

# Vigga på Hadeland

## Kartlegging av miljøgifter i 2008-2009



Foto: A. E. Løvik, NIVA

Vigga ved utløpet i Røykenvika

**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

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

|   |                                       |                      |
|---|---------------------------------------|----------------------|
| Tittel<br>Vigga på Hadeland.<br>Kartlegging av miljøgifter i 2008-2009. | Løpenr. (for bestilling)<br>5856-2009 | Dato<br>Oktober 2009 |
|   | Prosjektnr. Undernr.<br>O-28333       | Sider Pris<br>21     |
| Forfatter(e)<br><br>Jarl Eivind Løvik                                   | Fagområde<br>Miljøgifter ferskvann    | Distribusjon<br>Åpen |
|   | Geografisk område<br>Oppland          | Trykket<br>CopyCat   |

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Oppdragsgiver(e)<br>Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen | Oppdragsreferanse<br>Ola Hegge |
|---|--------------------------------|

|   |
|---|
| <p><b>Sammendrag</b></p> <p>Rapporten beskriver resultatene fra en undersøkelse av mulige effekter av vegsalting, av metaller i vann og miljøgifter i fisk fra elva Vigga i Gran kommune på Hadeland. En markert økning i konsentrasjonen av natrium og klorid i mars 2009 var trolig et resultat av saltingen av veger i distriktet. Basert på middelveier fra målingene i 2008-2009 kan Vigga i hovedsak karakteriseres som ubetydelig til moderat forurenset av tungmetaller (tilstandsklasse I-II). Ved den øverste stasjonen, før utløpet i Jarenvatnet, tilsvarte imidlertid middelveier for kobber tilstandsklasse III (Markert forurenset). Ingen metaller gav grunnlag for å karakterisere vannkvaliteten som dårligere enn tilstandsklasse III. Konsentrasjonen av kvikksølv i ørret var meget lav (0,03 mg/kg våtvekt). Konsentrasjonene av organiske mikroforurensninger som PCB, DDT, Chlordan og Toxafen lå innenfor variasjonsområdene for ikke-fiskespisende fiskebestander i lokaliteter uten kjente kilder i Norge. Konsentrasjonen av PBDE lå litt under nivået for lågåsild fra Mjøsa fra årene før de markerte økningene satte inn på slutten av 1990-tallet. Verken HCB, dioksiner eller det klororganiske pesticidet lindan (gamma-HCH) ble påvist i fisken.</p> |
|---|

|  |   |
|--|---|
| <p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vigga</li> <li>Vegsalt</li> <li>Metaller</li> <li>Organiske mikroforurensninger</li> </ol> | <p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>The river Vigga</li> <li>Road salts</li> <li>Metals</li> <li>Persistent organic pollutants</li> </ol> |
|--|---|



Jarl Eivind Løvik  
Prosjektleder



Unn Hilde Refseth  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

## **Vigga på Hadeland**

Kartlegging av miljøgifter i 2008-2009

## Forord

Rapporten presenterer resultatene fra en undersøkelse av miljøgifter og mulige effekter av vegsalting i Vigga i Gran kommune på Hadeland. Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Ola Hegge har vært kontaktperson hos Fylkesmannen, mens Jarl Eivind Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen har vært prosjektleder i NIVA og har hatt ansvar for gjennomføringen av undersøkelsen.

Vannprøver ble samlet inn av Morten Pettersen i Gran kommune og sendt NIVAs kjemilaboratorium i Oslo for analyser, mens Terje Dalevoll har vært kontaktperson i Gran kommune.

Ørret fra Vigga ble fanget inn av Ellen Margrete Stabursvik i Lunner kommune og Ola Hegge. Aldersbestemmelse av fisken ble gjennomført av Petter Torgersen ved Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Kvikksølv i fisk ble analysert ved NIVAs kjemilaboratorium, mens fettandel og organiske miljøgifter i fisk ble analysert ved Typhoon-laboratoriet i Moskva i samarbeid med Akvaplan i Tromsø.

Opplysninger om salting av veger er gitt av Gudrun Marie Sørumsbrenden og Jan Nørstegård i Statens vegvesen, Vest-Oppland distrikt. Mette-Gun Nordheim ved NIVA Østlandsavdelingen har bistått med karttegning, og Jarl Eivind Løvik har skrevet rapporten.

Samtlige takkes for godt samarbeid!

Ottestad, 29. oktober 2009

*Jarl Eivind Løvik*

---

# Innhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sammendrag</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>1. Innledning</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>2. Prøveprogram og gjennomføring</b> | <b>7</b>  |
| <b>3. Resultater og vurderinger</b>     | <b>9</b>  |
| 3.1 Effekter av vegsalting              | 9         |
| 3.2 Metaller i vann                     | 10        |
| 3.3 Miljøgifter i fisk                  | 11        |
| 3.3.1 Kvikksølv                         | 11        |
| 3.3.2 Organiske mikroforurensninger     | 11        |
| <b>4. Litteratur</b>                    | <b>14</b> |
| <b>5. Vedlegg</b>                       | <b>15</b> |

---

## Sammendrag

Målsettingen med denne undersøkelsen har vært å skaffe fram et datagrunnlag for en første problemkartlegging med hensyn til miljøgifter i Vigga. Undersøkelsen har omfattet et utvalg metaller i vann, vegsaltrelaterte stoffer i vann samt kvikksølv og utvalgte organiske mikroforurensninger i fisk. Prøver for vannanalyser ble samlet inn i perioden fra august 2008 til juni 2009 ved to stasjoner i Vigga: like før utløp i Jarenvatnet (Vigga 1) og like før utløp i Røykenvika i Randsfjorden (Vigga 2). Begge lokalitetene ligger i Gran kommune. Fisken ble fanget inn fra nedre del av Vigga, dvs. på strekningen fra Jarenvatnet til Røykenvika.

Konsentrasjonen av natrium og klorid var betydelig høyere ved et prøvetidspunkt i mars enn ved de øvrige prøvetidspunktene. Konsentrasjonene av natrium og klorid var da henholdsvis 2,7 og 2,9 ganger høyere enn nivåene utenom saltingssesongen ved Vigga 1. Ved Vigga 2 var økningen betydelig mindre (ca. 70 %). Det er rimelig å anta at økningen i løst NaCl i mars kan ha sammenheng med avrenning av salt fra vegene i nærnedbørfeltet, og påvirkningen ser ut til å ha vært større på strekningen ned mot Jarenvatnet enn ved utløpet i Røykenvika. Salting av veier i distriktet foregikk særlig i perioden fra november 2008 til mars 2009, men det ble påført mindre mengder salt (NaCl) også i oktober og april. Det gjelder særlig Riksveg 4, som går nokså nær Vigga på mesteparten av strekningen fra Jaren til Grua. Utenom den observerte episoden i mars var det ubetydelige forskjeller i konsentrasjonene mellom de to prøvestasjonene. I ei fra før relativt saltrik elv som Vigga anser vi det som lite sannsynlig at noe forhøyd saltkonsentrasjon slik som i mars vil kunne skade plante- og dyrelivet eller påvirke sjikttingsforholdene i Jarenvatnet.

Ut fra middelverdiene av målingene i 2008-2009 kan Vigga karakteriseres som ubetydelig til moderat forurenset (tilstandsklasse I-II) av tungmetallene kadmium, krom, nikkel, bly og sink. Middelverdien for kobber plasserer Vigga 1 i nedre del av tilstandsklasse III (markert forurenset), mens Vigga 2 havner i tilstandsklasse II (moderat forurenset) med hensyn til kobber. Det var generelt meget små forskjeller i konsentrasjonene av metaller mellom de to prøvestasjonene.

