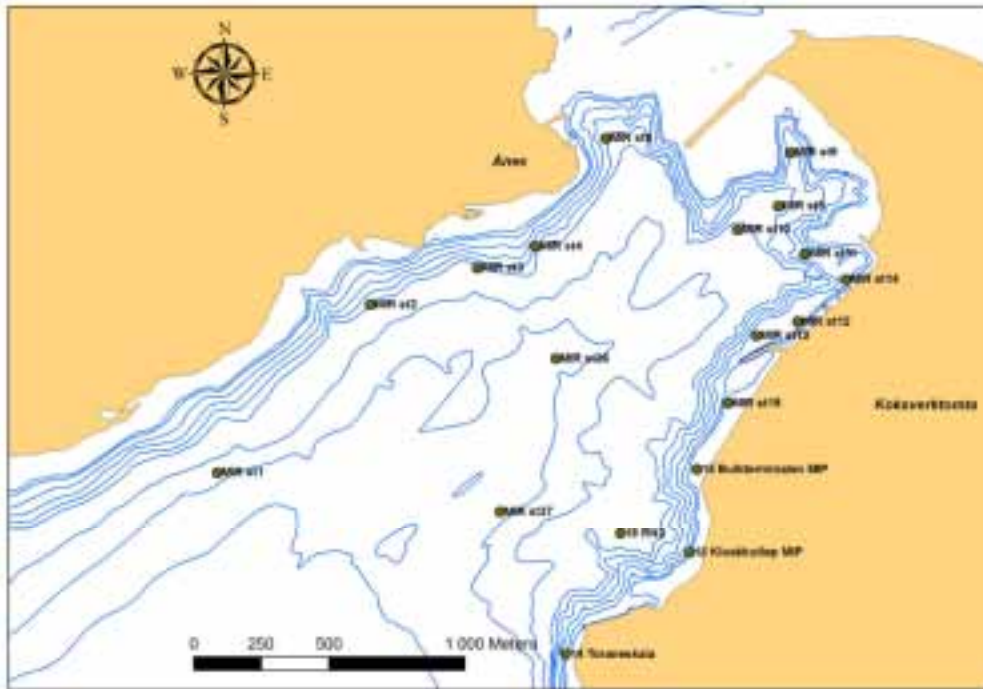
### 3. Materiale og metoder

#### 3.1 Innsamling av sedimentprøver

I anbudsdokumentet var det definert at det skulle samles inn sedimentprøver fra de samme stasjonene som i undersøkelsen fra 2006 (Helland og Uriansrud 2006). Det ble samlet inn sedimentprøver fra 26 stasjoner fra samme steder som i 2006 samt fra 5 nye stasjoner (Figur 2 og Figur 3). Det ble tatt sedimentprøver fra noen stasjoner lenger sør enn i 2006, og det ble også tatt prøver fra et par dypere stasjoner.



Figur 2. Kart over stasjonene hvor det ble samlet inn sedimentprøver fra indre Rånfjorden i oktober 2012.



Figur 3. Kart med sedimentstasjoner fra den innerste delen av Ranfjorden.

Sedimentprøvene ble samlet inn 15.-17. oktober 2012. Taubåten Toranes fra Mo i Rana Havn KF ble brukt til innsamling av sedimenter. Sedimentprøvene ble tatt med en van Veen grabb (250 cm<sup>2</sup>). Fra hver stasjon ble det laget en blandprøve av sediment fra fire parallelle grabb-prøver, unntatt for stasjon MIR 36 og MIR 37 hvor det bare ble prøve fra en grabb. Posisjoner og beskrivelse av sedimentet er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt og beskrivelse av stasjoner for innsamling av sedimentprøver i Indre Ranfjorden i oktober 2012.

Stasjon	Nord	Øst	Dyp	Beskrivelse
MIR-st-1	66°19.292	14°05.588	59	Gråbrun siltig leire
MIR-st-2	66°19.630	14°06.330	50	Gråbrun siltig leire
MIR-st-3	66°19.706	14°06.856	60	Gråbrun siltig leire
MIR-st-4	66°19.750	14°07.141	45	Gråbrun siltig leire
MIR-st-6	66°19°967	14°07.481	40	Leire, kvist, organisk materiale
MIR-st-8	66°19.837	14°08.337	45	Mørkegrå silt
MIR-st-9	66°19.944	14°08.395	32	Mørkegrå silt.
MIR-st-10	66°19.789	14°08.137	82	Mørkegrå silt.
MIR-st-11	66°19.743	14°08.473	16	Grå siltig leire.
MIR-st-12	66°19.608	14°08.440	16	Utløp Rana Gruber. Mørkegrå silt.
MIR-st-13	66°19.579	14°08.238	17	Løst mørkegrått mudder.
MIR-st-14	66°19.693	14°08.676	14	Overløp Rana Gruber, Mørke grå leire.
MIR-st-15	66°19.444	14°08.103	12	Mørke grå siltig mudder med mye organiske fiber. Nær utslippsted for råvann fra industrien
MIR-st-20	22°18.751	14°07.469	6	Grå siltig sand
MIR-st-21	66°18.558	14°07.604	20	Grå siltig leire
MIR-st-23	66°18.327	14°06.439	30	Grå siltig leire
MIR-st-24	66°18.173	14°06.037	17	Grå siltig leire
MIR-st-25	66°18.016	14°05.916	10	Gråbrun silt med skjellfragmenter
MIR-st-28	66°17.551	14°04.722	18	Gråbrun homogen sandig silt
MIR-st-30	66°17.410	14°02.668	20	Olivengrønn siltig sand med skjellfragmenter
MIR-st-34	66°16.733	14°01.942	18	Gråbrun sandig silt med skjellfragmenter
MIR st36	66°19.528	14°07.250	125	Gråfiolett leire
MIR st37	66°19.222	14°06.986	150	Grå siltig leire
MIR st38	66°18.459	14°02.022	20	Grå siltig leire
MIR st39	66°16.543	14°00.182	40	Grå siltig leire
MIR st40	66°16.149	13°58.057	50	Grå siltig leire
13 Kloakkutløp MIP	66°19.147	14°07.924	20	Svart bløtt sediment, oljelukt
14 Toraneskaia	66°18.941	14°07.320	15	Grå siltig leire
15 Bulkterminalen	66°19.312	14°07.956	10	Grå siltig leire
16 RIT-kaia	66°18.427	14°07.130	8	Grå siltig leire
19 RN2	66°19.183	14°07.582	84	Grå siltig leire

Fra fem av stasjonene ble det samlet inn ekstra sediment (ca 5 liter) til porevannanalyse. Dette var fra stasjonene: MIR st.12, MIR st.15, MIR st.23, MIR st.25 og MIR st.28.

### 3.2 Innsamling av blåskjell

Det ble samlet inn blåskjell fra fem stasjoner (Tabell 2 og Figur 4) i Indre Ranfjorden i perioden 7. til 15. oktober 2012. Blåskjell i lengdeintervallet 3 til 5 cm ble samlet inn ved dykking.

Tabell 2. Oversikt over stasjonene i Indre Ranfjorden hvor det ble samlet inn blåskjell.

Stasjon	Nord	Øst	Dyp	Beskrivelse
Toraneskaia	66°19.277	14°07.982	2 - 4	Steinfylling
Moholmen	66°18.420	14°07.310	2 - 4	Sandbunn
Bjørnbærvika	66°16.490	14°02.600	3 - 4	Kaipel av betong
Rauberget	66°18.971	14°03.183	1 - 3	Stein og sandbunn
Kalvhaganeset	66°16.715	13°54.692	2 - 3	Leirebunn



Figur 4. Oversikt over stasjoner i Indre Ranfjorden hvor det ble samlet inn blåskjell.

### 3.3 Bedømming av miljøtilstand

Klif har fastsatt kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av forurensede forbindelser i sedimenter og vann (Tabell 3 og Tabell 4). Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra bakgrunn (klasse I) til svært dårlig (klasse V). Klassifiseringen av sedimenter bygger på antatte nivåer for kroniske og akutte toksiske effekter på sedimentlevende organismer. Disse nivåene er enten beregnet fra tilgjengelig informasjon fra toksisitetstester i sedimenter, eller ved beregning av likevektsfordeling, hvor grenseverdiene for eksponering i vannfasen blir omregnet til en sedimentkonsentrasjon med hjelp av valgte litteraturverdier for fordelingskoeffisienten for det aktuelle stoffet mellom sediment og vann.

Tabell 3. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i sedimenter. Konsentrasjonene er oppgitt i tørrvektsbasis (Bakke m.fl. 2007).

		I	II	III	IV	V
	Parameter	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller	Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
PAH	Naftalen (µg/kg)	<2	2 - 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
	Acenaftylene (µg/kg)	<1,6	1,6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
	Acenaften (µg/kg)	<4,8	2,4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
	Fluorene (µg/kg)	<6,8	6,8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
	Fenantren (µg/kg)	<6,8	6,8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
	Antracene (µg/kg)	<1,2	1,2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
	Fluoranten (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
	Pyren (µg/kg)	<5,2	5,2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
	Benzo[a]antracene (µg/kg)	<3,6	3,6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
	Krysen (µg/kg)	<4,4	4,4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
	Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
	Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
	Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
	Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
	Dibenzo[ah]antracene (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
	Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16 (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000	
PCB	PCB7 (µg/kg)	<5	5-17	17 - 190	190 - 1900	>1900
TBT	TBT (µg/kg) - effektbasert	<1	<0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
	TBT (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

Klassifiseringssystemet for sjøvann er basert på ufiltrerte prøver (total konsentrasjon) i samsvar med retningslinjene for overvåking i Vanndirektivet.

Tabell 4. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i vann, (Bakke m.fl. 2007).

Parametere	Tilstandsklasser				
	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Metaller</b>					
Arsen (µg As/L)	<2	2-4,8	4,8-8,5	8,5-85	>85
Bly (µg Pb/L)	<0,05	0,05-2,2	2,2-2,9	2,9-28	>28
Kadmium (µg Cd/L)	<0,03	0,03-0,24	0,24-1,5	1,5-15	>15
Kobber (µg Cu/L)	<0,3	0,3-0,64	0,64-0,8	0,8-7,7	>7,7
Krom (µg Cr/L)	<0,2	0,2-3,4	3,4-36	36-360	>360
Kvikksølv (µg Hg/L)	<0,001	0,001-0,048	0,048-0,071	0,071-0,14	>0,14
Nikkel (µg Ni/L)	<0,5	0,5-2,2	2,2-12	12-120	>120
Sink (µg Zn/L)	<1,5	1,5-2,9	2,9-6	6-60	>60
<b>PAH</b>					
Naftalen (µg/L)	<0,00066	0,00066-2,4	2,4-80	80-160	>160
Acenaftylen (µg/L)	<0,00001	0,00001-1,3	1,3-3,3	3,3-33	>33
Acenaften (µg/L)	<0,000034	0,000034-3,8	3,8-5,8	5,8-58	>58
Fluoren (µg/L)	<0,00019	0,00019-2,5	2,5-5	5-50	>50
Fenatren (µg/L)	<0,00025	0,00025-1,3	1,3-5,1	5,1-10	>10
Antracen (µg/L)		<0,11	0,11-0,36	0,36-3,6	>3,6
Fluoranthen (µg/L)	<0,00029	0,00029-0,12	0,12-0,9	0,9-1,8	>1,8
Pyren (µg/L)	<0,000053	0,000053-0,023	0,023-0,023	0,023-0,046	>0,046
Benzo(a)antracen (µg/L)	<0,000006	0,000006-0,012	0,012-0,018	0,018-0,18	>0,18
Chrysen (µg/L)		<0,07	0,07-0,07	0,07-0,14	>0,14
Benzo(b)fluoranten (µg/L)	<0,000017	0,000017-0-03	0,03-0,06	0,06-0,6	>0,6
Benzo(k)fluoranten (µg/L)		<0,027	0,027-0,06	0,06-0,6	>0,6
Benzo[a]pyren (µg/L)	<0,000005	0,000005-0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	>0,5
Indeno(123cd)pyren (µg/L)	<0,000017	0,000017-0,002	0,002-0,003	0,003-0,03	>0,03
Dibenzo(ah)antracen (µg/L)		<0,03	0,03-0,06	0,06-0,6	>0,6
Benzo(ghi)perylen (µg/L)	<0,00001	0,00001-0,002	0,002-0,003	0,003-0,03	>0,03
<b>TBT (µg/L)</b>		< 0,0002	0,0002-0,0015	0,0015-0,003	>0,003

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

Tabell 5. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og organiske forbindelser i blåskjell (Molvær m.fl. 1997).

Art	Parametere	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		<i>Ubetydelig – Lite forurenset</i>	<i>Moderat forurenset</i>	<i>Markert forurenset</i>	<i>Sterkt forurenset</i>	<i>Meget sterkt forurenset</i>
Blåskjell (tørrvektbasis)	Bly (mg Pb/kg)	<3	3-15	15-40	40-100	>100
	Kadmium (mg Cd/kg)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
	Kobber (mg Cu/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
	Krom (mg Cr/kg)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
	Sink (mg Zn/kg)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
	Nikkel (mg Ni/kg)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Arsen (mg As/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Blåskjell (våtvektbasis)	PAH-16 (µg/kg)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
	ΣKPAH (µg/kg)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
	B[a]P (µg/kg)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
	HCB (µg/kg)	<0,1	0,1-0,3	0,3-1	1-5	>5

Undersøkelsen tar hensyn til EUs vanndirektiv (2000/60/EC). En liste over prioriterte stoffer som inngår i vanndirektivet er gitt i datterdirektivet (2008/105/EC) og noen av disse stoffene inngår i undersøkelsen. Vurdering av tilstand bedømmes ut i fra EQS, men disse er bare definert for vannprøver, med unntak av tre stoffer (kvikksølv (Hg), heksaklorbenzen (HCB) og heksaklorbutadien (HCBD) i biologisk materiale. Det pågår en prosess for bruk av passive prøvetakere, overvåking og evaluering av miljøgifter i sediment og biologisk materiale under EUs *Chemical Monitoring Activity* (CMA). Det forventes at det vil komme retningslinjer om dette fra EU i de kommende år. Inntil disse retningslinjene foreligger er vurdering av tilstand for denne undersøkelsen basert på Klifs klassifiseringssystem for biologisk materiale (Molvær m. fl. 1997).

I vanndirektivet er det per i dag bare EQSer for Hg (20 µg/kg våtvektbasis), HCB (10 µg/kg våtvektbasis) og HCBD (55 µg/kg våtvektbasis) i biotaprøver og vi har derfor inkludert disse i overvåkingen.



### 3.4 Metode for risikovurdering

Risikovurderingen er utført i henhold til Klifs veileder for risikovurdering av forurenset sediment (Bakke m.fl. 2012). Vurderingen er gjennomført separat for hvert av delområdene på basis av analyseresultatene for sedimenter, porevann og blåskjell, skipstrafikkemønstre (hyppighet, båttyper, traséer), og beregnede arealer påvirket av skipstrafikk. Klifs veileder for risikovurdering legger opp til en vurdering i tre trinn med økende kompleksitet og tilknytning til lokale forhold.

**Trinn 1** er en forenklet risikovurdering hvor miljøgiftkonsentrasjon og toksisitet av sedimentet sammenlignes med grenseverdier for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. Trinn 1 omhandler kun risiko for økologiske effekter, ikke risiko for human helse. Grenseverdier er utarbeidet for 45 enkeltstoffer og stoffgrupper. Verdiene samsvarer med grense mellom Klasse II og III i Klifs reviderte system for miljøkvalitetsklassifisering av marine sedimenter (TA 2229/2007). Dersom grenseverdiene overskrides gjennomføres Trinn 2.

**Trinn 2** er mer omfattende og har som mål å fastslå om risikoen for skade på miljø eller helse forbundet med sedimentene der de ligger er akseptabel, eller om man må vurdere tiltak. Trinn 2 omfatter tre sider av risikobildet:

- **Risiko for spredning** vurderes ut fra beregnet miljøgifttransport fra sediment til vannmassene via biodiffusjon og bioturbasjon, oppvirvling som følge av skipstrafikk og opptak i organismer og spredning gjennom næringskjeden.
- **Risiko for human helse** vurderes ut fra aktuelle transportveier til mennesker etter hvordan et sedimentområde brukes: havnevirksomhet, rekreasjon, fangst av sjømat, osv. Den viktigste eksponeringsveien er via konsum av fisk og skalldyr, men inntak av og kontakt med sediment og vann er også tatt med.
- **Risiko for effekter på økosystemet** vurderes ut fra beregnede konsentrasjoner av miljøgifter som organismer i vann og sediment eksponeres for sammenliknet med relevante grenseverdier for effekter.

I vurderingen av samlet risiko i Trinn 2 er det rom for å prioritere mellom disse tre sidene av risikobildet på basis av hvilke typer arealbruk som er aktuelle. Det er utarbeidet et EXCEL regneark for beregningene som kreves i Trinn 2, og som også gjør sammenlikningene med de fastsatte grenseverdier for akseptabel risiko. Dette er anvendt på hvert av delområdene.

**Trinn 3.** Hvis Trinn 2 viser at risikoen fra sedimentene er uakseptabel kan man velge å gjøre en tiltaksvurdering direkte, eller å øke sikkerheten av resultatene i Trinn 2 ved å gjennomføre et Trinn 3 som i stor grad går ut på å kontrollere/erstatte de foreslåtte sjablongverdiene i Trinn 2 med stedsspesifikke verdier. Deretter gjentas beregningene i Trinn 2. Friheten til skreddersøm av Trinn 3 er stor.

I denne undersøkelsen utgjør porevannsanalyser ekstra lokal informasjon for Trinn 3.

## 4. Resultater

### 4.1 Miljøtilstand

#### Miljøgifter i sedimentene

Noen av sedimentområdene i den indre delen av Ranfjorden er forurenset av kobber og bly (klasse IV og V, Tabell 6). To av stasjonene i undersøkelsen var også forurenset av sink (klasse III og IV), og en stasjon var forurenset av nikkel (klasse IV). Sedimentstasjonene som ble undersøkt i oktober 2012 var ikke forurenset av andre tungmetaller som f.eks. kvikksølv og kadmium. På stasjon MIR st.28 var sedimentet i klasse V for både bly og kobber, og i klasse IV for sink. Det ble funnet meget høykonsentrasjon av jern på stasjon 13 kloakkutslipp (prosesssvann fra industrien), 160 g/kg (Tabell 7). For de andre stasjonene var det mer normale konsentrasjoner av jern i sedimentet.

Analyseresultatene viser at den indre delen av Ranfjorden er forurenset av PAH. På 24 av de 31 undersøkte stasjonene var sedimentene i tilstandsklasse *dårlig* (IV) eller *svært dårlig* (V) for en eller flere PAH'er (tabell 8). Det var spesielt høy konsentrasjon av flere PAH'er på stasjon MIR st. 13, utenfor Bulkterminalen og kaia til Rana Gruber. Ved denne stasjonen var konsentrasjonen av PAH-16 på 57810 µg/kg, nesten tre ganger over grenseverdi for tilstandsklasse V (svært dårlig). Stasjonene nærmest utløpet av Ranelva (MIR st.4 til 11) var imidlertid ikke forurenset av PAH.

Sedimentene i Ranfjorden er opptil moderat forurenset av TBT. Det ble funnet konsentrasjoner på opptil 18,7 µg TBT/kg (Tabell 8).

Tabell 6. Konsentrasjon av metaller i sedimentprøver fra Indre Ranfjorden. Resultatene er oppgitt i mg/kg tørrvekt og gitt farger i henhold til Klifis klassifiseringssystem (Bakke m.fl. 2007).

	13 Kloakkslipp	14 Toraneskaia	15 Bulkskaia	16 RIT kaia	19 RN2	MIR st.1	MIR st.2	MIR st.3	MIR st.4	MIR st.6	
Arsen	13,0	7,3	4,0	6,2	5,7	10,0	5,5	5,6	3,5	4,6	
Bly	32	39	10	42	15	42	13	13	4,5	4,3	
Kadmium	1,10	0,33	0,09	0,27	0,16	0,12	0,1	0,19	0,051	0,07	
Kobber	660	68	44	42	73	82	79	130	36	49	
Krom totalt	260	39	22	39	36	33	19	25	8	11	
Kvikksølv	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,032	0,018	0,017	0,003	0,003	
Nikkel	300	26	21	19	31	24	19	22	17	19	
Sink	140	190	57	230	81	160	92	140	44	58	
	MIR st.8	MIR st.9	MIR st.10	MIR st.11	MIR st.12	MIR st.13	MIR st.14	MIR st.15	MIR st.20	MIR st.21	
Arsen	<1,2	2,0	1,4	<1,1	2,4	7,4	<1,2	4,8	12,0	6,5	
Bly	5,1	4,8	2,3	3,5	6,8	25,0	3,9	12,0	87,0	32,0	
Kadmium	0,04	0,044	0,032	0,024	0,049	0,25	0,03	0,095	1,5	0,22	
Kobber	26	26	22	16	28	42	19	56	79	50	
Krom totalt	8,3	8,6	4,6	5,4	12	23	6,8	25	44	40	
Kvikksølv	0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,004	0,035	<0,001	0,012	0,11	0,051	
Nikkel	15	16	7,7	8	17	19	10	26	25	21	
Sink	41	41	27	24	42	140	28	63	470	190	
	MIR st.23	MIR st.24	MIR st.25	MIR st.28	MIR st.30	MIR st.34	MIR st.36	MIR st.37	MIR st.38	MIR st.39	MIR st.40
Arsen	8,9	8,8	8,8	9,0	7,5	6,2	5,9	8,1	4,1	6,3	<1,3
Bly	78,0	140,0	230,0	800,0	90,0	68,0	8,4	26,0	23,0	51,0	6,9
Kadmium	0,22	0,25	0,35	3,5	0,083	0,074	0,1	0,055	0,041	0,045	<0,016
Kobber	65	79	88	280	46	38	44	43	23	31	4,8
Krom totalt	46	47	30	33	29	28	17	30	18	25	5,1
Kvikksølv	0,046	0,054	0,055	0,145	0,034	0,027	0,008	0,02	0,014	0,026	0,004
Nikkel	25	24	15	16	16	16	23	21	10	15	3,1
Sink	250	300	340	1300	160	140	65	100	69	120	<24

Tabell 7. Analyseresultater for jern (Fe), mangan (Mn), molybden (Mo), total organisk karbon (TOC) og kornfordeling < 63 µm i sedimentprøver fra Indre Ranfjorden. Resultatene for metallene er oppgitt i mg/kg tørrvekt.

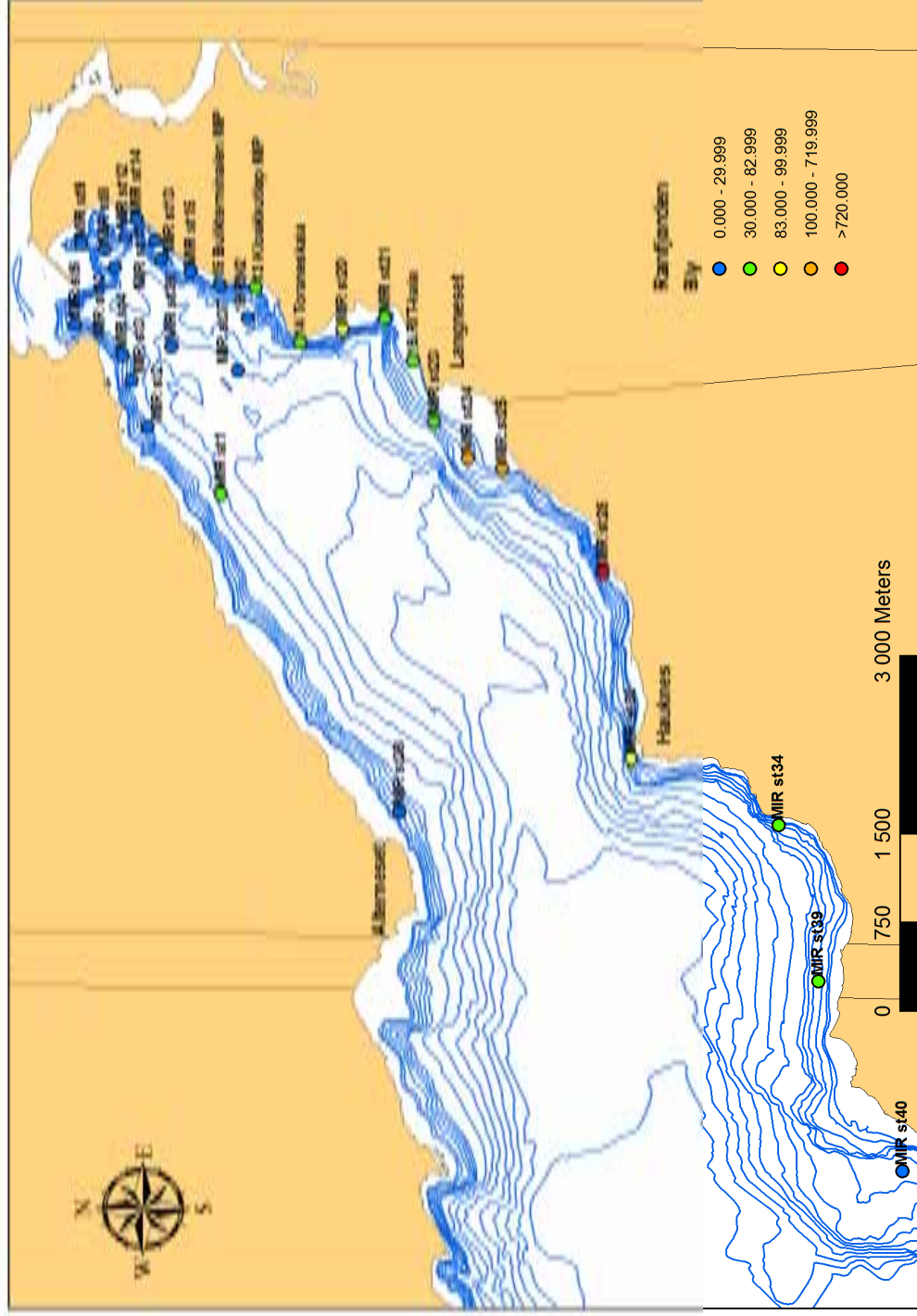
Stasjon	TOC	Kornfordeling	Fe	Mn	Mo
	µg/mg C	% < 63 µm	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
St.13 kloakkutslipp MIP	13,8	21	160000	2300	82
St.14 Toranes kaia	14,1	69	27000	580	4,4
St.15 Bulkterminalen	5,8	78	20000	1200	2,6
St.16 RIT kaia	14,3	80	19000	430	2,0
St.19 RN2	6,7	74	29000	1000	4,8
MIR st.1	8,5	96	34000	1600	1,9
MIR st.2	5,3	97	25000	2100	1,2
MIR st.3	5,5	93	32000	2000	1,8
MIR st.4	1,5	98	16000	2800	0,24
MIR st.6	3,1	83	16000	2400	0,30
MIR st.8	<1,0	99	28000	2800	0,17
MIR st.9	<1,0	98	26000	3200	0,25
MIR st.10	<1,0	99	12000	1500	<0,15
MIR st.11	<1,0	93	19000	1600	<0,14
MIR st.12	2,7	91	31000	3400	0,80
MIR st.13	12,7	90	34000	2600	1,2
MIR st.14	<1,0	96	21000	1900	0,22
MIR st.15	9,2	83	25000	2600	3,4
MIR st.20	16,3	83	30000	830	3,3
MIR st.21	11,6	81	22000	580	2,8
MIR st.23	13,6	81	28000	650	2,5
MIR st.24	11,2	89	28000	500	2,5
MIR st.25	12,5	90	21000	390	1,7
MIR st.28	8,1	87	31000	380	5,0
MIR st.30	7,1	71	19000	310	1,3
MIR st.34	9,8	72	17000	230	0,73
MIR st.36	5,4	91	21000	2700	1,2
MIR st.37	7,6	91	24000	840	2,5
MIR st.38	9,3	83	13000	240	0,49
MIR st.39	7,7	71	16000	240	0,46
MIR st.40	6,3	85	3600	47	<0,16

Tabell 8. Konsentrasjon av PAH og TBT i sedimentprøver fra Indre Ranfjorden. Resultatene er oppgitt i µg/kg tørrvekt og gitt farger i henhold til Klifis klassifiseringssystem (Bakke m.fl. 2007).

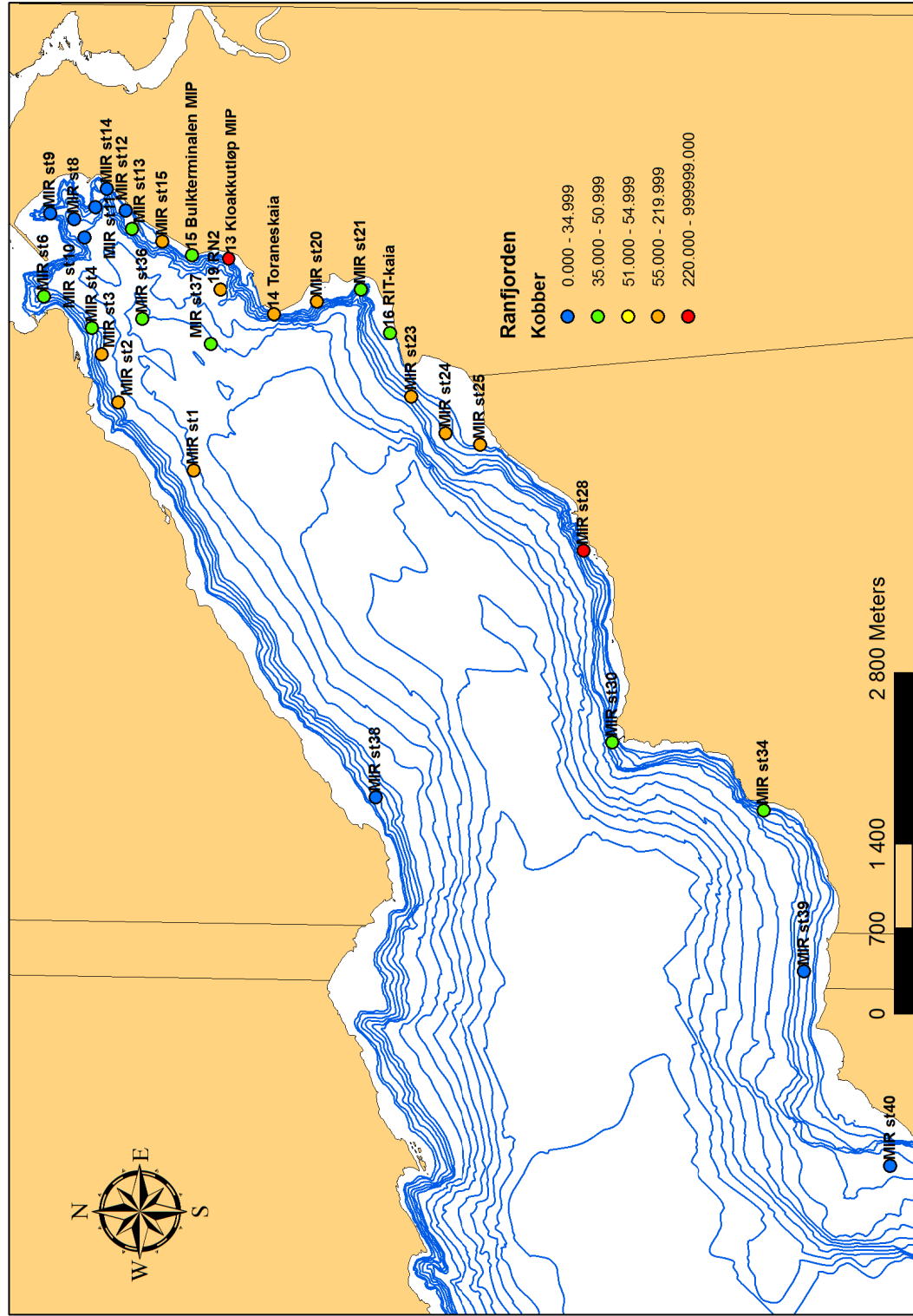
	13 Kloakkutslipp	14 Toraneskaia	15 Bulkterminalen	16 RIT kaia	19 RN2	MIR st.1	MIR st.2	MIR st.3	MIR st.4	MIR st.6	MIR st.8	MIR st.9
Naftalen	14	52	16	29	23	39	5	5	5	5	5	5
Acenafilylen	54	21	5	5	18	31	5	5	5	5	5	5
Acenaften	26	25	14	33	43	22	5	5	5	5	5	5
Fluoren	180	41	19	30	69	37	5	5	5	5	5	5
Fenantren	1400	330	120	210	290	300	75	63	5	14	5	5
Antracene	810	130	62	65	190	120	33	29	5	5	5	5
Fluoranten	2100	560	220	320	650	540	160	140	12	23	5	5
Pyren	1900	540	180	260	600	530	140	130	13	20	5	5
Benzo(a)antracene	2100	640	230	210	480	440	140	130	22	14	5	5
Krysen	2800	690	300	240	510	510	180	150	31	17	5	11
Benzo(b)fluoranten	1500	2000	310	350	660	660	210	200	22	15	5	11
Benzo(k)fluoranten	770	820	210	210	430	440	130	110	13	13	5	5
Benzo(a)pyren	1100	1500	220	260	610	550	160	150	14	11	5	5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	490	1100	150	210	370	490	98	110	5	5	5	5
Dibenzo(a,h)antracene	170	320	43	54	110	110	26	31	5	5	5	5
Benzo(ghi)perylene	600	1300	170	250	410	610	100	140	5	5	5	5
PAH16	16014	10069	2269	2736	5463	5429	1472	1403	172	167	80	92
Tributyltinn	<0,999	13,50	<1,14	16,80	2,27	<1,01	<1,07	<0,963	<0,953	<0,947	<0,942	<0,964

**Tabell 8 forts.** Konsentrasjon av PAH og TBT i sedimentprøver fra Indre Ranfjorden. Resultatene er oppgitt i µg/kg tørrvekt og gitt farger i henhold til Klifis klassifiseringssystem (Bakke m. fl. 2007).

