

NIVA



RAPPORT LNR 4630-2003

Resipientgransking i
Lurefjorden 2002

Hevedkontor

Postboks 173, Kiplund
0403 Oslo
Telefon (47) 22 10 61 100
Telefax (47) 22 10 52 00
Internett

www.niva.no

Østlandsavdelingen

Telefon 3
4170 Grimsrud
Telefon (47) 37 00 00 00
Telefax (47) 37 04 45 15

Østlandsavdelingen

Telefonkvalitet 41
2317 Ollesrud
Telefon (47) 62 60 00 00
Telefax (47) 62 57 00 55

Vestlandsavdelingen

Nordhordland 5
5500 Høyem
Telefon (47) 55 30 22 00
Telefax (47) 55 30 22 61

Akvaplan-NIVA AS

0150 Trondheim
Telefon (47) 77 00 52 00
Telefax (47) 77 00 00 00

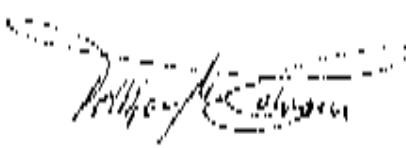
| | | |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tittel Resipientgranskning i Lurefjorden 2002</p> | <p>Utgitt (for handling) 4.10.2003</p> <p>Prosjekt - tittel 03-21906</p> | <p>Dato 20. februar 2003</p> <p>Sider 170 43</p> |
| <p>Forfatter(e) Torbjørn M. Johnsen Arild Smørdal</p> | <p>Fagområde Miljøgifter sjøvann</p> <p>Geografisk område Hordaland</p> | <p>Publisert av</p> <p>Trykker NIVA</p> |


| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <p>Oppdragsgiver(e) Nordhordland og Gulen Interkommunale Renovasjonsselskap I/S</p> | <p>Oppdragsnummer Rinn-0306</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|

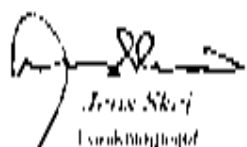
Sammendrag

Resipientgranskning i Lurefjorden og sjøvannet i 2002 var utført av resipientkontoret i miljøkontrollen i Hordaland og forordnet av NIVA, mens FCG forurensning beror på å finne i miljøkontoret av Kvalvikfjorden vedlegg 1. Gjennomført i dette området har nok høye nivåer av tungmetaller kvikksølv, kopper og bly, som spesielt er tungmetallforurensning og avvikende. Fagene forureningsgrad ble funnet i Hordaland med blandede klasser IV for bly. Gjennomført i dette området har høye konsentrasjoner av PCB (polychlorinated biphenyls). Dette ble funnet i sjøvannet og ble det av i forbindelse med høye PCB over høye tungmetaller. I forbindelse med høye tungmetaller i sjøvannet var det svak overkonsentrasjon av PCB, mens alle overkonsentrasjoner ikke ble funnet i vann fra trekk fagene i sjøvannet av i Lurefjorden. Dette ble funnet i sjøvannet i forbindelse med at ikke funnet overkonsentrasjoner av PCB. I forbindelse med sjøvannet ble det ikke funnet overkonsentrasjoner av PCB og heller ikke avvikende høye konsentrasjoner av tungmetaller. Tilbakeløst fra dette området var mestepart forurensning av PCB, mens alle ikke ble funnet i sjøvannet og fra Hordaland var mestepart forurensning av PCB. Tilbakeløst fra sjøvannet heller ikke overkonsentrasjoner av PCB og tungmetaller med unntak av bly fra Hordaland kor det var alle svak overkonsentrasjon av bly.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Utsatte områder</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Miljø 2. Sjø 3. Sjøvann 4. Lurefjorden | <p>Utsatte områder</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Environment 2. Seawater 3. Seawater 4. Lurefjorden |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|


Torbjørn M. Johnsen
Prosjektleder


Karl Nygaard
Fagansvarlig
ISBN 82 577 4202 9


Jens Skrei
Fagansvarlig

Resipientgransking i Lurefjorden 2002

Forord

Rapporten er utarbeidd av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av Nordhordland og Gulen Interkommunale Renovasjonsverk (NGIR). Rapporten inneheld ei vurdering av miljøforholda i Radsundet, Lurosen, i Monslaupsundet og i Lurefjorden inkludert området nær utsleppspunkta for sigevatn og overflatevatn frå Kjevikdalen avfalls plass.

Hos NGIR har Rune Ones vore kontaktperson og ansvarleg for fising av torsk, fangst av taskekrabbe og innsamling av blåskjel ved Fesøy.