Konsentrasjonen av kvikksølv i ørret (blandprøve av muskel fra 16 fisk) var på 0,03 mg/kg våtvekt. Dette må karakteriseres som lavt og er langt under grenseverdien for fisk til konsum på 0,5 mg Hg/kg våtvekt.

En blandprøve fra de 16 ørretene ble også analysert for innhold av et utvalg organiske mikroforurensninger. Konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> var på 2,95 ng/g, sum DDT på 2,22 ng/g, Chlordan på 0,06 ng/g, og konsentrasjonen av Toxafen var på 0,02 ng/g (alle på våtvektsbasis). Dette er verdier som ligger innenfor variasjonsområdene for ikke-fiskespisende bestander av ferskvannsfisk fra andre lokaliteter uten kjente kilder i Norge.

Konsentrasjonen av den bromerte flammehemmeren PBDE var på 3,03 ng/g våtvekt, og de to kongenerene som vanligvis dominerer i fisk og annet biologisk materiale, BDE-47 og BDE-99, representerte 77 % (2,32 ng/g våtvekt). Konsentrasjonene ser ut til å være moderat høyere enn nivåene i ferskvannsfisk fra lokaliteter uten kjente kilder i Norge. Det er imidlertid litt lavere enn konsentrasjonen i lågåsild fra Mjøsa fra 1993 og 1995 (4 ng/g våtvekt), dvs. fra perioden før den markerte økningen satte inn på slutten av 1990-tallet.

Verken heksaklorbenzen (HCB), dioksiner, dibenzofuraner eller de klororganiske pesticidene heksaklorcycloheksan (HCH, bl.a. lindan), endrin, dieldrin eller mirex ble påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensene.

## 1. Innledning

NIVA Østlandsavdelingen ble i juli 2008 kontaktet av Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen og bedt om å utarbeide et tilbud på kartlegging av miljøgifter i Vigga på Hadeland. Tilbud på en slik undersøkelse ble sendt pr. e-post 28.7.2008, og kontrakt mellom NIVA og Fylkesmannen i Oppland er undertegnet 29.7.2009.

Hensikten med undersøkelsen har vært å skaffe til veie et tilstrekkelig datagrunnlag for en første problemkartlegging med hensyn til saltpåvirkning og miljøgifter i Vigga. Undersøkelsen skulle omfatte utvalgte metaller i vann, vegsaltrelaterte stoffer i vann samt kvikksølv og utvalgte organiske miljøgifter i fisk.

Vigga er et mellomstort tilløpsvassdrag til Randsfjorden med utløp i Røykenvika i Gran kommune. Nedbørfeltet kan karakteriseres ved en stor andel dyrka mark og mye jordbrukaktivitet særlig i de lavere deler, en relativt stor befolkning og mye menneskelige aktiviteter for øvrig. Bl.a. går flere nokså sterkt trafikkerte veger gjennom nedbørfeltet; Riksveg 4 berører vassdraget særlig på strekningen fra Jaren til omkring Grua og går relativt nært hovedvassdraget på større deler av denne strekningen. Fra Jaren til Røykenvika følger Riksveg 34 i stor grad hovedvassdraget. Statens vegvesen har foretatt beregninger av forurensningsproduksjon fra veger i distriktet (Winter-Larsen og Melve 2009).

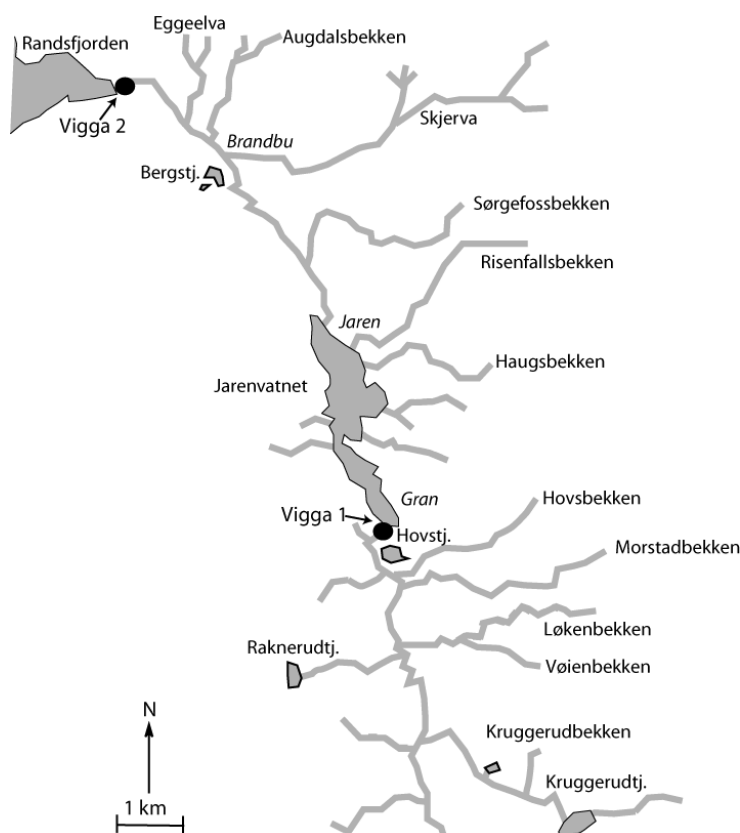
Nedbørfeltet til Vigga domineres av kambrosiluriske bergarter, og det er til dels mektige løsavsetninger i dalbunnen. Vigga er derfor et kalkrikt vassdrag, og det har i lengre tid vært preget av overgjødning (se f.eks. Løvik 2004, Løvik og Kjellberg 2003, Berge 2006 med referanser).

## 2. Prøveprogram og gjennomføring

Vannprøver ble samlet inn fra to prøvestasjoner i alt 6 ganger i perioden august 2008 til juni 2009 (Tabell 1 og vedlegg, Figur 1 og 2).

**Tabell 1.** Lokalisering av prøvestasjoner for innsamling av vannprøver i Vigga i 2008-2009.

| Stasjon | Lokalisering           | UTM-sone | Øst    | Nord    |
|---------|------------------------|----------|--------|---------|
| Vigga 1 | Oppstrøms Jarenvatnet  | 32       | 586457 | 6692897 |
| Vigga 2 | Før utløp i Røykenvika | 32       | 581600 | 6699844 |



**Figur 1.** Oversikt over Vigga-vassdraget (i Gran kommune) med prøvestasjoner.

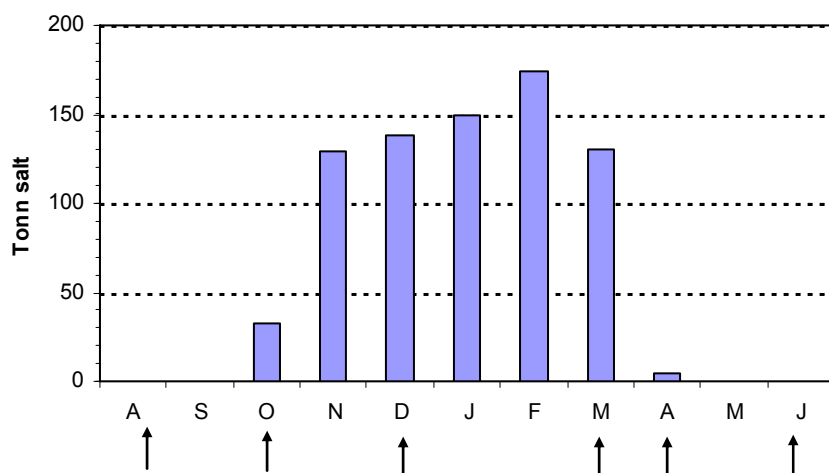
Vannprøvene ble analysert med hensyn til de saltrelaterte variablene konduktivitet, natrium (Na) og klorid (Cl). Alle vannprøver ble analysert for halvmetallet arsen (As) og følgende metaller: kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), jern (Fe), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn). En oversikt over analysebetegnelser ved NIVA er gitt i vedlegget. I tillegg ble støttevariablene kalsium (Ca) og fargetall analysert for å få et begrep om kalkinnhold og konsentrasjonen av organisk stoff (humuspåvirkningen).