	MIR st.10	MIR st.11	MIR st.12	MIR st.13	MIR st.14	MIR st.15	MIR st.20	MIR st.21	MIR st.23	MIR st.24	MIR st.25	MIR st.28	MIR st.30	MIR st.34	MIR st.36	MIR st.37	MIR st.38	MIR st.39	MIR st.40	
Naftalen	µg/kg	5	5	19	980	5	83	94	26	53	37	47	5	12	11	5	12	18	11	5
Acenaflylen	µg/kg	5	5	5	260	5	27	66	12	23	16	29	5	16	12	5	5	22	11	5
Acenafthen	µg/kg	5	5	5	210	5	39	73	20	43	28	25	5	11	5	5	5	15	5	5
Fluoren	µg/kg	5	5	13	470	5	59	110	27	58	32	39	5	20	13	5	11	26	17	5
Fenantren	µg/kg	5	5	60	3400	5	290	660	170	360	270	310	63	150	110	34	80	200	120	56
Antracen	µg/kg	5	5	26	1500	5	130	320	76	190	91	120	26	59	44	19	34	81	52	22
Fluoranten	µg/kg	5	5	93	6000	5	480	1200	290	520	480	520	120	280	220	67	150	390	220	130
Pyren	µg/kg	5	5	84	4700	5	390	1200	250	470	460	490	130	270	230	64	140	390	230	130
Benzo(a)antracen	µg/kg	5	5	130	9200	5	410	1500	270	860	620	870	160	200	180	140	260	300	170	110
Krysen	µg/kg	5	5	170	12000	5	490	1600	310	990	680	990	170	210	190	200	310	340	180	110
Benzo(b)fluoranten	µg/kg	5	5	90	6500	10	520	2600	480	920	740	1000	360	250	300	140	270	420	290	160
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	5	5	63	4200	5	320	1500	240	550	470	620	200	190	200	82	150	300	190	120
Benzo(a)pyren	µg/kg	5	5	62	4600	5	390	2400	340	640	550	720	230	220	200	77	150	350	200	120
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg	5	5	26	1500	5	250	1800	310	450	340	540	190	220	220	39	110	330	200	140
Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	5	5	5	490	5	70	550	87	110	92	130	58	59	5	5	28	80	50	32
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	5	5	27	1800	5	270	2000	360	490	410	620	230	260	260	45	120	290	250	150
PAH16	µg/kg	80	80	878	57810	85	4218	17673	3268	6727	5316	7070	1957	2427	2248	932	1835	3552	2196	1300
Tributyltinn	µg/kg	<0,948	<0,894	<0,957	5,44	<0,938	<2,72	5,4	5,94	18,7	3,7	1,8	2,73	<0,929	<0,977	1,23	<1,01	<0,990	11,8	<0,964

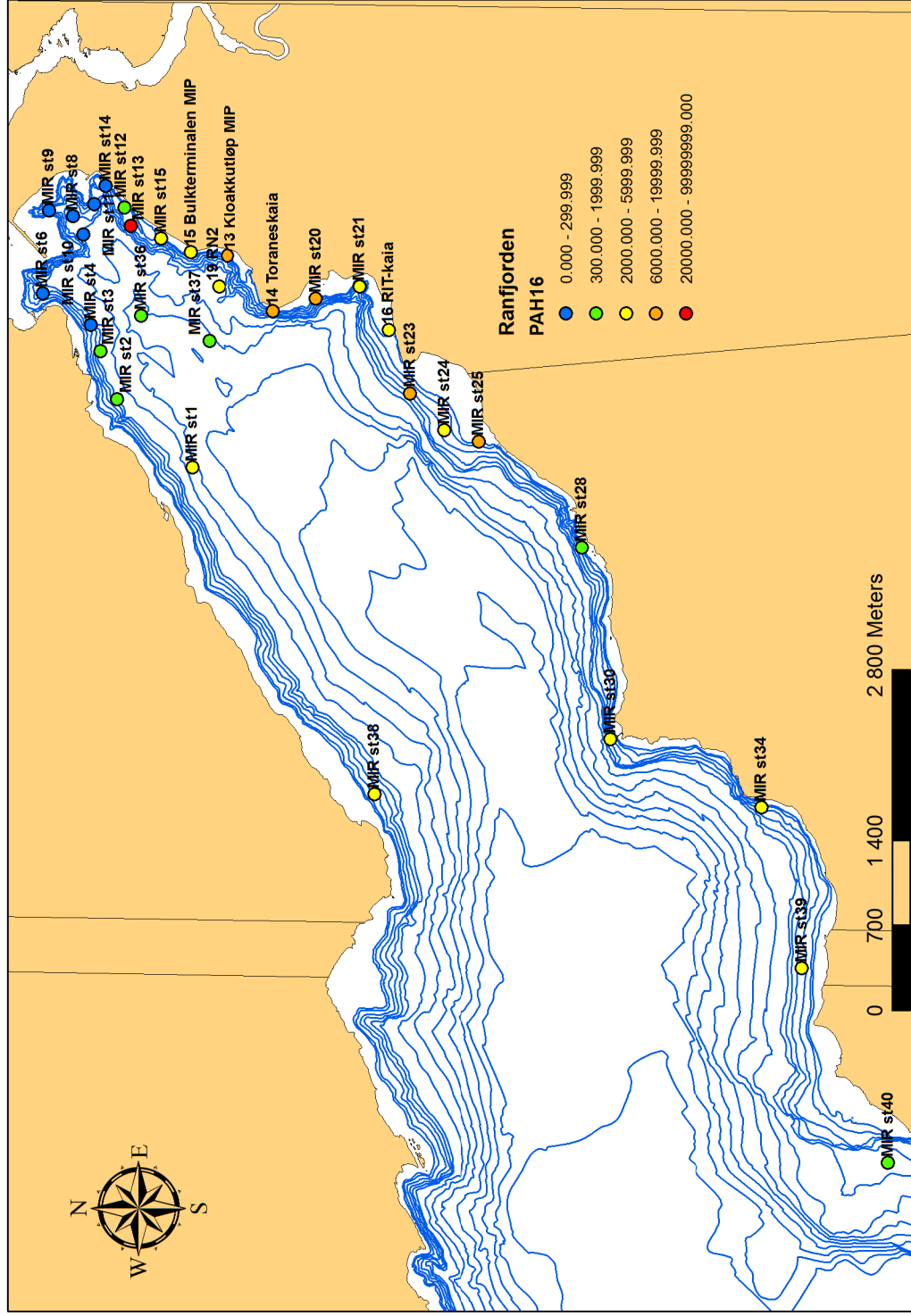


Figur 5. Kart over indre del av Ranfjorden med tilstandsklasser for bly i sediment.

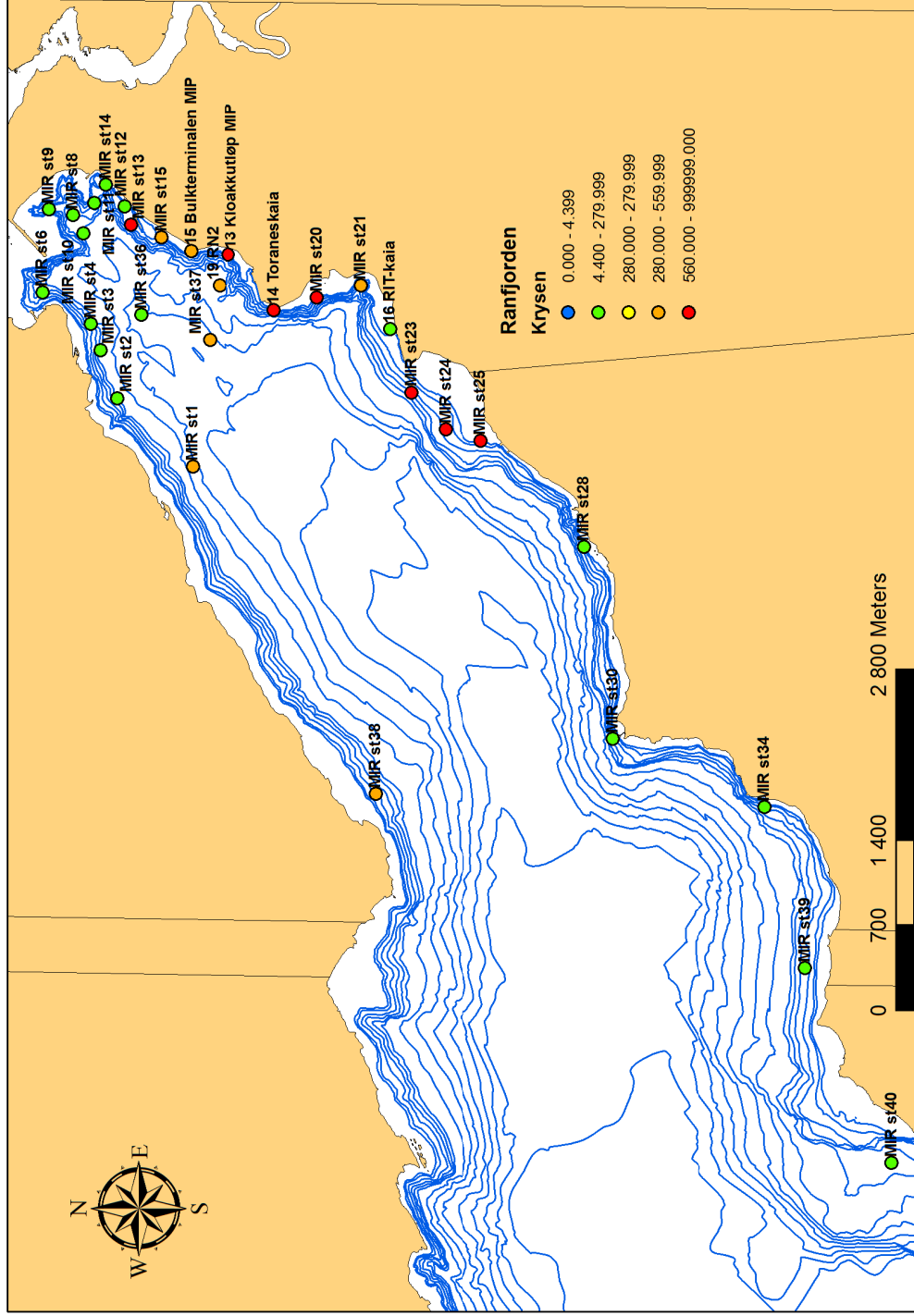


Figur 6. Kart over Indre Ranfjorden med tilstandsklasser for kobber i sediment.

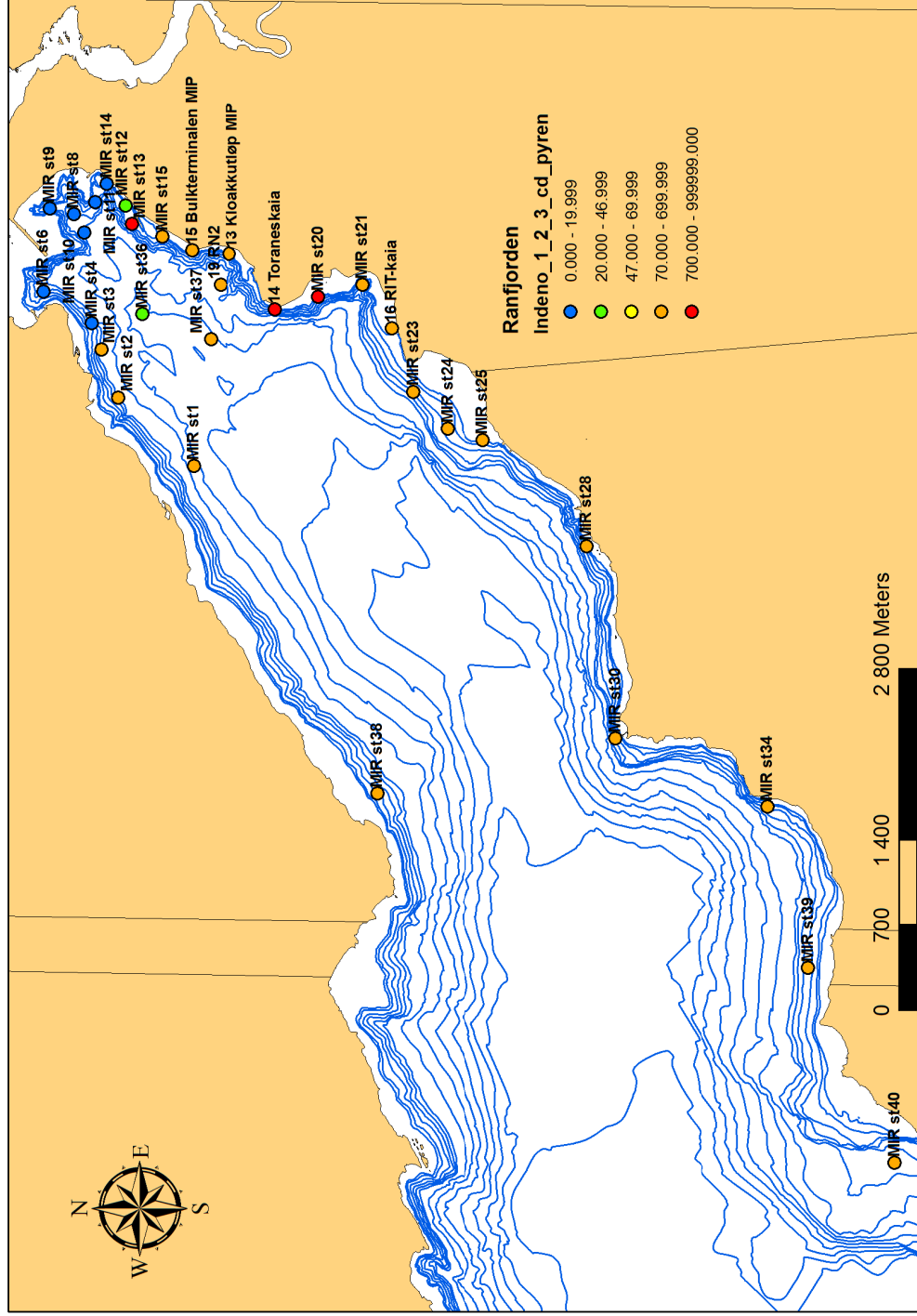




Figur 7. Kart over Indre Ranfjorden med tilstandsklasser for PAH-16 i sediment.



Figur 8. Kart over Indre Ranfjorden med tilstandsklasser for PAH-forbindelsen krysen i sediment.



Figur 9. Kart over Indre Ranfjorden med tilstandsklasser for PAH-forbindelsen indeno(1,2,3-cd)pyren i sediment.

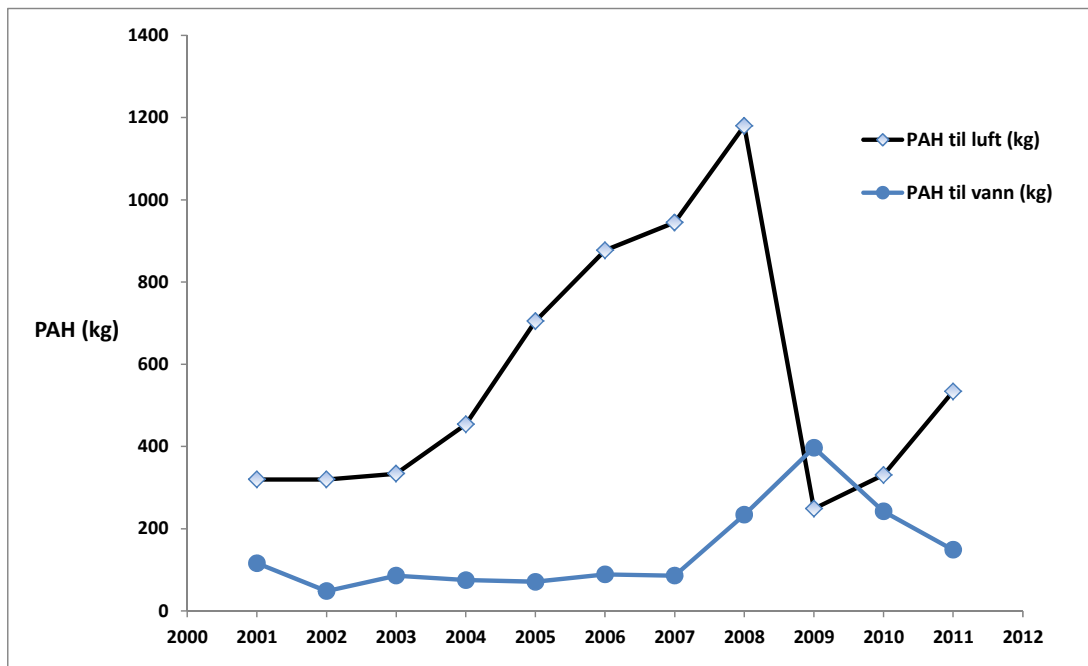
Resultater for PAH-16 og tre enkeltforbindelser av PAH er i Tabell 9 sammenlignet med resultater fra 2006-undersøkelsen.

Tabell 9. Konsentrasjoner av PAH i sedimenter fra indre delen av Ranfjorden fra 2006 og 2012. Resultatene er oppgitt i mg/kg tørrvekt og gitt farger i henhold til Klifs klassifiseringssystem (Bakke m.fl. 2007).

	PAH-16		Benzo(a)pyren		Krysen		Benzo(a)antracen	
	2006	2012	2006	2012	2006	2012	2006	2012
MIR st. 1	2506	5429	190	550	170	510	170	440
MIR st. 2	1369	1472	100	130	110	180	100	140
MIR st. 3	1140	1403	91	150	79	150	75	130
MIR st. 4	476	172	41	14	44	31	38	22
MIR st. 6	42	167	3,1	11	3,6	17	3,3	14
MIR st. 8	95	80	7,2	5	8,5	5	7,1	5
MIR st. 9	297	92	26	5	26	11	25	5
MIR st. 10	80	80	6,9	5	9,1	5	6,2	5
MIR st. 11	38	80	3,3	5	5	5	3	5
MIR st. 12	4192	878	290	62	360	170	300	130
MIR st. 13	1828	57810	140	4600	150	12000	120	9200
MIR st. 14	16	85	2	5	2,6	5	<2	5
MIR st. 15	2911	4218	250	390	210	490	200	410
MIR st. 20	730	17673	78	2400	35	1600	42	1500
MIR st. 21	4336	3268	230	340	300	310	350	270
MIR st. 23	5009	6727	430	640	300	990	310	860
MIR st. 24	3974	5316	360	550	240	680	230	620
MIR st. 25	3942	7070	360	720	220	990	240	860
MIR st. 28	11679	1957	810	230	710	170	780	160
MIR st. 30	4223	2427	350	220	280	210	280	200
MIR st. 34	3384	2248	290	200	190	190	230	180
13 kloakkutslipp	5294	16014	310	1100	520	2800	480	2100
14 Toraneskaia	5790	10069	460	1500	340	690	250	640
15 Bulkterminalen	2649	2269	200	220	230	300	210	230
16 RIT kaia	5585	2736	300	260	720	240	440	210
19 RN2	3041	5463	270	610	350	510	260	480

Det var i mange tilfeller en økning av PAH i sedimentet i forhold til i 2006. På stasjon MIR 13 var det spesielt mye høyere konsentrasjon av PAH i 2012 enn i 2006. Også på stasjonene MIR 20, 13 Kloakkutslipp og 14 Toraneskaia var det mye høyere konsentrasjoner av PAH-forbindelser i 2012 enn i 2006. Dette antas å skyldes økt tilførsel av PAH til den indre delen av Ranfjorden. Rapporterte tall for utslipp av PAH fra industribedrifter i Rana viser at det var økte utslipp av PAH til vann fra 2007 til 2009, og at det så var en klar reduksjon de neste to årene (Figur 10). I 2009 var rapporterte utslipp av PAH til vann i Rana på 397 kg. Utslippene av PAH til luft økte i perioden 2002 (320 kg PAH) til 2008 (1180 kg PAH). Fra 2008 til 2009 var det en kraftig reduksjon i utslippene til luft, men disse har hatt en økning igjen i 2010 og 2011.

Sedimentprøvene som ble analysert i 2006 var fra de øvre 0-2 cm av sedimentet. Sedimentprøvene fra 2012 var fra de øvre 10 cm av sedimentet i henhold til prøvetaking for risikovurdering av forurenset sediment (Bakke m.fl. 2012). Dette kan være en årsak til de forskjellige resultatene.



Figur 10. Oversikt over utslipp av PAH fra landbasert industri i Rana i perioden 2001 til 2011. Dataene for figuren er hentet fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)

### Miljøgifter i porevann

Det ble funnet høye konsentrasjoner av PAH i prøvene av porevann (Tabell 10). Sedimentet fra stasjon MIR 12, som ligger utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber, hadde de høyeste konsentrasjonene av PAH-forbindelser i porevannet. Også på stasjon 15 (utenfor Bulkterminalen) var det høye PAH-konsentrasjoner i porevannet.

Tabell 10. Konsentrasjoner av kvikksølv og PAH i porevann fra fem sedimentstasjoner i Ranfjorden. Resultatene er oppgitt i  $\mu\text{g/l}$  og gitt farger i henhold til Klif's klassifiseringssystem (Bakke m.fl. 2007).

	st MIR 12	st MIR 15	st MIR 23	st MIR 25	st MIR 28
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Kvikksølv	0,037	0,006	0,003	0,000004	0,000002
Naftalen	0,390	0,097	0,054	0,033	0,037
Acenaftylen	0,330	0,250	0,100	0,100	0,100
Acenaften	0,730	0,057	0,043	0,010	0,044
Fluoren	0,370	0,057	0,045	0,001	0,001
Fenantren	0,810	0,360	0,350	0,053	0,094
Antracen	0,440	0,100	0,071	0,001	0,020
Fluoranten	6,200	0,640	0,410	0,072	0,091
Pyren	2,900	0,370	0,260	0,074	0,069
Benzo(a)antracen	2,100	0,240	0,100	0,033	0,025
Krysen	2,000	0,310	0,110	0,039	0,026
Benzo(b)fluoranten	2,900	0,370	0,150	0,120	0,068
Benzo(k)fluoranten	0,780	0,110	0,043	0,043	0,001
Benzo(a)pyren	1,600	0,200	0,086	0,085	0,041
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,650	0,088	0,045	0,088	0,035
Dibenzo(a,h)antracen	0,160	0,027	0,001	0,021	0,001
Benzo(ghi)perylene	0,680	0,100	0,054	0,110	0,043

### Miljøgifter i blåskjell

Det var generelt lave konsentrasjoner av miljøgifter i blåskjellene (Tabell 11 og Tabell 12). Blåskjell fra Toraneskaia var i tilstandsklasse III (markert forurenset) for PAH16, og blåskjellene fra de fire andre stasjonene var i tilstandsklasse II (moderat forurenset) for PAH16. Blåskjellene samlet inn ved Rauberget var i tilstandsklasse IV (sterkt forurenset) for krom og klasse III (markert forurenset) for nikkel. Blåskjellene fra Moholmen var i klasse III for krom.

Tabell 11. Konsentrasjoner av metaller i blåskjell fra Ranfjorden. Tabellen er gitt farger henhold til Klifs klassifiseringssystem (Molvær m.fl. 1997).

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Hg	Ni	Pb	Zn	Fe
	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.	µg/kg v.v	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.	mg/kg t.v.
Toraneskaia	13,33	1,75	6	16,66	0,13	16	10	9,17	258,3	3,58
Bjørnbærvika	9,00	0,6	1,65	6,5	0,05	10	1,7	1,8	95,0	370
Moholmen	10,00	1	15,33	10	0,087	13	8	8,67	220,0	3,26
Rauberget	12,86	1,36	32,14	12,86	0,12	17	22,14	4,43	228,6	3,36
Kalvhagaberget	10,77	0,23	5,54	10	0,107	14	4,46	2,61	146,2	1,69

Tabell 12. Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i blåskjell fra Ranfjorden. Tabellen er gitt farger henhold til Klifs klassifiseringssystem (Molvær m.fl. 1997).

	HCB	HCBd	TBT	PAH16
	µg/kg v.v.	µg/kg v.v	µg/kg t.v	µg/kg v.v.
Toraneskaia	0,05	<0,1	0,0091	266
Bjørnbærvika	0,05	<0,1	<0,0015	97,2
Moholmen	0,05	<0,1	0,015	133
Rauberget	0,08	<0,1	<0,00214	107
Kalvhagaberget	0,07	<0,1	<0,0023	59,8

I Vanndirektivet er det per i dag bare grenseverdier (EQSer) for Hg (20 µg/kg våtvektsbasis), HCB (10 µg/kg våtvektsbasis) og HCBd (55 µg/kg våtvektsbasis) i biotaprøver. Resultatene viser at prøvene ligger under grenseverdiene for disse tre stoffene.

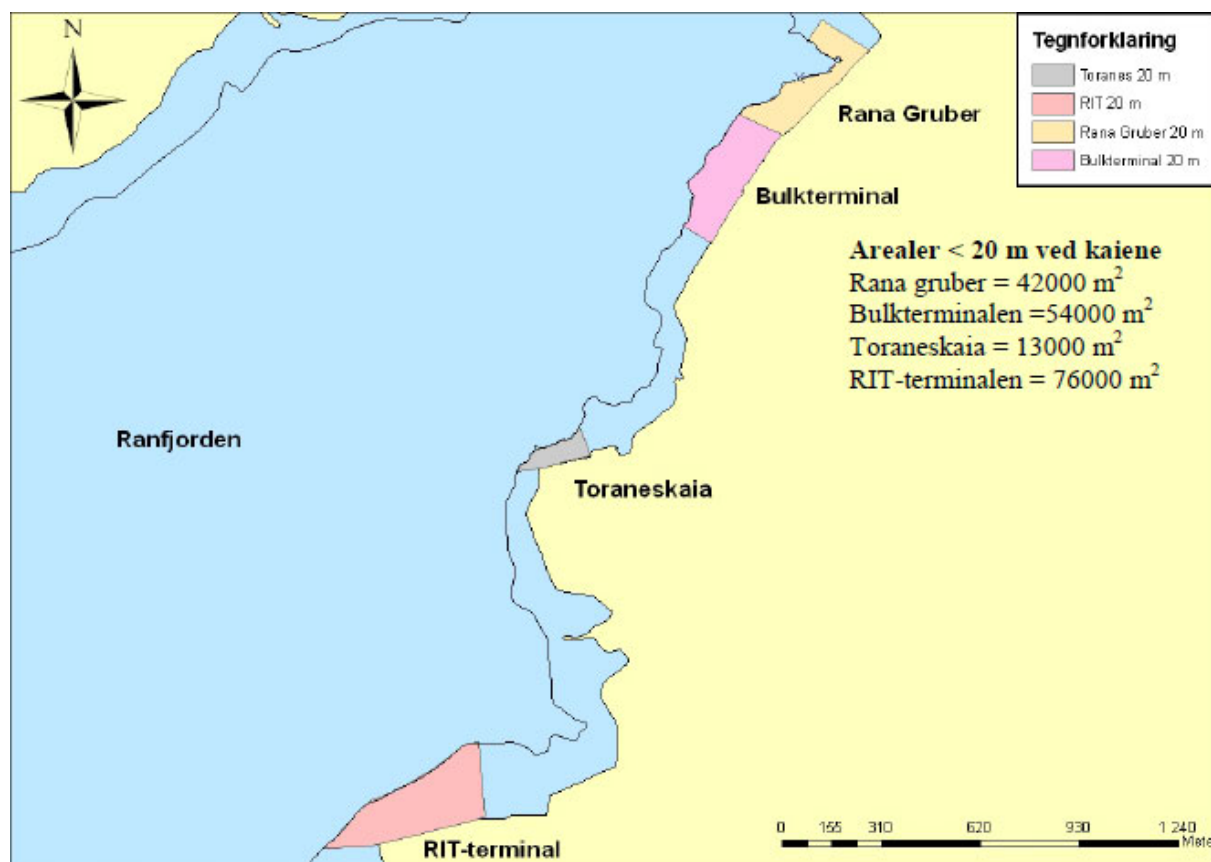
## 5. Risikovurdering av bunnsedimentene

### 5.1 Delområder for risikovurdering

Det er gjennomført risikovurdering av fire delområder i den indre delen av Ranfjorden. Dette er arealene utenfor kaianleggene som er grunnere enn 20 meter der det forventes oppvirvling av sedimenter som følge av skipsaktivitet (Figur 11). Følgende fire områder er vurdert:

1. området utenfor Rana Industriterminal
2. området utenfor Toraneskaia
3. området utenfor Bulkterminalen
4. området utenfor kaianlegget til Rana Gruber

Dette er de samme områdene som ble vurdert i 2006 (Helland og Uriansrud 2006).



Figur 11. Oversikt over delområdene for risikovurdering. Figuren er hentet fra (Helland og Uriansrud 2006).

## 5.2 Risikovurdering av området utenfor Rana Industriterminal

Rana Industriterminal brukes på vegne av Mo Stripark AS. Kaia er 450 meter lang. Sedimentet utenfor kaiområdet består av grå siltig leire med innslag av skjellfragmenter, og er forurenset av bly, kobber og PAH (se detaljer i tabell 6 til 8 og figur 4 til 8).

### 5.2.1 Trinn 1

Resultatene fra kjemisk karakterisering viser at gjennomsnittskonsentrasjonen av bly, kobber og spesielt flere av PAH-forbindelsene overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sedimentet (Tabell 13). Overskridelsene medførte at risikovurderings Trinn 2 ble gjennomført for dette delområdet.

Tabell 13. Målte sedimentkonsentrasjoner i området utenfor Rana Industriterminal (maksimums- og gjennomsnittskonsentrasjon) og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdiene i Trinn 1. Manglende tall i siste to kolonner betyr ingen overskridelse.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C <sub>sed</sub> - max (mg/kg)	C <sub>sed</sub> , middel (mg/kg)		Maks	MiddeI
Arsen	4	8,9	8,175	52		
Bly	4	230	122,5	83	3	1
Kadmium	4	0,35	0,2725	2,6		
Kobber	4	88	68,5	51	2	1
Krom totalt (III + VI)	4	47	40,5	560		
Kvikksølv	4	0,055	0,0515	0,63		
Nikkel	4	25	20,75	46		
Sink	4	340	280	360		
Naftalen	4	0,053	0,0415	0,29		
Acenaftilen	4	0,029	0,01825	0,033		
Acenaften	4	0,043	0,03225	0,16		
Fluoren	4	0,058	0,03975	0,26		
Fenantren	4	0,36	0,2875	0,50		
Antracen	4	0,19	0,1165	0,031	6	4
Fluoranten	4	0,52	0,46	0,17	3	3
Pyren	4	0,49	0,42	0,28	2	2
Benzo(a)antracen	4	0,87	0,64	0,06	15	11
Krysen	4	0,99	0,725	0,28	4	3
Benzo(b)fluoranten	4	1	0,7525	0,24	4	3
Benzo(k)fluoranten	4	0,62	0,4625	0,21	3	2
Benzo(a)pyren	4	0,72	0,5425	0,42	2	1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	0,54	0,385	0,047	11	8
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,13	0,0965	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	0,62	0,4425	0,021	30	21
PCB 28	0	mangler	mangler			
PCB 52	0	mangler	mangler			
PCB 101	0	mangler	mangler			
PCB 118	0	mangler	mangler			
PCB 138	0	mangler	mangler			
PCB 153	0	mangler	mangler			
PCB 180	0	mangler	mangler			
Sum PCB7	0	mangler	mangler	0,017		
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,0187	0,01025	0,035		



## 5.2.2 Trinn 2

### Anvendte lokale parameterverdier

For flere av parameterverdiene som inngår i beregningene i Trinn 2 ble sjablongverdiene i veiledere erstattet av stedsspesifikke verdier for delområdet (Tabell 14). Informasjon om antall skipsanløp og trasélengder for skipsanløp er fremskaffet av Mo i Rana Havn v/Havnefogd Per Anders Nygaard. Oppholdstid i de grunne områdene er beregnet til 3 til 11 dager (Kirkerud m.fl. 1085, Helland og Uriansrud 2006), tre dagers oppholdstid er brukt i beregningene her. Det antas at det virvles opp 1000 kg sediment pr skipsanløp (se faktaboks 6 i risikoveilederen).