Følgjande personar hos NIVA har vore involverte: Feltarbeidet blei utført av Torbjørn M. Johnsen. Oksygenanalysane er gjort av Camilla Grimsby. Opparbeiding av organismar for kjemiske analysar er utført av Åse Bakketun og Merete Schøyen. Arild Sundfjord har vore ansvarleg for rapportering av hydrografidelen. Torbjørn M. Johnsen har vore prosjektleiar og ansvarleg for rapportering av dei resterande delane av rapporten.

Bergen 22. februar 2007

Torbjørn M. Johnsen

Innhald

| | |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| Samandrag | 6 |
| Bakgrunn | 7 |
| 1. Mål for granskinga | 8 |
| 2. Forureiningstilførsler | 9 |
| 3. Feltarbeid, stasjonar | 10 |
| 4. Hydrografi | 12 |
| 4.1 Generell del | 12 |
| 4.2 Radsundet | 12 |
| 4.2.1 Måleprogram | 12 |
| 4.2.2 Resultat | 12 |
| 4.2.3 Diskusjon | 14 |
| 4.3 Lurosen | 14 |
| 4.3.1 Måleprogram | 14 |
| 4.3.2 Resultater | 14 |
| 4.3.3 Diskusjon | 15 |
| 4.4 Seimsfjorden | 16 |
| 4.4.1 Måleprogram | 16 |
| 4.4.2 Resultater | 16 |
| 4.4.3 Diskusjon | 16 |
| 4.5 Djupområdet i Lurefjorden | 17 |
| 4.5.1 Måleprogram | 17 |
| 4.5.2 Resultater | 18 |
| 4.5.3 Diskusjon | 19 |
| 5. Sediment og miljøgifter | 20 |
| 5.1 Metodikk | 20 |
| 5.1.1 Prøvetaking | 20 |
| 5.1.2 Analysemetodar | 21 |
| 5.2 Resultat | 21 |
| 5.2.1 Generelt | 21 |
| 5.2.2 Sedimentkjemiske parameter | 21 |
| 5.2.3 Miljøgifter i sediment | 22 |
| 5.3 Vurdering og oppsummering av miljøgifter i sediment | 27 |
| 6. Miljøgifter i organismar | 28 |
| 6.1 Materiale og metodar | 28 |
| 6.2 Resultat miljøgifter i organismar | 28 |
| 6.2.1 Polyklorerte bifenyl - PCB i organismar | 28 |
| 6.2.2 PAH i blåskjel | 35 |
| 6.2.3 Metallinnhald i organismar | 36 |

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 6.3 Vurdering og oppsummering av miljøgifter i organismer | 39 |
| 7. Konklusjon | 41 |
| 8. Referansar | 43 |

Samandrag

Granskinga i 2002 hadde som målsetjing å gje status for miljøforholda i Lurefjorden og dei nærliggjande områda med spesiell fokus på miljøgifter og sette resultatane i samanheng med tidlegare granskingar.

Oksygentilhøva i djupvatnet i Radsundet (tilstandsklasse III – ”Mindre god”) var betre enn i 1998/99, men dårlegare enn i 1995/96. Den store variasjonen i oksygenmengda i djupvatnet har samanheng med at Radsundet påverkast av lokale tilførslar av organisk materiale, og at topografien hindrar jamlege utskiftingar av djupvatnet.

I djupområdet i Lurefjorden var det ein reduksjon i oksygenkonsentrasjonen slik at tilstanden låg mellom tilstandsklasse II (”God”) og III (”Mindre god”). Både i Lurosen og Seimsfjorden hadde djupvatnet oksygenkonsentrasjonar som svara til det ein fann på terskeldjup mellom Lurefjorden og dei to områda.

Analysar av sediment frå Radsundet, Monslaupsundet og dei ulike delane av Lurefjorden viste at heile området har ein forureiningsgrad av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarbon) i sedimentet som svarar til tilstandsklasse III (”Markert forureina”). Høgast konsentrasjon av Σ PAH og den potensielt kreftframkallande sambindinga benzo(a)pyren blei funne i Lurosen. På dei tre stasjonar frå sigevassutsleppet til Djupområdet i Lurefjorden (KJE4, KJE1 og KJE6) blei det registrert ein auke i konsentrasjonen av Σ PAH på samanlikna med analyseresultata frå 1998. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren ligg i tilstandsklasse III eller på grensa mellom tilstandsklasse III og IV.

PCB (polyklorerte bifenyler) finnast i lave konsentrasjonar i heile granskingsområdet, men med høgast konsentrasjon (tilstandsklasse II) på KJE4 som ligg like ved utsleppet for sigevatn.

Med unnatak av krom har sedimenta i granskingsområdet noko høge tungmetallkonsentrasjonar (tilstandsklasse II-III). Størst er blyforureininga kor det i Radsundet blei funne konsentrasjonar som gjev tilstandsklasse IV (”Sterkt forureina”). Også konsentrasjonen av TBT (tributyltinn) er tildels høg med dei høgaste konsentrasjonane på stasjon KJE4 (ved sigevassutsleppet) og ved Mastrevik i Monslaupsundet (tilstandsklasse V).