En blandprøve av renskåret muskel fra 16 ørreter Vigga ble analysert for konsentrasjon av kvikksølv ved NIVAs kjemilaboratorium. Fisken ble fanget på strekningen nedenfor Jarenvatnet i august 2008. Det ble benyttet skjell og otolitter til aldersbestemmelser. Ørretene var i alderen fra 1+ til 4+, lengden varierte i området 70-258 cm, og vekta varierte i området 4-213 g (se vedlegg). En blandprøve av renskåret muskel fra de samme fiskene ble analysert for organiske mikroforurensninger. Lengde-, vekt- og aldersdata samt mengden kjøtt som ble brukt i blandprøven, er gitt i vedlegget. Organiske miljøgifter ble analysert ved Typhoon-laboratoriet i Moskva. Oversikter over metoder, deteksjonsgrenser og primærdata er gitt av Konoplev mfl. (2009).

I følge Jan Nørstegård i Statens vegvesen er det stort sett bare NaCl som brukes til salting for å holde vegene isfrie i dette distriktet. MgCl har blitt brukt litt i Lillhammer og på Hedmarken for støvdemping (bedre effekt enn NaCl), og det er bare disse to saltene som er aktuelle.

Salting av de aktuelle vegene i distriktet ble startet 6. oktober 2008, og varte i hovedsak ut mars 2009 (pers. oppl. Gudrun Marie Sørumsbrenden, Statens Vegvesen). Det var litt salting også i april, men da stort sett bare i høyereliggende områder som Lygna. Totalt ble det påført 758 tonn salt denne vinteren på stamvegene Rv 4 fra Einafjorden til Stryken og Rv 35 fra Roa til grensa mot Buskerud sør for Jevnaker, en strekning på 72,3 km. Bare deler av dette påføres i områder som ligger innenfor Jarenvatnets nedbørfelt, men dataene over salting på disse strekningene er brukt for å illustrere mengdene og tidsrommet saltpåvirkning kan være aktuelt (Fig. 2).



**Figur 2.** Mengde vegsalt tilført månedsvise på Rv 4 og Rv 35 i distriktet i undersøkelsesperioden fra august 2008 til juni 2009. Prøvetidspunkter er antydnet ved piler.

Vi har ikke innhentet vannføringsdata fra Vigga i perioden, men data fra andre elver i Østlandsområde som Lena, Hunnselva, Vismunda, Fura og Flagstadelva tilsier at vi kan antyde om vannføringen i Vigga var lav, middels eller høy osv. på de datoene det ble samlet inn prøver (Tab. 2).

**Tabell 2.** Grov-vurdering av vannføring i Vigga på prøvedatoene

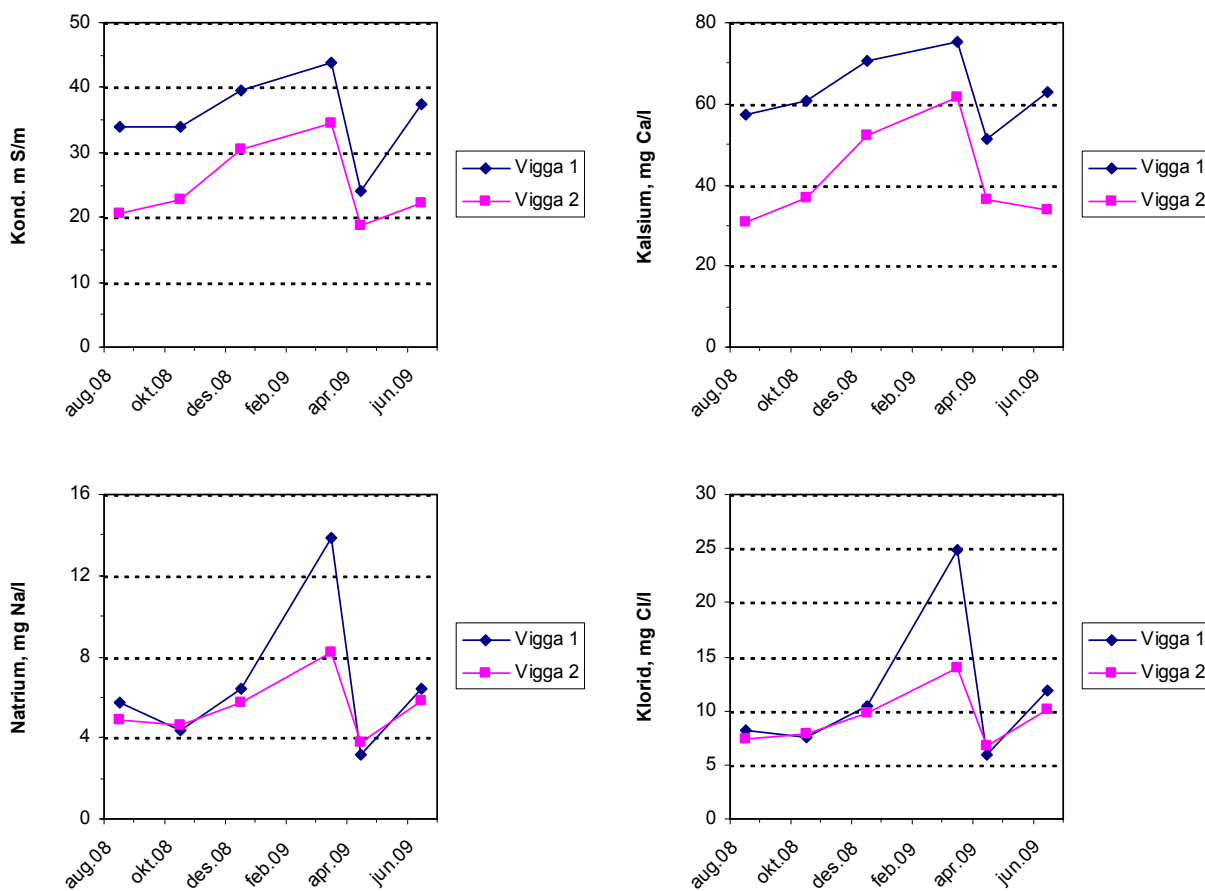
| Dato       | Vannføring          |
|------------|---------------------|
| 25.08.2008 | Middels             |
| 13.10.2008 | Litt høy (synkende) |
| 15.12.2008 | Lav                 |
| 16.03.2009 | Middels             |
| 14.04.2009 | Høy (flom)          |
| 08.06.2009 | Lav                 |

### 3. Resultater og vurderinger

#### 3.1 Effekter av vegsalting

Eventuelle effekter av vegsalting vil først og fremst kunne ses i forbindelse med mildværsperioder eventuelt med regn i saltingsperioden, dvs. særlig fra oktober til og med mars. Konsentrasjonen av løste mineralsalter målt som konduktivitet påvirkes for øvrig særlig av forholdet mellom overflateavrenning og grunnvannspåvirkning, men også av hvor mye salter som løses ut fra jordsmonnet i forbindelse med overflateavrenning (frossen mark eller tint mark, åpen åker eller vegetasjonsdekket areal osv.).