Tabell 14. Stedsspesifikke parameterverdier brukt i risikoberegningene under Trinn 2 for området utenfor Rana Industriterminal.

Parameter	Sjablongverdi	Anvendt verdi
Totalt organisk karbon (TOC) %	1	1,29
Totalt sedimentareal, m <sup>2</sup>	Ingen standard	76000
Vannvolum, m <sup>3</sup>	Ingen standard	760000
Oppholdstid av vannet, år	Ingen standard	0,0082
Antall skipsanløp per år	Ingen standard	733
Trasélengde for skipsanløp, m	120	450
Oppvirvlet sediment per anløp, kg	Ingen standard	1000
Bunnareal påvirket av oppvirvling	Ingen standard	76000
Fraksjon leire i sedimentet	Ingen standard	0,3

### Risiko for spredning av miljøgifter

Estimert miljøgiftspredning totalt og via de tre transportveiene (biodiffusjon, resuspensjon fra propeller og transport i næringskjeden) er gitt i Tabell 15 og Tabell 17. Tabellene viser både miljøgiftflukser (mg/m<sup>2</sup> og år) og årlig transport for hvert stoff. Spredningen skal i følge veilederen beregnes separat for det totale delområdet, og områdene som påvirkes/ikke påvirkes av skipstrafikken. I dette tilfellet påvirkes hele delområdet slik at spredningen bare er vist for dette.

Det finnes ikke omforente akseptkriterier for spredning av miljøgifter, bare for konsekvenser av spredningen i form av risiko for human helse og økosystemet. I risikoveilederen sammenliknes spredningen med tilsvarende spredning fra et sediment som akkurat tilfredsstiller Trinn 1. Resultatene (Tabell 15) viser at de samme stoffene som overskrider grenseverdiene i Trinn 1 også overskrider spredningen fra et slikt sediment.

Tabell 15. Rana Industriterminal. Beregnet miljøgiftspredning ( $\text{mg}/\text{m}^2$  og år) fra sedimentene samlet vi biodiffusjon ( $F_{\text{diff}}$ ), propelloppvirvling ( $F_{\text{skip}}$ ) og gjennom næringskjeden ( $F_{\text{org}}$ ), spredning utenom propelloppvirvling, og faktor for overskridelse av total spredning i forhold til et sediment som tilfredsstillter Trinn 1.

Stoff	Beregnet spredning ikke påvirket av skipsoppvirvling ( $F_{\text{diff}} + F_{\text{org}}$ )		Beregnet spredning inkludert skipsoppvirvling ( $F_{\text{diff}} + F_{\text{org}} + F_{\text{skip}}$ )		Spredning ( $F_{\text{tot}}$ ) dersom $C_{\text{sed}}$ er lik grenseverdi for trinn 1 ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	$F_{\text{tot}}$ i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
	Maks ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	Middel ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	$F_{\text{tot, maks}}$ ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	$F_{\text{tot, middel}}$ ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )		Maks	Middel
Arsen	8,987	8,255	203,097	186,553	1,19E+03		
Bly	11,447	6,097	5003,673	2665,000	1,81E+03	2,77	1,48
Kadmium	0,014	0,011	7,611	5,926	5,65E+01		
Kobber	19,495	15,175	1931,761	1503,700	1,12E+03	1,73	1,34
Krom totalt (III + VI)	1,728	1,489	1021,942	880,610	1,22E+04		
Kvikksølv	0,019	0,010	1,213	1,127	1,37E+01		
Nikkel	17,295	14,355	562,366	466,764	1,03E+03		
Sink	31,096	25,608	7412,689	6104,567	7,84E+03		
Naftalen	0,349	0,281	1,531	1,206	1,65E+02		
Acenaftalen	0,650	0,619	1,360	1,066	9,01E+00		
Acenaften	0,266	0,168	1,217	0,881	2,03E+01		
Fluoren	0,241	0,124	1,502	0,988	2,16E+01		
Fenantren	1,987	1,196	9,875	7,495	2,43E+01		
Antracen	0,363	0,185	4,488	2,714	1,35E+00	3,32	2,01
Fluoranten	3,206	2,278	14,579	12,339	4,57E+00	3,19	2,70
Pyren	1,989	1,449	12,706	10,635	9,25E+00	1,37	1,15
Benzo(a)antracen	1,715	1,232	20,630	15,147	1,42E+00	14,49	10,64
Krysen	3,251	2,355	24,776	18,119	7,10E+00	3,49	2,55
Benzo(b)fluoranten	10,956	8,331	32,757	24,736	5,79E+00	5,66	4,27
Benzo(k)fluoranten	3,586	2,718	17,074	12,779	5,08E+00	3,36	2,52
Benzo(a)pyren	7,124	5,449	22,814	17,271	1,01E+01	2,26	1,71
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,343	3,823	17,110	12,212	1,06E+00	16,16	11,53
Dibenzo(a,h)antracen	0,245	0,165	3,067	2,260	1,34E+01		
Benzo(ghi)perylene	6,726	4,813	20,242	14,459	4,96E-01	40,85	29,18
PCB 28	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 52	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 101	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 118	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 138	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 153	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 180	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
Sum PCB7	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
DDT	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	4,53E-01		
Tributyltinn (TBT-ion)	5,108	2,800	6,467	3,545	1,46E+01		

Som kontroll på om beregnet spredning er sannsynlig har vi regnet ut den tiden det vil ta å tømme lageret av miljøgiftene i de øvre 10 cm av sedimentet med denne spredningen (Tabell 16). Lave tømmetider tilsier at Trinn 2 overestimerer spredningen for en rekke av miljøgiftene. Dette synes å være tilfelle her, hvor alle forbindelsene har en tømmetid på under 5 år.

Det er også gjort beregning av samlet årlig transport av hvert av stoffene fra området utenfor Rana Industriterminal (Tabell 17). Den høyeste transporten er for tungmetallene, spesielt bly (202 kg/år), kobber (114 kg/år) og sink (464 kg/år). Det er lavere transport for PAH-forbindelsene (11,7 kg/år for PAH-16). Spredningen av TBT er lav: 0,27 kg/år.

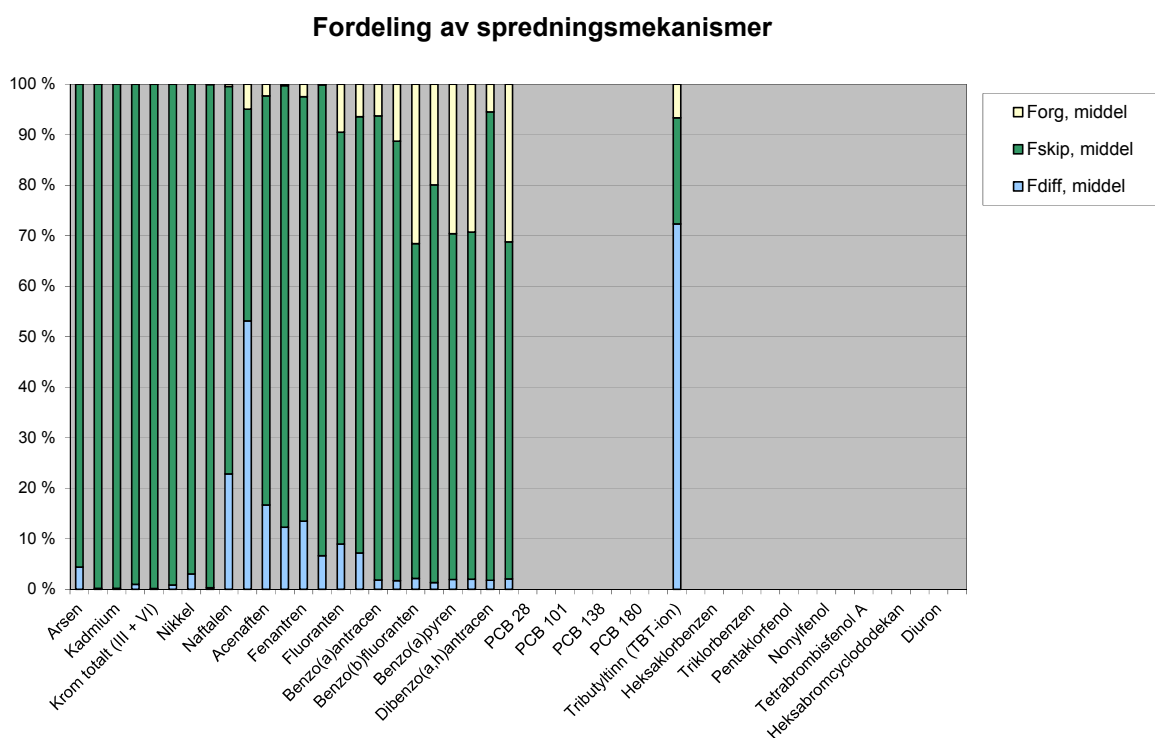
Tabell 16. Anslått tid for å tømme de øvre 10 cm av sedimentet for et stoff med de beregnede spredningshastighetene gitt i Tabell 13. Tømmetider på <5 år er merket rødt.

Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av	Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av
Arsen	2,0	Benzo(a)antracen	1,9
Bly	2,1	Krysen	1,8
Kadmium	2,1	Benzo(b)fluoranten	1,4
Kobber	2,1	Benzo(k)fluoranten	1,6
Krom totalt (III + VI)	2,1	Benzo(a)pyren	1,4
Kvikksølv	2,1	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,4
Nikkel	2,0	Dibenzo(a,h)antracen	1,9
Sink	2,1	Benzo(ghi)perylene	1,4
Naftalen	1,6	Tributyltinn (TBT-) ion	0,2
Acenaftylene	0,8		
Acenaften	1,7		
Fluoren	1,8		
Fenantren	1,7		
Antracen	2,0		
Fluoranten	1,7		
Pyren	1,8		

Tabell 17. Årlig transport (kg/år) av miljøgifter fra sedimentene i området utenfor Rana Industriterminal ut fra midlere sedimentkonsentrasjoner.

Stoff	Utot, [kg/år]	Stoff	Utot, [kg/år]
Arsen	14,18	Benzo(a)antracen	1,15
Bly	202,54	Krysen	1,38
Kadmium	0,45	Benzo(b)fluoranten	1,88
Kobber	114,28	Benzo(k)fluoranten	0,97
Krom totalt (III + VI)	66,93	Benzo(a)pyren	1,31
Kvikksølv	0,09	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,93
Nikkel	35,47	Dibenzo(a,h)antracen	0,17
Sink	463,95	Benzo(ghi)perylene	1,10
Naftalen	0,09	Sum PAH-16	11,73
Acenaftylene	0,08	Tributyltinn (TBT-) ion	0,27
Acenaften	0,07		
Fluoren	0,08		
Fenantren	0,57		
Antracen	0,21		
Fluoranten	0,94		
Pyren	0,81		

I Figur 12 er relativ betydning av de tre spredningsveiene vist. For metallene skyldes 95 – 99 % av spredningen oppvirvling fra skipspropeller. Spredningen av PAH skyldes også primært oppvirvling fra skipspropeller, men for de lettere PAH-forbindelsene skjer en liten prosentandel ved biodiffusjon. Med økende molekylstørrelse betyr transport gjennom næringskjeden opp mot 31 % av spredningen. Spredningen av TBT skjer i hovedsak gjennom biodiffusjon.



Figur 12. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de tre spredningsveiene diffusjon ( $F_{diff}$  – blå), propelloppvirvling ( $F_{skip}$  – grønn) og gjennom næringskjeden ( $F_{org}$  – gul) i området utenfor Rana Industriterminal.

### Risiko for effekter på human helse

Det er vanlig å bedømme risikoen for skade på human helse både gjennom konsum av sjømat som kan ha mottatt miljøgifter fra sedimentene og gjennom kontakt med miljøgifter i vann og suspendert sediment (bading). Tabell 18 viser beregnet samlet livstidseksponering til miljøgifter fra sedimentene, og hvorvidt denne overskrider vedtatte/anbefalte grenseverdier for slik eksponering. Det legges vekt på hvorvidt gjennomsnittsnivåene i sedimentet gir overskridelse. Analyseresultater for blåskjell samlet inn ved Moholmen er brukt som tilleggsgdata. Det er overskridelse for benzo(a)pyren (kreftfremkallende) og alle metallene. Sedimentene i dette området utgjør i henhold til dette en risiko for skade på human helse.

Tabell 18. Området utenfor Rana Industriterminal. Beregnet total livstidseksponering (mg/kg kroppsvekt og dag) for de ulike miljøgiftene og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdier for human risiko. Resultater fra konsentrasjoner i blåskjell fra Moholmen er tatt med i beregningene.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	9,82E-03	9,82E-03	1,00E-04	98,20	98,19
Bly	8,70E-03	8,61E-03	3,60E-04	24,17	23,92
Kadmium	9,82E-04	9,81E-04	5,00E-05	19,63	19,63
Kobber	9,89E-03	9,87E-03	5,00E-03	1,98	1,97
Krom totalt (III + VI)	1,51E-02	1,51E-02	5,00E-04	30,16	30,15
Kvikksølv	8,54E-05	8,54E-05	1,00E-05	8,54	8,54
Nikkel	7,87E-03	7,87E-03	5,00E-03	1,57	1,57
Sink	2,16E-01	2,16E-01	3,00E-02	7,21	7,20
Naftalen	2,16E-05	1,69E-05	4,00E-03		
Acenaftalen	2,92E-07	2,82E-07			
Acenaften	7,66E-07	7,56E-07			
Fluoren	2,71E-06	2,70E-06			
Fenantren	5,25E-06	5,18E-06	4,00E-03		
Antracen	1,06E-06	9,91E-07	4,00E-03		
Fluoranten	1,36E-05	1,36E-05	5,00E-03		
Pyren	1,40E-05	1,39E-05			
Benzo(a)antracen	8,05E-06	7,83E-06	5,00E-04		
Krysen	1,28E-05	1,25E-05	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	2,70E-05	2,68E-05			
Benzo(k)fluoranten	5,23E-06	5,09E-06	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	5,71E-06	5,55E-06	2,30E-06	2,48	2,41
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4,83E-06	4,68E-06	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	1,90E-06	1,87E-06			
Benzo(ghi)perylene	7,97E-06	7,81E-06	3,00E-03		
PCB 28	mangler	mangler			
PCB 52	mangler	mangler			
PCB 101	mangler	mangler			
PCB 118	mangler	mangler			
PCB 138	mangler	mangler			
PCB 153	mangler	mangler			
PCB 180	mangler	mangler			
Sum PCB7	mangler	mangler	2,00E-06		
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,24E-08	2,44E-08	2,50E-04		
Lindan	mangler	mangler			
Heksaklorbenzen	mangler	mangler			
Pentaklorbenzen	mangler	mangler			
Triklorbenzen	mangler	mangler			
Hexaklorbutadien	mangler	mangler			

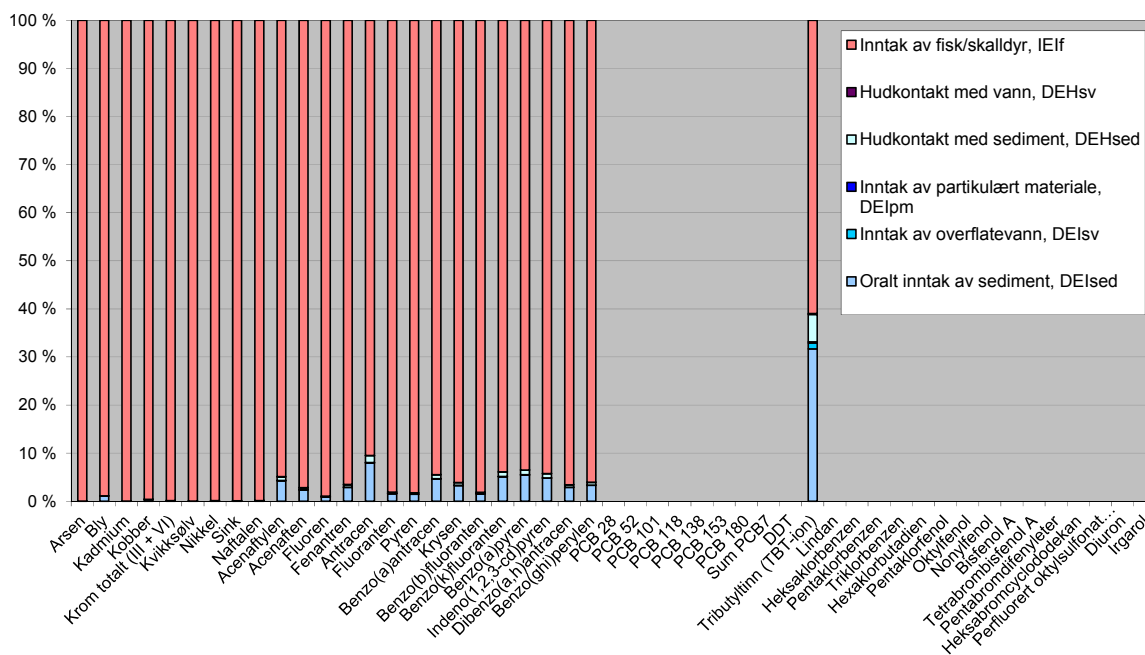
Tabell 19 viser beregnet livstidseksponering til miljøgifter men uten at resultater for blåskjellene er tatt med. Da vises overskridelser først og fremst for PAH-forbindelsene. Dette indikerer at beregningene i risikovurderings-regnearket basert på konsentrasjoner i blåskjell gir resultater for miljøgifter tilført fra vannmassene, og i mindre grad fra sedimentene.

Tabell 19. Området utenfor Rana Industriterminal. Beregnet total livstidseksponering (mg/kg kroppsvekt og dag) for de ulike miljøgiftene og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdier for human risiko.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	4,06E-05	3,73E-05	1,00E-04		
Bly	3,84E-03	2,04E-03	3,60E-04	10,66	5,68
Kadmium	4,30E-07	3,35E-07	5,00E-05		
Kobber	1,84E-03	1,44E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	7,84E-05	6,76E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	5,07E-08	4,75E-08	1,00E-05		
Nikkel	3,68E-04	3,05E-04	5,00E-03		
Sink	2,31E-02	1,91E-02	3,00E-02		
Naftalen	2,16E-05	1,69E-05	4,00E-03		
Acenaftilen	2,74E-04	1,73E-04			
Acenaften	8,94E-05	6,70E-05			
Fluoren	1,33E-05	9,12E-06			
Fenantren	7,58E-04	6,06E-04	4,00E-03		
Antracen	2,16E-05	1,32E-05	4,00E-03		
Fluoranten	4,34E-03	3,84E-03	5,00E-03		
Pyren	2,61E-03	2,24E-03			
Benzo(a)antracen	4,23E-03	3,11E-03	5,00E-04	8,47	6,23
Krysen	9,12E-03	6,68E-03	5,00E-03	1,82	1,34
Benzo(b)fluoranten	3,39E-02	2,55E-02			
Benzo(k)fluoranten	1,12E-02	8,34E-03	5,00E-04	22,36	16,68
Benzo(a)pyren	2,22E-02	1,67E-02	2,30E-06	9652,04	7272,54
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,64E-02	1,17E-02	5,00E-04	32,84	23,41
Dibenzo(a,h)antracen	5,49E-04	4,08E-04			
Benzo(ghi)perylene	2,07E-02	1,48E-02	3,00E-03	6,89	4,92
PCB 28	mangler	mangler			
PCB 52	mangler	mangler			
PCB 101	mangler	mangler			
PCB 118	mangler	mangler			
PCB 138	mangler	mangler			
PCB 153	mangler	mangler			
PCB 180	mangler	mangler			
Sum PCB7	mangler	mangler	2,00E-06		
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,41E-03	7,73E-04	2,50E-04	5,64	3,09
Lindan	mangler	mangler			
Heksaklorbenzen	mangler	mangler			
Pentaklorbenzen	mangler	mangler			
Triklorbenzen	mangler	mangler			
Hexaklorbutadien	mangler	mangler			

Fordelingen mellom de ulike eksponeringsveiene (Figur 13) viser at den viktigste eksponeringen til de fleste stoffene skjer gjennom konsum av lokal sjømat. Det frarådes å konsumere skjell fra indre Ranfjorden, og selv uten kostholdsrådet er området utenfor Rana Industriterminal trolig ikke mye benyttet til innsamling av skjell til konsum.

**Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på voksen person**



Figur 13. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de ulike spredningsveier fra sedimentet i området utenfor Rana Industriterminal til mennesker.

**Risiko for økologiske effekter**

Resultatene fra Trinn 1 viser at sedimentene i området utenfor Rana Industriterminal utgjør en uakseptabel risiko for effekter på sedimentlevende organismer. Dette støttes av de målte og beregnede porevannskonsentrasjonene som viser stor overskridelse av omforente grenseverdier (PNEC – predicted no effect concentrations) for toksisitet i vann (Tabell 20) for TBT (faktor på 3400). Også for to av PAH-forbindelsene er det klare overskridelser av respektive PNEC-verdier. De øvrige overskridelsene er små.

Tabell 20. Området utenfor Rana Industriterminal. Beregnede og målte porevannskonsentrasjoner av miljøgifter (mg/l), samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,35E-03	1,24E-03	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	1,49E-03	7,91E-04	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Kadmium	2,69E-06	2,10E-06	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	3,61E-03	2,81E-03	ikke målt	ikke målt	6,4E-04	5,63	4,38
Krom totalt (III + VI)	3,92E-04	3,38E-04	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	målt	målt	0,000003	0,00001502	4,8E-05		
Nikkel	3,53E-03	2,93E-03	ikke målt	ikke målt	2,2E-03	1,61	1,33
Sink	4,66E-03	3,84E-03	ikke målt	ikke målt	2,9E-03	1,61	1,32
Naftalen	målt	målt	0,0001	0,0000	2,4E-03		
Acenaftylen	målt	målt	0,0001	0,0001	1,3E-03		
Acenaften	målt	målt	0,0000	0,0000	3,8E-03		
Fluoren	målt	målt	0,0000	0,0000	2,5E-03		
Fenantren	målt	målt	0,0004	0,0002	1,3E-03		
Antracen	målt	målt	0,0001	0,0000	1,1E-04		
Fluoranten	målt	målt	0,0004	0,0002	1,2E-04	3,42	2,01
Pyren	målt	målt	0,0003	0,0002	2,3E-05	11,30	7,26
Benzo(a)antracen	målt	målt	0,0001	0,0001	1,2E-05	8,33	5,54
Krysen	målt	målt	0,0001	0,0001	7,0E-05	1,57	1,06
Benzo(b)fluoranten	målt	målt	0,0002	0,0001	3,0E-05	5,00	4,50
Benzo(k)fluoranten	målt	målt	0,0000	0,0000	2,7E-05	1,59	1,59
Benzo(a)pyren	målt	målt	0,0001	0,0001	5,0E-05	1,72	1,71
Indeno(1,2,3-cd)pyren	målt	målt	0,0001	0,0001	2,0E-06	44,00	33,25
Dibenzo(a,h)antracen	målt	målt	0,0000	0,0000	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	målt	målt	0,0001	0,0001	2,0E-06	55,00	41,00
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	målt/mangler	målt/mangler	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,32E-03	7,22E-04	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	6275,38	3439,71



Konsentrasjon av miljøgifter i vannmassene som følge av den beregnede spredningen fra sedimentene er vist i Tabell 21. Beregnet TBT-konsentrasjon på basis av gjennomsnittskonsentrasjonene i sedimentene overskrider grenseverdiene for toksisitet i vann (PNEC) med en faktor på 13. Det er også overskridelse av grenseverdiene for kobber, sink og to av PAH-forbindelsene. Ut fra dette utgjør sedimentenes innhold av disse miljøgiftene en risiko for toksiske effekter på organismer i vannsøylen.

Tabell 21. Beregnede konsentrasjoner (fra spredningsestimatene – mg/l) av miljøgifter i vannmassene i området utenfor Rana Industriterminal, samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet sjøvannskonsentrasjon		Målt sjøvannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Beregnet sjøvannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>sv, maks</sub> (mg/l)	C <sub>sv, middel</sub> (mg/l)	C <sub>sv, maks</sub> (mg/l)	C <sub>sv, middel</sub> (mg/l)		Maks	MiddeI
Arsen	1,67E-04	1,53E-04	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	4,10E-03	2,18E-03	ikke målt	ikke målt	2,2E-03	1,86	
Kadmium	6,24E-06	4,86E-06	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	1,58E-03	1,23E-03	ikke målt	ikke målt	6,4E-04	2,47	1,93
Krom totalt (III + VI)	8,38E-04	7,22E-04	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	9,95E-07	9,24E-07	ikke målt	ikke målt	4,8E-05		
Nikkel	4,61E-04	3,83E-04	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Sink	6,07E-03	5,00E-03	ikke målt	ikke målt	2,9E-03	2,09	1,72
Naftalen	1,25E-06	9,85E-07	ikke målt	ikke målt	2,4E-03		
Acenaftilen	1,05E-06	8,31E-07	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Acenaften	9,76E-07	7,06E-07	ikke målt	ikke målt	3,8E-03		
Fluoren	1,23E-06	8,08E-07	ikke målt	ikke målt	2,5E-03		
Fenantren	7,91E-06	5,99E-06	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Antracen	3,67E-06	2,22E-06	ikke målt	ikke målt	1,1E-04		
Fluoranten	1,09E-05	9,15E-06	ikke målt	ikke målt	1,2E-04		
Pyren	9,76E-06	8,16E-06	ikke målt	ikke målt	2,3E-05		
Benzo(a)antracen	1,59E-05	1,16E-05	ikke målt	ikke målt	1,2E-05	1,32	
Krysen	1,80E-05	1,32E-05	ikke målt	ikke målt	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	1,84E-05	1,39E-05	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(k)fluoranten	1,12E-05	8,39E-06	ikke målt	ikke målt	2,7E-05		
Benzo(a)pyren	1,31E-05	9,97E-06	ikke målt	ikke målt	5,0E-05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9,91E-06	7,08E-06	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	4,96	3,54
Dibenzo(a,h)antracen	2,38E-06	1,75E-06	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	1,14E-05	8,16E-06	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	5,71	4,08
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06	mangler data	mangler data
Tributyltinn (TBT-ion)	4,95E-06	2,71E-06	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	23,57	12,92

### **5.2.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor Rana Industriterminal**

Samlet kan det konkluderes at området utenfor Rana Industriterminal utgjør en risiko for økologiske effekter i sedimenter på grunn av nivåene av bly, kobber og PAH-forbindelsene. Sedimentene utgjør også en risiko for effekter i vannmassene primært på grunn av TBT. Tungmetallene viser den høyeste årlige transporten ut fra sedimentene og over 95 % av denne skyldes oppvirvling fra propeller. Det er også en betydelig utlekking av PAH-forbindelser som skyldes oppvirvling fra propeller. PAH-forbindelser utgjør en risiko for skade på human helse, primært ved transport gjennom næringskjeden til skjell.

### 5.3 Risikovurdering av området utenfor Toraneskaia

Ved Toraneskaia er det gods- og containerterminal. Innseilingen til Toraneskaia er meget dyp. Kaia er 330 meter lang, og i vinterhalvåret ligger M/V Nordsyssel fast ved Toraneskaia, slik at tilgjengelig kailengde i denne perioden blir 250 meter. Sedimentet utenfor kaiområdet består av grå siltig leire, og er forurenset av bly, kobber, sink og PAH.

#### 5.3.1 Trinn 1

Resultatene fra kjemisk karakterisering viser at gjennomsnittskonsentrasjonen av kobber og flere av PAH-forbindelsene overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sedimentet (Tabell 22). Overskridelsene medførte at risikovurderings Trinn 2 ble gjennomført for dette delområdet.

Tabell 22. Målte sedimentkonsentrasjoner i området utenfor Toraneskaia (maksimums- og gjennomsnittskonsentrasjon og overskridelse i forhold til grenseverdiene i Trinn 1).

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C <sub>sed, max</sub> (mg/kg)	C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	2	12	9,65	52		
Bly	2	87	63	83	1,0	
Kadmium	2	1,5	0,915	2,6		
Kobber	2	79	73,5	51	1,5	1,4
Krom totalt (III + VI)	2	44	41,5	560		
Kvikksølv	2	0,11	0,078	0,63		
Nikkel	2	26	25,5	46		
Sink	2	470	330	360	1,3	
Naftalen	2	0,094	0,073	0,29		
Acenaftilen	2	0,066	0,0435	0,033	2,0	1,3
Acenaften	2	0,073	0,049	0,16		
Fluoren	2	0,11	0,0755	0,26		
Fenantren	2	0,66	0,495	0,50	1,3	
Antracen	2	0,32	0,225	0,031	10,3	7,3
Fluoranten	2	1,2	0,88	0,17	7,1	5,2
Pyren	2	1,2	0,87	0,28	4,3	3,1
Benzo(a)antracen	2	1,5	1,07	0,06	25,0	17,8
Krysen	2	1,6	1,145	0,28	5,7	4,1
Benzo(b)fluoranten	2	2,6	2,3	0,24	10,8	9,6
Benzo(k)fluoranten	2	1,5	1,16	0,21	7,1	5,5
Benzo(a)pyren	2	2,4	1,95	0,42	5,7	4,6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2	1,8	1,45	0,047	38,3	30,9
Dibenzo(a,h)antracen	2	0,55	0,435	0,59		
Benzo(ghi)perylene	2	2	1,65	0,021	95,2	78,6
PCB 28	0	mangler	mangler			
PCB 52	0	mangler	mangler			
PCB 101	0	mangler	mangler			
PCB 118	0	mangler	mangler			
PCB 138	0	mangler	mangler			
PCB 153	0	mangler	mangler			
PCB 180	0	mangler	mangler			
Sum PCB7	0	mangler	mangler	0,017		
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	2	0,0135	0,00945	0,035		

### 5.3.2 Trinn 2

#### Anvendte lokale parameterverdier

For flere av parameterverdiene som inngår i beregningene i Trinn 2 ble sjablongverdiene i veiledere erstattet av stedsspesifikke verdier for delområdet (Tabell 23). Informasjon om antall skipsanløp og trasélengder for skipsanløp er fremskaffet av Mo i Rana Havn v/Havnefogd Per Anders Nygaard. Oppholdstid i de grunne områdene er beregnet til 3 til 11 dager (Kirkerud m.fl. 1085, Helland og Uriansrud 2006), tre dagers oppholdstid er brukt i beregningene her. Det antas at det virvles opp 1000 kg sediment pr skipsanløp (se faktaboks 6 i risikoveilederen).

Tabell 23. Stedsspesifikke parameterverdier brukt i risikoberegningene under Trinn 2 for området utenfor Toraneskaia.

Parameter	Sjablongverdi	Anvendt verdi
Totalt organisk karbon (TOC) %	1	1,2
Totalt sedimentareal, m <sup>2</sup>	Ingen standard	13000
Vannvolum, m <sup>3</sup>	Ingen standard	104000
Oppholdstid av vannet, år	Ingen standard	0,0082
Antall skipsanløp per år	Ingen standard	413
Trasélengde for skipsanløp, m	120	290
Oppvirvlet sediment per anløp, kg	Ingen standard	1000
Bunnareal påvirket av oppvirvling	Ingen standard	13000
Fraksjon leire i sedimentet	Ingen standard	0,2

#### Risiko for spredning av miljøgifter

Estimert miljøgiftspredning totalt og via de tre transportveiene (biodiffusjon, resuspensjon fra propeller og transport i næringskjeden) er gitt i Tabell 24 og Tabell 26. Tabellene viser både miljøgiftflukser (mg/m<sup>2</sup> og år) og årlig transport for hvert stoff. Spredningen skal i følge veilederen beregnes separat for det totale delområdet, og områdene som påvirkes/ikke påvirkes av skipstrafikken. I dette tilfellet påvirkes hele delområdet slik at spredningen bare er vist for dette.