Fisk fanga i Lurefjorden var generelt i dårleg form. I lever frå torsk fanga i Seimsfjorden blei det funne ein svak overkonsentrasjon av PCB₇ (tilstandsklasse II), mens lever frå torsk frå ytterste del av Lurefjorden ikkje var forureina av PCB. I fiskefiléten var det ikkje funne PCB-forureining.

I krabbar blei det ikkje funne forureiningar av PCB, tungmetall og tinnorganiske sambindingar.

Blåskjel frå Alverstraumen i Radsundet og Rydlandsnes inst i Seimsfjord inneheldt ein svak overkonsentrasjon av PCB₇ (tilstandsklasse II ”moderat forureina”) medan skjel frå Vallevik i Seimsfjorden og Fesøy ytst i Lurefjorden ikkje var forureina av PCB. Moderat forureining av TBT blei funne i blåskjel frå heile området, medan PAH og tungmetall ikkje fanst i overkonsentrasjonar med unnatak av skjel frå Radsundet kor skjela var moderat forureina av bly.

Bakgrunn

Granskinga kom i stand etter ein førespurnad frå Nordhordland og Gulen Interkommunale Renovasjonsselskap I/S (NGIR) om ei oppfølging av tidlegare resipientgranskingar i Lurefjorden. Dessutan vart det eit ynskje om å kontrollere miljøforholda i nokre av dei nærliggjande områda kor Lurefjorden står i kontakt med fjordområda utanfor. Avfallsplassen vert etablert i årsskiftet 1982/1983 og eit av vilkåra for driftsløyve er at miljøet i resipienten skal overvakast. Denne granskinga er ei oppfølging og vidareføring av tidlegare resipientgranskingar i Lurefjorden (Johannessen et al.1990, Lømsland et al. 1995, 1999).

På grunnlag av strømmålingar og målingar av spreining av avlaupsvatn var det i denne resipientgranskinga inkludert granskingar i Seimsfjorden. For å granske miljøtilhøva i nokre av områdene som står i kontakt med Lurefjorden, blei granskingar i Radsundet, i Lurosen og ved Mastrevik inkludert. For å sjå på eventuell spreining og tilførsel av miljøgifter blei fisk, taskekrabbe og blåskjel samla inn fleire stader.

Dei hydrografiske forholda i Lurefjorden og Radsundet skulle granskast på nytt som ei oppfølging av tidlegare granskingar (Golmen, 1991, Golmen & Nygaard 1996 a, b).

1. Mål for granskinga

- Granskinga skal :
- 1) Gje status for miljøforholda i 2002 i Lurefjorden og nærområda med spesiell fokus på miljøgifter.
 - 2) Sjå om miljøet har endra seg sidan siste gransking.
 - 3) Gje eit referansemateriale for framtidige granskingar.

2. Forureiningstilførsler

Kjevikdalen avfallsplass vert teke i bruk i 1982, og den årlege mengda avfall som vert deponert, er no ca. 25.000 tonn. Avfallet kjem frå hushald og næringsverksemd frå kommunane som har avtale med NGIR. Vraking av bilar er også ein aktivitet som går føre seg på avfallsplassen.

Sigevatnet som drenerer gjennom fyllmassen, blir samla opp i botnen av fyllinga kor det er lagt drenerør. Nedafor fyllinga er det plassert ein sigevasskum som fangar opp sigevatnet. Herfrå vert sigevatnet leidd ut til Kjeviktangen gjennom ei ca. 450 m lang utsleppsleidning (diameter: 280 mm) kor opninga ligg på 30 meters djup (jfr. kart fig 3.1). Ein bekk som før etableringa av avfallsplassen rant gjennom deponiområdet, er ført i røyr under fyllinga ned til Kjevika. Vatnet som kjem ut her, er forureina frå sjølve fyllinga slik at også inste del av Kjevika vert tilført forureiningar. Ein video-inspeksjon av røyret i 1999 viste at sigevatn lekk inn og forureinar bekkevattnet som kjem frå området ovanfor deponiet.

I sigevasskummen vert mengda sigevatn registrert og logga automatisk. På grunnlag av registreringane kan månads- og årsgjennomsnitt for mengde avløpsvann bereknast. Den gjennomsnittlege årlege vassføringa i avlaupsleidningen låg i 2000 og 2001 på ca. 5 l/s, mens vassføringa dei to førre åra var omtrent dobbel så stor (Larsen 2002). For 2001 vert den totale sigevassmengda berekna til 161.000 m³.