Fig. 3 viser for det første at Vigga i norsk sammenheng er et meget saltrikt og kalkrikt vassdrag. Videre har Vigga 1 en høyere konsentrasjon av løste mineralsalter og kalsium enn Vigga 2, og tidsutviklingen for konduktivitet følger i hovedtrekkene samme tidsutvikling som for kalsium ved begge prøvestasjoner. Det vil si at det trolig er utløsning og tilførsler av kalsium fra nedbørfeltet som først og fremst påvirker total-konsentrasjonen av løste salter. Konsentrasjonen av kalsium (og mineralsalter totalt) var høyere i desember og mars enn ellers i året. En sannsynlig forklaring kan være at vannet i denne perioden i stor grad påvirkes av grunnvann. Vigga-dalføret domineres av kambrosiluriske bergarter og har til dels mektige løsavsetninger med mye dyrka mark, der grøftesystemene bidrar til å øke grunnvannspåvirkningen.



**Figur 3.** Konduktivitet og konsentrasjoner av kalsium, natrium og klorid i Vigga 2008-2009.

Konsentrasjonene av natrium og klorid viste en markert topp 16. mars 2009 (13,9 mg Na/l og 24,9 mg Cl/l) ved middels vannføring og laveste verdi 14. april i forbindelse med vårfloppen (Fig. 3, Tab. 2). Det er rimelig å anta at toppen i mars i stor grad skyldtes avrenning av vegsalt (se f.eks. også Bækken og Haugen 2006). Dette er en periode da det trolig var snøsmelting i de lavere områdene nær Vigga (der saltpåvirkningen kan forventes å være størst). Saltingen bidrar dessuten til smelting av is og snø. De høye konsentrasjonene av Na og Cl i mars bidro også noe til økningen i konduktivitet på dette tidspunktet.

Den markante nedgangen i konduktivitet og i konsentrasjon av kalsium, natrium og klorid fra mars til april skyldes sannsynligvis fortyning i forbindelse med stor snøsmelting i de høyereliggende skogområdene (der påvirkningen fra vegsalting trolig er svært liten). Maksimal-verdiene av natrium og klorid i mars var henholdsvis 70 % og 78 % høyere ved Vigga 1 enn ved Vigga 2. Påvirkningen av vegsalt ser derfor ut til å være betydelig større på strekningen ned mot Jarevatnet enn fra Jarevatnet og ned til utløpet i Røykenvika. Utenom toppen i mars var det ubetydelige forskjeller mellom stasjonene, og påvirkningen fra vegsalting så ut til å være meget liten på de øvrige prøvetidspunktene.

Det er vanskelig å gi noen sikker vurdering av mulige skadeeffekter på plante- og dyrelivet i Vigga eller evt. påvirkning på sjiktningsforholdene i Jarevatnet ut fra denne undersøkelsen. Vi vil likevel anse det som lite sannsynlig at noe forhøyd saltkonsentrasjon slik som i mars vil forårsake slike skader i et fra før relativt saltrikt vassdrag som Vigga.

### 3.2 Metaller i vann

Viggas tilstand eller forurensningsgrad med hensyn til tungmetaller er vurdert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997) i Tabell 3.

**Tabell 3.** *Aritmetisk middel- og maksverdier for konsentrasjoner av arsen, metaller og støttevariablene farge, konduktivitet og kalsium i Vigga 2008-2009. Grenseverdier mellom tilstandsklasse II og III (Moderat/Markert forurensset, jfr. SFT 1997), LBRL-verdier og EQS-verdier er også gitt for de stoffene der slike verdier er etablert.*

|                                 | Vigga 1 |       | Vigga 2 |       | Vurderingsnormer |      |          |      |
|---------------------------------|---------|-------|---------|-------|------------------|------|----------|------|
|                                 | Middel  | Maks  | Middel  | Maks  | II/III           | LBRL | Årgj.sn. | Maks |
| Arsen, µg As/l                  | 0.31    | 0.41  | 0.32    | 0.40  |                  | 5    |          |      |
| Kadmium <sup>1)</sup> , µg Cd/l | 0.023   | 0.039 | 0.023   | 0.046 | 0.1              | 0.2  | 0.15     | 0.9  |
| Krom, µg Cr/l                   | 0.59    | 1.00  | 0.43    | 0.74  | 2.5              | 10   |          |      |
| Kobber, µg Cu/l                 | 1.56    | 1.99  | 1.32    | 1.81  | 1.5              | 3.0  |          |      |
| Nikkel, µg Ni/l                 | 0.94    | 2.05  | 1.08    | 1.60  | 2.5              | 5    | 20       |      |
| Bly, µg Pb/l                    | 0.14    | 0.23  | 0.18    | 0.44  | 1.2              | 2.5  | 7.2      |      |
| Sink, µg Zn/l                   | 6.0     | 12.0  | 3.4     | 7.2   | 20               | 50   |          |      |
| Kobolt, µg Co/l                 | 0.14    | 0.27  | 0.12    | 0.31  |                  |      |          |      |
| Jern, µg Fe/l                   | 153     | 210   | 149     | 270   |                  |      |          |      |
| Mangan, µg Mn/l                 | 34.6    | 45.7  | 22.3    | 63.4  |                  |      |          |      |
| Farge, mg Pt/l                  | 14.4    | 23.6  | 33.7    | 56.9  |                  |      |          |      |
| Kond., m S/m                    | 35.5    | 43.8  | 24.9    | 34.4  |                  |      |          |      |
| Kalsium, mg Ca/l                | 63.1    | 75.4  | 41.9    | 61.5  |                  |      |          |      |

<sup>1)</sup> EQS-verdiene gjelder hardhets-klasse 4, dvs. 100 til <200 mg CaCO<sub>3</sub>/l

Tilstandsklasser (forurensningsgrader, SFT 1997):

| I                      | II                  | III                 | IV                 | V                        |
|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|
| Ubetydelig forurensset | Moderat forurensset | Markert forurensset | Sterkt forurensset | Meget sterkt forurensset |

Som ledd i implementeringen av Vanddirektivet er det for prioriterte metaller utarbeidet grenseverdier (Environmental Quality Standards – EQS) som tilsvarer grensen mellom såkalt God og Moderat kjemisk status (<http://www.vannportalen.no/>). Grenseverdiene er oppgitt enten som en maksimal tillatt verdi eller som et årsgjennomsnitt eller begge deler. I Tabell 3 er også såkalte LBRL-verdier gitt. LBRL står for Lowest Biological Risk Level og angir de laveste konsentrasjonene der negative effekter på plante- og dyreliv i vann kan forventes (Lydersen og Löfgren 2000).

Vurdert ut fra middelverdiene kan konsentrasjonene av tungmetaller i hovedsak karakteriseres som middels til moderat høye på begge stasjoner i Vigga. Sammenlignet med et større datamateriale fra norske og svenske innsjøer lå middelverdiene i intervallet fra medianen (50-persentilen) til 90-persentilen for As, Cd, Pb, Co, Zn, Fe og Mn og litt over 90-persentilen for Cr, Cu og Ni (jfr. Lydersen og Löfgren 2000, Skjelkvåle mfl. 1999).

Middelverdiene tilsvarer tilstandsklasse I (Ubetydelig forurenset) for Cd og Pb på begge stasjoner og Zn ved Vigga 2. Middelverdiene for Cr og Ni på begge stasjoner, Cu på Vigga 2 og Zn på Vigga 1 tilsvarer tilstandsklasse II (Moderat forurenset), mens Cu ved Vigga 1 var i den lavere enden av intervallet for tilstandsklasse III (Markert forurenset). Bortsett fra noe høyere konsentrasjoner av sink ved Vigga 1 sammelignet med Vigga 2 var det svært små forskjeller i konsentrasjonene av metaller mellom de to stasjonene. Det kan nevnes at i en relativt ny undersøkelse av kjemisk tilstand i vegnære innsjøer var det først og fremst kobber og nikkel som ble funnet i forhøyede konsentrasjoner (Bækken og Haugen 2006). For disse metallene fant en mange innsjøer som var markert, sterkt eller også meget sterkt forurenset i henhold til SFTs klassifiseringssystem (tilstandsklasse III-V). I følge denne undersøkelsen av Vigga gav ingen av metallene grunnlag for karakteristikkene ”sterkt” eller ”meget sterkt forurenset”. Beregninger utført av Statens vegvesen tyder på at av tungmetaller er det først og fremst kobber og sink og dernest bly, krom og nikkel som tilføres dette nedbørfeltet i form av forurensning fra veg (Winter-Larsen og Melve 2009).