Det finnes ikke omforente akseptkriterier for spredning av miljøgifter, bare for konsekvenser av spredningen i form av risiko for human helse og økosystemet. I risikoveilederen sammenliknes spredningen med tilsvarende spredning fra et sediment som akkurat tilfredsstillende Trinn 1. Resultatene (Tabell 24) viser at de samme stoffene som overskrider grenseverdiene i Trinn 1 også overskrider spredningen fra et slikt sediment.

Tabell 24. Området utenfor Toraneskaia. Beregnet miljøgiftspredning (mg/m<sup>2</sup> og år) fra sedimentene samlet vi biodiffusjon (F<sub>diff</sub>), propelloppvirvling (F<sub>skip</sub>) og gjennom næringskjeden (F<sub>org</sub>), spredning utenom propelloppvirvling, og faktor for overskridelse av total spredning i forhold til et sediment som tilfredsstiller Trinn 1.

Stoff	Beregnet spredning ikke påvirket av skipsoppvirvling (F <sub>diff</sub> + F <sub>org</sub> )		Beregnet spredning inkludert skipsoppvirvling (F <sub>diff</sub> + F <sub>org</sub> + F <sub>skip</sub> )		Spredning (F <sub>tot</sub> ) dersom C <sub>sed</sub> er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
	Maks (mg/m <sup>2</sup> /år)	Middel (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Arsen	12,12	9,74	383,43	308,34	1661,48		
Bly	4,33	3,14	2676,98	1938,51	2553,58	1,0	
Kadmium	0,06	0,04	46,14	28,15	79,98		
Kobber	17,50	16,28	2448,58	2278,11	1580,48	1,5	1,4
Krom totalt (III + VI)	1,62	1,53	1353,43	1276,53	17225,38		
Kvikksølv	0,01	0,01	3,39	2,40	19,40		
Nikkel	17,99	17,64	822,09	806,28	1454,32		
Sink	42,99	30,18	14486,69	10171,51	11090,27	1,3	
Naftalen	39,10	30,37	51,24	39,80	185,26		
Acenaftalen	13,57	8,94	18,84	12,42	10,34	1,8	1,2
Acenaften	6,55	4,39	10,29	6,91	23,80		
Fluoren	6,00	4,12	10,76	7,39	26,06		
Fenantren	17,36	13,02	41,32	30,99	30,62	1,3	1,0
Antracen	6,74	4,74	18,02	12,67	1,72	10,5	7,4
Fluoranten	10,67	7,83	48,59	35,63	6,20	7,8	5,8
Pyren	19,43	14,09	58,89	42,69	12,16	4,8	3,5
Benzo(a)antracen	7,53	5,37	53,98	38,51	1,97	27,4	19,5
Krysen	17,63	12,61	67,28	48,15	9,68	6,9	5,0
Benzo(b)fluoranten	21,04	18,61	101,29	89,61	7,97	12,7	11,2
Benzo(k)fluoranten	12,42	9,60	58,73	45,42	6,99	8,4	6,5
Benzo(a)pyren	18,98	15,42	93,05	75,60	13,93	6,7	5,4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,03	4,06	60,41	48,66	1,48	40,7	32,8
Dibenzo(a,h)antracen	1,85	1,46	18,78	14,85	18,73	1,0	
Benzo(ghi)perylene	12,81	10,57	74,48	61,45	0,69	108,5	89,5
PCB 28	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 52	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 101	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 118	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 138	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 153	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 180	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
Sum PCB7	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
DDT	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	0,63		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,96	2,77	5,95	4,16	17,46		

Som kontroll på om beregnet spredning er sannsynlig har vi regnet ut den tiden det vil ta å tømme lageret av miljøgiftene i de øvre 10 cm av sedimentet med denne spredningen (Tabell 25). Lave tømmetider tilsier at Trinn 2 overestimerer spredningen for en rekke av miljøgiftene. Dette synes å være tilfelle her, hvor alle forbindelsene har en tømmetid på under 5 år.

Det er også gjort beregning av samlet årlig transport av hvert av stoffene fra området utenfor Toraneskaia (Tabell 26). Den høyeste transporten er for tungmetallene, spesielt bly (25 kg/år), kobber (29 kg/år) og sink (132 kg/år). Det er lavere transport for PAH-forbindelsene (7,94 kg/år for PAH-16). Spredningen av TBT er lav: 0,05 kg/år.

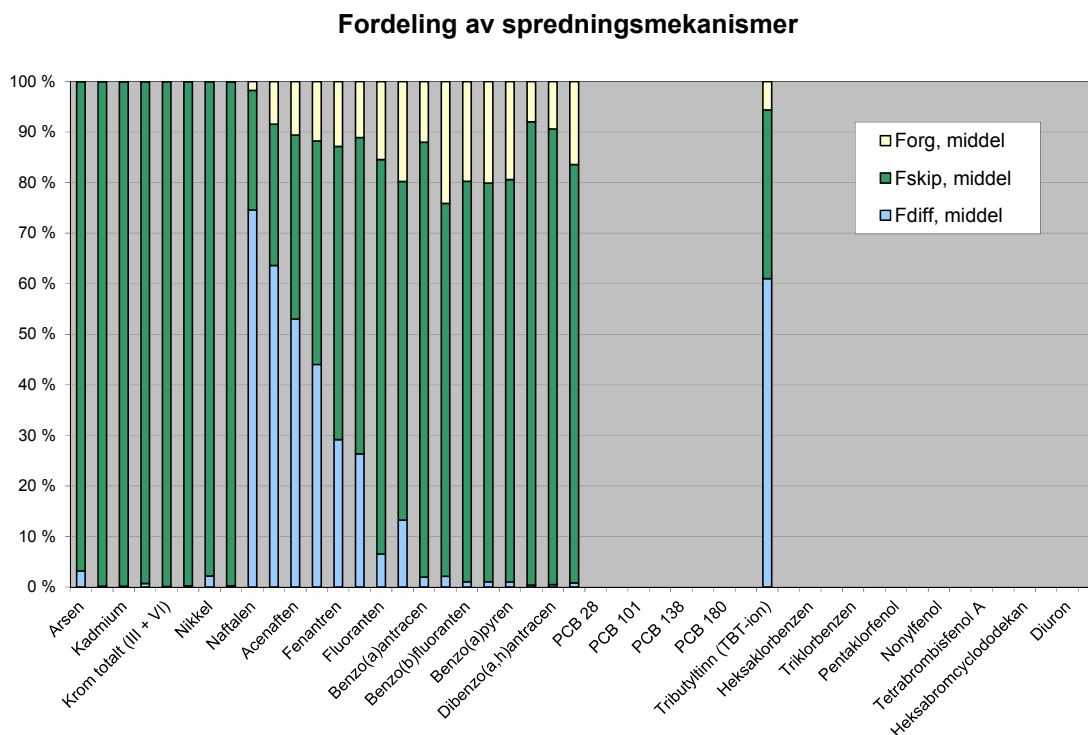
Tabell 25. Anslått tid for å tømme de øvre 10 cm av sedimentet for et stoff med de beregnede spredningshastighetene gitt i Tabell 13. Tømmetider på <5 år er merket rødt.

Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av	Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av
Arsen	1,4	Benzo(a)antracen	1,3
Bly	1,5	Krysen	1,1
Kadmium	1,5	Benzo(b)fluoranten	1,2
Kobber	1,5	Benzo(k)fluoranten	1,2
Krom totalt (III + VI)	1,5	Benzo(a)pyren	1,2
Kvikksølv	1,5	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,4
Nikkel	1,4	Dibenzo(a,h)antracen	1,3
Sink	1,5	Benzo(ghi)perylene	1,2
Naftalen	0,1	Tributyltinn (TBT-) ion	0,1
Acenaftylene	0,2		
Acenaften	0,3		
Fluoren	0,5		
Fenantren	0,7		
Antracen	0,8		
Fluoranten	1,1		
Pyren	0,9		

Tabell 26. Årlig transport (kg/år) av miljøgifter fra sedimentene i området utenfor Toraneskaia ut fra midlere sedimentkonsentrasjoner.

Stoff	Utot, [kg/år]	Stoff	Utot, [kg/år]
Arsen	4,01	Benzo(a)antracen	0,50
Bly	25,20	Krysen	0,63
Kadmium	0,37	Benzo(b)fluoranten	1,16
Kobber	29,62	Benzo(k)fluoranten	0,59
Krom totalt (III + VI)	16,59	Benzo(a)pyren	0,98
Kvikksølv	0,03	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,63
Nikkel	10,48	Dibenzo(a,h)antracen	0,19
Sink	132,23	Benzo(ghi)perylene	0,80
Naftalen	0,52	Sum PAH-16	7,94
Acenaftylene	0,16	Tributyltinn (TBT-) ion	0,054
Acenaften	0,09		
Fluoren	0,10		
Fenantren	0,40		
Antracen	0,16		
Fluoranten	0,46		
Pyren	0,56		

I Figur 14 er relativ betydning av de tre spredningsveiene vist. For metallene skyldes 98 – 99.9 % av spredningen oppvirvling fra skipspropeller. Spredningen av PAH skyldes også primært oppvirvling fra skipspropeller, men for de lettere PAH-forbindelsene skjer en stor prosentandel også ved biodiffusjon. Med økende molekylstørrelse betyr transport gjennom næringskjeden opp mot 22 % av spredningen. Spredningen av TBT skjer i hovedsak gjennom biodiffusjon.



Figur 14. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de tre spredningsveiene diffusjon ( $F_{diff}$  – blå), propelloppvirvling ( $F_{skip}$  – grønn) og gjennom næringskjeden ( $F_{org}$  – gul) i området utenfor Toraneskaia.

### Risiko for effekter på human helse

Det er vanlig å bedømme risikoen for skade på human helse både gjennom konsum av sjømat som kan ha mottatt miljøgifter fra sedimentene og gjennom kontakt med miljøgifter i vann og suspendert sediment (bading). Tabell 27 viser beregnet samlet livstidseksponering til miljøgifter fra sedimentene, og hvorvidt denne overskrider vedtatte/anbefalte grenseverdier for slik eksponering. Det legges vekt på hvorvidt gjennomsnittsnivåene i sedimentet gir overskridelse. Analyseresultater for blåskjell samlet inn ved Toraneskaia er brukt som tilleggsgdata. Det er overskridelse for benzo(a)pyren (kreftfremkallende) og alle metallene. Sedimentene i dette området utgjør derfor en risiko for skade på human helse.

Tabell 27. Toraneskaia. Beregnet total livstidseksponering (mg/kg kroppsvekt og dag) for de ulike miljøgiftene og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdier for human risiko. Resultater for blåskjell fra Toraneskaia er tatt med i beregningene.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	1,31E-02	1,31E-02	1,00E-04	131	131
Bly	9,07E-03	9,04E-03	3,60E-04	25	25
Kadmium	1,72E-03	1,72E-03	5,00E-05	34	34
Kobber	1,64E-02	1,64E-02	5,00E-03	3	3
Krom totalt (III + VI)	5,92E-03	5,92E-03	5,00E-04	12	12
Kvikksølv	1,28E-04	1,28E-04	1,00E-05	13	13
Nikkel	9,84E-03	9,84E-03	5,00E-03	2	2
Sink	2,54E-01	2,54E-01	3,00E-02	8	8
Naftalen	2,95E-03	1,77E-03	4,00E-03		
Acenaftylene	5,03E-07	4,73E-07			
Acenaften	7,85E-07	7,61E-07			
Fluoren	2,74E-06	2,71E-06			
Fenantren	1,33E-05	1,31E-05	4,00E-03		
Antracen	2,68E-06	2,58E-06	4,00E-03		
Fluoranten	2,88E-05	2,84E-05	5,00E-03		
Pyren	2,45E-05	2,41E-05			
Benzo(a)antracen	2,84E-05	2,78E-05	5,00E-04		
Krysen	2,89E-05	2,82E-05	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	6,65E-05	6,57E-05			
Benzo(k)fluoranten	1,03E-05	9,81E-06	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	1,70E-05	1,62E-05	2,30E-06	7	7
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9,17E-06	8,52E-06	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	4,01E-06	3,81E-06			
Benzo(ghi)perylene	1,36E-05	1,29E-05	3,00E-03		
PCB 28	mangler	mangler			
PCB 52	mangler	mangler			
PCB 101	mangler	mangler			
PCB 118	mangler	mangler			
PCB 138	mangler	mangler			
PCB 153	mangler	mangler			
PCB 180	mangler	mangler			
Sum PCB7	mangler	mangler	2,00E-06		
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	8,94E-06	8,94E-06	2,50E-04		

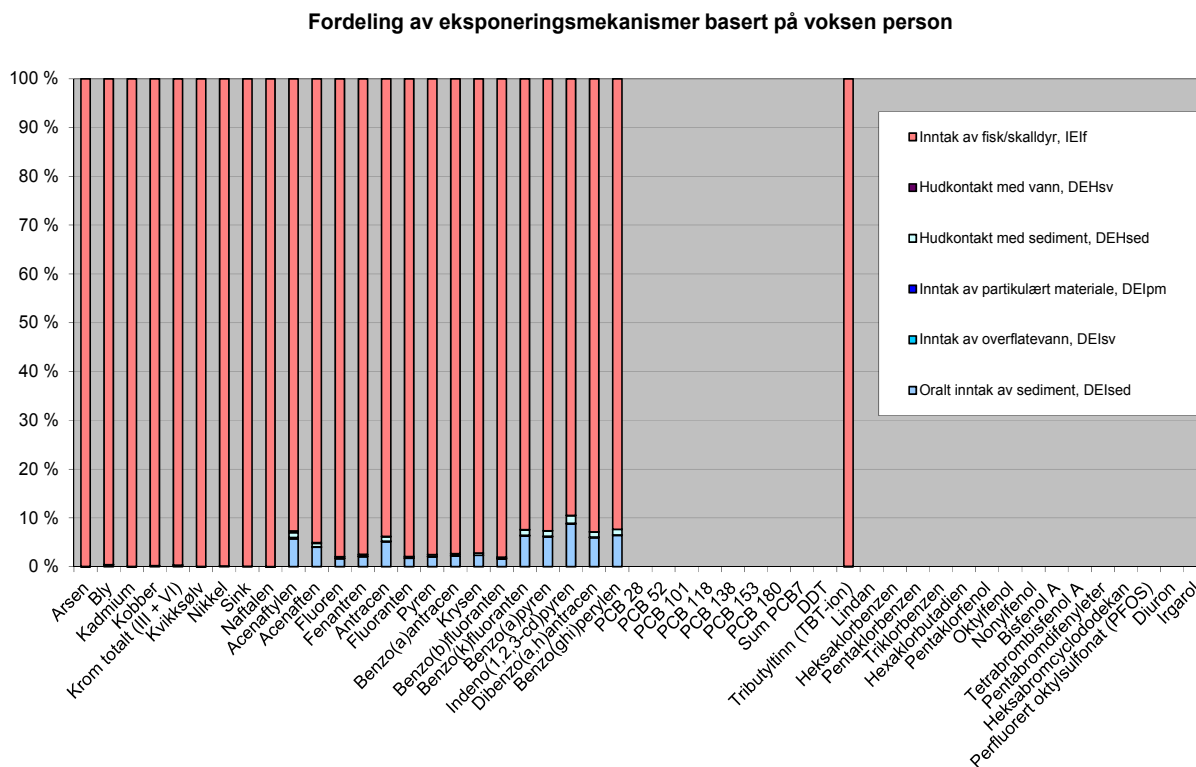


Tabell 28 viser beregnet livstidseksposering til miljøgifter men uten at resultater for blåskjellene er tatt med. Da vises overskridelser først og fremst for PAH-forbindelsene. Dette indikerer at beregningene i risikovurderings-regnearket basert på konsentrasjoner i blåskjell gir resultater for miljøgifter tilført fra vannmassene, og i mindre grad fra sedimentene i dette området.

Tabell 28. Toraneskaia. Beregnet total livstidseksposering (mg/kg kroppsvekt og dag) for de ulike miljøgiftene og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdier for human risiko.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	5,48E-05	3,80E-05	1,00E-04		
Bly	1,45E-03	7,84E-04	3,60E-04	4,03	2,18
Kadmium	1,84E-06	8,15E-07	5,00E-05		
Kobber	1,66E-03	1,54E-03	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	7,34E-05	6,62E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	6,33E-07	3,30E-07	1,00E-05		
Nikkel	4,56E-04	4,02E-04	5,00E-03		
Sink	3,20E-02	1,68E-02	3,00E-02	1,07	
Naftalen	2,95E-03	1,77E-03	4,00E-03		
Acenaftalen	5,20E-03	2,76E-03			
Acenaften	3,57E-03	2,30E-03			
Fluoren	4,14E-03	2,76E-03			
Fenantren	1,74E-02	1,12E-02	4,00E-03	4,35	2,81
Antracen	6,54E-03	4,36E-03	4,00E-03	1,63	1,09
Fluoranten	2,45E-02	1,64E-02	5,00E-03	4,91	3,29
Pyren	3,81E-02	2,48E-02			
Benzo(a)antracen	2,12E-02	1,24E-02	5,00E-04	42,43	24,70
Krysen	5,30E-02	3,09E-02	5,00E-03	10,61	6,19
Benzo(b)fluoranten	6,54E-02	4,41E-02			
Benzo(k)fluoranten	3,86E-02	2,36E-02	5,00E-04	77,21	47,18
Benzo(a)pyren	5,90E-02	3,70E-02	2,30E-06	25648,40	16065,87
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,57E-02	9,51E-03	5,00E-04	31,40	19,01
Dibenzo(a,h)antracen	5,77E-03	3,43E-03			
Benzo(ghi)perylene	4,00E-02	2,47E-02	3,00E-03	13,32	8,24
PCB 28	mangler	mangler			
PCB 52	mangler	mangler			
PCB 101	mangler	mangler			
PCB 118	mangler	mangler			
PCB 138	mangler	mangler			
PCB 153	mangler	mangler			
PCB 180	mangler	mangler			
Sum PCB7	mangler	mangler	2,00E-06		
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,09E-03	5,72E-04	2,50E-04	4,38	2,29

Fordelingen mellom de ulike eksponeringsveiene (Figur 15) viser at den viktigste eksponeringen til de fleste stoffene skjer gjennom konsum av lokal sjømat. Det frarådes å konsumere skjell fra indre Ranfjorden, og selv uten kostholdsrådet er området utenfor Toraneskaia trolig ikke mye benyttet til innsamling av skjell til konsum.



Figur 15. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de ulike spredningsveiene fra sedimentet i området utenfor Toraneskaia til mennesker.

**Risiko for økologiske effekter**

Resultatene fra Trinn I viser at sedimentene i området utenfor Toraneskaia utgjør en uakseptabel risiko for effekter på sedimentlevende organismer. Dette støttes av de beregnede porevannskonsentrasjonene som viser stor overskridelse av omforente grenseverdier (PNEC – predicted no effect concentrations) for toksisitet i vann (Tabell 29) for TBT (faktor på 3409). Også for kobber og flere av PAH-forbindelsene er det klare overskridelser av respektive PNEC-verdier.

Tabell 29. Området utenfor Toraneskaia. Beregnede porevannskonsentrasjoner av miljøgifter (mg/l), samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,82E-03	1,46E-03	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	5,62E-04	4,07E-04	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Kadmium	1,15E-05	7,04E-06	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	3,24E-03	3,01E-03	ikke målt	ikke målt	6,4E-04	5,1	4,7
Krom totalt (III + VI)	3,67E-04	3,46E-04	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	1,10E-06	7,80E-07	ikke målt	ikke målt	4,8E-05		
Nikkel	3,67E-03	3,60E-03	ikke målt	ikke målt	2,2E-03	1,7	1,6
Sink	6,44E-03	4,52E-03	ikke målt	ikke målt	2,9E-03	2,2	1,6
Naftalen	6,03E-03	4,68E-03	ikke målt	ikke målt	2,4E-03	2,5	1,9
Acenaftilen	2,12E-03	1,39E-03	ikke målt	ikke målt	1,3E-03	1,6	1,1
Acenaften	9,81E-04	6,59E-04	ikke målt	ikke målt	3,8E-03		
Fluoren	8,99E-04	6,17E-04	ikke målt	ikke målt	2,5E-03		
Fenantren	2,40E-03	1,80E-03	ikke målt	ikke målt	1,3E-03	1,8	1,4
Antracen	9,46E-04	6,65E-04	ikke målt	ikke målt	1,1E-04	8,6	6,0
Fluoranten	6,92E-04	5,07E-04	ikke målt	ikke målt	1,2E-04	5,8	4,2
Pyren	1,70E-03	1,23E-03	ikke målt	ikke målt	2,3E-05	73,8	53,5
Benzo(a)antracen	2,49E-04	1,78E-04	ikke målt	ikke målt	1,2E-05	20,8	14,8
Krysen	3,35E-04	2,40E-04	ikke målt	ikke målt	7,0E-05	4,8	3,4
Benzo(b)fluoranten	2,67E-04	2,36E-04	ikke målt	ikke målt	3,0E-05	8,9	7,9
Benzo(k)fluoranten	1,57E-04	1,22E-04	ikke målt	ikke målt	2,7E-05	5,8	4,5
Benzo(a)pyren	2,40E-04	1,95E-04	ikke målt	ikke målt	5,0E-05	4,8	3,9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6,40E-05	5,15E-05	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	32,0	25,8
Dibenzo(a,h)antracen	2,35E-05	1,86E-05	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	1,63E-04	1,34E-04	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	81,4	67,2
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	målt/mangler	målt/mangler	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06		
Tributyltinn (TBT-ion)	1,02E-03	7,16E-04	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	4870,1	3409,1

Konsentrasjon av miljøgifter i vannmassene som følge av den beregnede spredningen fra sedimentene er vist i Tabell 30. Beregnet TBT-konsentrasjon på basis av gjennomsnittskonsentrasjonene i sedimentene overskrider grenseverdiene for toksisitet i vann (PNEC) med en faktor på 19. Det er også overskridelse av grenseverdiene for kobber, sink og seks av PAH-forbindelsene. Ut fra dette utgjør sedimentenes innhold av disse miljøgiftene en risiko for toksiske effekter på organismer i vannsøylen.

Tabell 30. Området utenfor Toraneskaia. Beregnede konsentrasjoner (fra spredningsestimatene – mg/l) av miljøgifter i vannmassene i området utenfor Toraneskaia, samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet sjøvannskonsentrasjon		Målt sjøvannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Beregnet sjøvannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>sv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>sv</sub> , middel (mg/l)	C <sub>sv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>sv</sub> , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3,93E-04	3,16E-04	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	2,74E-03	1,99E-03	ikke målt	ikke målt	2,2E-03	1,25	
Kadmium	4,73E-05	2,89E-05	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	2,51E-03	2,33E-03	ikke målt	ikke målt	6,4E-04	3,92	3,65
Krom totalt (III + VI)	1,39E-03	1,31E-03	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	3,47E-06	2,46E-06	ikke målt	ikke målt	4,8E-05		
Nikkel	8,43E-04	8,26E-04	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Sink	1,48E-02	1,04E-02	ikke målt	ikke målt	2,9E-03	5,12	3,59
Naftalen	5,16E-05	4,01E-05	ikke målt	ikke målt	2,4E-03		
Acenaftilen	1,77E-05	1,17E-05	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Acenaften	9,43E-06	6,33E-06	ikke målt	ikke målt	3,8E-03		
Fluoren	9,73E-06	6,68E-06	ikke målt	ikke målt	2,5E-03		
Fenantren	3,69E-05	2,77E-05	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Antracen	1,64E-05	1,15E-05	ikke målt	ikke målt	1,1E-04		
Fluoranten	4,21E-05	3,09E-05	ikke målt	ikke målt	1,2E-04		
Pyren	4,84E-05	3,51E-05	ikke målt	ikke målt	2,3E-05	2,11	1,53
Benzo(a)antracen	4,87E-05	3,47E-05	ikke målt	ikke målt	1,2E-05	4,06	2,89
Krysen	5,23E-05	3,75E-05	ikke målt	ikke målt	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	8,33E-05	7,37E-05	ikke målt	ikke målt	3,0E-05	2,78	2,46
Benzo(k)fluoranten	4,81E-05	3,72E-05	ikke målt	ikke målt	2,7E-05	1,78	1,38
Benzo(a)pyren	7,69E-05	6,25E-05	ikke målt	ikke målt	5,0E-05	1,54	1,25
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,70E-05	4,59E-05	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	28,50	22,96
Dibenzo(a,h)antracen	1,74E-05	1,38E-05	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	6,38E-05	5,27E-05	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	31,91	26,33
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06	mangler data	mangler data
Tributyltinn (TBT-ion)	5,76E-06	4,03E-06	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	27,41	19,18

### **5.3.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor Toraneskaia**

Samlet kan det konkluderes at området utenfor Toraneskaia utgjør en risiko for økologiske effekter i sedimenter på grunn av nivåene av kobber, sink og PAH-forbindelsene. Sedimentene utgjør også en risiko for effekter i vannmassene. Tungmetallene viser den høyeste årlige transporten ut fra sedimentene og over 97 % av denne skyldes oppvirvling fra propeller. Det er også en betydelig utlekking av PAH-forbindelser som også primært skyldes oppvirvling fra propeller. PAH-forbindelser utgjør en risiko for skade på human helse, primært ved transport gjennom næringskjeden til skjell.

## 5.4 Risikovurdering av området utenfor Bulkterminalen

Kaianlegget ved Bulkterminalen er 130 meter langt på nordsiden og 80 meter langt på sørsiden. Sedimentene utenfor kaiområdet består av grå siltig mudder og leire, og er forurenset av kobber og PAH.

### 5.4.1 Trinn 1

Resultatene fra kjemisk karakterisering viser at gjennomsnittskonsentrasjonen av de fleste av PAH-forbindelsene overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sedimentet (Tabell 31). Overskridelsene medførte at risikovurderings Trinn 2 ble gjennomført for dette delområdet.

Tabell 31. Målte sedimentkonsentrasjoner i området utenfor Bulkterminalen (maksimums- og gjennomsnittskonsentrasjon og overskridelse i forhold til grenseverdiene i Trinn 1).

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C <sub>sed, max</sub> (mg/kg)	C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	3	7,40	5,400	52		
Bly	3	25,00	15,600	83		
Kadmium	3	0,25	0,144	2,6		
Kobber	3	56,00	47,333	51	1,1	
Krom totalt (III + VI)	3	25,00	23,333	560		
Kvikksølv	3	0,04	0,019	0,63		
Nikkel	3	26,00	22,000	46		
Sink	3	140,00	86,667	360		
Naftalen	3	0,98	0,360	0,29	3,4	1,2
Acenaftilen	3	0,26	0,097	0,033	7,9	2,9
Acenaften	3	0,21	0,088	0,16	1,3	
Fluoren	3	0,47	0,183	0,26	1,8	
Fenantren	3	3,40	1,270	0,50	6,8	2,5
Antracen	3	1,50	0,564	0,031	48,4	18,2
Fluoranten	3	6,00	2,233	0,17	35,3	13,1
Pyren	3	4,70	1,757	0,28	16,8	6,3
Benzo(a)antracen	3	9,20	3,280	0,06	153,3	54,7
Krysen	3	12,00	4,263	0,28	42,9	15,2
Benzo(b)fluoranten	3	6,50	2,443	0,24	27,1	10,2
Benzo(k)fluoranten	3	4,20	1,577	0,21	20,0	7,5
Benzo(a)pyren	3	4,60	1,737	0,42	11,0	4,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3	1,50	0,633	0,047	31,9	13,5
Dibenzo(a,h)antracen	3	0,49	0,201	0,59		
Benzo(ghi)perylene	3	1,80	0,747	0,021	85,7	35,6
PCB 28	0	mangler	mangler			
PCB 52	0	mangler	mangler			
PCB 101	0	mangler	mangler			
PCB 118	0	mangler	mangler			
PCB 138	0	mangler	mangler			
PCB 153	0	mangler	mangler			
PCB 180	0	mangler	mangler			
Sum PCB7	0	mangler	mangler	0,017		
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	3	0,01	0,003	0,035		

## 5.4.2 Trinn 2

### Anvendte lokale parameterverdier

For flere av parameterverdiene som inngår i beregningene i Trinn 2 ble sjablongverdiene i veiledere erstattet av stedsspesifikke verdier for delområdet (Tabell 32). Informasjon om antall skipsanløp og trasélengder for skipsanløp er fremskaffet av Mo i Rana Havn v/Havnefogd Per Anders Nygaard. Oppholdstid i de grunne områdene er beregnet til 3 til 11 dager (Kirkerud m.fl. 1085, Helland og Uriansrud 2006), tre dagers oppholdstid er brukt i beregningene her. Det antas at det virvles opp 1000 kg sediment pr skipsanløp (se faktaboks 6 i risikoveilederen).

Tabell 32. Stedsspesifikke parameterverdier brukt i risikoberegningene under Trinn 2 for området utenfor Bulkterminalen.

Parameter	Sjablongverdi	Anvendt verdi
Totalt organisk karbon (TOC) %	1	0,9
Totalt sedimentareal, m <sup>2</sup>	Ingen standard	54000
Vannvolum, m <sup>3</sup>	Ingen standard	540000
Oppholdstid av vannet, år	Ingen standard	0,0082
Antall skipsanløp per år	Ingen standard	166
Trasélengde for skipsanløp, m	120	180
Oppvirvlet sediment per anløp, kg	Ingen standard	1000
Bunnareal påvirket av oppvirvling	Ingen standard	54000
Fraksjon leire i sedimentet	Ingen standard	0,4

### Risiko for spredning av miljøgifter

Estimert miljøgiftspredning totalt og via de tre transportveiene (biodiffusjon, resuspensjon fra propeller og transport i næringskjeden) er gitt i Tabell 33 og Tabell 35. Tabellene viser både miljøgiftflukser (mg/m<sup>2</sup> og år) og årlig transport for hvert stoff. Spredningen skal i følge veilederen beregnes separat for det totale delområdet, og områdene som påvirkes/ikke påvirkes av skipstrafikken. I dette tilfellet påvirkes hele delområdet slik at spredningen bare er vist for dette.

Det finnes ikke omforente akseptkriterier for spredning av miljøgifter, bare for konsekvenser av spredningen i form av risiko for human helse og økosystemet. I risikoveilederen sammenliknes spredningen med tilsvarende spredning fra et sediment som akkurat tilfredsstillende Trinn 1. Resultatene (Tabell 33) viser at de samme stoffene som overskrider grenseverdiene i Trinn 1 også overskrider spredningen fra et slikt sediment.

Tabell 33. Området utenfor Bulkterminalen Beregnet miljøgiftspredning (mg/m<sup>2</sup> og år) fra sedimentene samlet vi biodiffusjon (F<sub>diff</sub>), propelloppvirvling (F<sub>skip</sub>) og gjennom næringskjeden (F<sub>org</sub>), spredning utenom propelloppvirvling, og faktor for overskridelse av total spredning i forhold til et sediment som tilfredsstillende Trinn 1.

Stoff	Beregnet spredning ikke påvirket av skipsoppvirvling (F <sub>diff</sub> + F <sub>org</sub> )		Beregnet spredning inkludert skipsoppvirvling (F <sub>diff</sub> + F <sub>org</sub> + F <sub>skip</sub> )		Spredning (F <sub>tot</sub> ) dersom C <sub>sed</sub> er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot</sub> i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
	Maks (mg/m <sup>2</sup> /år)	Middel (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, maks</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)	F <sub>tot, middel</sub> (mg/m <sup>2</sup> /år)		Maks	Middel
Arsen	7,47	5,45	34,87	25,45	245,01		
Bly	1,24	0,78	93,48	58,33	310,04		
Kadmium	0,01	0,01	0,93	0,54	9,70		
Kobber	12,41	10,49	219,20	185,27	199,37	1,10	
Krom totalt (III + VI)	0,92	0,86	93,16	86,95	2086,68		
Kvikksølv	0,04	0,04	0,17	0,11	2,37		
Nikkel	17,99	15,22	114,24	96,66	201,95		
Sink	12,80	7,93	529,43	327,74	1355,46		
Naftalen	0,79	0,68	4,51	2,04	145,22		
Acenaftalen	3,22	2,09	4,41	2,54	7,62		
Acenaften	0,66	0,46	1,46	0,79	15,75		
Fluoren	0,94	0,55	2,72	1,24	15,35		
Fenantren	11,15	5,30	24,08	10,13	13,96	1,72	
Antracen	2,94	1,42	8,58	3,54	0,72	11,88	4,90
Fluoranten	89,66	35,21	112,53	43,72	1,43	78,59	30,54
Pyren	32,30	13,13	50,05	19,77	3,91	12,81	5,06
Benzo(a)antracen	141,06	50,94	175,49	63,22	0,34	523,80	188,69
Krysen	368,93	131,91	413,90	147,89	2,02	205,28	73,35
Benzo(b)fluoranten	348,32	131,84	372,73	141,01	1,45	257,65	97,48
Benzo(k)fluoranten	108,71	41,08	124,34	46,95	1,28	97,35	36,76
Benzo(a)pyren	177,71	67,58	194,89	74,07	2,51	77,67	29,52
Indeno(1,2,3-cd)pyren	39,92	17,04	45,51	19,40	0,21	215,66	91,94
Dibenzo(a,h)antracen	14,27	5,91	16,10	6,66	2,74	5,87	2,43
Benzo(ghi)perylene	50,37	21,11	57,07	23,89	0,12	492,06	205,97
PCB 28	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 52	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 101	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 118	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 138	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 153	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 180	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
Sum PCB7	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
DDT	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	0,09		
Tributyltinn (TBT-ion)	2,13	1,14	2,20	1,18	11,92		

Som kontroll på om beregnet spredning er sannsynlig har vi regnet ut den tiden det vil ta å tømme lageret av miljøgiftene i de øvre 10 cm av sedimentet med denne spredningen (Tabell 34). Lave tømmetider tilsier at Trinn 2 overestimerer spredningen for en rekke av miljøgiftene. Dette synes å være tilfelle her, hvor mange av PAH-forbindelsene har en tømmetid på under 5 år.