På bakgrunn av mengd sigevatn og målingar av tungmetall og organiske miljøgifter er totalutsleppa for nokre av forureininga til Lurefjorden i 1997/2001 berekna til: Kvikksølv (Hg): 511/5 gram; bly (Pb): <2,3/1,2 kg; kadmium (Cd): <700/30 gram; krom (Cr): < 3,7/1,4 kg; kopar (Cu): 2,5/2,6 kg; sink (Zn): 14,6/4 kg; jern (Fe): 7,8/6 tonn; polyklorerte bifenyler (PCB₇): <500/<30 gram og polysykliske aromatiske hydrokarbon (PAH₁₆): 4.300/580 gram. Analysane som utrekningane er gjorde ut i frå, er utførte av Alex Stewart Environmental Services A/S. Fleire av målingane i 2001 viser ein kraftig reduksjon i utsleppa for fleire av komponentane (t.d. kvikksølv).

Tidlegare utrekningar har vist at mengda overflatevatn som vert sleppt ut inst i Kjevika, er omtrent dobbelt så stor som sigevassmengda. Analysar av dette vatnet som vert ført i rør under fyllinga og som vert forureina på vegen grunna dårlege rør, viser at inste del av Kjevika vert tilført monalege mengder forureiningar.

3. Feltarbeid, stasjonar

Innsamling av botnsediment og vassprøver blei gjort 13.-14.05.2002 ved bruk av M/S "Solvik" med Leon Pedersen som skipper. Sediment var samla inn i Radsundet (RAD), i Lurosen (LUO), i Seimsfjorden (SEM1, SEM2), i Lurefjorden (KJE1, KJE4, KJE6, FES (ved Fesøy)) og ved Mastrevik (MAS) i ytterste del av Monslaupsundet som er eit av dei to sunda som bind Lurefjorden og Fensfjorden saman.

Vertikalprofilar av salinitet og temperatur var tekne i Radsundet, Lurosen, Seimsfjorden og Lygra i Lurefjorden (KJE 6). På dei same stasjonane vart det teke vassprøver for analyse av oksygen.

Blåskjel vart samla inn i månadsskiftet september/oktober 2002 i Radsundet (Alverstraumen), i Lurefjorden ved Fesøy og i Seimsfjorden ved Vallevik og på Rydlandsnes. Skjela vart teke i sonen mellom flo og fjøre. Fangst av torsk, hyse og krabbe gjekk føre seg våren 2002 inne i Seimsfjorden og ved Fesøy i ytterste del av Lurefjorden. Fangsten vart organisert av NGIR.

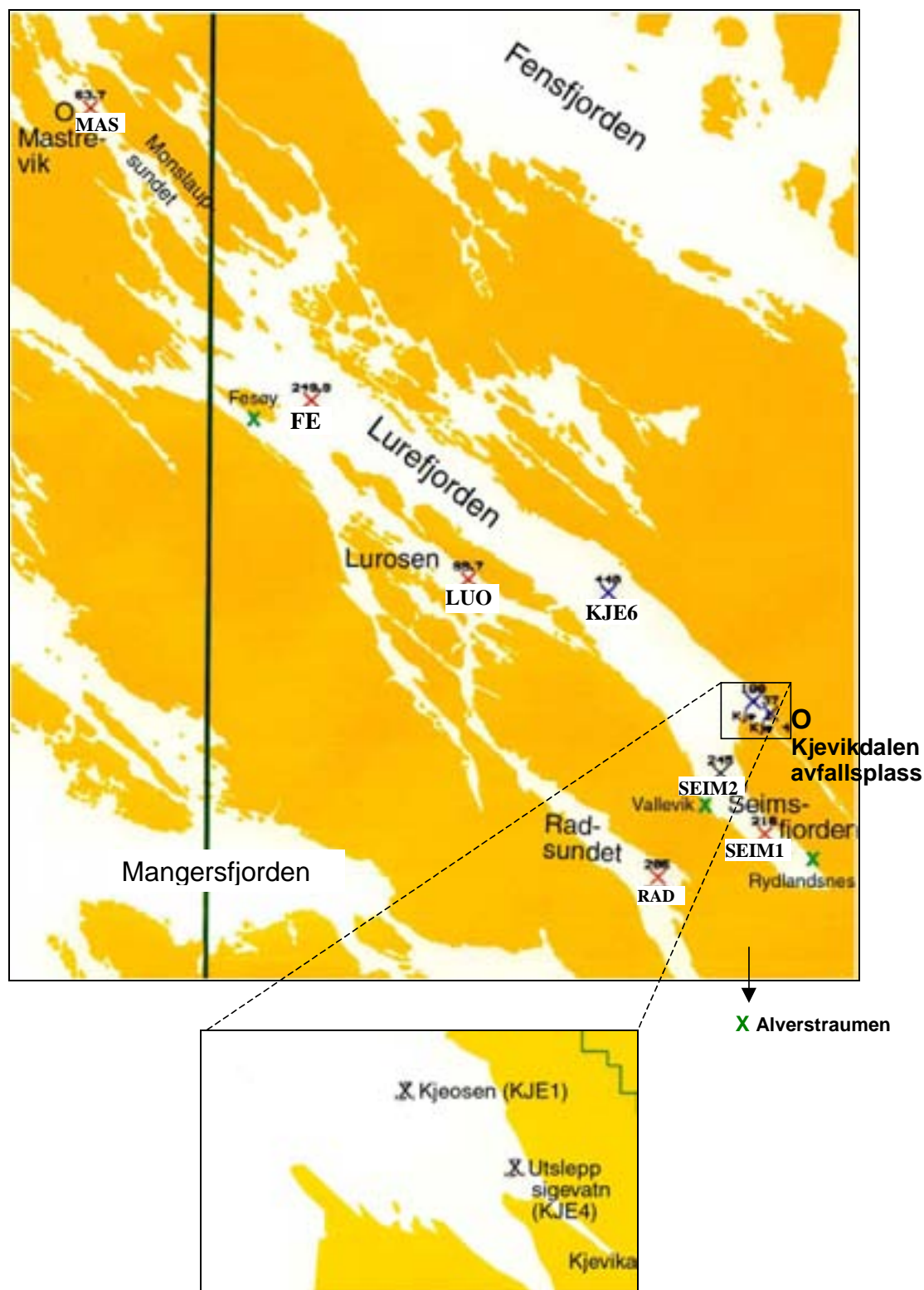
Oversikt over stasjonane er vist i **Figur 1**, og posisjon til stasjonane er gitt i **Tabell 1**