I vurderingen av forurensningsgrad bør en ta i betraktning hva som kan forventes som referanseverdier i vassdraget. Konsentrasjonen av metaller kan variere relativt mye av naturlige årsaker fra vassdrag til vassdrag som følge av ulike sammensetninger av bergarter og løsmasser i nedbørfeltet. Vi har imidlertid her ikke oversikt over såkalte ”naturlige bakgrunnskonsentrasjoner” i dette området.

Ingen av metallene eller arsen hadde høyere konsentrasjoner enn de laveste konsentrasjonene der biologiske effekter kan forventes (LBRL). Høyeste tillatte årsgjennomsnitt (EQS) i henhold til Vanddirektivet er 6,5 ganger høyere enn observert verdi for kadmium, 19-21 ganger høyere for nikkel og 40-50 ganger høyere enn observert verdi for bly. Høyeste tillatte maksimumsverdi for kadmium er 20-23 ganger høyere enn de målte maksimumsverdiene i Vigga.

### 3.3 Miljøgifter i fisk

#### 3.3.1 Kvikksølv

Blandprøven av ørret fra Vigga hadde en kvikksølv-konsentrasjon på 0,034 µg/g våtvekt (= 0,034 mg/kg våtvekt). Dette kan karakteriseres som lavt og er betydelig under grenseverdien for fisk til konsum på 0,5 mg Hg/kg.

#### 3.3.2 Organiske mikroforurensninger

Fettandelen i blandprøven av ørret fra Vigga var på 1,9 %. Konsentrasjonen av de ulike organiske mikroforurensningene er gitt i Tabell 4 og i vedlegget.

#### **PCB**

Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (Sum PCB<sub>7</sub>) var på 2,95 ng/g våtvekt. Dette er innenfor variasjonsområdet for ikkefiskespisende ferskvannsfisk fra andre lokaliteter uten kjente kilder (Fjeld

mfl. 2001). Til sammenligning kan nevnes at konsentrasjonen i krøkle, lågåsild og ørret fra Mjøsa i årene 2005-2007 varierte henholdsvis i områdene 7-11 ng/g, 10-11 ng/g og 15-19 ng/g våtvekt (Fjeld mfl. 2007).

### **Chlordan**

Konsentrasjonen av det klororganiske pesticidet Chlordan var på 0,06 ng/g våtvekt. Dette er i samme størrelseorden som i ørret fra Trysilelva og abbor fra Røgden Hedmark i 2008, men betydelig lavere enn i ørret fra Femund i 2008 (Løvik mfl. 2009). Chlordan skal ikke ha blitt brukt i Norge, men har vært benyttet i stor skala i f.eks. USA og i noe mindre grad i Vest-Europa, tidligere Sovjetunionen og tropiske asiatiske land.

### **DDT**

Summen av det klororganiske pesticidet DDT og nedbrytningsproduktene DDD og DDE benevnes sum DDT. Konsentrasjonen av sum DDT i ørreten fra Vigga var på 2,22 ng/g våtvekt. Dette er innenfor det vanlig forekommende bakgrunnsnivået for ikkefiskespisende ferskvannsfisk i Norge (Fjeld mfl. 2001).

**Tabell 4.** *Konsentrasjoner av organiske mikroforurensninger i ørret fra Vigga i 2008. Nivåene i ferskvannsfisk fra noen andre miljøgiftundersøkelser er gitt til sammenligning. Alle konsentrasjoner er oppgitt på våtvektbasis. n.d. = ikke påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen.*

| Lokalitet                                   | art    | fett,<br>% | ∑PCB7<br>ng/g | HCB<br>ng/g | Chlordan<br>ng/g | ∑DDT<br>ng/g  | ∑PBDE<br>ng/g | PBDE 47+99<br>ng/g | Toxafen<br>ng/g |
|---|--------|------------|---------------|-------------|------------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------|
| Vigga 2008                                  | ørret  | 1,91       | 2,95          | n.d.        | 0,06             | 2,22          | 3,03          | 2,32               | 0,02            |
| Femund 2008                                 | ørret  | 0,77       | 2,37          | 0,26        | 0,33             | 1,25          | 0,25          | 0,16               | 0,43            |
| Femund ca. 1995 <sup>1</sup>                | abbor  | 0,79       | 0,7           | 0,9         |                  | 0,57          |               |                    |                 |
| Femund ca. 1995 <sup>1</sup>                | gjedde | 0,41       | 1,67          | 0,08        |                  | 1,06          |               |                    |                 |
| Trysilelva 2008                             | ørret  | 0,74       | 0,97          | 0,21        | 0,03             | 1,67          | 0,13          | 0,09               | 0,04            |
| Trysilelva 2006                             | ørret  | 0,76       | 2,36          |             | -                |               | 1,24          | 0,88               |                 |
| Røgden 2008                                 | abbor  | 0,44       | 0,92          | n.d.        | 0,03             | 0,55          | 0,34          | 0,30               | 0,04            |
| Røgden ca. 1995 <sup>1</sup>                | abbor  | 0,59       | 0,84          | 0,04        |                  | 0,59          |               |                    |                 |
| Røgden ca. 1995 <sup>1</sup>                | gjedde | 0,47       | 1,49          | 0,08        |                  | 1             |               |                    |                 |
| Nasjonal<br>undersøkelse <sup>1</sup>       | ørret  | 1,5        | 0,9-3,6       |             |                  | 0,65-<br>3,15 | -             | 0,3-1,1            | 1,55-11,7       |
| Hardangervidda,<br>Blånuttjern <sup>2</sup> | ørret  | 9,48       |               |             |                  |               | 1,38          |                    |                 |
| Glomma,<br>Sør-Odal <sup>2</sup>            | gjedde | 0,12       |               |             |                  |               | 0,38          |                    |                 |
| Øyeren <sup>2</sup>                         | abbor  | 0,48       |               |             |                  |               | 1,08          |                    |                 |
| Glomma,<br>Skinnerflo <sup>2</sup>          | abbor  | 0,64       |               |             |                  |               | 1,52          |                    |                 |
| Hurdalssjøen <sup>2</sup>                   | abbor  | 0,14       |               |             |                  |               | 0,88          |                    |                 |
| Haldenvassdraget,<br>Femsjøen <sup>2</sup>  | abbor  | 0,46       |               |             |                  |               | 0,7           |                    |                 |

<sup>1</sup> Fjeld mfl. 2001. Konsentrasjonsområdet er oppgitt som 25–75 prosentilene.

<sup>2</sup> Fjeld mfl. 2005.

### **PBDE**

Konsentrasjonen av den bromerte flammehemmeren PBDE (sum PBDE) var på 3,03 ng/g våtvekt. Dette er noe høyere enn nivåene i ferskvannsfisk fra lokaliteter uten kjente lokale kilder gitt i Tab. 4, men litt lavere enn konsentrasjonen i lågåsild fra Mjøsa i 1993 og 1995 (4 ng/g våtvekt, Fjeld mfl.

2007). Til sammenligning varierte konsentrasjonene av sum PBDE i lågåsild, krøkle og ørret fra Mjøsa i årene 2005-2008 henholdsvis i intervallene 28-49 ng/g, 18-112 ng/g og 64-118 ng/g våtvekt. Ørreten fra Mjøsa var imidlertid betydelig større enn ørreten fra Vigga (middelvekt 1,9-2,7 kg). Konsentrasjonen av de kongenerene som vanligvis er de dominerende i fisk og annet biologisk materiale, BDE-47 og BDE-99, var på 2,32 ng/g våtvekt i Vigga-ørreten, dvs. 77 % av sum PBDE.