Det er også gjort beregning av samlet årlig transport av hvert av stoffene fra området utenfor Bulkterminalen (Tabell 35). Det er ganske høy transport for kobber (10 kg/år) og sink (17 kg/år). Det er også høy transport for PAH-forbindelsene (32,7 kg/år for PAH-16). Spredningen av TBT er lav: 0,06 kg/år.



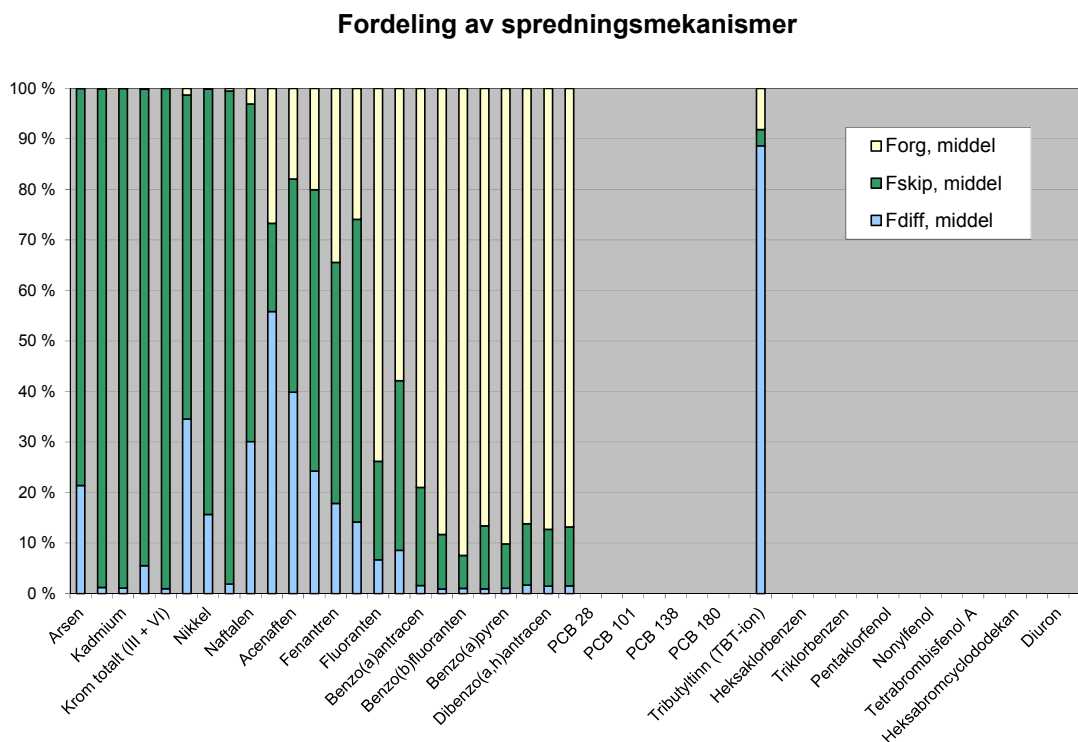
Tabell 34. Anslått tid for å tømme de øvre 10 cm av sedimentet for et stoff med de beregnede spredningshastighetene gitt i Tabell 13. Tømmetider på <5 år er merket rødt.

Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av	Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av
Arsen	9,7	Benzo(a)antracen	2,4
Bly	12,2	Krysen	1,3
Kadmium	12,2	Benzo(b)fluoranten	0,8
Kobber	11,6	Benzo(k)fluoranten	1,5
Krom totalt (III + VI)	12,2	Benzo(a)pyren	1,1
Kvikksølv	7,8	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,5
Nikkel	10,4	Dibenzo(a,h)antracen	1,4
Sink	12,0	Benzo(ghi)perylene	1,4
Naftalen	8,0	Tributyltinn (TBT-) ion	0,1
Acenaftylen	1,7		
Acenaften	5,0		
Fluoren	6,7		
Fenantren	5,7		
Antracen	7,3		
Fluoranten	2,3		
Pyren	4,0		

Tabell 35. Årlig transport (kg/år) av miljøgifter fra sedimentene i området utenfor Bulkterminalen ut fra midlere sedimentkonsentrasjoner.

Stoff	Utot, [kg/år]	Stoff	Utot, [kg/år]
Arsen	1,37	Benzo(a)antracen	3,41
Bly	3,15	Krysen	7,99
Kadmium	0,03	Benzo(b)fluoranten	7,61
Kobber	10,00	Benzo(k)fluoranten	2,54
Krom totalt (III + VI)	4,70	Benzo(a)pyren	4,00
Kvikksølv	0,01	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,05
Nikkel	5,22	Dibenzo(a,h)antracen	0,36
Sink	17,70	Benzo(ghi)perylene	1,29
Naftalen	0,11	Sum PAH-16	32,77
Acenaftylen	0,14	Tributyltinn (TBT-) ion	0,06
Acenaften	0,04		
Fluoren	0,07		
Fenantren	0,55		
Antracen	0,19		
Fluoranten	2,36		
Pyren	1,07		

I Figur 16 er relativ betydning av de tre spredningsveiene vist. For metallene skyldes 64 – 99 % av spredningen oppvirvling fra skipspropeller. For de lettere PAH-forbindelsene skjer spredningen en liten prosentandel ved biodiffusjon. For PAH ser det ut til å være en tendens til at med økende molekylstørrelse skjer spredning i økende grad ved transport gjennom næringskjeden, og i mindre grad ved biodiffusjon. Spredningen av TBT skjer i hovedsak gjennom biodiffusjon.



Figur 16. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de tre spredningsveiene diffusjon ( $F_{diff}$  – blå), propelloppvirvling ( $F_{skip}$  – grønn) og gjennom næringskjeden ( $F_{org}$  – gul) i området utenfor Bulkterminalen.

**Risiko for effekter på human helse**

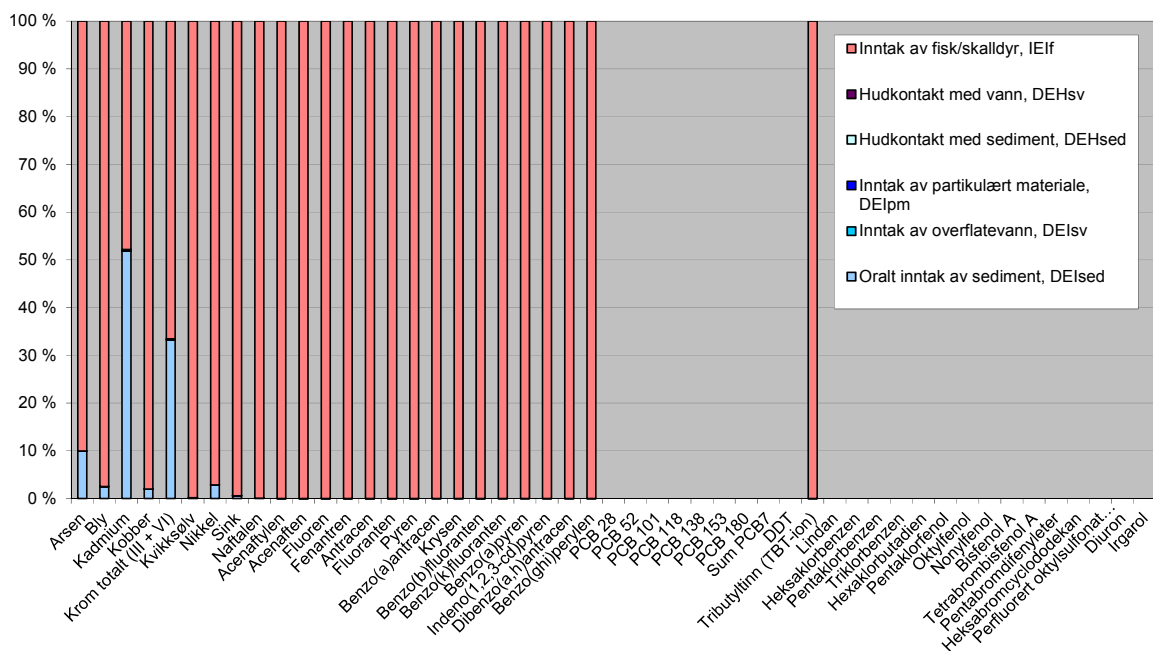
Risikoen for skade på human helse bedømmes både gjennom konsum av sjømat som kan ha mottatt miljøgifter fra sedimentene og gjennom kontakt med miljøgifter i vann og suspendert sediment (bading). Tabell 36 viser beregnet samlet livstidseksposering til miljøgifter fra sedimentene, og hvorvidt denne overskrider vedtatte/anbefalte grenseverdier for slik eksponering. Det legges vekt på hvorvidt gjennomsnittsnivåene i sedimentet gir overskridelse. Det er overskridelse for åtte av PAH-forbindelsene, og høyest for benzo(a)pyren (kreftfremkallende). Sedimentene i dette området utgjør derfor en risiko for skade på human helse.

Tabell 36. Beregnet total livstidseksposering (mg/kg kroppsvekt og dag) for de ulike miljøgiftene og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdier for human risiko.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,38E-05	2,46E-05	1,00E-04		
Bly	4,17E-04	2,60E-04	3,60E-04	1,2	
Kadmium	3,07E-07	1,77E-07	5,00E-05		
Kobber	1,17E-03	9,92E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	4,17E-05	3,89E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	8,62E-06	4,76E-06	1,00E-05		
Nikkel	3,82E-04	3,24E-04	5,00E-03		
Sink	9,53E-03	5,90E-03	3,00E-02		
Naftalen	5,62E-04	2,06E-04	4,00E-03		
Acenaftalen	5,92E-03	2,22E-03			
Acenaften	1,12E-03	4,66E-04			
Fluoren	2,09E-03	8,12E-04			
Fenantren	3,06E-02	1,14E-02	4,00E-03	7,6	2,9
Antracen	7,98E-03	3,00E-03	4,00E-03	2,0	
Fluoranten	2,84E-01	1,06E-01	5,00E-03	56,7	21,1
Pyren	1,00E-01	3,74E-02			
Benzo(a)antracen	4,58E-01	1,63E-01	5,00E-04	916,1	326,6
Krysen	1,20E+00	4,27E-01	5,00E-03	240,5	85,4
Benzo(b)fluoranten	1,13E+00	4,26E-01			
Benzo(k)fluoranten	3,54E-01	1,33E-01	5,00E-04	708,3	265,9
Benzo(a)pyren	5,79E-01	2,18E-01	2,30E-06	251597,9	94987,3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,30E-01	5,47E-02	5,00E-04	259,0	109,4
Dibenzo(a,h)antracen	4,64E-02	1,90E-02			
Benzo(ghi)perylene	1,64E-01	6,78E-02	3,00E-03	54,5	22,6
PCB 28	mangler	mangler			
PCB 52	mangler	mangler			
PCB 101	mangler	mangler			
PCB 118	mangler	mangler			
PCB 138	mangler	mangler			
PCB 153	mangler	mangler			
PCB 180	mangler	mangler			
Sum PCB7	mangler	mangler	2,00E-06		
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	5,88E-04	3,14E-04	2,50E-04	2,4	1,3

Fordelingen mellom de ulike eksponeringsveiene (Figur 17) viser at den viktigste eksponeringen til de fleste stoffene skjer gjennom konsum av lokal sjømat. Det frarådes å konsumere skjell fra indre Ranfjorden, og selv uten kostholdsrådet er området utenfor Bulkterminalen trolig ikke mye benyttet til innsamling av skjell til konsum.

### Fordeling av eksponeringsmekanismer basert på voksen person



Figur 17. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de ulike spredningsveiene fra sedimentet i området utenfor Bulkterminalen til mennesker.

**Risiko for økologiske effekter**

Resultatene fra Trinn 1 viser at sedimentene i området utenfor Bulkterminalen utgjør en uakseptabel risiko for effekter på sedimentlevende organismer. Dette støttes av de målte og beregnede porevannskonsentrasjonene som viser stor overskridelse av omforente grenseverdier (PNEC – predicted no effect concentrations) for toksisitet i vann (Tabell 37) for TBT (faktor på 1400). For flere av PAH-forbindelsene er det klare overskridelser av respektive PNEC-verdier. For kobber og nikkel er det bare små overskridelser av PNEC-verdiene.

Tabell 37. Området utenfor Bulkterminalen. Beregnede og målte porevannskonsentrasjoner av miljøgifter (mg/l), samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,12E-03	8,17E-04	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	1,61E-04	1,01E-04	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Kadmium	1,92E-06	1,11E-06	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	2,29E-03	1,94E-03	ikke målt	ikke målt	6,4E-04	<b>3,58</b>	<b>3,03</b>
Krom totalt (III + VI)	2,08E-04	1,94E-04	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	målt	målt	6,00E-06	6,00E-06	4,8E-05		
Nikkel	3,67E-03	3,11E-03	ikke målt	ikke målt	2,2E-03	<b>1,67</b>	<b>1,41</b>
Sink	1,92E-03	1,19E-03	ikke målt	ikke målt	2,9E-03		
Naftalen	målt	målt	9,70E-05	9,70E-05	2,4E-03		
Acenaften	målt	målt	2,50E-04	2,50E-04	1,3E-03		
Acenaften	målt	målt	5,70E-05	5,70E-05	3,8E-03		
Fluoren	målt	målt	5,70E-05	5,70E-05	2,5E-03		
Fenantren	målt	målt	3,60E-04	3,60E-04	1,3E-03		
Antracen	målt	målt	1,00E-04	1,00E-04	1,1E-04		
Fluoranten	målt	målt	6,40E-04	6,40E-04	1,2E-04	<b>5,33</b>	<b>5,33</b>
Pyren	målt	målt	3,70E-04	3,70E-04	2,3E-05	<b>16,09</b>	<b>16,09</b>
Benzo(a)antracen	målt	målt	2,40E-04	2,40E-04	1,2E-05	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>
Krysen	målt	målt	3,10E-04	3,10E-04	7,0E-05	<b>4,43</b>	<b>4,43</b>
Benzo(b)fluoranten	målt	målt	3,70E-04	3,70E-04	3,0E-05	<b>12,33</b>	<b>12,33</b>
Benzo(k)fluoranten	målt	målt	1,10E-04	1,10E-04	2,7E-05	<b>4,07</b>	<b>4,07</b>
Benzo(a)pyren	målt	målt	2,00E-04	2,00E-04	5,0E-05	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>
Indeno(1,2,3-cd)pyren	målt	målt	8,80E-05	8,80E-05	2,0E-06	<b>44,00</b>	<b>44,00</b>
Dibenzo(a,h)antracen	målt	målt	2,70E-05	2,70E-05	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	målt	målt	1,00E-04	1,00E-04	2,0E-06	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
Sum PCB7	<i>målt/mangler</i>	<i>målt/mangler</i>	<i>ikke målt</i>	<i>ikke målt</i>		<i>mangler PNEC</i>	<i>mangler PNEC</i>
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06		
Tributyltinn (TBT-ion)	5,49E-04	2,94E-04	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	<b>2616,64</b>	<b>1399,71</b>

Konsentrasjon av miljøgifter i vannmassene som følge av den beregnede spredningen fra sedimentene er vist i Tabell 38. Beregnet TBT-konsentrasjon på basis av gjennomsnittskonsentrasjonene i sedimentene overskrider grenseverdiene for toksisitet i vann (PNEC) med en faktor på 4. Det er også små overskridelser av grenseverdiene for to av PAH-forbindelsene. Ut fra dette utgjør sedimentenes innhold av disse miljøgiftene en risiko for toksiske effekter på organismer i vannsøylen.

Tabell 38. Beregnede konsentrasjoner (fra spredningsestimatene – mg/l) av miljøgifter i vannmassene i området utenfor Bulkterminalen, samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet sjøvannskonsentrasjon		Målt sjøvannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Beregnet sjøvannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>sv, maks</sub> (mg/l)	C <sub>sv, middel</sub> (mg/l)	C <sub>sv, maks</sub> (mg/l)	C <sub>sv, middel</sub> (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	2,86E-05	2,09E-05	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	7,66E-05	4,78E-05	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Kadmium	7,65E-07	4,40E-07	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	1,79E-04	1,52E-04	ikke målt	ikke målt	6,4E-04		
Krom totalt (III + VI)	7,64E-05	7,13E-05	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	1,39E-07	9,11E-08	ikke målt	ikke målt	4,8E-05		
Nikkel	9,36E-05	7,92E-05	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Sink	4,32E-04	2,67E-04	ikke målt	ikke målt	2,9E-03		
Naftalen	3,56E-06	1,62E-06	ikke målt	ikke målt	2,4E-03		
Acenaftilen	2,13E-06	1,52E-06	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Acenaften	9,18E-07	5,35E-07	ikke målt	ikke målt	3,8E-03		
Fluoren	1,70E-06	8,12E-07	ikke målt	ikke målt	2,5E-03		
Fenantren	1,21E-05	5,44E-06	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Antracen	5,04E-06	2,15E-06	ikke målt	ikke målt	1,1E-04		
Fluoranten	2,12E-05	9,38E-06	ikke målt	ikke målt	1,2E-04		
Pyren	1,59E-05	6,83E-06	ikke målt	ikke målt	2,3E-05		
Benzo(a)antracen	2,91E-05	1,09E-05	ikke målt	ikke målt	1,2E-05	2,42	
Krysen	3,79E-05	1,42E-05	ikke målt	ikke målt	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	2,12E-05	8,71E-06	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(k)fluoranten	1,32E-05	5,16E-06	ikke målt	ikke målt	2,7E-05		
Benzo(a)pyren	1,47E-05	5,96E-06	ikke målt	ikke målt	5,0E-05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4,84E-06	2,20E-06	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	2,42	1,10
Dibenzo(a,h)antracen	1,58E-06	6,95E-07	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	5,80E-06	2,58E-06	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	2,90	1,29
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06	mangler data	mangler data
Tributyltinn (TBT-ion)	1,66E-06	8,86E-07	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	7,89	4,22

### **5.4.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor Bulkterminalen**

Samlet kan det konkluderes at området utenfor Bulkterminalen utgjør en risiko for økologiske effekter i sedimenter på grunn av nivåene av PAH-forbindelsene. Sedimentene utgjør også en risiko for effekter i vannmassene. Det er høy utlekking av PAH-forbindelser som skyldes både biodiffusjon, oppvirvling fra propeller og transport gjennom næringskjeden. PAH-forbindelser utgjør en risiko for skade på human helse, primært ved transport gjennom næringskjeden til skjell

## 5.5 Risikovurdering av området utenfor kaianlegget til Rana Gruber

Rana Grubers utskipingsanlegg tillater en maks lengde for skip på ca. 240 meter. Skipene forhales langs anlegget under lasteoperasjonen, og bruker ca. 50 meter i begge ender i tillegg til skipslengde, totalt ca 350 meter. Innseilingen til anlegget er dyp. De største skipene legges alltid med babord side til kaia (propellen mot øst), slik at propelloppvirvlingen i hovedsak skjer på den halve oppgitte lengde på 350 meter. Sedimentene utenfor består av grå siltig leire og mudder, og er forurenset av PAH.

### 5.5.1 Trinn 1

Resultatene fra kjemisk karakterisering viser at gjennomsnittskonsentrasjonen av de fleste av PAH-forbindelsene overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sedimentet (Tabell 39). Overskridelsene medførte at risikovurderingens Trinn 2 ble gjennomført for dette delområdet.

Tabell 39. Målte sedimentkonsentrasjoner i området utenfor terminalanlegget til Rana Gruber (maksimums- og gjennomsnittskonsentrasjon og overskridelse i forhold til grenseverdiene i Trinn 1).

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C <sub>sed, max</sub> (mg/kg)	C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	7,400	3,025	52		
Bly	4	25,000	9,800	83		
Kadmium	4	0,250	0,083	2,6		
Kobber	4	42,000	26,250	51		
Krom totalt (III + VI)	4	23,000	11,800	560		
Kvikksølv	4	0,035	0,010	0,63		
Nikkel	4	19,000	13,500	46		
Sink	4	140,000	58,500	360		
Naftalen	4	0,980	0,252	0,29	3,4	
Acenaftalen	4	0,260	0,069	0,033	7,9	2,1
Acenaften	4	0,210	0,056	0,16	1,3	
Fluoren	4	0,470	0,123	0,26	1,8	
Fenantren	4	3,400	0,868	0,50	6,8	1,7
Antracen	4	1,500	0,384	0,031	48,4	12,4
Fluoranten	4	6,000	1,526	0,17	35,3	9,0
Pyren	4	4,700	1,199	0,28	16,8	4,3
Benzo(a)antracen	4	9,200	2,335	0,06	153,3	38,9
Krysen	4	12,000	3,047	0,28	42,9	10,9
Benzo(b)fluoranten	4	6,500	1,653	0,24	27,1	6,9
Benzo(k)fluoranten	4	4,200	1,068	0,21	20,0	5,1
Benzo(a)pyren	4	4,600	1,168	0,42	11,0	2,8
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	1,500	0,384	0,047	31,9	8,2
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,490	0,126	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	1,800	0,459	0,021	85,7	21,9
PCB 28	0	mangler	mangler			
PCB 52	0	mangler	mangler			
PCB 101	0	mangler	mangler			
PCB 118	0	mangler	mangler			
PCB 138	0	mangler	mangler			
PCB 153	0	mangler	mangler			
PCB 180	0	mangler	mangler			
Sum PCB7	0	mangler	mangler	0,017		
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,005	0,002	0,035		



## 5.5.2 Trinn 2

### Anvendte lokale parameterverdier

For flere av parameterverdiene som inngår i beregningene i Trinn 2 ble sjablongverdiene i veiledere erstattet av stedsspesifikke verdier for delområdet (Tabell 40). Informasjon om antall skipsanløp og trasélengder for skipsanløp er fremskaffet av Mo i Rana Havn v/Havnefogd Per Anders Nygaard. Oppholdstid i de grunne områdene er beregnet til 3 til 11 dager (Kirkerud m.fl. 1085, Helland og Uriansrud 2006), tre dagers oppholdstid er brukt i beregningene her. Det antas at det virvles opp 1000 kg sediment pr skipsanløp (se faktaboks 6 i risikoveilederen).

Tabell 40. Stedsspesifikke parameterverdier brukt i risikoberegningene under Trinn 2 for området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber.

Parameter	Sjablongverdi	Anvendt verdi
Totalt organisk karbon (TOC) %	1	0,64
Totalt sedimentareal, m <sup>2</sup>	Ingen standard	42000
Vannvolum, m <sup>3</sup>	Ingen standard	630000
Oppholdstid av vannet, år	Ingen standard	0,0082
Antall skipsanløp per år	Ingen standard	90
Trasélengde for skipsanløp, m	120	175
Oppvirvlet sediment per anløp, kg	Ingen standard	1000
Bunnareal påvirket av oppvirvling	Ingen standard	42000
Fraksjon leire i sedimentet	Ingen standard	0,4

### Risiko for spredning av miljøgifter

Estimert miljøgiftspredning totalt og via de tre transportveiene (biodiffusjon, resuspensjon fra propeller og transport i næringskjeden) er gitt i Tabell 41 og Tabell 43. Tabellene viser både miljøgiftflukser (mg/m<sup>2</sup> og år) og årlig transport for hvert stoff. Spredningen skal i følge veilederen beregnes separat for det totale delområdet, og områdene som påvirkes/ikke påvirkes av skipstrafikken. I dette tilfellet påvirkes hele delområdet slik at spredningen bare er vist for dette.

Det finnes ikke omforente akseptkriterier for spredning av miljøgifter, bare for konsekvenser av spredningen i form av risiko for human helse og økosystemet. I risikoveilederen sammenliknes spredningen med tilsvarende spredning fra et sediment som akkurat tilfredsstillende Trinn 1. Resultatene (Tabell 41) viser at de samme stoffene som overskrider grenseverdiene i Trinn 1 også overskrider spredningen fra et slikt sediment.

Tabell 41. Området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Beregnet miljøgiftspredning ( $\text{mg}/\text{m}^2$  og år) fra sedimentene samlet via biodiffusjon ( $F_{\text{diff}}$ ), propelloppvirvling ( $F_{\text{skip}}$ ) og gjennom næringskjeden ( $F_{\text{org}}$ ), spredning utenom propelloppvirvling, og faktor for overskridelse av total spredning i forhold til et sediment som tilfredsstillende Trinn 1.

Stoff	Beregnet spredning ikke påvirket av skipsoppvirvling ( $F_{\text{diff}} + F_{\text{org}}$ )		Beregnet spredning inkludert skipsoppvirvling ( $F_{\text{diff}} + F_{\text{org}} + F_{\text{skip}}$ )		Spredning ( $F_{\text{tot}}$ ) dersom $C_{\text{sed}}$ er lik grenseverdi for trinn 1 ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	$F_{\text{tot}}$ i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
	Maks ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	Middel ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	$F_{\text{tot, maks}}$ ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	$F_{\text{tot, middel}}$ ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )		Maks	Middel
Arsen	7,47	3,05	23,73	9,70	166,70		
Bly	1,24	0,49	55,94	21,93	185,41		
Kadmium	0,01	0,00	0,56	0,18	5,79		
Kobber	9,30	5,82	101,29	63,30	122,74		
Krom totalt (III + VI)	0,85	0,43	51,17	26,25	1245,77		
Kvikksølv	0,29	0,25	0,39	0,28	1,42		
Nikkel	13,14	9,34	54,87	38,99	132,70		
Sink	12,80	5,35	319,17	133,37	814,82		
Naftalen	5,48	3,25	8,88	4,12	144,13		
Acenaftalen	14,76	5,28	16,41	5,71	7,53	2,18	
Acenaften	38,14	13,19	40,51	13,82	15,43	2,63	
Fluoren	20,77	6,89	22,64	7,38	14,88	1,52	
Fenantren	105,68	29,99	115,99	32,62	13,15	8,82	2,48
Antracen	55,86	15,94	60,72	17,19	0,67	90,31	25,56
Fluoranten	4364,60	1131,06	4402,72	1140,75	1,17	3752,97	972,40
Pyren	1127,05	297,29	1147,47	302,50	3,47	330,48	87,12
Benzo(a)antracen	3873,65	989,74	3903,06	997,20	0,24	15957,21	4076,94
Krysen	6844,81	1744,00	6879,88	1752,90	1,59	4316,66	1099,83
Benzo(b)fluoranten	15719,69	4005,51	15747,00	4012,45	1,09	14507,64	3696,65
Benzo(k)fluoranten	3903,06	995,00	3915,49	998,17	0,96	4073,67	1038,49
Benzo(a)pyren	8909,49	2266,91	8926,98	2271,35	1,88	4755,44	1209,96
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2814,89	722,39	2820,51	723,83	0,14	20092,14	5156,25
Dibenzo(a,h)antracen	1176,58	303,58	1178,64	304,11	1,86	634,72	163,77
Benzo(ghi)perylene	3402,50	869,97	3409,27	871,70	0,08	40399,46	10329,53
PCB 28	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 52	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 101	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 118	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 138	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 153	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 180	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
Sum PCB7	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
DDT	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	0,06		
Tributyltinn (TBT-ion)	3,00	1,13	3,06	1,16	11,78		

Som kontroll på om beregnet spredning er sannsynlig har vi regnet ut den tiden det vil ta å tømme lageret av miljøgiftene i de øvre 10 cm av sedimentet med denne spredningen (Tabell 42). Lave tømmetider tilsier at Trinn 2 overestimerer spredningen av miljøgiftene. Dette synes å være tilfelle her, hvor alle PAH-forbindelsene har en tømmetid på under 5 år.

Det er også gjort beregning av samlet årlig transport av hvert av stoffene fra sedimentene i området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber (Tabell 43). Det er høy transport for PAH-forbindelsene (565 kg/år for PAH-16). Det er ganske lav transport for kobber (2,6 kg/år) og sink (5,6 kg/år). Spredningen av TBT er lav: 0,06 kg/år.

Tabell 42. Anslått tid for å tømme de øvre 10 cm av sedimentet for et stoff med de beregnede spredningshastighetene gitt i Tabell 13. Tømmetider på <5 år er merket rødt.

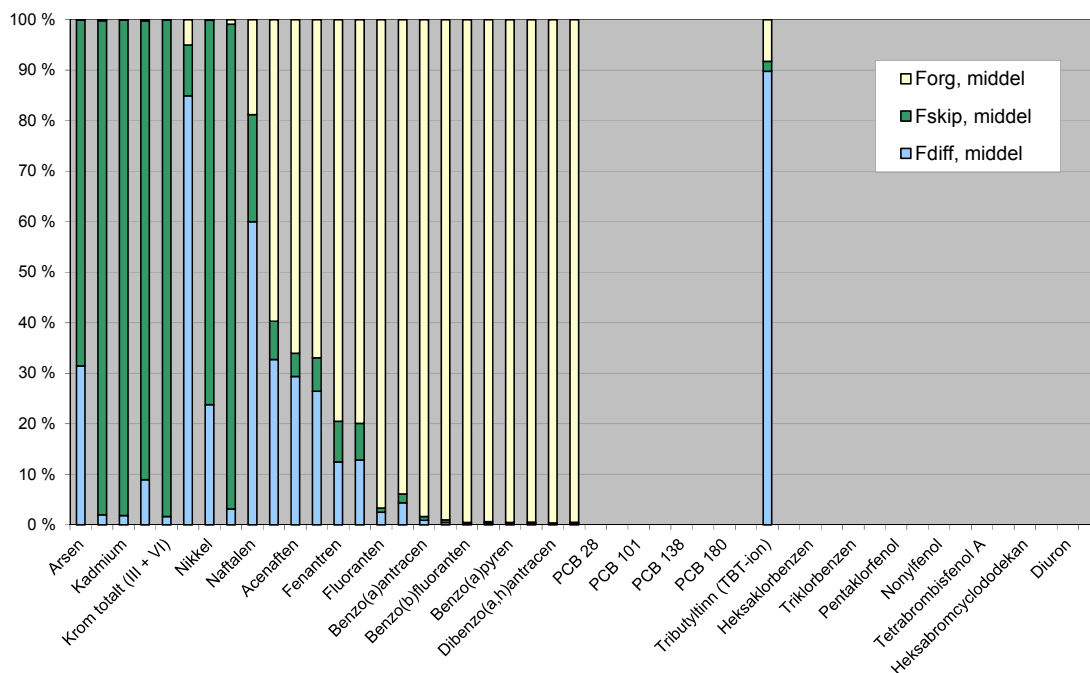
Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av	Stoff	Tid (år) for å tømme lageret i øvre 10 cm av
Arsen	14,2	Benzo(a)antracen	0,1
Bly	20,3	Krysen	0,1
Kadmium	20,4	Benzo(b)fluoranten	0,0
Kobber	18,9	Benzo(k)fluoranten	0,0
Krom totalt (III + VI)	20,5	Benzo(a)pyren	0,0
Kvikksølv	1,7	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0
Nikkel	15,8	Dibenzo(a,h)antracen	0,0
Sink	20,0	Benzo(ghi)perylene	0,0
Naftalen	2,8	Tributyltinn (TBT-) ion	0,1
Acenaftylen	0,5		
Acenaften	0,2		
Fluoren	0,8		
Fenantren	1,2		
Antracen	1,0		
Fluoranten	0,1		
Pyren	0,2		

Tabell 43. Årlig transport (kg/år) av miljøgifter fra sedimentene i området utenfor utskipingsanlegget til Rana gruber ut fra midlere sedimentkonsentrasjoner.