Der kor det er samanfallande stasjonar er dei same symbola som ved tidlegare granskingar, nytta.

Metodikk vert omtalt under dei ulike hovudkapitla.

Tabell 1. Posisjonar for stasjonar i Lurefjorden og omland. Alle posisjonar er i datum WGS-84 (EUREF-89).

| Stasjon | Stasjonsnavn | Posisjon | |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | |
| Radsundet | RAD | 60°37,313 N | 05°11,688 E |
| Lurosen | LUO | 60°41,206 N | 05°06,720 E |
| Seimsfjorden, indre | SEIM1 | 60°37,896 N | 05°14,456 E |
| Seimsfjorden, ytre | SEIM2 | 60°38,690 N | 05°13,301 E |
| Lurefjorden, ved utslipp | KJE4 | 60°39,481 N | 05°14,585 E |
| Lurefjorden, Kjeosen | KJE1 | 60°39,637 N | 05°14,132 E |
| Lurefjorden, djupområde | KJE6 | 60°41,048 N | 05°10,343 E |
| Lurefjorden ved Fesøy | FES | 60°43,535 N | 05°02,629 E |
| Mastrevik i Monslaupsundet | MAS | 60°47,353 N | 04°56,847 E |



Figur 1. Kart over granskingsområdet med markering av stasjonar.

4. Hydrografi

4.1 Generell del

På kvar stasjon kor det vert utført hydrografiske målingar, vert det teke ein hydrografisk profil med ein Sea-Bird SBE19 CTD-sonde. Sonden vert senka ned til botnen med ein vinsj medan den automatisk registrerer temperatur, konduktivitet og trykk. Avstanden mellom registreringane blei sett til 0,5 sekund, og verdiane vart i ettertid midla til kvar meter for plotting.

Vassprøver for analyse av oksygen vert teke med bruk av vasshentar som vart senka ned til det aktuelle prøvetakingsdjup kor vatnet vert innelukka. Vassprøvene vert tilsett kjemikaliar for å binde oksygen i vatnet og vert seinare analysert ved NIVA si vestlandsavdeling etter Winklers metode.

I **Tabell 2** finnast SFT sine kriterium for klassifisering av tilstand for oksygen i djupvatn.

Tabell 2. Klassifisering av tilstand for oksygen i djupvatn.

| Parametre | Tilstandsklasser | | | | |
|--------------------------------|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
| | I Svært god | II God | III Mindre god | IV Dårleg | V Svært dårleg |
| Djupvatn | | | | | |
| Oksygen (mg O ₂ /l) | >4,5 | 4,5-3,5 | 3,5-2,5 | 2,5-1,5 | <1,5 |
| Oksygen metning (%) | >65 | 65-50 | 50-35 | 35-20 | <20 |

4.2 Radsundet

4.2.1 Måleprogram

Hausten 1998 og vinteren 1999 blei det tatt hydrografiske profilar og oksygenprøvar i Radsundet (Lømsland et al. 1999). For å følgje opp desse målingane blei det gjort nye registreringar av temperatur og salinitet, og prøver for analyse av oksygenkonsentrasjon blei tatt frå overflata til botn på 200 m djup (8 djup: 1 m, 20 m, 50 m, 75 m, 100 m, 150 m, 180 m og 200 m). Temperatur og salinitet blei målt frå overflata til botn.