### ***Toxafen***

Toxafen er et klororganisk pesticid som i likhet med chlordan ikke skal ha blitt brukt i Norge, men som finnes i miljøet på grunn av atmosfærisk langtransport. I ørreten fra Vigga ble det målt en konsentrasjon på 0,02 ng/g våtvekt. Dette er en meget lav konsentrasjon sammenlignet med resultatene fra den nasjonale undersøkelsen der konsentrasjonene stort sett varierte i området 1,55-11,7 ng/g våtvekt (Fjeld mfl. 2001).

### ***HCB, dioksiner, HCH og andre pesticider***

Det ble ikke påvist heksaklorbenzen (HCB), dioksiner eller dibenzofuraner i konsentrasjoner over deteksjonsgrensene (se vedlegg) i fiskeprøven fra Vigga. Heller ikke heksaklorcykloheksan (HCH) ble påvist, verken alfa-isomeren, beta-isomeren eller gamma-isomeren (Lindan). Andre klororganiske pesticider som endrin, dieldrin og mirex ble heller ikke påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensene.

## 4. Litteratur

Berge, D. 2006. Resipientvurdering av Viggavassdraget i forbindelse med opprusting og utvidelse av Volla Renseanlegg. NIVA-rapport 5165-2006. 18 s.

Bækken, T. og Haugen, T. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer. Påvirkning fra avrenning av vegsilt, tungmetaller og PAH. Statens vegvesen, Utbyggingsavdelingen. Rapport nr. UTB 2006/06. 91 s.

Fjeld, E., J. Knutzen, E. M. Brevik, M. Schlabach, T. Skotvold, A. R. Borgen, and M. Wiborg. 2001. Halogenerte organiske miljøgifter og kvikksølv i norsk ferskvannsfisk, 1995–1999. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), TA-1813/2001. Norsk institutt for vannforskning, NIVA rapport 4402-2001. 48 s. + vedlegg.

Fjeld, E., Schlabach, M., Berge, J.A., Green, N., Eggen, T., Snilsberg, P., Vogelsang, C., Rognerud, S., Kjellberg, G., Enge, E.K., Dye, C. og Gundersen, H. 2005. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter 2004. Bromerte flammehemmere, perfluoralkylstoffer, irgarol, diuron, BHT og dicofol. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), TA-2096/2005. Norsk institutt for vannforskning, NIVA rapport 5011-2005. 97 s + vedlegg.

Fjeld, E., Enge, E.K., Maage, A., Kjellberg, G., Øxnevad, S. og Ptacnikova, R. 2007. Miljøgifter i fisk og zooplankton i Mjøsa – 2007. Bromerte flammehemmere (PBDE, HCDD), PCB og kvikksølv. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), TA-2349/2007. 33 s + vedlegg.

Konoplev, A. mfl. 2009. Report on the sub-project -4/08 “Analytical determination of PTS levels in bottom sediments and biota”. Project title: “Contaminant levels in biota and sediments in Norway”. Scientific production association “Typhoon”, Center for Environmental Chemistry. Obninsk. 105 pp.

Lydersen, E. og Löfgren, S. 2000. Vad händer när kalkade sjöar återförsuras? En kunnskapsöversikt och riskanalys. Naturvårdsverket, rapport 5074. 76 s.

Løvik, J.E. 2004. Effekter av endret utslipp fra Brandbu renseanlegg på forurensningssituasjonen i Vigga og Røykenvika i Randsfjorden. NIVA-rapport 4837-2004. 13 s.

Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2003. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Datarapport for 2002. NIVA-rapport 4636-2003. 42 s.

Løvik, J.E., Bækken, T. og Rustadbakken, A. 2009. Overvåking av vassdrag i Hedmark i 2008. NIVA-rapport 5784-2009. 45 s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.

Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Johansson, K., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Fjeld, E., Andersen, T., Vuorenmaa, J. og Røyset, O. 1999. Heavy metals in Nordic lakes; harmonized data for regional assessment of critical limits. NIVA rapport 4039-1999. 71 s.

Vannportalen – sentral vannforvaltnings nettsted.

<http://www.vannportalen.no/>

Winter-Larsen, T. og Melve, S.Aa. 2009. Vannområdet Hadeland, kommunene Gran, Jevnaker og Lunner. Beregning av totalproduksjon av forurensninger fra vei. Statens vegvesen. Notat. 21 s.

## **5. Vedlegg**



**Tabell I.** Oversikt over kjemiske analysemetoder ved NIVA.

| Analyse              | Benevning | NIVA metodebetegnelse  |
|----------------------|-----------|--|
| Konduktivitet (Kond) | m S/m     | A 2: Bestemmelse av konduktivitet med SP 100 analyserobot  |
| Fargetall (Farge)    | mg Pt/l   | A 5: Spektrofotometrisk bestemmelse av fargetall   |
| Kalsium (Ca)         | mg/l      | C 4-3: Ionekromatografi  |
| Natrium (Na)         | mg/l      | C 4-3: Ionekromatografi  |
| Klorid (Cl)          | mg/l      | C 4-3: Ionekromatografi  |
| Arsen (As)           | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Kadmium (Cd)         | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Kobolt (Co)          | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Krom (Cr)            | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Kobber (Cu)          | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Jern (Fe)            | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Mangan (Mn)          | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Nikkel (Ni)          | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Bly (Pb)             | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Sink (Zn)            | µg/l      | E 8-3: ICP-MS  |
| Kvikksølv (Hg)       | ng/l      | E 4-3: Bestemmelse av Hg i vann, slam og sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400 |

**Tabell II.** Primærdata på fisken som ble brukt for analyser av kvikksølv og organiske miljøgifter. Det ble analysert på en blandprøve fra de 16 fiskene. Org. miljøg. gir vekt i gram fra hver av fiskene som ble brukt til analysene av organiske miljøgifter. Omtrent samme vektfordeling ble brukt for kvikksølvanalysen.

| Prøve ID | Kommune | Art   | Tid      | Lengde (mm) | Vekt (g) | Kjønn | Stadium | Alder | Org. miljøg. (g) |
|----------|---------|-------|----------|-------------|----------|-------|---------|-------|------------------|
| VI-1     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 177         | 69       | Hunn  | 2       | 2     | 10               |
| VI-2     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 231         | 143      | Hunn  | 2       | 4     | 22               |
| VI-3     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 243         | 188      | Hann  | 3       | 3     | 19               |
| VI-4     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 229         | 132      | Hunn  | 2       | 4     | 19               |
| VI-5     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 258         | 213      | Hann  | 2       | 4     | 21               |
| VI-6     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 235         | 141      | Hunn  | 2       | 3     | 18               |
| VI-7     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 181         | 77       | Hann  | 1       | 2     | 11               |
| VI-8     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 196         | 101      | Hann  | 4       | 3     | 13               |
| VI-9     | Gran    | Ørret | aug. -08 | 215         | 113      | Hann  | 3       | 4     | 15               |
| VI-10    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 125         | 25       | Hann  | 1       | 2     | 3                |
| VI-11    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 131         | 29       | Hann  | 1       | 2     | 4                |
| VI-12    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 115         | 20       | Hunn  | 1       | 1     | 2                |
| VI-13    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 110         | 16       | Hunn  | 1       | 2     | 3                |
| VI-14    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 115         | 18       | Hunn  | 1       | 2     | 3                |
| VI-15    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 70          | 4        | Hann  | 1       | 1     | 1                |
| VI-16    | Gran    | Ørret | aug. -08 | 74          | 5        | Hann  | 1       | 1     | 1                |
| Min      |         |       |          | 70          | 4        |       |         | 1     | 1                |
| Maks     |         |       |          | 258         | 213      |       |         | 4     | 22               |
| Middel   |         |       |          | 169         | 81       |       |         | 2.5   | 10.3             |
| Median   |         |       |          | 179         | 73       |       |         | 2.0   | 10.5             |
| St.avvik |         |       |          | 63          | 68       |       |         | 1.1   | 7.9              |
| Antall   |         |       |          | 16          | 16       |       |         | 16    | 16               |