Stoff	Utot, [kg/år]	Stoff	Utot, [kg/år]
Arsen	0,41	Benzo(a)antracen	41,88
Bly	0,92	Krysen	73,62
Kadmium	0,01	Benzo(b)fluoranten	168,52
Kobber	2,66	Benzo(k)fluoranten	41,92
Krom totalt (III + VI)	1,10	Benzo(a)pyren	95,40
Kvikksølv	0,01	Indeno(1,2,3-cd)pyren	30,40
Nikkel	1,64	Dibenzo(a,h)antracen	12,77
Sink	5,60	Benzo(ghi)perylene	36,61
Naftalen	0,17	Sum PAH-16	565,14
Acenaftylen	0,24	Tributyltinn (TBT-) ion	0,06
Acenaften	0,58		
Fluoren	0,31		
Fenantren	1,37		
Antracen	0,72		
Fluoranten	47,91		
Pyren	12,71		

I Figur 18 er relativ betydning av de tre spredningsveiene vist. For metallene skyldes størstedelen av spredningen oppvirvling fra skipspropeller. Et unntak er kvikksølv som har større spredning fra sedimentet ved biodiffusjon. For PAH ser det ut til å være en tendens til at med økende molekylstørrelse skjer spredning i økende grad ved transport gjennom næringskjeden, og i mindre grad ved biodiffusjon. Oppvirvling fra skipspropeller ser ut til å ha mindre betydning for spredning av PAH-forbindelser fra sedimentene i dette området. Spredningen av TBT skjer i hovedsak gjennom biodiffusjon.

### Fordeling av spredningsmekanismer



Figur 18. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de tre spredningsveiene diffusjon ( $F_{diff}$  – blå), propelloppvirvling ( $F_{skip}$  – grønn) og gjennom næringskjeden ( $F_{org}$  – gul) i området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber.

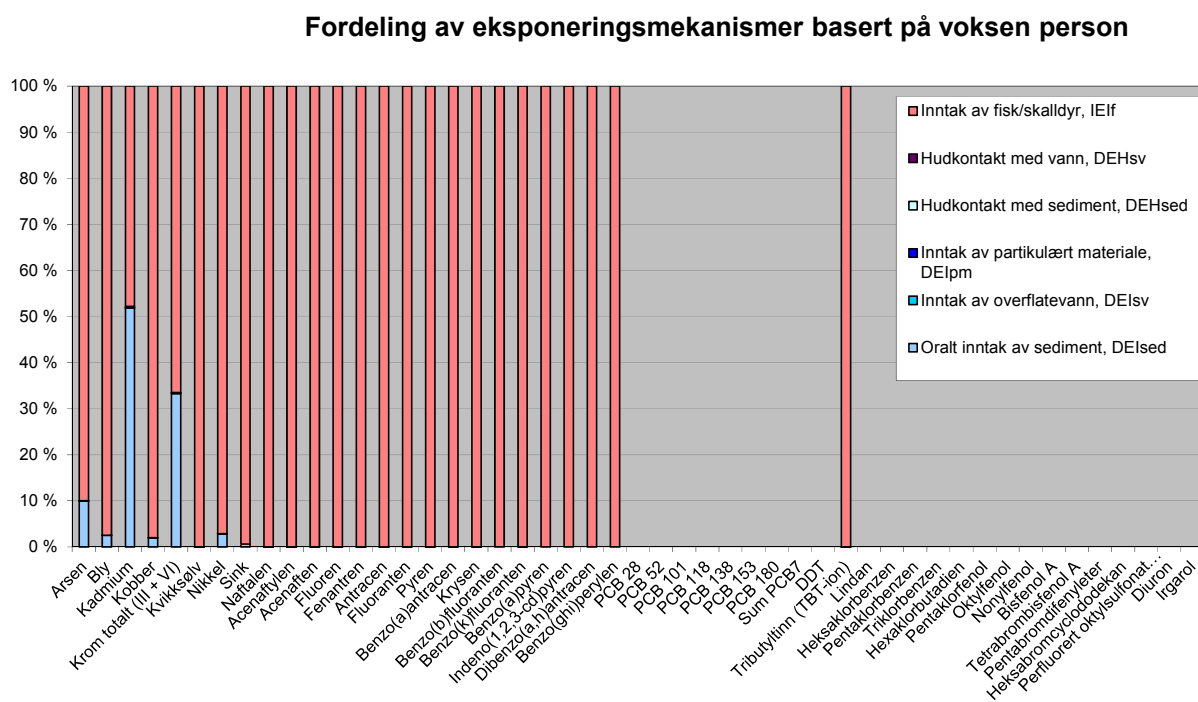
**Risiko for effekter på human helse**

Risikoen for skade på human helse bedømmes både gjennom konsum av sjømat som kan ha mottatt miljøgifter fra sedimentene og gjennom kontakt med miljøgifter i vann og suspendert sediment (bading). Tabell 44 viser beregnet samlet livstidseksposering til miljøgifter fra sedimentene, og hvorvidt denne overskrider vedtatte/anbefalte grenseverdier for slik eksponering. Det legges vekt på hvorvidt gjennomsnittsnivåene i sedimentet gir overskridelse. Det er overskridelse for kvikksølv og ni av PAH-forbindelsene, og høyest for benzo(a)pyren (kreftfremkallende). Sedimentene i dette området utgjør derfor en risiko for skade på human helse.

Tabell 44. Området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Beregnet total livstidseksposering (mg/kg kroppsvekt og dag) for de ulike miljøgiftene og faktor for overskridelse i forhold til grenseverdier for human risiko.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livs-tidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
	DOSE <sub>maks</sub> (mg/kg/d)	DOSE <sub>middel</sub> (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	3,38E-05	1,38E-05	1,00E-04		
Bly	4,17E-04	1,64E-04	3,60E-04	1,2	
Kadmium	3,07E-07	1,02E-07	5,00E-05		
Kobber	8,80E-04	5,50E-04	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	3,83E-05	1,97E-05	5,00E-04		
Kvikksølv	1,59E-04	4,65E-05	1,00E-05	15,9	4,7
Nikkel	2,79E-04	1,99E-04	5,00E-03		
Sink	9,53E-03	3,98E-03	3,00E-02		
Naftalen	9,85E-03	2,54E-03	4,00E-03	2,5	
Acenaftylen	4,22E-02	1,12E-02			
Acenaften	1,11E-01	2,99E-02			
Fluoren	6,16E-02	1,61E-02			
Fenantren	3,32E-01	8,48E-02	4,00E-03	83,1	21,2
Antracen	1,75E-01	4,49E-02	4,00E-03	43,9	11,2
Fluoranten	1,42E+01	3,61E+00	5,00E-03	2836,5	721,3
Pyren	3,64E+00	9,29E-01			
Benzo(a)antracen	1,26E+01	3,21E+00	5,00E-04	25281,7	6416,6
Krysen	2,24E+01	5,68E+00	5,00E-03	4472,0	1135,3
Benzo(b)fluoranten	5,14E+01	1,31E+01			
Benzo(k)fluoranten	1,28E+01	3,24E+00	5,00E-04	25511,8	6488,8
Benzo(a)pyren	2,91E+01	7,39E+00	2,30E-06	12660963,0	3214783,6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9,20E+00	2,35E+00	5,00E-04	18398,0	4709,9
Dibenzo(a,h)antracen	3,85E+00	9,91E-01			
Benzo(ghi)perylene	1,11E+01	2,84E+00	3,00E-03	3706,8	945,8
PCB 28	mangler	mangler			
PCB 52	mangler	mangler			
PCB 101	mangler	mangler			
PCB 118	mangler	mangler			
PCB 138	mangler	mangler			
PCB 153	mangler	mangler			
PCB 180	mangler	mangler			
Sum PCB7	mangler	mangler	2,00E-06		
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	8,26E-04	3,13E-04	2,50E-04	3,3	1,3

Fordelingen mellom de ulike eksponeringsveiene (Figur 19) viser at den viktigste eksponeringen til de fleste stoffene skjer gjennom konsum av lokal sjømat. Det frarådes å konsumere skjell fra indre Ranfjorden, og selv uten kostholdsrådet er området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber trolig ikke mye benyttet til innsamling av skjell til konsum.



Figur 19. Prosentvis fordeling av miljøgiftspredning på de ulike spredningsveiene fra sedimentet i området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber til mennesker.

### Risiko for økologiske effekter

Resultatene fra Trinn 1, både miljøgiftekonsentrasjoner og samlet toksisitet, viser at sedimentene i området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber utgjør en uakseptabel risiko for effekter på sedimentlevende organismer. Dette støttes av de målte og beregnede porevannskonsentrasjonene som viser stor overskridelse av omforente grenseverdier (PNEC – predicted no effect concentrations) for toksisitet i vann (Tabell 45) for TBT (faktor på 1391). For flere av PAH-forbindelsene er det store overskridelser av respektive PNEC-verdier. For kobber er det bare en liten overskridelse av PNEC-verdien.

Tabell 45. Området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Beregnede og målte porevannskonsentrasjoner av miljøgifter (mg/l), samt faktor for overskridelse av grenseverdier (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Målt porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)	C <sub>pv</sub> , maks (mg/l)	C <sub>pv</sub> , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,12E-03	4,58E-04	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	1,61E-04	6,33E-05	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Kadmium	1,92E-06	6,37E-07	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	1,72E-03	1,08E-03	ikke målt	ikke målt	6,4E-04	2,69	1,68
Krom totalt (III + VI)	1,92E-04	9,83E-05	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	målt	målt	3,70E-05	3,70E-05	4,8E-05		
Nikkel	2,68E-03	1,91E-03	ikke målt	ikke målt	2,2E-03	1,22	
Sink	1,92E-03	8,01E-04	ikke målt	ikke målt	2,9E-03		
Naftalen	målt	målt	3,90E-04	3,90E-04	2,4E-03		
Acenaftylene	målt	målt	3,30E-04	3,30E-04	1,3E-03		
Acenaften	målt	målt	7,30E-04	7,30E-04	3,8E-03		
Fluoren	målt	målt	3,70E-04	3,70E-04	2,5E-03		
Fenantren	målt	målt	8,10E-04	8,10E-04	1,3E-03		
Antracen	målt	målt	4,40E-04	4,40E-04	1,1E-04	4,00	4,00
Fluoranten	målt	målt	6,20E-03	6,20E-03	1,2E-04	51,67	51,67
Pyren	målt	målt	2,90E-03	2,90E-03	2,3E-05	126,09	126,09
Benzo(a)antracen	målt	målt	2,10E-03	2,10E-03	1,2E-05	175,00	175,00
Krysen	målt	målt	2,00E-03	2,00E-03	7,0E-05	28,57	28,57
Benzo(b)fluoranten	målt	målt	2,90E-03	2,90E-03	3,0E-05	96,67	96,67
Benzo(k)fluoranten	målt	målt	7,80E-04	7,80E-04	2,7E-05	28,89	28,89
Benzo(a)pyren	målt	målt	1,60E-03	1,60E-03	5,0E-05	32,00	32,00
Indeno(1,2,3-cd)pyren	målt	målt	6,50E-04	6,50E-04	2,0E-06	325,00	325,00
Dibenzo(a,h)antracen	målt	målt	1,60E-04	1,60E-04	3,0E-05	5,33	5,33
Benzo(ghi)perylene	målt	målt	6,80E-04	6,80E-04	2,0E-06	340,00	340,00
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	målt/mangler	målt/mangler	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06		
Tributyltinn (TBT-ion)	7,73E-04	2,92E-04	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	3679,65	1391,54

Konsentrasjon av miljøgifter i vannmassene som følge av den beregnede spredningen fra sedimentene er vist i Tabell 46. Beregnet TBT-konsentrasjon på basis av gjennomsnittskonsentrasjonene i sedimentene overskrider grenseverdiene for toksisitet i vann (PNEC) med en faktor på 2. Det er også små overskridelser av grenseverdiene for to av PAH-forbindelsene. Ut fra dette utgjør sedimentenes innhold av disse miljøgiftene en risiko for toksiske effekter på organismer i vannsøylen.

Tabell 46. Beregnede konsentrasjoner (fra spredningsestimatene – mg/l) av miljøgifter i vannmassene i området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber, samt faktor for overskridelse av grenseverdi (PNEC mg/l) for toksiske effekter i sjøvann.

Stoff	Beregnet sjøvannskonsentrasjon		Målt sjøvannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC <sub>w</sub> (mg/l)	Beregnet sjøvannskonsentrasjon i forhold til PNEC <sub>w</sub> (antall ganger):	
	C <sub>sv, maks</sub> (mg/l)	C <sub>sv, middel</sub> (mg/l)	C <sub>sv, maks</sub> (mg/l)	C <sub>sv, middel</sub> (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	1,2968E-05	5,3010E-06	ikke målt	ikke målt	4,8E-03		
Bly	3,0515E-05	1,1962E-05	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Kadmium	3,0459E-07	1,0094E-07	ikke målt	ikke målt	2,4E-04		
Kobber	5,5229E-05	3,4518E-05	ikke målt	ikke målt	6,4E-04		
Krom totalt (III + VI)	2,7970E-05	1,4350E-05	ikke målt	ikke målt	3,4E-03		
Kvikksølv	1,84E-07	1,47E-07	ikke målt	ikke målt	4,8E-05		
Nikkel	3,00E-05	2,13E-05	ikke målt	ikke målt	2,2E-03		
Sink	1,73E-04	7,23E-05	ikke målt	ikke målt	2,9E-03		
Naftalen	3,21E-06	1,83E-06	ikke målt	ikke målt	2,4E-03		
Acenaftilen	1,92E-06	1,26E-06	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Acenaften	3,52E-06	2,57E-06	ikke målt	ikke målt	3,8E-03		
Fluoren	2,09E-06	1,33E-06	ikke målt	ikke målt	2,5E-03		
Fenantren	7,85E-06	3,66E-06	ikke målt	ikke målt	1,3E-03		
Antracen	3,87E-06	1,89E-06	ikke målt	ikke målt	1,1E-04		
Fluoranten	3,64E-05	2,08E-05	ikke målt	ikke målt	1,2E-04		
Pyren	1,84E-05	1,01E-05	ikke målt	ikke målt	2,3E-05		
Benzo(a)antracen	2,09E-05	8,91E-06	ikke målt	ikke målt	1,2E-05	1,74	
Krysen	2,38E-05	9,46E-06	ikke målt	ikke målt	7,0E-05		
Benzo(b)fluoranten	2,11E-05	1,00E-05	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(k)fluoranten	8,47E-06	3,40E-06	ikke målt	ikke målt	2,7E-05		
Benzo(a)pyren	1,30E-05	5,85E-06	ikke målt	ikke målt	5,0E-05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4,38E-06	2,09E-06	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	2,19	1,05
Dibenzo(a,h)antracen	1,44E-06	6,08E-07	ikke målt	ikke målt	3,0E-05		
Benzo(ghi)perylene	5,07E-06	2,31E-06	ikke målt	ikke målt	2,0E-06	2,53	1,16
PCB 28	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 52	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 101	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 118	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 138	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 153	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
PCB 180	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
Sum PCB7	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt		mangler PNEC	mangler PNEC
DDT	mangler data	mangler data	ikke målt	ikke målt	1,0E-06	mangler data	mangler data
Tributyltinn (TBT-ion)	1,53E-06	5,79E-07	ikke målt	ikke målt	2,1E-07	7,30	2,76



### **5.5.3 Konklusjon – risikovurdering av området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber**

Samlet kan det konkluderes at området utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber utgjør en risiko for økologiske effekter i sedimenter på grunn av nivåene av PAH-forbindelsene. Sedimentene utgjør også en risiko for effekter i vannmassene. PAH-forbindelsene viser den høyeste årlige transporten ut fra sedimentene og denne skyldes både biodiffusjon, transport gjennom næringskjeden og noe oppvirvling fra propeller. PAH-forbindelser utgjør en risiko for skade på human helse, primært ved transport gjennom næringskjeden til skjell.

## 6. Oppsummering og anbefalinger

Risikovurderingen viser at de undersøkte områdene har sedimenter med miljøgifter i konsentrasjoner som overskrider grenseverdiene for økologiske effekter på organismer i sediment. Beregning av årlig transport av miljøgifter fra sedimentene viser at det lekker mest PAH ut fra sedimentet utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber (Tabell 47), hvor det ble funnet svært høy konsentrasjon av PAH på en stasjon samt høy konsentrasjon av PAH i porevann fra en stasjon. Beregningene viser at det er størst utlekking av kobber, bly og sink fra sedimentene i området utenfor Rana Industriterminal. En stor del av spredningen av miljøgifter skyldes oppvirvling av sedimenter fra skipspropeller. Sedimentene i alle delområdene utgjør risiko for skade på human helse, og først og fremst gjennom konsum av skjell.

Resultatene av miljøgiftkonsentrasjoner viser at sedimentene utgjør en uakseptabel risiko for effekter på både sedimentlevende organismer og på organismer i vannsøylen.

Tabell 47. Total årlig transport (kg/år) av miljøgifter fra sedimentene.

Stoff	Rana Industriterminal	Toraneskaia	Bulkterminalen	Rana Gruber
	Utot, kg/år	Utot, kg/år	Utot, kg/år	Utot, kg/år
Arsen	14,18	3,46	1,37	0,41
Bly	202,54	18,80	3,15	0,92
Kadmium	0,45	0,27	0,03	0,01
Kobber	114,28	29,55	10,00	2,66
Krom totalt (III + VI)	66,93	15,86	4,70	1,10
Kvikksølv	0,09	0,02	0,01	0,01
Nikkel	35,47	11,24	5,22	1,64
Sink	463,95	98,97	17,70	5,60
Naftalen	0,09	0,03	0,11	0,17
Acenaftalen	0,08	0,04	0,14	0,24
Acenaften	0,07	0,03	0,04	0,58
Fluoren	0,08	0,04	0,07	0,31
Fenantren	0,57	0,22	0,55	1,37
Antracen	0,21	0,10	0,19	0,72
Fluoranten	0,94	0,51	2,36	47,91
Pyren	0,81	0,39	1,07	12,71
Benzo(a)antracen	1,15	0,48	3,41	41,88
Krysen	1,38	0,66	7,99	73,62
Benzo(b)fluoranten	1,88	1,04	7,61	168,52
Benzo(k)fluoranten	0,97	0,49	2,54	41,92
Benzo(a)pyren	1,31	0,81	4,00	95,40
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,93	0,53	1,05	30,40
Dibenzo(a,h)antracen	0,17	0,16	0,36	12,77
Benzo(ghi)perylene	1,10	0,59	1,29	36,61
PAH-16	11,73	6,12	32,77	565,14
Tributyltinn (TBT-ion)	0,27	0,04	0,06	0,05

**Anbefalinger**

Kartleggingen viser at det på flere stasjoner er høyere konsentrasjoner av PAH-forbindelser i sedimentene enn det var i 2006. Risikovurderingen viser at det er høy utlekking av PAH fra sedimentene og at det er spesiell høy utlekking av PAH fra sedimentene utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Beregningene viser at miljøgifter spres fra sedimentene og at oppvirvling fra skipspropeller er en viktig årsak.

Fordi det er grunt utenfor kaiområdene slik at mye sediment med miljøgifter stadig blir virvlet opp av skipspropeller, kan det være aktuelt å gjøre tiltak på disse områdene. Mudring og utdyping utenfor kaiområdene vil kunne redusere utlekking av miljøgifter fra sediment til de overliggende vannmassene. Det er to områder som peker seg ut med størst risiko fra miljøgifter i sedimentene. Dette er områdene utenfor Bulkterminalen og utenfor utskipingsanlegget til Rana Gruber. Videre undersøkelser på disse to områdene kan omfatte:

- Bestemmelse av stedsspesifikke  $K_d$ -verdier (porevannsanalyser)
- Måling utlekking av miljøgifter fra sedimentene
- Måle bioakkumulasjon i sedimentlevende organismer.

Hensikten med disse målingene er å få en mer nøyaktig risikovurdering.

I tillegg kan det tas flere sedimentprøver innenfor disse områdene for å få et mer detaljert bilde av geografisk fordeling av risiko både innenfor de enkelte områdene og mellom områdene. For å belyse årsakene til forskjellene mellom prøvene som ble tatt i 2006 og de i denne undersøkelsen kan det tas sedimentkjerner hvor en ser på konsentrasjoner av miljøgifter i forskjellige dyp. En ny kjøring av SEDFLEX-modellen med nye data kan anbefales.

Det er allerede planlagt å utføre utdypingstiltak av området utenfor Toraneskaia.

Det må utarbeides en plan for deponering av mudrede masser.

**Usikkerhet i vurderingene**

For denne undersøkelsen var det på forhånd definert at sedimentprøvene skulle samles inn fra de samme stasjonene som i undersøkelsen fra 2006. For å utføre en god risikovurdering av sedimentområdene burde det vært analysert flere sedimentprøver fra områdene som ble risikovurdert. I denne undersøkelsen er det 2 til 4 sedimentprøver fra hvert av de fire områdene som ligger til grunn for risikovurderingene og det gir litt lite data.

I risikoveilederen er det tatt høyde for antatt usikkerhet ved at vurderingene er bevisst konservative. I dette ligger følgende:

- Fordelingskoeffisientene mellom sediment og vann ( $K_d$ ) og mellom vann og organismer (BCF) for de enkelte miljøgifter er valgt konservativt, dvs de skal sikre at man ikke underestimerer transporten av miljøgifter fra sedimentet til andre deler av økosystemet inklusive sjømat.
- Foreslåtte tall for sjablongverdier, og størrelser i beregningsverktøyet er også av samme grunn satt konservativt, men kan erstattes av mer realistiske verdier der dette er aktuelt (Trinn 3).

I denne risikovurderingen er det brukt en sjablongverdi på 1000 kg som mengde sediment som virvles opp per skipsanløp (se faktaboks 6 i risikoveilederen). Det er en viss usikkerhet knyttet til denne verdien.

Tømmehastighetene viser at beregnet utlekking er sterkt overestimert. Sannsynligvis gjelder dette også øvrige risikoestimer. Selv om absolutt risiko beregnet her er usikker, gir sammenligningen mellom

de ulike områdene et godt grunnlag for prioritering av oppryddingstiltak. Flere prøver vil gi bedre sammenligning mellom ulike delområder men vil ikke gi sikrere risikovurdering. For å bedre disse anbefales målinger av stedsspesifikke konstanter, utlekking og opptak i sedimentlevende organismer.

## 7. Referanser

Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment, TA-2229-2007.

Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A. & Laugesen, J. 2012. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. TA 2808/2011.

Helland, A. & Uriansrud, F. 2006. Kvantifisering av kilder til PAH-forurensning i indre del av Ranfjorden. NIVA rapport 5161-2006.

Kirkerud, L., Bokn, T., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., Magnusson, J. & Skei, J. 1977. Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 2. Innledende hydrografiske geokjemiske og biologiske undersøkelser. NIVA O-31/75.

Kirkerud, L., Haaksetad, M., Knutzen, J., Rygg, B., Skei, J. & Tryland, Ø. 1985. Basisundersøkelse i Ranafjorden – en marin industriresipient. Samlerapport (Overvåkingsrapport 207/86). NIVA rapport 207/86.

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

Myrvang, K. 2007. Tiltaksplan for Ranfjorden, Sandnessjøen-Leirfjord og Vefsnfjorden, Nordland fylke. Fase I – Sammenstilling av eksisterende informasjon og data om miljøtilstand og mulige forurensningskilder. Fylkesmannen i Nordland. Rapport nr. 03-2007.

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

## 8. Vedlegg

### 8.1 Analyseusikkerhet

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 1 av 16
Til skissert bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Date: 2008-08-10
		Godkjent:

#### SAMMENDRAG FRA DEN INTERN KVALITETSKONTROLL (GIR ET BILDE AV ANALYSEUSIKKERHETEN VED KJEMISKE ANALYSER)

Hvis ikke annet er angitt for de respektive analysevariable, inneholder tabellene nedenfor et sammendrag av resultatene fra den interne kvalitetskontroll for siste fullførte måleperiode. Metoder merket med \* er ikke akkreditert.

#### A - FYSIKALSK KJEMISKE BESTEMMELSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
A 1-1	pH		0.5 mmol/KCl-løsning, manuell	37	5,66	0,048
A 1-4	pH		0.5 mmol/KCl-løsning, robotmetode	36	5,69	0,055
A 2-1	Kond	ml/m	0.5 mmol/l KCl, manuell, WTW Isolab	44	7,52	0,067
A 2-3	Kond	ml/m	0.3 mmol/l KCl-løsning, robotmetode	20	7,48	0,072
A 3-2	Sal	PSU	Drybaksjevann	27	33,41	0,45
A3	Sal	PSU	Std. sjøvann IAPSO, (sann = 34,99252 PSU)	9	34,9934	0,00105
A 4-2	Turb	NTU	Renset vann	44	0,053	0,008
			Fermaxstandard, ca 20 NTU	43	20,1	0,06
			Fermaxstandard, ca 300 NTU	43	199,9	1,4
			Fermaxstandard, ca 780 NTU	45	999,1	2,6
A 5	Farge		Humm-løsning, ca 15	14	15,6	0,4
	Farge-U			20	14,5	0,6
	UV-ABS	abs/cm	Hummovye-løsning, ca. 100	26	97,4	4,9

#### B - USPESIFIKKE TORRSTOFFBESTEMMELSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
B 2	STS	mg/l	Syntetisk prøve, ca. 20	20	18,8	0,7
B 2	SGR	mg/l	Syntetisk prøve, ca. 6	20	6,3	0,8
B 3	TTS	mg/g	Bilkyll, leertandard, HSDw7	42	16,5	0,86
B 3	TGR	mg/g	Sedimentprøver, tørket, (reproduksjon)	3	333,7	5,0
				3	295,0	3,6
				3	621,7	3,3
B 4	TSM	mg/l	Dobbelanalyse naturlig prøve, (difference)	20	0,05	0,2

Y3Uikket.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
		Side 2 av 16
Informasjonsdokument	Til skrevet bruk	Utgave nr. 11
		Date: 2008-09-10
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Godkjent:

## C - UORGANISKE ANIONER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelsverdi	Std. avvik
C 1-2	Alk	mmol/l	Avionisert vann, luftboblet, robotmetode	51	0,031	0,0013
C 3-2	UOC	mg/l	Dobbeltanalyse naturlig prøve	35	0,000	0,032
C 4-3	F	µg/l	Maridalvann A 0,03 mg/l Multi Ion Standard 0,60 mg/l Multi Ion Standard	49 78 78	69,4 29,8 615	4,1 1,6 19
C 4-3	Cl	mg/l	Maridalvann A 0,03 mg/l Multi Ion Standard 0,60 mg/l Multi Ion Standard 6,00 mg/l Multi Ion Standard	49 78 78 78	2,06 0,0524 0,596 5,93	0,04 0,0044 0,021 0,17
C 4-3	SO4	mg/l	Maridalvann A 0,03 mg/l Multi Ion Standard 0,60 mg/l Multi Ion Standard 6,00 mg/l Multi Ion Standard	49 78 78 78	3,17 0,050 0,594 5,95	0,07 0,0085 0,019 0,21
C 4-3	NO3-N	µg/l	Maridalvann A 6,8 mg/l Multi Ion Standard 136 mg/l Multi Ion Standard 1355 mg/l Multi Ion Standard	49 78 78 78	283 5,5 133,9 1327	9,7 0,95 4,1 27
C 4-3	NO2-N	mg/l	0,010 mg/l spiket naturlig prøve 0,78 mg/l syntetisk	6 6	10,0 78,7	0,5 2,2
C 4-3	Br	mg/l	0,020 mg/l spiket naturlig prøve 0,075 mg/l syntetisk	6 6	21,3 78,0	2,2 4,2
C 4-3	Na	mg/l	Maridalvann B Syntetisk 1, 3,60 mg/l Syntetisk 2, 0,20 mg/l	78 48 48	1,70 3,55 0,209	0,03 0,07 0,010
C 4-3	K	mg/l	Maridalvann B Syntetisk 1, 1,44 mg/l Syntetisk 2, 0,08 mg/l	78 48 48	0,335 1,45 0,079	0,014 0,035 0,0034
C 4-3	Ca	mg/l	Maridalvann B Syntetisk 1, 3,60 mg/l Syntetisk 2, 0,20 mg/l	78 48 48	2,97 3,70 0,193	0,084 0,093 0,0063
C 4-3	Mg	mg/l	Maridalvann B Syntetisk 1, 1,44 mg/l Syntetisk 2, 0,08 mg/l	78 48 48	0,480 1,44 0,0794	0,025 0,057 0,0030
C 4-3	NH4-N	µg/l	Syntetisk 1, 360 µg/l Syntetisk 2, 20 µg/l	48 48	537,6 18,6	15, 1,2
C 7-2	SiO <sub>2</sub> -y	µg/l	257 µg/l, natriumsilikatløsning 1284 µg/l, natriumsilikatløsning	180 181	256,1 1285	7,3 23
C 8*	CO2	mg/l	Dobbeltanalyse naturlig prøve	187	-0,003	0,087

Ytvidde der:

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. V 3
Informasjonsdokument		Side 3 av 16
Til eksport bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Dato: 2008-09-10
		Godkjent:

## D - NITROGEN OG FOSFOR

Met. Nr.	Variabel	Enhet	Kontrollpross	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
D 1-1	PO4-P	µg/l	4 µg/l P, kaliumhydrogenfosfatløsning	78	4,05	0,25
			40 µg/l P	78	40,2	0,89
			400 µg/l P	78	400,2	4,1
D 2-1	TOT-P/L	µg/l	4,85 µg/l P, adenosinmonofosfatløsning	78	4,78	0,25
			48,5 µg/l P	78	48,1	1,10
			485 µg/l P	78	488,1	5,85
			4 µg/l P, kaliumhydrogenfosfatløsning	78	3,99	0,27
			40 µg/l P	78	39,8	0,66
			400 µg/l P	78	400,7	3,67
D 3	NO3-N	µg/l	5 µg/l N, kaliumnitratløsning	78	5,7	1,2
			50 µg/l	78	49,0	2,1
			780 µg/l	78	784	15
D 4	NO2-N	µg/l	10 µg/l, natriumnitritløsning	14	8,6	0,38
D 5-1	NH4-N	µg/l	6 µg/l, ammoniumsulfatløsning	99	6,15	0,66
			200 µg/l	78	198,5	2,6
D 5-1	NH4-N-U	µg/l	6 µg/l, ammoniumsulfatløsning	78	5,7	0,87
			200 µg/l	78	197,9	4,3
D 5-3	NH4-N-Du	mg/l	10 mg/l N, ammoniumkloridløsning	14	9,57	0,11
			25 mg/l N	14	24,3	0,28
D 6-1	TOT-N/L	µg/l	400 µg/l N, kaliumnitratløsning	36	419,7	12,3
			400 µg/l N, EDTA-løsning	36	414,1	12,9
G 6	T-N	%	Sulfonamid, 16,27 % N	20	16,44	0,21

YUdtker.doc



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
		Side 4 av 16
Informasjonsdokument	Til skulent bruk	Utgave nr. 11
		Dato: 2008-09-10
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Godkjent:

## E - METALLER

### Reaktivt og ikke-løslig aluminium

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
E 3-2	Al/R	µg/l	375 µg/l Al-løsning	100	377,0	6,2
E 3-2			15 µg/l Al-løsning	100	15,3	0,85
E 3-2	Al/I	µg/l	375 µg/l Al-løsning	100	380,6	3,9
E 3-2			15 µg/l Al-løsning	100	15,0	0,9

### Kvikksølv

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
E 4-3	Hg	µg/l	Hg L, synt 2, 20 µg/l	100	19,3	1,3
E 4-3	Hg	µg/l	Hg L, oppsl synt, 100 µg/l	43	108	12,5
E 4-3	Hg	µg/g	DORM 3, 0,409 µg/g	19	0,43	0,02
E 4-3	Hg	µg/g	Hg B lever 2, 0,092 ± 0,009 µg/g	20	3,64	0,16