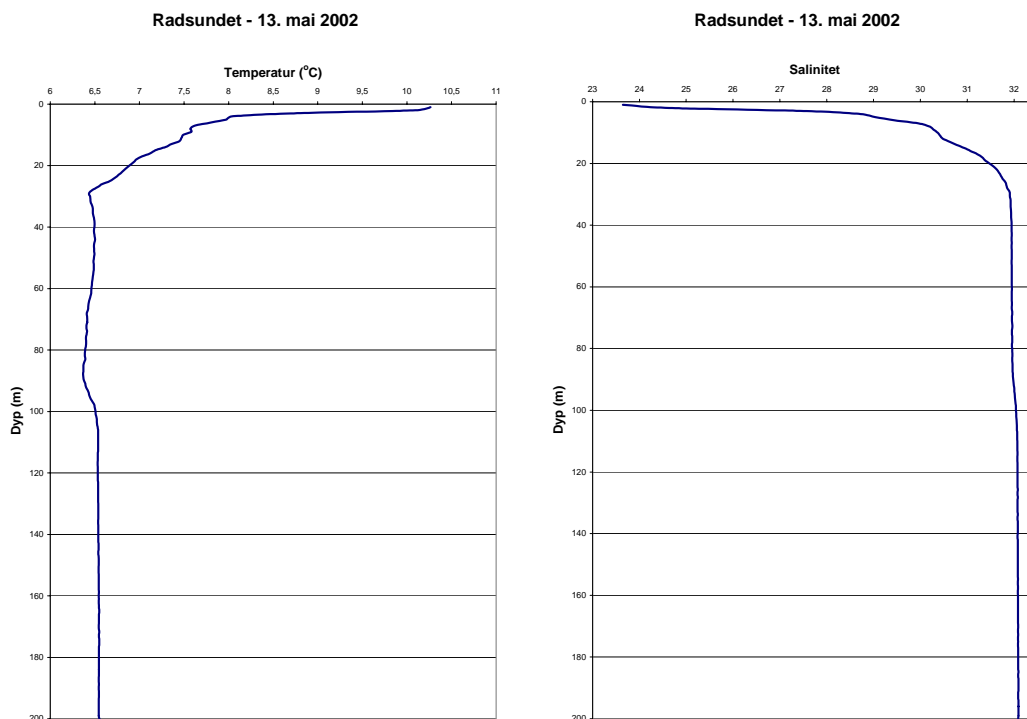
4.2.2 Resultat

Vertikalprofilar av temperatur og salinitet i Radsundet er vist i **Figur 2**. Temperaturprofilen viser at det var eit tynt ca. 2 m tjukt overflatelag i Radsundet kor temperaturen var like over 10°C. Frå 2 til 4 m fall temperaturen med ca. 2 grader. Frå 4 til ca.30 m fall temperaturen ytterlegare 1,6 einingar til 6,4°C. Lågaste temperatur (6,37°C) finn ein i vannsjiktet mellom 30 og 100m. Under 100 m låg temperaturen stabilt på 6,5°C heilt ned til botn.

Salinitetsprofilen viser også at vatnet er delt opp i ulik sjikt. Øvst er det et tynt overflatelag med brakt vatn (24-25 psu), og så kjem det ein vannmasse kor saliniteten aukar relativt kraftig ned til 30 m. Mellom 30 og 100 m er det ein vannmasse kor saliniteten er noko lågare enn i djupvatnet frå 100-200 m.

Oksygenmengda i dei øvste 20 metrane var høg (7,29-6,24 ml O₂/l), men minka så nedover mot botn på 200 meter (**Tabell 3**). Dei nedre 50 metrane var oksygenmengda relativt låg med konsentrasjon mellom 2,80-2,85 ml O₂/l. I samsvar med SFT sine kriterium for tilstand (Molvær et al. 1997) gjev dette tilstandsklasse III ("Mindre god").

I **Tabell 4** er målingar av oksygen gjort i den djupaste delen av Radsundet i 1990, 1992 og 1995-96, 1999 og 2002 sett opp. Oksygenkonsentrasjonane i djupvatnet målt i denne granskinga er låge (40-51% oksygenmetning), men likevel noko betre enn i 1999. Forholda er likevel dårlegare enn dei var i perioden 1992-96. På 50 m djup er forholda tilfredsstillande, og på 20 m djup er det 90% metning.