Tabell III. Analyseresultater av vannprøver fra Vigg 2008-2009.

| <b>Vigga 1</b> | <b>Farge</b><br>mg Pt/l | <b>Kond</b><br>m S/m | <b>Cl</b><br>mg/l | <b>Ca</b><br>mg/l | <b>Na</b><br>mg/l | <b>As</b><br>µg/l | <b>Cd</b><br>µg/l | <b>Co</b><br>µg/l | <b>Cr</b><br>µg/l |
|----------------|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 25.08.2008     |                         | 34.0                 | 8.1               | 57.4              | 5.7               | 0.31              | 0.023             | 0.110             | 0.32              |
| 13.10.2008     | 17.4                    | 34.0                 | 7.5               | 60.8              | 4.4               | 0.41              | 0.023             | 0.223             | 0.75              |
| 15.12.2008     | 9.3                     | 39.5                 | 10.4              | 70.6              | 6.4               | 0.41              | 0.020             | 0.046             | 1.00              |
| 16.03.2009     | 9.7                     | 43.8                 | 24.9              | 75.4              | 13.9              | 0.21              | 0.020             | 0.120             | 0.39              |
| 14.04.2009     | 23.6                    | 24.0                 | 5.9               | 51.3              | 3.2               | 0.31              | 0.039             | 0.270             | 0.35              |
| 08.06.2009     | 12.0                    | 37.4                 | 11.8              | 63.1              | 6.4               | 0.23              | 0.010             | 0.085             | 0.72              |
| <b>Middel</b>  | <b>14.4</b>             | <b>35.5</b>          | <b>11.4</b>       | <b>63.1</b>       | <b>6.7</b>        | <b>0.31</b>       | <b>0.023</b>      | <b>0.142</b>      | <b>0.59</b>       |
| Min            | 9.3                     | 24.0                 | 5.9               | 51.3              | 3.2               | 0.21              | 0.010             | 0.046             | 0.32              |
| Maks           | 23.6                    | 43.8                 | 24.9              | 75.4              | 13.9              | 0.41              | 0.039             | 0.270             | 1.00              |
| St.avvik.      | 6.1                     | 6.7                  | 6.9               | 8.8               | 3.8               | 0.09              | 0.009             | 0.086             | 0.28              |
| N              | 5                       | 6                    | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 |

| <b>Vigga 1</b> | <b>Cu</b><br>µg/l | <b>Fe</b><br>µg/l | <b>Mn</b><br>µg/l | <b>Ni</b><br>µg/l | <b>Pb</b><br>µg/l | <b>Zn</b><br>µg/l |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 25.08.2008     | 1.55              | 210               | 35.2              | 0.63              | 0.110             | 4.1               |
| 13.10.2008     | 1.22              | 200               | 43.4              | 1.60              | 0.222             | 3.7               |
| 15.12.2008     | 1.21              | 67                | 25.0              | 0.35              | 0.110             | 12.0              |
| 16.03.2009     | 1.65              | 190               | 45.7              | 0.32              | 0.110             | 2.6               |
| 14.04.2009     | 1.99              | 140               | 32.1              | 2.05              | 0.232             | 11.1              |
| 08.06.2009     | 1.73              | 110               | 26.3              | 0.68              | 0.073             | 2.8               |
| <b>Middel</b>  | <b>1.56</b>       | <b>153</b>        | <b>34.6</b>       | <b>0.94</b>       | <b>0.143</b>      | <b>6.0</b>        |
| Min            | 1.21              | 67                | 25.0              | 0.32              | 0.073             | 2.6               |
| Maks           | 1.99              | 210               | 45.7              | 2.05              | 0.232             | 12.0              |
| St.avvik.      | 0.30              | 57                | 8.6               | 0.72              | 0.067             | 4.3               |
| N              | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6.0               |

| <b>Vigga 2</b> | <b>Farge</b><br>mg Pt/l | <b>Kond</b><br>m S/m | <b>Cl</b><br>mg/l | <b>Ca</b><br>mg/l | <b>Na</b><br>mg/l | <b>As</b><br>µg/l | <b>Cd</b><br>µg/l | <b>Co</b><br>µg/l | <b>Cr</b><br>µg/l |
|----------------|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 25.08.2008     |                         | 20.5                 | 7.4               | 30.7              | 4.9               | 0.33              | 0.020             | 0.087             | 0.30              |
| 13.10.2008     | 40.2                    | 22.7                 | 7.8               | 36.6              | 4.6               | 0.35              | 0.020             | 0.075             | 0.20              |
| 15.12.2008     | 19.4                    | 30.6                 | 9.8               | 52.4              | 5.7               | 0.40              | 0.017             | 0.045             | 0.70              |
| 16.03.2009     | 17.8                    | 34.4                 | 14.0              | 61.5              | 8.2               | 0.20              | 0.010             | 0.042             | 0.31              |
| 14.04.2009     | 56.9                    | 18.6                 | 6.8               | 36.3              | 3.8               | 0.37              | 0.046             | 0.313             | 0.30              |
| 08.06.2009     | 34.1                    | 22.3                 | 10.1              | 33.7              | 5.8               | 0.25              | 0.025             | 0.130             | 0.74              |
| <b>Middel</b>  | <b>33.7</b>             | <b>24.9</b>          | <b>9.3</b>        | <b>41.9</b>       | <b>5.5</b>        | <b>0.32</b>       | <b>0.023</b>      | <b>0.115</b>      | <b>0.43</b>       |
| Min            | 17.8                    | 18.6                 | 6.8               | 30.7              | 3.8               | 0.20              | 0.010             | 0.042             | 0.20              |
| Maks           | 56.9                    | 34.4                 | 14.0              | 61.5              | 8.2               | 0.40              | 0.046             | 0.313             | 0.74              |
| St.avvik.      | 16.1                    | 6.2                  | 2.6               | 12.2              | 1.5               | 0.08              | 0.012             | 0.102             | 0.23              |
| N              | 5                       | 6                    | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 |

| <b>Vigga 2</b> | <b>Cu</b><br>µg/l | <b>Fe</b><br>µg/l | <b>Mn</b><br>µg/l | <b>Ni</b><br>µg/l | <b>Pb</b><br>µg/l | <b>Zn</b><br>µg/l |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 25.08.2008     | 0.95              | 240               | 15.2              | 1.00              | 0.180             | 1.6               |
| 13.10.2008     | 0.89              | 150               | 16.9              | 1.20              | 0.110             | 1.5               |
| 15.12.2008     | 1.17              | 18                | 11.6              | 0.93              | 0.094             | 5.4               |
| 16.03.2009     | 1.81              | 46                | 8.5               | 0.63              | 0.088             | 1.8               |
| 14.04.2009     | 1.76              | 270               | 63.4              | 1.60              | 0.439             | 7.2               |
| 08.06.2009     | 1.33              | 170               | 18.4              | 1.10              | 0.190             | 2.7               |
| <b>Middel</b>  | <b>1.32</b>       | <b>149</b>        | <b>22.3</b>       | <b>1.08</b>       | <b>0.184</b>      | <b>3.4</b>        |
| Min            | 0.89              | 18                | 8.5               | 0.63              | 0.088             | 1.5               |
| Maks           | 1.81              | 270               | 63.4              | 1.60              | 0.439             | 7.2               |
| St.avvik.      | 0.39              | 101               | 20.4              | 0.32              | 0.133             | 2.4               |
| N              | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6                 | 6.0               |