### Analyse av vann med ICP-MS (metode E 8-3)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	An-tall	Middel-verdi	Std. avvik
Al	µg/l	SLRS-4, 54 µg/l	100	55,78	1,98
As	µg/l	SLRS-4, 0,68 µg/l	100	0,729	0,042
Ba	µg/l	SLRS-4, 12,2 µg/l	100	12,85	0,23
Be	µg/l	SLRS-4, 0,007 µg/l	100	0,012	0,005
Ca	µg/l	SLRS-4, 6200 µg/l	100	5741	137
Cd	µg/l	SLRS-4, 0,012 µg/l	100	0,013	0,002
Co	µg/l	SLRS-4, 0,033 µg/l	100	0,0347	0,0030
Cr	µg/l	SLRS-4, 0,33 µg/l	100	0,312	0,042
Cu	µg/l	SLRS-4, 1,81 µg/l	100	1,818	0,064
Pb	µg/l	SLRS-4, 103 µg/l	100	98,1	7,2
K	µg/l	SLRS-4, 680 µg/l	100	636,3	17,2
Mg	µg/l	SLRS-4, 1600 µg/l	100	1552	78
Mn	µg/l	SLRS-4, 3,37 µg/l	100	3,35	0,22
Mo	µg/l	SLRS-4, 0,21 µg/l	100	0,24	0,029
Na	µg/l	SLRS-4, 2400 µg/l	100	2199	108
Ni	µg/l	SLRS-4, 0,67 µg/l	100	0,619	0,069
Pb	µg/l	SLRS-4, 0,086 µg/l	100	0,079	0,0079
Sb	µg/l	SLRS-4, 0,23 µg/l	100	0,268	0,014
Sr	µg/l	SLRS-4, 26,3 µg/l	100	27,8	1,4
Tl	µg/l	SLRS-4, 0,050 µg/l	100	0,048	0,003
V	µg/l	SLRS-4, 0,32 µg/l	100	0,335	0,020
Zn	µg/l	SLRS-4, 0,91 µg/l	100	1,108	0,101

Y:\Utklær.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 5 av 16
Til eksternt bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Dato: 2008-09-10
		Godkjent:

#### Mikroølgeopplutning av biologisk materiale (E 10 – 4) og bestemmelse med ICP-MS (E 8-3)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ag	µg/g	DORM-3, (0,04 µg/g)	10	0,03	0,0068
Al	µg/g	DORM-3, (1700 µg/g)	12	1354	890
As	µg/g	DORM-3, 6,88 µg/g	12	8,34	0,38
Cd	µg/g	DORM -3, 0,29 µg/g	12	0,31	0,012
Cu	µg/g	DORM -3, 15,5 µg/g	12	14,5	0,55
Fe	µg/g	DORM -3, 347 µg/g	12	322	14
Co	µg/g	DORM -3, - µg/g	12	0,248	0,0094
Cr	µg/g	DORM -3, 1,89 µg/g	12	1,69	0,20
Mn	µg/g	DORM -3, (4,6 µg/g)	12	3,02	0,19
Ni	µg/g	DORM -3, 1,28 µg/g	12	1,25	0,11
Pb	µg/g	DORM -3, 0,395 µg/g	11	0,406	0,0099
Se	µg/g	DORM -3, (3,3 µg/g)	12	7,24	0,97
Sn	µg/g	DORM -3, 0,066 µg/g	12	0,070	0,016
Zn	µg/g	DORM -3, 51,3 µg/g	12	53,1	1,4

#### Sjovann, freonekstraksjon (metode E 11) og ICP-MS (metode E 8-3)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/l	CASS4-Fr-MS, 0,026 ± 0,003 µg/l	9	0,024	0,0019
Co	µg/l	NASS4-Fr-MS, 0,026 ± 0,003 µg/l	9	0,025	0,0014
Cu	µg/l	CASS4-Fr-MS, 0,592 ± 0,055 µg/l	9	0,583	0,035
Pb	µg/l	CASS4-Fr-MS, 0,0098 ± 0,0036 µg/l	9	0,011	0,0016
Ni	µg/l	CASS4-Fr-MS, 0,314 ± 0,030 µg/l	9	0,293	0,006
Zn	µg/l	CASS4-Fr-MS, 0,381 ± 0,057 µg/l	9	0,423	0,046

#### Bestemmelse av Ca, Mg og Na med ICP-AES i vann (metode E 9-1)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ca	mg/l	Syntetisk løsning AAK99/50, 0,685 mg/l	100	0,691	0,023
Ca	mg/l	Syntetisk løsning 9908B, 4,70 mg/l	100	4,83	0,082
Ca	mg/l	Syntetisk løsning AAK99, 34,8 mg/l	100	35,19	0,64
Mg	mg/l	Syntetisk løsning AAK99/50, 0,290mg/l	100	0,299	0,006
Mg	mg/l	Syntetisk løsning 9908B, 0,555 mg/l	100	0,577	0,011
Mg	mg/l	Syntetisk løsning AAK99, 14,6 mg/l	100	14,81	0,31
Na	mg/l	Syntetisk løsning AAK99/50, 0,098 mg/l	100	0,086	0,019
Na	mg/l	Syntetisk løsning 9908B, 2,16 mg/l	100	2,150	0,083
Na	mg/l	Syntetisk løsning AAK99, 5,02 mg/l	100	5,06	0,55

Y3Usikker.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
		Side 6 av 16
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk	Utgave nr. 11
		Dato: 2008-09-10
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Godkjent

Y:\Utklar.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 7 av 16
Til eksternt bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Dato: 2008-09-10
		Godkjent:

## Ferskvann og avløpsvann, direkte bestemmelse med ICP-AES, metode E 9-5

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Ag	mg/l	0,125 mg/l, ICP-KK-V	100	0,119	0,0033
Al	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	0,982	0,029
As	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,027	0,021
B	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,027	0,032
Ba	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,017	0,014
Be	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,029	0,012
Ca	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,014	0,017
Cd	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,014	0,011
Co	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,023	0,012
Cr	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,027	0,011
Cu	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,044	0,018
Fe	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,006	0,014
K	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-V	100	5,11	0,12
Li	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,017	0,016
Mg	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	0,995	0,016
Mn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,023	0,014
Mo	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,021	0,014
Na	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,025	0,072
Ni	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,032	0,014
P	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-V	100	4,93	0,08
Pb	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,008	0,011
S	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-V	100	5,22	0,13
Sb	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,042	0,015
Se	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,038	0,043
Si	mg/l	2,34 mg/l, ICP-KK-V	100	2,31	0,052
Sn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,008	0,016
Sr	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,005	0,014
Th	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,047	0,021
Ti	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,025	0,015
Tl	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	0,990	0,020
U	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,003	0,028
V	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,034	0,012
Zn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-V	100	1,028	0,013

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 8 av 16
Til eksistent bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Date: 2008-09-10
		Godkjent:

## Sjøvann, direkte bestemmelse med ICP-AES, metode E 9-5

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelverdi	Std. avvik
Ag	mg/l	0,125 mg/l, ICP-KK-5j	78	0,120	0,0031
Al	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	0,996	0,034
As	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,023	0,039
B	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	0,962	0,044
Ba	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,010	0,024
Be	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,000	0,026
Bi	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,022	0,035
Ca	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,044	0,023
Cd	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,020	0,026
Ce	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,008	0,028
Cr	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,012	0,021
Cu	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,012	0,030
Fe	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,030	0,029
K	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	5,63	1,14
Li	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,012	0,023
Mg	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	0,997	0,033
Mn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,010	0,021
Mo	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,016	0,027
Ni	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,018	0,023
P	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	4,98	0,21
Pb	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,000	0,027
S	mg/l	5,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	5,03	0,23
Sb	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,019	0,036
Se	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,007	0,045
Si	mg/l	2,34 mg/l, ICP-KK-5j	78	2,36	0,064
Str	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	0,994	0,019
Th	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,072	0,028
Ti	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,029	0,020
Tl	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,006	0,037
U	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,36	0,037
V	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,027	0,022
Zn	mg/l	1,00 mg/l, ICP-KK-5j	78	1,004	0,028

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument	Til eksistent bruk
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL	Godkjent

Oppslutning av sediment med salpetersyre (metode E 10-1), og ICP-AES (metode E 9-5)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelværdi	Std. avvik
Al	µg/g	MESS-3 / ICP	100	20438	1605
As	µg/g	MESS-3 / ICP	100	19,8	1,3
B	µg/g	MESS-3 / ICP	100	47,2	5,2
Ba	µg/g	MESS-3 / ICP	100	341,4	15,8
Be	µg/g	MESS-3 / ICP	100	1,13	0,065
Ca	µg/g	MESS-3 / ICP	100	13008	353
Cd	µg/g	MESS-3 / ICP	100	0,257	0,040
Co	µg/g	MESS-3 / ICP	100	11,1	0,34
Cr	µg/g	MESS-3 / ICP	100	33,7	2,3
Cu	µg/g	MESS-3 / ICP	100	31,4	1,4
Fe	µg/g	MESS-3 / ICP	100	32734	1043
Li	µg/g	MESS-3 / ICP	100	34,5	1,9
Mg	µg/g	MESS-3 / ICP	100	12184	409
Mn	µg/g	MESS-3 / ICP	100	271	7,4
Na	µg/g	MESS-3 / ICP	100	11351	342
Ni	µg/g	MESS-3 / ICP	100	36,2	1,2
P	µg/g	MESS-3 / ICP	100	996	33
Pb	µg/g	MESS-3 / ICP	100	17,2	0,74
S	µg/g	MESS-3 / ICP	100	1707	59
Si	µg/g	MESS-3 / ICP	100	2091	870
Sr	µg/g	MESS-3 / ICP	100	59,7	2,1
Ti	µg/g	MESS-3 / ICP	100	53,9	12,3
V	µg/g	MESS-3 / ICP	100	83,5	6,3
Zn	µg/g	MESS-3 / ICP	100	131,6	4,1

Y3Uvåker.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
		Side 10 av 16
Informasjonsdokument	Til eksternt bruk	Utgave nr. 11
		Dato: 2008-09-10
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Godkjent:

## Flussyreopplutning (metode E 10), og ICP-AES (metode E 9-5)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Al	µg/g	MESS3/HF/ICP, 85900 µg/g	50	80589	1743
As	µg/g	MESS3/HF/ICP, 21,2 µg/g	50	24,80	6,27
Ba	µg/g	MESS3/HF/ICP	50	937,6	19,5
Be	µg/g	MESS3/HF/ICP, 2,30 µg/g	50	2,37	0,08
Ca	µg/g	MESS3/HF/ICP, 14700 µg/g	50	13721	283
Co	µg/g	MESS3/HF/ICP, 14,4 µg/g	50	12,67	0,81
Cr	µg/g	MESS3/HF/ICP, 105 µg/g	50	95,5	3,8
Cu	µg/g	MESS3/HF/ICP, 33,9 µg/g	50	32,2	1,6
Fe	µg/g	MESS3/HF/ICP, 43400 µg/g	50	39830	922
K	µg/g	MESS3/HF/ICP, (26000) µg/g	50	25815	1041
Li	µg/g	MESS3/HF/ICP, 73,6 µg/g	50	69,3	1,52
Mg	µg/g	MESS3/HF/ICP, (16000) µg/g	50	16578	334
Mn	µg/g	MESS3/HF/ICP, 324 µg/g	50	308	12,5
Na	µg/g	MESS3/HF/ICP, (16000) µg/g	50	14808	924
Ni	µg/g	MESS3/HF/ICP, 46,9 µg/g	50	45,6	1,5
P	µg/g	MESS3/HF/ICP, (1200) µg/g	50	1098	40,5
Pb	µg/g	MESS3/HF/ICP, 21,1 µg/g	50	18,6	3,53
S	µg/g	MESS3/HF/ICP, (1900) µg/g	50	1710	97
Sr	µg/g	MESS3/HF/ICP, 129 µg/g	50	127,7	4,3
Ti	µg/g	MESS3/HF/ICP, 4400 µg/g	50	2758	483
V	µg/g	MESS3/HF/ICP, 243 µg/g	50	234,4	9,0
Zn	µg/g	MESS3/HF/ICP, 159 µg/g	50	145,5	5,3

## F - SPESIELLE ANALYSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
F 1-1	O2	mg/l	Winklertitring, ferskvann, diff. to parall.	20	-0,002	0,036
F 1-2	O2	mg/l	Winklertitring, sjøvann, diff. to parall.	129	-0,007	0,050
F 1-3	H2S	mg/l	Winklertitring, differanse to paralleller	12	0,06	0,038

## G - USPESIFIKT ORGANISK STOFF

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
G 2-2	COD/Cr	mg/l	50 mg/l, COD/CR	20	50,7	1,0
			500 mg/l, COD/Cr 500 PPM	20	500,0	3,0
G 4-2	TOC	mg/l	UV/peroksidisulfat, 0,5 mg/l C, KHfталat	100	0,499	0,016
			5,0 mg/l C, KHfталat	100	4,97	0,089
G 5-3	NPOC	mg/l	Katalytisk oksidasjon, 0,5 mg/l C sukrose	100	0,500	0,030
			Katalytisk oksidasjon, 5,0 mg/l C sukrose	100	5,00	0,11
G 6	T-C	%	Sulfanilamid, teoretisk verdi 41,84 %	100	41,83	0,13

Y3Usikker.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 11 av 16
Til skjøtens bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Dato: 2008-09-10
		Godkjent:

## H - ORGANISKE FORBINDELSER

Met. nr.	Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelverdi	Std. avvik
H 1-1	KLA-S	µg/l	Dobbeltanalyse	60	-0,08	0,47
H 4-1	POW		Metode 117, nrobenzen (teoretisk 1,9) toluen (teoretisk = 2,7) naftalen (teoretisk = 3,6)	7 7 2	1,84 3,01 3,3	0,05 0,07 -
H 4-2*	POW		Metode 107, brombenzen (teoretisk = 3,0) benzylalkohol (teoretisk = 1,1)	18 30	3,03 1,10	0,08 0

### PAH i vann (metode H 2-1 / 2-2)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelverdi	Std. avvik
Naftalen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	108,2	12,1
Acenafylen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	99,3	16,1
Arenafen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	102,7	7,8
Fluoren	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	102,9	12,9
Fenanton	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	104,1	11,6
Antracen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	100,7	9,2
Fluoranten	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	105,0	7,6
Pyren	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	102,1	6,7
Benz(a)antracen*	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	103,5	12,4
Chrysen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	52	104,1	10,1
Benzo(b+)fluoranten*	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	52	104,5	10,4
Benzo(k)fluoranten*	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	102,5	10,5
Benzo(a)pyren*	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	98,2	10,8
Inden(1,2,3-cd)pyren*	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	108,9	16,8
Dibenz(ac+ah)antrac.*	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	108,9	16,5
Benzo(ghi)perylene	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	122	107,8	13,2
Dibenzofluoranthen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	101,4	8,1
C1-naftalener	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	101,9	10,5
C2-naftalener	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	96,2	10,8
C3-naftalener	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	97,5	11,8
C1-fenantren	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	102,6	10,9
C2-fenantren	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	101,8	7,4
C3-fenantren	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	103,5	10,0
C1-dibenzofluoranthen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	102,8	9,2
C2-dibenzofluoranthen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	98,7	8,8
C1-dibenzofluoranthen	ng/l	Vann spiket med 78 ng/l	32	98,4	7,3

Y3Utkast.doc



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 12 av 16
Til skolebruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Date: 2008-09-10
		Godkjent:

## PAH i sedimenter (metode H 2-1 / H 2-3)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelværdi	Std. avvik
Naftalen	µg/kg	NIST 1944, 1650 ± 310	144	1128	188
Acenafthen	µg/kg	NIST 1944, 570 ± 30	144	537	78
Fluoreen	µg/kg	NIST 1944, 850 ± 30	144	408	125
Fenantren	µg/kg	NIST 1944, 5270 ± 220	144	5326	510
Antracene	µg/kg	NIST 1944, 1770 ± 330	144	1160	290
Fluorantene	µg/kg	NIST 1944, 8920 ± 320	144	8840	976
Pyren	µg/kg	NIST 1944, 9700 ± 420	144	8955	1028
Benz(a)antracene	µg/kg	NIST 1944, 4720 ± 110	144	4642	676
Chrysen	µg/kg	NIST 1944, 4900	67	5258	531
Benzo(b+j)fluorantene	µg/kg	NIST 1944, 3870 ± 420	67	5943	891
Benzo(k)fluorantene	µg/kg	NIST 1944, 4390	144	2515	638
Benzo(a)pyren	µg/kg	NIST 1944, 4300 ± 130	144	3709	665
Perylen	µg/kg	NIST 1944, 1170 ± 240	144	923	119
Ind.(1,2,3cd)pyren	µg/kg	NIST 1944, 2780 ± 110	144	2942	623
Dibenz(a,c+h)antracene	µg/kg	NIST 1944, 759	125	798	144
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg	NIST 1944, 2840 ± 78	144	2959	514

## PAH i biologisk materiale (bliskjell) (metode H 2-1 / H 2-4)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middelværdi	Std. avvik
Naftalen	µg/kg	SRM 2977, 19 ± 5	20	10,2	5,2
Acenafthylen	µg/kg	SRM 2977	20	1,82	0,93
Acenafthen	µg/kg	SRM 2977, 4,2 ± 0,4	20	2,7	0,6
Fluoreen	µg/kg	SRM 2977, 10,2 ± 0,4	20	8,3	1,5
Fenantren	µg/kg	SRM 2977, 35,1 ± 3,8	20	36,3	5,3
Antracene	µg/kg	SRM 2977, 8 ± 4	20	3,3	0,88
Fluorantene	µg/kg	SRM 2977, 38,7 ± 1,0	20	30,8	4,2
Pyren	µg/kg	SRM 2977, 78,9 ± 3,5	20	69,1	7,7
Benz(a)antracene	µg/kg	SRM 2977, 20,3 ± 0,8	20	17,3	1,9
Chrysen	µg/kg	SRM 2977, 88	20	43,7	3,9
Benzo(b+j)fluorantene	µg/kg	SRM 2977, 11,0 ± 0,28	20	16,6	2,7
Benzo(k)fluorantene	µg/kg	SRM 2977, 8,6	20	5,9	1,00
Benzo(e)pyren	µg/kg	SRM 2977, 13,1 ± 1,1	20	18,3	1,7
Benzo(a)pyren	µg/kg	SRM 2977, 8,35 ± 0,72	20	4,8	0,88
Perylen	µg/kg	SRM 2977, 3,5 ± 0,76	20	2,0	0,35
Ind.(1,2,3cd)pyren	µg/kg	SRM 2977, 4,84 ± 0,81	20	3,9	0,91
Dibenz(a,c+h)antracene	µg/kg	SRM 2977, 2 ± 0,2	20	1,8	0,50
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg	SRM 2977, 9,53 ± 0,43	20	9,0	1,8

YJU\dkk\ doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
		Side 13 av 16
Informasjonsdokument	Til ekstemt bruk	Utgave nr. 11
		Dato: 2008-09-10
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Godkjent:

## PAH i blåskjell (husstandard) (metode H 2-1 / 2-4)

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall	Middel-verdi	Std. avvik
Naftalen	µg/kg	PAH HSD#7	22	0,99	0,39
Acenaftylen	µg/kg	PAH HSD#7	22	1,18	0,78
Acenaften	µg/kg	PAH HSD#7	24	6,73	0,99
Fluoren	µg/kg	PAH HSD#7	24	9,14	1,93
Fenantren	µg/kg	PAH HSD#7	24	47,4	6,20
Antracen	µg/kg	PAH HSD#7	24	9,36	3,48
Fluoranten	µg/kg	PAH HSD#7	24	76,9	9,2
Pyren	µg/kg	PAH HSD#7	24	54,5	6,4
Benzo(a)antracen*	µg/kg	PAH HSD#7	24	15,4	4,1
Chrysen	µg/kg	PAH HSD#7	24	13,0	1,76
Benzo(b+j)fluoranten*	µg/kg	PAH HSD#7	24	11,5	2,56
Benzo(k)fluoranten*	µg/kg	PAH HSD#7	24	4,42	0,87
Benzo(e)pyren*	µg/kg	PAH HSD#7	24	14,6	1,83
Benzo(a)pyren*	µg/kg	PAH HSD#7	24	2,94	0,79
Perylen	µg/kg	PAH HSD#7	24	1,96	0,36
Indeno (1,2,3cd)pyren*	µg/kg	PAH HSD#7	24	2,28	0,61
Dibenz.(ac + ah)antrac.*	µg/kg	PAH HSD#7	24	0,54	0,145
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	PAH HSD#7	24	3,18	0,58
Dibenzothiofen	µg/kg	PAH HSD#7	24	2,99	0,52
C1-naftalener	µg/kg	PAH HSD#7	24	4,86	2,0
C2-naftalener	µg/kg	PAH HSD#7	24	18,8	4,0
C3-naftalener	µg/kg	PAH HSD#7	24	96,3	14,9
C1-fenantrener	µg/kg	PAH HSD#7	24	60,6	12,5
C2-fenantrener	µg/kg	PAH HSD#7	24	139,8	26,8
C3-fenantrener	µg/kg	PAH HSD#7	24	88,4	22,8
C1-dibenzothiofener	µg/kg	PAH HSD#7	24	8,54	1,69
C2-dibenzothiofener	µg/kg	PAH HSD#7	24	39,0	8,5
C1-dibenzothiofener	µg/kg	PAH HSD#7	24	77,3	20,5

## PAH i biologisk materiale, matolje (metode H 2-1 / H 2-5)

PAH	Enhet (våttvekt)	Kontrollprøve	Antall	Middel verdi	Std. avvik
Pyren	µg/kg	SRM 458, 9,4 ± 1,5	14	9,7	1,31
Chrysen + trifenylen	µg/kg	SRM 458, 4,9 ± 0,4	9	4,6	0,38
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	SRM 458, 1,87 ± 0,18	14	1,79	0,33
Benzo(a)pyren	µg/kg	SRM 458, 0,93 ± 0,09	15	0,88	0,25
Ind. (1,2,3-cd)pyren	µg/kg	SRM 458, 1,0 ± 0,007	8	1,04	0,18
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	SRM 458, 0,97 ± 0,07	15	0,98	0,17
Chrysen	µg/kg	SRM 458	5	5,2	0,74

Måleusikkerheten for de øvrige PAH-forbindelsene i matolje er sammenlignbare med biota, slik at kontrollresultatene for blåskjell kan benyttes som mål for disse forbindelsene.

Y3Usikker.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Sida 14 av 16
Til skjøtet bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Date: 2008-09-10
		Godkjent:

## PCB i spiket vann (metode H 3-1 / H 3-2) (PCB vann rel)

Variabel	Enhet	Spiket verdi	Antall	Middel -verdi	Std. avvik
CB 28	ng/l	100	80	97,3	12,9
CB 31	ng/l	100	79	98,5	11,4
CB 52	ng/l	100	80	102,2	12,5
CB 101	ng/l	100	77	89,4	12,3
CB 105	ng/l	100	77	99,1	9,5
CB 118	ng/l	100	77	100,0	11,1
CB 138	ng/l	100	78	102,5	12,1
CB 153	ng/l	100	78	102,0	11,6
CB 156	ng/l	100	78	99,1	10,6
CB 180	ng/l	100	79	101,3	9,8
CB 209	ng/l	100	77	102,4	11,9
HCb	ng/l	100	77	93,3	12,6
DDEpp	ng/l	100	75	96,5	12,6
TDEpp	ng/l	100	72	101,2	16,3
DDTpp	ng/l	100	72	114,0	26,0
HCH-alfa	ng/l	100	75	98,5	21,4
HCH-gamma	ng/l	100	74	103,3	21,9
Pentaklorbenzen	ng/l	100	77	89,2	15,7
Oktaklorstyren	ng/l	100	72	97,5	16,7

## PCB i marint sediment, SRM 1944, (metode H 3-1 / H 3-3)

Variabel	Enhet	Sertifisert verdi	Antall	Middel -verdi	Std. avvik
CB 28	µg/kg	80,8 ± 2,7	100	78,4	6,9
CB31	µg/kg	78,7 ± 1,6	100	76,3	7,4
CB 52	µg/kg	79,4 ± 2,0	100	67,4	7,8
CB 101	µg/kg	73,4 ± 2,5	100	62,2	10,4
CB 105	µg/kg	24,5 ± 1,1	100	23,1	3,1
CB 118	µg/kg	58,0 ± 4,3	100	50,3	6,5
CB 138	µg/kg	62,1 ± 3,0	100	58,0	8,1
CB 153	µg/kg	74 ± 2,9	100	60,2	8,2
CB 156	µg/kg	6,52 ± 0,66	100	6,7	1,3
CB 180	µg/kg	44,3 ± 1,2	100	40,4	3,9
CB 209	µg/kg	6,81 ± 0,33	100	6,9	1,8
HCb	µg/kg	6,03 ± 0,35	100	5,74	0,88
DDEpp	µg/kg	86,0 ± 12	100	67,8	8,8
TDEpp	µg/kg	108 ± 16	100	101,5	18,0
DDTpp	µg/kg	119 ± 11	100	168,7	50,3
HCHA	µg/kg	2,0 ± 0,3	100	1,72	1,31

Y:\Sikker.doc

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
Informasjonsdokument		Side 15 av 16
Til eksternt bruk		Utgave nr. 11
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Dato: 2008-09-10
		Godkjent:

## PCB i husstandard av blåskjell, (metode H 3-1 / H 3-4)

Variabel	Enhet		Antall	Middel -verdi	Std. avvik
CB 28	µg/kg	PCB HSD#7	40	0,034	0,049
CB31	µg/kg	PCB HSD#7	40	0,486	0,060
CB 52	µg/kg	PCB HSD#7	39	1,16	0,140
CB 101	µg/kg	PCB HSD#7	40	2,06	0,29
CB 105	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,73	0,082
CB 118	µg/kg	PCB HSD#7	40	1,79	0,21
CB 138	µg/kg	PCB HSD#7	40	2,69	0,28
CB 153	µg/kg	PCB HSD#7	39	2,98	0,35
CB 156	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,176	0,032
CB 180	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,600	0,066
CB 209	µg/kg	PCB HSD#7	38	0,040	0,018
HCb	µg/kg	PCB HSD#7	40	0,492	0,082
DDEpp	µg/kg	PCB HSD#7	40	0,592	0,050
TDEpp	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,514	0,068
DDTpp	µg/kg	PCB HSD#7	38	0,462	0,242
HCHA	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,042	0,015
HCH-gamma	µg/kg	PCB HSD#7	38	0,045	0,0089
Oktaklorstyren	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,045	0,024
QCB	µg/kg	PCB HSD#7	39	0,034	0,0072

## PCB i makrellolje (7dutch) (metode H 3-1 / H 3-4)

Variabel	Enhet	Sertifisert verdi	Antall	Middel -verdi	Std. avvik
CB28	µg/kg	22,5 ± 4,0	100	17,4	2,1
CB52	µg/kg	62 ± 9,0	100	59,5	6,9
CB101	µg/kg	164 ± 9,0	100	154,9	18,1
CB118	µg/kg	142 ± 20	100	123,5	11,1
CB153	µg/kg	317 ± 20	100	292,1	27,5
CB 180	µg/kg	73 ± 13	100	66,0	4,9

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING		NIVA-dokument nr. Y 3
		Side 16 av 16
Informasjonsdokument	Til skoleent bruk	Utgave nr. 11
		Date: 2008-09-10
ANALYSEUSIKKERHET - INTERNKONTROLL		Godkjent:

PCB i torskelever, (metode H 3-1 / H 3-4)

Variabel	Enhet		Antall	Middel -verdi	Std. avvik
CB 28	µg/kg	PCB SRM1588sa	73	25,9	3,3
CB31	µg/kg	PCB SRM1588sa	67	24,7	9,5
CB 52	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	66,3	7,5
CB 101	µg/kg	PCB SRM1588sa	73	138,0	20,2
CB 105	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	51,9	7,7
CB 118	µg/kg	PCB SRM1588sa	74	208,0	26,1
CB 138	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	214,4	22,9
CB 153	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	245,6	30,7
CB 156	µg/kg	PCB SRM1588sa	74	18,2	3,3
CB 180	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	93,8	9,8
CB 209	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	2,74	0,61
HCB	µg/kg	PCB SRM1588sa	73	135,4	14,3
DDEpp	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	528	55,8
TDEpp	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	229,2	41,5
DDTpp	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	483,3	119,1
HCHA	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	74,6	8,6
HCH-gamma	µg/kg	PCB SRM1588sa	75	19,3	3,2
Oktadecyren	µg/kg	PCB SRM1588sa	73	12,9	3,2
QCB	µg/kg	PCB SRM1588sa	66	17,4	3,9

Y3Uråker.doc

## 8.2 Analyserapporter

### 8.2.1 Sedimentprøver

Side nr. 1/22

Norsk  
Institutt  
for  
Vassforskning

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

## ANALYSE RAPPORT



Navn      RanfjordenSed  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2012-2723 v01  
O.nr. O 12329

13.02.2013

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

Prøvenr	Prøve-merket	Provetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	MIR st.1	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
2	MIR st.2	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
3	MIR st.3	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
4	MIR st.4	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Føøøøøø		1	2	3	4
		Metode	Metode				
Turkestoff	g	H3	4764	42	26	66	42
Kornfordeling <63µm	% s.v.	Intern*		96	97	92	92
Karbon, org. total	mg C/mg TS	G	6	5,5	5,8	5,5	1,8
Årsen	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	10	8,8	8,8	3,8
Kadmium	mg/kg TS	H3	EN ISO 17294*	0,12	0,12	0,18	0,082
Krom	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	22	19	23	6,1
Kobber	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	32	79	100	26
Jern	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	98000	18000	82000	18000
Svovelsulfid	mg/kg TS	H3	EN ISO 12948	0,022	0,018	0,017	0,009
Mangan	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	1600	1100	2000	2800
Niolybden	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	1,8	1,2	1,8	0,24
Nikkel	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	24	18	22	27
Sig	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	42	18	18	4,9
Sink	mg/kg TS	H3	EN ISO 11098	180	92	140	44
Stoffet i sediment	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,029	<0,01	<0,01	<0,01
Mud							
Årensaflyten	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,021	<0,01	<0,01	<0,01
Mud							
Fluoreen	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,027	<0,01	<0,01	0,01
Mud							
Fenantren	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,80	0,078	0,062	<0,01
Mud							
Anthracen	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,12	0,028	0,029	<0,01
Mud							
Fluorantren	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,84	0,16	0,14	0,012
Mud							
Fyren	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,83	0,14	0,13	0,018
Mud							
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	ISO/DIS 16702*		0,44	0,14	0,13	0,022
Mud							

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Chrysen	mg/kg TS	EksternEF	0,51	0,18	0,15	0,031
Benzo (b) fluoranten	mg/kg TS	H 2-3	0,66			
Benzo (b) fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-		0,21	0,20	0,022
Benzo (k) fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,44	0,13	0,11	0,013
Benzo (a) pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,55	0,16	0,15	0,014
Indeno (1,2,3cd) pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,49	0,098	0,11	<0,01
Dibenz (ac+ah) antrac. Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,11	0,026	0,031	<0,01

\* : Metoden er ikke akkreditert.

#### **Kommentarer**

- RET: prøvene i retur til kunden  
TOC og KORN analyseres på NIVA.  
Utført av Eurofins: SnOrg, ICP10, PAH16  
CHR: Rapportert som Krysen/Trifenylen

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Røkv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	MIR st.1	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
2	MIR st.2	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
3	MIR st.3	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
4	MIR st.4	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11

Analysevariabel	Enh.	Prøvens Metode	1	2	3	4
			0,61	0,10	0,14	<0,01
Benzolhalogenylen lod	µg/kg TS	ISO/IEC 14720-				
Sum PAH	µg/kg TS	Beregnet	4,769	<1,282	<1,222	<0,199
Sum PAH4	µg/kg TS	Beregnet	4,769	<1,282	<1,222	<0,199
Sum EPA	µg/kg TS	Beregnet	3,239	<0,984	<0,891	<0,132
Monobutylenn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 1,01	= 1,07	= 0,962	< 0,982
Dibutylenn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 1,22	= 1,07	= 0,962	< 0,982
Tributylenn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 1,01	= 1,07	= 0,962	< 0,982
Tetraphenylenn	µg/kg tv	AIR OC 129	= 1,01		= 0,962	< 0,982

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analysresultater gjelder kun for den prøven som er testet.



ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen)

Provenr	Prove nummer	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
5	MIR st 6	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
6	MIR st 8	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
7	MIR st 9	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
8	MIR st 10	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhhet	Prøve- Metode	5	6	7	8
Tørrestoff	%	HS 4744	64	69	68	70
Kornfordeling <filum	% t.v.	Intern*	99	99	99	99
Karbon, org. total	ug C/mg TS	G 8	3,1	<1,0	<1,0	<1,0
Asen	ug/kg TS	HS EM 190 11888	4,4	<1,2	2,0	1,4
Kadmium	ug/kg TS	HS EM 190 17194- 2	2,070	0,040	2,044	2,022
Krom	ug/kg TS	HS EM 190 11888	11	9,3	9,4	4,4
Kobber	ug/kg TS	HS EM 190 11888	49	28	24	22
Jern	ug/kg TS	HS EM 190 11888	14000	28000	24000	12000
Svikkeselv	ug/kg TS	HS EM 190 12044	0,002	0,001	0,002	<0,001
Mangan	ug/kg TS	HS EM 190 11888	2400	2800	3200	2800
Holyden	ug/kg TS	HS EM 190 11888	0,30	0,17	0,28	<0,15
Sikkel	ug/kg TS	HS EM 190 11888	19	18	14	7,7
Bly	ug/kg TS	HS EM 190 11888	4,2	5,1	4,5	2,9
Bink	ug/kg TS	HS EM 190 11888	88	42	41	27
Haftalen i sedimenter	ug/kg TS	190/D19 16702-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Arenafylen	ug/kg TS	190/D19 16702-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Arenafven	ug/kg TS	190/D19 16702-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Fluoren	ug/kg TS	190/D19 16702-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Fenantren	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,014	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Anthracen	ug/kg TS	190/D19 16702-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Fluoranten	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,028	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Pyren	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,020	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Benzo(a)antracen	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,014	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Chrysen	ug/kg TS	EksternEF	0,017	<0,01	0,011	<0,01
Benzo(b)fluoranten	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,018	<0,01	0,011	<0,01
Med						
Benzo(k)fluoranten	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,018	<0,01	<0,01	<0,01
Med						
Benzo(a)pyren	ug/kg TS	190/D19 16702-	0,011	<0,01	<0,01	<0,01
Med						

Denne analyse-rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyse-resultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Indeno(1,2,3cd)pyren mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mod					
Dibenz(ac+ah)antrac. mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mod					

\* : Metoden er ikke akkreditert.