Figur 2. Temperatur og salinitet i djupaste del av Radsundet 13. mai 2002.

Tabell 3. Tabellen viser djup, temperatur, salinitet, oksygen, oksygenmetningspunkt og oksygenmetning i prosent for prøver tatt 13. mai 2002 i Radsundet.

| Djup (m) | Temperatur (°C) | Salinitet (ppt) | Oksygen (ml/l) | Metnings-Punkt (ml/l) | Metning (%) |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 10,3 | 23,6 | 7,29 | 6,75 | 108,0 |
| 20 | 6,9 | 31,4 | 6,24 | 6,93 | 90,1 |
| 50 | 6,5 | 31,9 | 4,29 | 6,98 | 61,6 |
| 75 | 6,4 | 32,0 | 4,84 | 6,99 | 69,3 |
| 100 | 6,5 | 32,0 | 3,57 | 6,97 | 51,3 |
| 150 | 6,5 | 32,1 | 2,80 | 6,97 | 40,2 |
| 180 | 6,5 | 32,1 | 2,82 | 6,97 | 40,5 |
| 200 | 6,6 | 32,1 | 2,85 | 6,95 | 41,0 |

Tabell 4. Oksygeninnhald (ml/l) i vannsøyla i djupaste delen av Radsundet, 1990, 1992, 1995/96 1998/99 og 2002.

| Dato | 10.11.90 | 27.06.92 | 05.10.95 | 05.12.95 | 23.01.96 | 26.11.98 | 06.02.99 | 13.05.02 |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Djup (m) | | | | | | | | |
| 20 | 4,62 | * ikkje målt | * ikkje målt | 5,58 | 5,46 | 5,89 | 6,18 | 6,24 |
| 50 | 2,54 | 4,15 | 4,75 | 5,13 | 4,77 | 3,42 | 3,29 | 4,29 |
| 100 | 1,75 | 4,49 | 4,76 | 4,63 | 4,34 | 2,67 | 2,97 | 3,57 |
| 180 ⁽¹⁾ /195 ⁽²⁾ /200 ⁽³⁾ | 1,03 ⁽¹⁾ | 2,38 ⁽¹⁾ | 4,33 ⁽¹⁾ | 3,44 ⁽²⁾ | 3,98 ⁽²⁾ | 2,20 ⁽³⁾ | 2,47 ⁽³⁾ | 2,82 ⁽³⁾ |

4.2.3 Diskusjon

Samanlikna med oksygenmengda målt i djupvatnet i 1990, 1992 og 1998/99 var konsentrasjonen våren 2002 høgre, men lågare enn i 1995/96 (**Tabell 4**). Årsaka til dei store variasjonane i oksygeninnhaldet i djupvatnet er å finne i Radsundet sin topografi som heilt klart hindrar jamlege utskiftingar av djupvatnet.

At oksygenmengda i djupvatnet tidvis fell til svært lave konsentrasjonar, har samanheng med at området vert påverka av lokale tilførselar av organisk materiale som forbrukar oksygen under nedbryting. På grunnlag av det måleprogrammet som er gjennomført (avgrensa til hydrografiske målingar og målingar av oksygenmengda i vassøyla), er det ikkje mogeleg å gje ei vurdering av kor stor den lokale påverkinga er i forhold til påverknad frå nærliggjande område som til dømes Lurefjorden.

4.3 Lurosen

4.3.1 Måleprogram

Vatnet som strømmar inn i Lurefjorden frå sør, må passere Lurosen. Inn til Lurosen er det tersklar både i sør og nord, og det kan derfor tenkjast at området fungerer som ei sedimentfelle kor organiske partiklar som vert frakta med vatnet, kan sedimentere og forbruke oksygen under nedbrytinga. For å kontrollere tilstanden i djupvatnet i Lurosen, blei det teke prøver for analyse av oksygen på 70 m djup og på 90 m like over botn. Temperatur og salinitet blei målt ved bruk av automatisk registrerande sonde.

4.3.2 Resultater

Figur 3 viser temperaturprofilen i Lurosen 14.05.02. Som i Radsundet er det eit ca. 2 m tjukt overflatelag kor temperaturen var 10,6-10,8°C. Frå 5 fell temperaturen relativt jamt frå 8,9 til 6,2°C på 37 m djup. Frå 40 til 90 m er det ein temperaturreduksjon på berre 0,15°C.