NB! As og Cr stor usikkerhet 16.3.09 pga høy Cl-verdi, Ni stor usikkerhet pga høy Ca-verdi flere datoer

**Tabell IV.** Konsentrasjon av PCB i biota, ng/g våtvekt

| Congener PCB (IUPAC) | Sample ID:   |
|----------------------|--------------|
|                      | Vigga 2008   |
| Tissue               | Fish musckle |
| Lab Code:            | NOB-52       |
| #1 [CL1]             | n.d.         |
| #3 [CL1]             | n.d.         |
| #4/#10 [CL2]         | n.d.         |
| #8 [CL2]             | n.d.         |
| #19 [CL3]            | n.d.         |
| #17/#18 [CL3]        | n.d.         |
| #15 [CL2]            | n.d.         |
| #28/#31 [CL3]        | <b>0.94</b>  |
| #54 [CL4]            | n.d.         |
| #33 [CL3]            | n.d.         |
| #22 [CL3]            | n.d.         |
| #52 [CL4]            | <b>0.14</b>  |
| #49 [CL4]            | n.d.         |
| #104 [CL5]           | n.d.         |
| #44 [CL4]            | n.d.         |
| #37 [CL3]            | n.d.         |
| #74 [CL4]            | n.d.         |
| #70 [CL4]            | n.d.         |
| #95 [CL5]            | <b>0.25</b>  |
| #155 [CL6]           | n.d.         |
| #101 [CL5]           | <b>0.21</b>  |
| #99 [CL5]            | <b>0.15</b>  |
| #119 [CL5]           | n.d.         |
| #81 [CL4]            | n.d.         |
| #87 [CL5]            | n.d.         |
| #110 [CL5]           | <b>0.30</b>  |
| #77 [CL4]            | n.d.         |
| #151 [CL6]           | n.d.         |
| #149 [CL6]           | <b>0.36</b>  |
| #123 [CL5]           | n.d.         |
| #118 [CL5]           | <b>0.32</b>  |
| #114 [CL5]           | n.d.         |
| #188 [CL7]           | n.d.         |
| #153 [CL6] + #168    | <b>0.65</b>  |
| #105 [CL5]           | <b>0.22</b>  |
| #138 [CL6] + #158    | <b>0.27</b>  |
| #178 [CL7]           | n.d.         |
| #126 [CL5]           | n.d.         |
| #187 [CL7]           | <b>0.34</b>  |
| #183 [CL7]           | n.d.         |
| #128 [CL6]           | n.d.         |
| #167 [CL6]           | n.d.         |
| #177 [CL7]           | n.d.         |
| #202 [CL8]           | n.d.         |
| #171 [CL7]           | n.d.         |
| #156 [CL6]           | <b>0.20</b>  |

|              |             |
|--------------|-------------|
| #201 [CL8]   | n.d.        |
| #157 [CL5]   | n.d.        |
| #180 [CL7]   | <b>0.42</b> |
| #191 [CL7]   | n.d.        |
| #169 [CL5]   | n.d.        |
| #170 [CL7]   | <b>0.31</b> |
| #199 [CL8]   | n.d.        |
| #189 [CL7]   | n.d.        |
| #208 [CL9]   | n.d.        |
| #194 [CL8]   | n.d.        |
| #205 [CL9]   | n.d.        |
| #206 [CL9]   | n.d.        |
| #209 [CL10]  | n.d.        |
| Sum of PCB's | <b>4.14</b> |
| Sum PCB7     | <b>2.95</b> |

**Tabell V.** Konsentrasjon av polyklorete dibenzodioksiner og dibenzofuraner i biota, ng/kg våtvekt.

| Compound                          | Sample ID   |
|-----------------------------------|-------------|
|                                   |             |
| Tissue                            | Fish muskle |
| Lab Code:                         | NOB-52      |
| 2,3,7,8-TCDD                      | n.d.        |
| 1,2,3,7,8-PeCDD                   | n.d.        |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD                 | n.d.        |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD                 | n.d.        |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD                 | n.d.        |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD               | n.d.        |
| OCDD                              | n.d.        |
| 2,3,7,8-TCDF                      | n.d.        |
| 1,2,3,7,8-PeCDF                   | n.d.        |
| 2,3,4,7,8-PeCDF                   | n.d.        |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF                 | n.d.        |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF                 | n.d.        |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF                 | n.d.        |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF                 | n.d.        |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF               | n.d.        |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF               | n.d.        |
| OCDF                              | n.d.        |
| <b>Total Concentration in TEQ</b> | n.d.        |

**Tabell VI.** Konsentrasjon av klorerte pesticider i biota, ng/g våtvekt

| Compound                | Sample ID    |
|-------------------------|--------------|
|                         | Vigga 2008   |
| Tissue                  | Fish musckle |
| Lab Code:               | NOB-52       |
| HCB                     | n.d.         |
| $\alpha$ -HCH           | n.d.         |
| $\beta$ -HCH            | n.d.         |
| $\gamma$ -HCH           | n.d.         |
| Sum of HCH              | n.d.         |
| Heptachlor              | n.d.         |
| Heptachlor epoxide      | n.d.         |
| Oxychlordane            | n.d.         |
| <i>trans</i> -Chlordane | n.d.         |
| <i>cis</i> -Chlordane   | n.d.         |
| <i>trans</i> -Nonachlor | <b>0.06</b>  |
| <i>cis</i> -Nonachlor   | n.d.         |
| Sum of Chlordanes       | <b>0.06</b>  |
| 2,4'-DDE                | n.d.         |
| 4,4'-DDE                | <b>1.96</b>  |
| 2,4'-DDD                | n.d.         |
| 4,4'-DDD                | <b>0.09</b>  |
| 2,4'-DDT                | n.d.         |
| 4,4'-DDT                | <b>0.17</b>  |
| Sum of DDT              | <b>2.22</b>  |
| Endrin                  | n.d.         |
| Dieldrin                | n.d.         |
| Mirex                   | n.d.         |

**Tabell VII.** Konsentrasjon av polybromerte difenyletere i biota, ng/kg våtvekt.

| Compound    | Smple ID      |
|-------------|---------------|
|             | Vigga 2008    |
| Tissue      | Fish musckle  |
| Lab Code:   | NOB-52        |
| TriBDE #17  | n.d.          |
| TriBDE #28  | n.d.          |
| TeBDE #49   | n.d.          |
| TeBDE #71   | n.d.          |
| TeBDE #47   | <b>1349.7</b> |
| TeBDE #66   | <b>39.4</b>   |
| PeBDE #100  | <b>348.5</b>  |
| PeBDE #99   | <b>966.8</b>  |
| PeBDE #85   | n.d.          |
| HexBDE #154 | <b>141.5</b>  |
| HexBDE #153 | <b>181.4</b>  |
| HexBDE #138 | n.d.          |
| HepBDE #183 | n.d.          |
| HepBDE #190 | n.d.          |
| NoBDE #208  | n.d.          |
| NoBDE #207  | n.d.          |
| NoBDE #206  | n.d.          |
| DeBDE #209  | n.d.          |
| Sum of PBDE | <b>3027.3</b> |
| PBDE 47+99  | <b>2316.6</b> |

**Tabell VIII.** Konsentrasjon av toksafener i biota, ng/kg våtvekt

| Compound   | Sample ID    |
|------------|--------------|
|            | Vigga 2008   |
| Tissue     | Fish musckle |
| Lab Code:  | NOB-52       |
| Parlar#26  | <b>7.61</b>  |
| Parlar#50  | <b>13.1</b>  |
| Parlar#62  | n.d.         |
| Sum of Tox | <b>20.7</b>  |

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)