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
5	MIR st.6	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
6	MIR st.8	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
7	MIR st.9	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
8	MIR st.10	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	5	6	7	8
Benso (ghi)perylene Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sum PAH	mg/kg TS	Beregnet	<0,192	<0,15	<0,151	<0,15
Sum PAH16	mg/kg TS	Beregnet	<0,192	<0,15	<0,151	<0,15
Sum KPAH	mg/kg TS	Beregnet	<0,1	<0,08	<0,082	<0,08
Monobutyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,947	< 0,942	< 0,964	< 0,948
Dibutyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,947	< 0,942	< 0,964	< 0,948
Tributyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,947	< 0,942	< 0,964	< 0,948
Triphenyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,947	< 0,942	< 0,964	< 0,948

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen).

Provenr	Prove-merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
9	MIR st.11	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
10	MIR st.12	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
11	MIR st.13	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
12	MIR st.14	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvens Metode	9	10	11	12
Torrstoff	%	IS 4704	74	67	58	71
Karbonsyreling <math>C_{org}</math>	% v.v.	Insean'	92	91	90	94
Karbon, org. total	mg C/mg TS	G 2	<math><1.0</math>	2.7	12.7	<math><1.0</math>
Arsen	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	<math><1.1</math>	2.4	7.4	<math><1.2</math>
Kadmium	mg/kg TS	HS EM ISO 17294*	0.024	0.049	0.25	0.020
Zink	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	5.4	12	23	6.8
Kobber	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	16	20	42	19
Jern	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	19000	31000	34000	11000
Kvikksølv	mg/kg TS	HS-EM ISO 12046	<math><0.001</math>	0.004	0.005	<math><0.001</math>
Kvinn	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	1400	3400	2600	1900
Nitrogen	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	<math><0.14</math>	0.80	1.2	0.22
Kvikksølv	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	2.0	1.7	1.8	2.0
Bly	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	2.5	6.8	25	2.9
Sink	mg/kg TS	HS EM ISO 11088	24	42	140	23
Haftalen i sediment	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.019	0.95	<math><0.01</math>
Hod						
Arenafrylen	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	<math><0.01</math>	0.26	<math><0.01</math>
Hod						
Arenafrylen	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	<math><0.01</math>	0.21	<math><0.01</math>
Hod						
Fluoranthen	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.018	0.47	<math><0.01</math>
Hod						
Fenantren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.060	2.4	<math><0.01</math>
Hod						
Anthracen	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.026	1.5	<math><0.01</math>
Hod						
Fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.093	4.0	<math><0.01</math>
Hod						
Pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.084	4.7	<math><0.01</math>
Hod						
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.13	5.2	<math><0.01</math>
Hod						
Chrysen	mg/kg TS	EksternEF	<math><0.01</math>	0.17	12	<math><0.01</math>
Benz(b)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.090	6.5	0.010
Hod						
Benz(k)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.069	4.2	<math><0.01</math>
Hod						
Benz(a)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702*	<math><0.01</math>	0.062	4.6	<math><0.01</math>
Hod						

Denne analysereporten får kun kopieren i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Indens (i.e. Indiggen) mg/kg TS	ISO/DIS 16700-	<0,01	0,026	1,8	<0,01
Hod					
Dibens (ac*ah) antras. mg/kg TS	ISO/DIS 16700-	<0,01	<0,01	0,46	<0,01
Hod					

\* : Metoden er ikke akkreditert.

---

Denne analyserapporten får kun kjøperen i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Proveur	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
9	MIR st.11	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
10	MIR st.12	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
11	MIR st.13	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
12	MIR st.14	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvens Metode	9	10	11	12
Benzol (ghi)perylen	ug/kg TS	ISO/DIS 16702- Met	<0,01	0,027	1,8	<0,01
Sum PAH	ug/kg TS	Beregnet	<0,18	<0,802	82,21	<0,18
Sum PAH4	ug/kg TS	Beregnet	<0,18	<0,802	82,21	<0,18
Sum IPAH	ug/kg TS	Beregnet	<0,00	<0,27	29,47	<0,00
Hexabutylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 0,894	< 0,957	< 1,05	< 0,928
Sekstetylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 0,894	< 0,957	2,62	< 0,928
Tributylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 0,894	< 0,957	8,44	< 0,928
Triphenylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 0,894	< 0,957	< 1,05	< 0,928

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
13	MIR st.15	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
14	MIR st.20	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
15	MIR st.21	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
16	MIR st.23	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11

Analysevariabel	Enhhet	Provenr Metode	13	14	15	16
Tenestoff	%	HS 4764	81	81	83	83
Sorrfordeling <filum	% r.v.	Intern*	81	80	81	81
Karbon, org. total	mg C/mg TS	S 6	9,2	16,0	11,6	18,6
Arsen	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	4,8	12	6,5	7,8
Bismut	mg/kg TS	HS EH ISO 17294-	0,058	1,8	0,22	0,22
z						
Brom	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	25	44	40	46
Kobber	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	56	79	80	65
Jern	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	28000	30000	22000	28000
Svikkeselv	mg/kg TS	HS-EH ISO 12946	0,012	0,11	0,081	0,098
Mangan	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	2000	590	550	490
Molybden	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	3,4	3,3	2,8	2,5
Nikkel	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	24	28	21	25
Sliv	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	12	87	82	78
Sink	mg/kg TS	HS EH ISO 11088	63	470	190	280
Stoffene i sediment	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-				
Blod			0,023	0,094	0,026	0,022
Arenafstylen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,027	0,066	0,012	0,023
Blod						
Arenafsten	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,038	0,073	0,023	0,042
Blod						
Fluoreen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,088	0,11	0,027	0,088
Blod						
Fenoksolen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,29	0,66	0,17	0,66
Blod						
Antrasen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,13	0,32	0,074	0,19
Blod						
Fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,48	1,2	0,29	0,82
Blod						
Pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,28	1,2	0,28	0,47
Blod						
Benzo(a)antrasen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,41	1,8	0,27	0,86
Blod						
Chrysen	mg/kg TS	EksternEF	0,49	1,8	0,21	0,89
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,82	2,6	0,48	0,92
Blod						
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,32	1,8	0,24	0,88
Blod						
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,28	2,4	0,24	0,64
Blod						

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Indene (1,2,3,4-dipyren) mg/kg TS	ISO/DIS 18702-Mod	0,28	1,8	0,81	0,48
Dibens (ac*ak) anthrac. mg/kg TS	ISO/DIS 18702-Mod	0,070	0,88	0,027	0,11

\* : Metoden er ikke akkreditert.

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.



ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
13	MIR st.15	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
14	MIR st.20	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
15	MIR st.21	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
16	MIR st.23	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11

Analysevariabel	Enhhet	Prøvens Metode	13	14	15	16
Benz(a)ghi(peri)lylen	ug/kg TS	ISO/DIS 16703- Met	0,27	2,0	0,34	0,49
Sum PAH	ug/kg TS	Beregnet	3,493	18,073	2,788	3,907
Sum PAH4	ug/kg TS	Beregnet	2,493	18,073	2,788	3,907
Sum IPAH	ug/kg TS	Beregnet	2,823	12,044	2,063	4,373
Hexabutylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 2,11	4,94	7,02	8,87
Sekstetylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 2,94	8,07	7,42	10,9
Tributylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 2,72	8,40	8,94	12,7
Triphenylenn	ug/kg tv	AIR OC 129	< 1,02	< 1,27	< 1,14	< 1,20

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
17	MIR et.24	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
18	MIR et.25	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
19	MIR et.28	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
20	MIR et.30	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhhet	Prøvens Metode	Provenr			
			17	18	19	20
Torrstoff	%	NS 4704	64	64	62	61
Kornfordeling <63µm	% v.v.	Intern*	59	90	87	71
Karbon, org. total	mg C/mg TS	G 8	11,2	12,8	8,1	7,1
Arsen	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	8,1	8,0	8,0	7,3
Kadmium	mg/kg TS	NS EN ISO 17294-1	2,25	2,25	2,5	2,052
Krom	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	47	30	33	29
Kobber	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	79	88	180	46
Jern	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	28000	21000	21000	19000
Kvikksølv	mg/kg TS	NS-EN ISO 12946	0,084	0,088	0,148	0,094
Mangan	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	800	990	990	310
Nitryden	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	2,8	1,7	8,0	1,3
Sikkel	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	24	18	16	18
Slur	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	140	290	800	90
Sink	mg/kg TS	NS EN ISO 11088	300	340	1800	180
Haftalen i sediment	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,027	0,047	<0,01	0,012
Arenafstylen	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,016	0,029	<0,01	0,016
Arenafsten	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,028	0,028	<0,01	0,011
Fluoreen	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,032	0,039	<0,01	0,020
Fenantren	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,27	0,21	0,068	0,18
Antracen	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,091	0,12	0,026	0,089
Fluocanten	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,48	0,82	0,12	0,28
Pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,46	0,49	0,13	0,27
Senso(a)antracen	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,62	0,87	0,18	0,20
Chrysen	mg/kg TS	EksternEF	0,60	0,99	0,17	0,21
Senso(b)fluocanten	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,74	1,0	0,36	0,28
Senso(k)fluocanten	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,47	0,62	0,23	0,18
Senso(a)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14703-Mod	0,89	0,72	0,23	0,22

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Indeno(1,2,3-cd)pyren mg/kg TS	ISO/DIS 18702-	0,04	0,04	0,18	0,22
Met					
Dibenz(a,c,h)antracen mg/kg TS	ISO/DIS 18702-	0,082	0,18	0,088	0,099
Met					

\* : Metoden er ikke akkrediteret.

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
17	MIR st 24	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
18	MIR st 25	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
19	MIR st 28	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
20	MIR st 30	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysestikket	Enhhet	Prøvenr		17	18	19	20
		Metode					
Bensol (gh) perylene	ng/kg TS	180/218 14701-		0,41	0,42	0,23	0,24
Met							
Sum PAH	ng/kg TS	Beregnet		4,574	6,07	<1,617	2,177
Sum PAH16	ng/kg TS	Beregnet		4,574	6,07	<1,617	2,177
Sum EPAH	ng/kg TS	Beregnet		3,829	4,917	<1,378	1,861
Monobutylenn	ug/kg tv	AIR OC 129		0,31	1,08	1,78	< 0,929
Dibutylenn	ug/kg tv	AIR OC 129		4,16	2,24	0,84	< 0,929
Tributylenn	ug/kg tv	AIR OC 129		0,70	1,80	2,74	< 0,929
Triphenylenn	ug/kg tv	AIR OC 129		< 0,980	< 1,08	< 1,10	< 0,929

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove-merket	Provetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
21	MIR st.34	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
22	MIR st.36	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
23	MIR st.37	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
24	MIR st.38	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhhet	Førrens		21	22	23	24
		Metode	Metode				
Tørrestoff	%	H3	4724	81	83	82	81
Tørrefordeling <42µm	% v.v.	Intern*		72	81	82	82
Karbon, org. total	mg C/mg TS	0	6	9,0	8,4	7,6	9,2
Kvass	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	6,2	8,9	8,1	6,1
Kadmium	mg/kg TS	H3	EH ISO 17294-	0,074	0,10	0,085	0,041
Zink	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	28	17	30	18
Kobber	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	58	44	43	24
Jern	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	17000	21000	24000	18000
Urickealt	mg/kg TS	H3	EH ISO 12946	0,027	0,009	0,003	0,014
Sløtten	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	230	2700	240	240
Silisyden	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	0,79	1,2	2,5	0,48
Nikkel	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	16	23	21	10
Kly	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	68	8,4	26	23
Sink	mg/kg TS	H3	EH ISO 11088	140	68	100	68
Deftalen i sediment	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,011	<0,01	0,012	0,018
Hod							
Arenaflyten	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,012	<0,01	<0,01	0,002
Hod							
Arenafeten	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	<0,01	<0,01	<0,01	0,018
Hod							
Fluoren	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,013	<0,01	0,011	0,006
Hod							
Fenantren	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,11	0,094	0,080	0,20
Hod							
Antracen	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,044	0,019	0,024	0,081
Hod							
Fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,22	0,067	0,18	0,39
Hod							
Pyren	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,23	0,064	0,14	0,35
Hod							
Sens (a) antracen	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,18	0,14	0,26	0,30
Hod							
Chrysen	mg/kg TS	EksternEF		0,18	0,20	0,31	0,34
Sens (b) fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,30	0,14	0,27	0,42
Hod							
Sens (b) fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,20	0,082	0,15	0,30
Hod							
Sens (a) pyren	mg/kg TS	ISO/DIS	14703-	0,20	0,077	0,15	0,35
Hod							

Denne analyse rapporten gir kun kopieret i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyse resultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Indens (i.e. Scd)pyren mg/kg TE	ISO/DIS 14703- Met	0,22	0,039	0,11	0,33
Dibens (acnah) anthrac. mg/kg TE	ISO/DIS 14703- Met	0,084	<0,01	0,028	0,084

\* : Metoden er ikke akkreditert.

Denne analyserapporten får kun kjøperen i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
21	MIR st.34	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
22	MIR st.36	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
23	MIR st.37	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.01-2012.12.11
24	MIR st.38	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	21	22	23	24
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,26	0,045	0,12	0,39
Mod						
Sum PAH	mg/kg TS	Beregnet	<1,953	<0,817	<1,575	3,232
Sum PAH16	mg/kg TS	Beregnet	<1,953	<0,817	<1,575	3,232
Sum KPAH	mg/kg TS	Beregnet	1,354	<0,698	1,29	2,138
Monobutyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,977	< 0,932	< 1,01	< 0,990
Dibutyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,977	1,16	< 1,01	< 0,990
Tributyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,977	1,23	< 1,01	< 0,990
Triphenyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129	< 0,977	< 0,932	< 1,01	< 0,990

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøve nr.	Prøve-merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
25	MIR ut.39	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
26	MIR ut.40	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøve nr.		25	26
		Metode			
Torrstoff	%	IS 4764		80	83
Kornfordeling <0,075 mm	% s.v.	Inneen'		71	88
Karbon, org. total	mg C/mg TS	G 4		7,7	4,3
Kobber	mg/kg TS	IS EM 190 11008		4,3	<1,0
Kadmium	mg/kg TS	IS EM 190 17204-		0,048	<0,016
Zink	mg/kg TS	IS EM 190 11008		28	3,1
Kobber	mg/kg TS	IS EM 190 11008		31	4,5
Jern	mg/kg TS	IS EM 190 11008		14000	3400
Etikkveiv	mg/kg TS	IS EM 190 12046		0,026	0,004
Mangan	mg/kg TS	IS EM 190 11008		240	47
Wolfram	mg/kg TS	IS EM 190 11008		0,44	<0,16
Nikkel	mg/kg TS	IS EM 190 11008		15	3,1
Bly	mg/kg TS	IS EM 190 11008		51	6,9
Sink	mg/kg TS	IS EM 190 11008		120	<24
Hafnium i sedimenter	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,011	<0,01
Mod					
Asenaflyten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,011	<0,01
Mod					
Asenaflyten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		<0,01	<0,01
Mod					
Fluorren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,017	<0,01
Mod					
Fenantren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,12	0,084
Mod					
Antrasen	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,062	0,022
Mod					
Fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,22	0,13
Mod					
Pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,23	0,19
Mod					
Benz(a)antren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,17	0,11
Mod					
Chrysen	mg/kg TS	ExternEF		0,18	0,11
Benzo(h)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,29	0,16
Mod					
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,19	0,12
Mod					
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,20	0,12
Mod					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,20	0,14
Mod					
Dibenz(a,h)antrac.	mg/kg TS	ISO/DIS 14702-		0,080	0,032

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.



Mod		
-----	--	--

\* : Metoden er ikke akkreditert.

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prove- merket	Provetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
25	MIR st.39	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
26	MIR st.40	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		25	26
		Metode			
Benzo (ghi)perylen	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-		0,28	0,18
Mod					
Sum PAH	mg/kg TS	Beregnet		<1,911	<1,16
Sum PAH16	mg/kg TS	Beregnet		<1,911	<1,16
Sum KPAH	mg/kg TS	Beregnet		1,291	<0,802
Monobutyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129		4,02	< 0,964
Dibutyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129		4,29	< 0,964
Tributyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129		11,8	< 0,964
Triphenyltinn	µg/kg tv	AIR OC 129		< 0,964	< 0,964

Norsk institutt for vannforskning

Anne Wesmann  
Laboratorietekniker

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2723 v01

(fortsettelse av tabellen):

**VEDLEGG**

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

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

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

<sup>1</sup> Både a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

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

# ANALYSE RAPPORT



Navn **RanfjordenSed**  
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2012-2724 v01 O.nr. O 12329	20.02.2013

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St.13 kloakkutslipp MIP	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
2	St.14 Toranes kaia	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
3	St.15 Bulkterminalen	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
4	St.16 RIT kaia	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
5	St.19 RN2	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Tørrestoff	%	NS 4764	57	58	63	58	65
Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	21	69	78	80	74
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	13,8	14,1	5,8	14,3	6,7
Arsen	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	13	7,3	4,0	6,2	5,7
Kadmium	mg/kg TS	NS EN ISO 17294-2	1,1	0,33	0,087	0,27	0,16
Krom	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	260	39	22	39	36
Kobber	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	660	68	44	42	73
Jern	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	160000	27000	20000	19000	29000
Kvikksølv	mg/kg TS	NS-EN ISO 12846	0,024	0,046	0,011	0,051	0,016
Mangan	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	2300	580	1200	430	1000
Molybden	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	82	4,4	2,6	2,0	4,8
Nikkel	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	300	26	21	19	31
Bly	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	32	39	9,8	42	15
Sink	mg/kg TS	NS EN ISO 11885	140	190	57	230	81
Naftalen i sediment Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,014	0,082	0,016	0,029	0,023
Acenaftylen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,054	0,021	<0,01	<0,01	0,018
Acenaften Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,026	0,025	0,014	0,033	0,043
Fluoren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,18	0,041	0,019	0,030	0,069
Fenantren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	1,4	0,33	0,12	0,21	0,29
Antracen Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	0,81	0,13	0,062	0,065	0,19
Fluoranten Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	2,1	0,56	0,22	0,32	0,65
Pyren Mod	mg/kg TS	ISO/DIS 16703-	1,9	0,54	0,18	0,26	0,60

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Benz(a)antracen	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	2,1	0,44	0,23	0,21	0,43
Chrysen	mg/kg TS	H 2-2	2,8	0,49	0,33	0,24	0,31
Benzo(h)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	1,8	2,0	0,21	0,23	0,46
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	0,77	0,32	0,21	0,21	0,43
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	1,1	1,8	0,22	0,26	0,41
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	0,43	1,1	0,18	0,21	0,27
Dibenz(a,h)antracen	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	0,17	0,32	0,042	0,054	0,11
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	ISO/DIS 14700- flod	0,43	1,3	0,17	0,23	0,41

\* : Metoden er ikke akkreditert.

#### Kommentarer

- 1 RET: Vannprovene i retur til kunden  
TOC og KORN analyseres på NIVA.  
CHR: rapportert som krysen/trifenylen  
MPhT-Sm bestemmes ikke av eurofins  
DPHT-Sm bestemmes ikke av eurofins  
Lagt til rapportering av BBF 11/12-12 TOL
- 2 CHR: rapportert som krysen/trifenylen
- 3 CHR: rapportert som krysen/trifenylen
- 4 CHR: rapportert som krysen/trifenylen

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2724 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve- merket	Prøvetaking- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St.13 kloakkutslipp MIP	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
2	St.14 Toranes kai	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
3	St.15 Bulkterminalen	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
4	St.16 RIT kai	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11
5	St.19 RN2	2012.10.15	2012.10.29	2012.11.02-2012.12.11

Analysevariabel	Enh.	Prøvenr	1	2	3	4	5
Sum PAH	µg/kg TS	Beregnet	14.514	8.069	<1.964	<2.591	4.803
Sum PAH4	µg/kg TS	Beregnet	14.514	8.069	<1.964	<2.591	4.803
Sum EFPAH	µg/kg TS	Beregnet	8.944	7.122	1.479	1.863	3.182
Monobutyltin	µg/kg tv	AIR OC	< 0.999	4.80	< 1.14	19.8	< 1.11
129							
Dibutyltin	µg/kg tv	AIR OC	< 0.999	7.81	< 1.14	21.4	1.82
129							
Tributyltin	µg/kg tv	AIR OC	< 0.999	12.5	< 1.14	14.8	2.27
129							
Monophenyltin	µg/kg s.v. H 14-1*		m	m	m	m	m
Diphenyltin	µg/kg s.v. H 14-1*		m	m	m	m	m
Triphenyltin	µg/kg tv	AIR OC	< 0.999	< 1.14	< 1.14	< 1.01	< 1.04
129							

m : Analyseresultat mangler.

\* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Anne Weismann  
Laboratorietekniker

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2724 v01

(fortsettelse av tabellen):

**VEDLEGG**

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

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

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

<sup>1</sup> Både a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

## 8.2.2 Prøver av porevann

Side nr. 1/6

Norsk  
Institutt  
for  
Vanuforskning

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

ANALYSE  
RAPPORT

Navn RantfjordenSed  
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse: Rakv.nr. 2012-2922 v-01 O.nr. O 12329	Dato 15.02.2013
------------------	--	--------------------

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

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Porevann MIR st.12	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28
2	Porevann MIR st.15	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28
3	Porevann MIR st.23	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28
4	Porevann MIR st.25	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28

Analysevariabel	Prøvenr		1	2	3	4
	Subst	Metode				
Arsen	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Kadmium	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Krom	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Kobber	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Jern	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Svikkelsv	ug/l	EksternEF	0,037		0,003	
Svikkelsv 12846	ug/l	MS-RM 120		0,006		
Svikkelsv	ug/l	EksternEF				0,004
Kviksilv	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Molybden	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Nikkel	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Bly	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
Sink	ug/l	EksternEF	=	=	=	=
ICP-MS analyser		EksternEF	=	=	=	=
Naftalen	ug/l	Intern metode	0,33	0,097	0,084	0,033
Acenafylen	ug/l	Intern metode	0,22	0,028	<0,02	<0,02
Acenaftefen	ug/l	Intern metode	0,73	0,087	0,043	<0,02
Fluoren	ug/l	Intern metode	0,97	0,097	0,043	<0,02
Fenantren	ug/l	Intern metode	0,81	0,36	0,38	0,082
Antracen	ug/l	Intern metode	0,44	0,10	0,071	<0,02
Fluoranten	ug/l	Intern metode	6,2	0,64	0,41	0,072
Pyren	ug/l	Intern metode	2,9	0,37	0,26	0,074
Benzo(a)antracen	ug/l	Intern metode	2,1	0,24	0,10	0,033
Chrysen	ug/l	EksternEF	2,0	0,31	0,11	0,039
Benzo(b+j)fluoranten	ug/l	EksternEF	2,9	0,37	0,18	0,12
Benzo(k)fluoranten	ug/l	Intern metode	0,73	0,11	0,043	0,049
Benzo(a)pyren	ug/l	Intern metode	1,6	0,20	0,086	0,033
Indeno(1,2,3-cd)pyren	ug/l	Intern metode	0,63	0,088	0,043	0,033
Dibenz(a,c+h)antracen	ug/l	Intern metode	0,16	0,027	<0,02	0,021
Benzo(ghi)perylen	ug/l	Intern metode	0,63	0,100	0,084	0,12

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.



m : Analyseresultat mangler.

**Kommentarer**

- 1      Sendes Eurofin  
CHR: Rapportert som Krysen/Trifenylen  
BBJF: Rapportert som Benzo[b]fluoranten  
Pga lite vann utgir metallene  
Pga lite vann blir deteksjonsgrensen på PAH forhøyet

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2922 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve- merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Porevann MIR st.12	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28
2	Porevann MIR st.15	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28
3	Porevann MIR st.23	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28
4	Porevann MIR st.25	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28

Analysevariabel	Enhet	Metode	Prøvenr			
			1	2	3	4
Sum FAH	ug/l	Beregnet	23,04	8,191	<1,861	<0,891
Sum FAH16	ug/l	Beregnet	23,04	8,191	<1,861	<0,891
Sum EFAN	ug/l	Beregnet	10,58	1,442	<0,608	0,462

Denne analysereporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2922 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provent	Prøve- merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
5	Porsvann MPR ut.28	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28

Analysevariabel	Følgelig		S
	Enhet	Metode	
Arsen	mg/l	EksternEF	m
Kadmium	mg/l	EksternEF	m
Krom	mg/l	EksternEF	m
Kobber	mg/l	EksternEF	m
Lead	mg/l	EksternEF	m
Kvikksølv	mg/l	EksternEF	<0,002
Mangan	mg/l	EksternEF	m
Polysiden	mg/l	EksternEF	m
Plumb	mg/l	EksternEF	m
Sink	mg/l	EksternEF	m
ICD10 analyser		EksternEF	m
Heftalen	µg/l	Intern	0,087
metode			
Arenafyllen	µg/l	Intern	<0,02
metode			
Arenafyllen	µg/l	Intern	0,044
metode			
Fluocen	µg/l	Intern	<0,02
metode			
Fenantren	µg/l	Intern	0,094
metode			
Anthracen	µg/l	Intern	0,020
metode			
Fluocanten	µg/l	Intern	0,061
metode			
Fyren	µg/l	Intern	0,069
metode			
Benz(a)anthracen	µg/l	Intern	0,029
metode			
Chrysen	µg/l	EksternEF	0,026
Benz(b)fluocanten	µg/l	EksternEF	0,069
Benz(k)fluocanten	µg/l	Intern	<0,02
metode			
Benz(a)pyren	µg/l	Intern	0,041
metode			
Inden(1,2,3cd)pyren	µg/l	Intern	0,039
metode			
Dibenz(ac,ah)anthracen	µg/l	Intern	<0,02
metode			
Benz(ghi)perylene	µg/l	Intern	0,043
metode			

m : Analyseresultat mangler.

Denne analyserapporten får kun kopieren i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-2922 v01

(fortsettelse av tabellen):

Provenr	Prove- merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
5	Porsvann MIR ut 28	2012.10.15	2012.11.16	2012.11.23-2012.11.28

Analysevariabel	Føørens		S
	Enhet	Metode	
Sum PAM	ug/l	Beregnet	<0,472
Sum PAM10	ug/l	Beregnet	<0,472
Sum PPM	ug/l	Beregnet	<0,272

Norsk institutt for vannforskning

Anne Wesmann  
Laboratorietekniker

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rskv.nr. 2013-2922 v01

(fortsettelse av tabellen):

**VEDLEGG**

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

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

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

---

<sup>1</sup> Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

## 8.2.3 Prøver av blåskjell

Side nr. 1/3

Nærsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

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

ANALYSE  
RAPPORT

Navn RanfjordenSed  
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rakvnr. 2012-3002 v01	18.02.2013
	Om. O 12329	

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

Prøvenr	Prøve-merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Toransknien		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
2	Bjørnbærsvika		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
3	Moholmen		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
4	Randberget		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
5	Kalvhagsberget		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18

Analysevariabel	Enhet	Prøvens Metode	1	2	3	4	5
Torrstoff	%	B 2	12	20	18	14	13
Arseen	ng/kg	H3 EH ISO	1,6	1,2	1,5	1,2	1,4
17194-2							
Kadmium	ng/kg	H3 EH ISO	0,21	0,12	0,15	0,15	0,12
17194-2							
Krom	ng/kg	H3 EH ISO	0,72	2,23	2,3	4,6	0,72
17194-2							
Kobber	ng/kg	H3 EH ISO	2,0	1,3	1,2	1,2	1,3
17194-2							
Jern	µg/g v.v.	H3 EH ISO				470	
17194-2							
Jern	ng/kg	H3 EH ISO	430	74	490		220
17194-2							
Sviktsulv	ng/kg	H3 4760	0,016	0,010	0,016	0,017	0,014
Wickel	ng/kg	H3 EH ISO	1,2	0,34	1,2	0,1	0,55
17194-2							
Bly	ng/kg	H3 EH ISO	1,1	0,26	1,3	0,62	0,34
17194-2							
Sink	ng/kg	H3 EH ISO	31	19	33	32	19
17194-2							
Hexaklorbenzen	µg/kg v.v.	H 3-8	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07
Heptalen	ng/g	Internal	< 26,7	< 26,4	< 26,2	< 26,2	< 27,5
method							
Aceonafrylen	ng/g	Internal	0,447	< 0,27	< 0,27	< 0,27	< 0,2
method							
Aceonafsten	ng/g	Internal	< 0,73	< 0,73	< 0,74	< 0,74	< 0,9
method							
Flouren	ng/g	Internal	< 2,69	< 2,66	< 2,71	< 2,70	< 2,9
method							
Fenanten	ng/g	Internal	12,9	< 3,20	9,01	4,17	< 3,4
method							

Denne analyse rapporten får kun kjøpes i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyse resultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Anthracen	ng/g	Internal	2,46	0,48	0,80	1,08	0,9
method							
Fluoranten	ng/g	Internal	28,2	14,0	18,4	10,1	8,4
method							
Pyren	ng/g	Internal	22,8	17,9	12,8	8,88	2,0
method							
Benzo(a)anthracen	ng/g	Internal	17,9	2,80	7,28	7,08	2,81
method							
Chrysen/Trifenyli	ng/g	Internal	17,9	8,24	12,1	10,9	3,98
method							
Benzo(b)fluoranten	ng/g	Internal	68,3	11,4	26,6	20,3	6,13
method							
Benzo(k)fluoranten	ng/g	Internal	9,19	2,02	4,78	3,46	1,24
method							
Benzo(a)pyren	ng/g	Internal	18,1	2,28	8,14	3,34	0,74
method							
Inden(1,2,3-xd)pyren	ng/g	Internal	7,65	1,72	4,42	3,26	1,29
method							
Dibenzo(a,h)anthracen	ng/g	Internal	9,87	0,98	1,82	1,88	0,42
method							
Benzo(ghi)perylene	ng/g	Internal	12,0	4,02	7,84	4,84	1,72
method							
Monobutyltin	ug/kg	SOP-No. 02	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Dibutyltin	ug/kg	SOP-No. 03	<0,3	<0,3	1,1	<0,3	<0,3

### Kommentarer

- 1 Prover tatt 15-17 okt.  
 Hele serien skal analyseres på NIVA for Heksaklorbutadien.  
 Frist 4 januar.  
 HCB: Avvik fra akkreditert metode. Ekstraktet ble analysert ved bruk av GC/MSD-sim. Ref.materiale ble ikke analysert.  
 Utført av Eurofin: Metaller, PAH, Tinnorganisk  
 BBF er rapportert som BBJF, enhet ug/g  
 CHRTR er rapportert som CHR, enhet ug/g

Denne analyserapporten får kun kopieret i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

ANALYSE  
RAPPORT

Rekv.nr. 2012-3002 v01

(fortsettelse av tabellen):

Prøve nr.	Prøve-merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Toraneskaien		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
2	Bjørnbærveka		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
3	Moholmen		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
4	Raudberget		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18
5	Kalvhagsberget		2012.11.27	2013.01.02-2013.02.18

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr. Metode	1	2	3	4	5
Tributyltinn ΣΣ	µg/kg	SCP-He.	1,1	<0,2	2,2	<0,2	<0,2
Triphenyltinn ΣΣ	µg/kg	SCP-He.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dioctyltinn ΣΣ	µg/kg	SCP-He.	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
PCDD i blota	µg/kg v.v	Intern*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Monooktyltinn ΣΣ	µg/kg	SCP-He.	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Tricyclohexyltinn ΣΣ	µg/kg	SCP-He.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tetraoktyltinn ΣΣ	µg/kg	SCP-He.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

\* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Anne Weismann  
Laboratortekniker

---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.



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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)