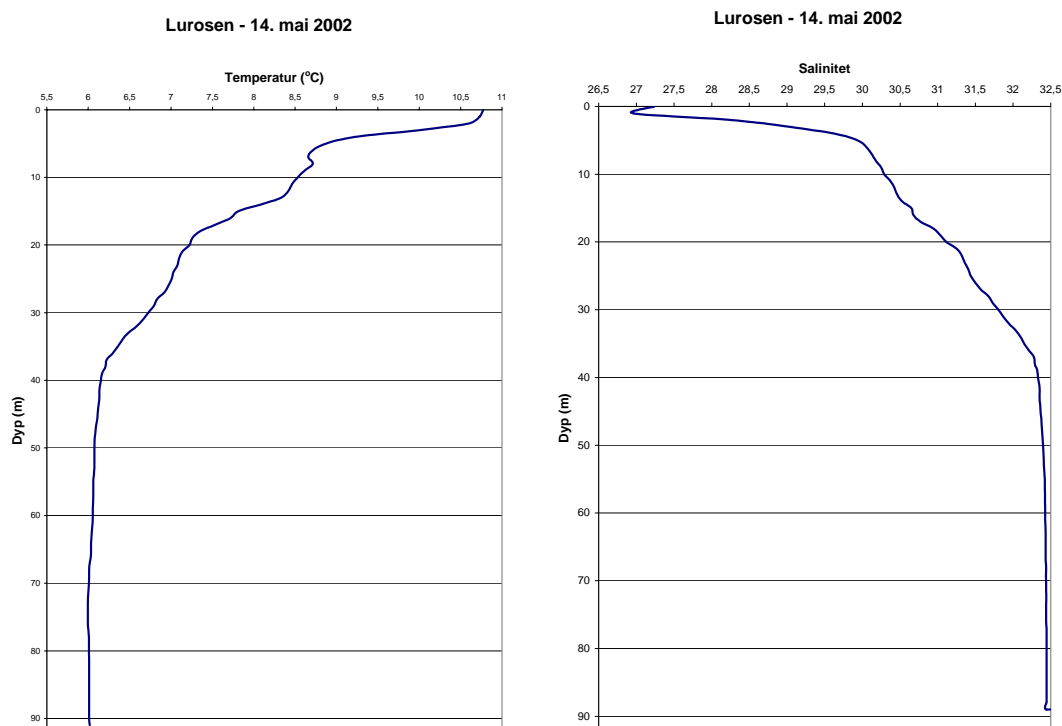
Salinitetsprofilen (**Figur 3**) viser at det 2 m tjukke overflatelaget har ein salinitet på 27,2-28,2. Frå 5 til 37 m aukar saliniteten frå 29,9 til 32,3 og det er berre 0,1 eining lågare enn det som vart målt ved botn på 91 m.

Analysane av djupvatn frå Lurosen viste høg oksygenkonsentrasjon nær botn (**Tabell 5**). Prøvane frå 70 og 90 m djup hadde same innhald av oksygen, i same rekkjefølgje 5,98 og 5,99 ml O₂/l og

oksygenmetninga var 85,1-85,2%. Etter SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet gir dette tilstandsklasse I ("Mykje god").

4.3.3 Diskusjon

Samanlikna med oksygeninnhaldet på tilsvarende djup både i Radsundet og Lurefjorden var konsentrasjonen av oksygen i djupvatnet i Lurosen høgare enn i dei to nærliggjande områda. Lurosen er bunden saman med Lurefjorden i nord med eit terskeldjup på ca. 45 meter, medan terskeldjupet mellom Radsundet og Lurosen berre er 6 meter. Det vil seie at djupvatnet i Lurosen har sitt opphav i vassjiktet 40-50 m i Lurefjorden. Dette stemmer godt med målingane i Lurefjorden kor vatn på 50 m djup hadde både temperatur, salinitet og oksygeninnhald tilsvarende det som var målt i djupvatnet i Lurosen.



Figur 3. Temperatur og salinitet i Lurosen 14. mai 2002.

Tabell 5. Tabellen viser djup, temperatur, salinitet, oksygen, oksygenmetningspunkt og oksygenmetning i prosent for prøver tatt 13. mai 2002 i Lurosen.

| Djup (m) | Temperatur (°C) | Salinitet (ppt) | Oksygen (ml/l) | Metnings-Punkt (ml/l) | Metning (%) |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------|
| 70 | 6,0 | 32,4 | 5,98 | 7,04 | 85,1 |
| 90 | 6,0 | 32,4 | 5,99 | 7,04 | 85,2 |

4.4 Seimsfjorden

4.4.1 Måleprogram

Straummålingar like utanfor Kjevika har synt at sigevatn frå fyllinga tidvis vert ført innover mot Seimsfjorden (Johnsen & Sundfjord 2003). I sigevatnet er det ein del små organiske partiklar som vert ført bort frå utsleppsstaden med straumen og som etter ei tid vil sedimentere. Sidan straussmålingane viste at Seimsfjorden, som er ein terskelfjord med djupe tersklar, kan vere resipient for sigevatnet frå avfallsplassen i Kjevikdalen, vart det teke prøver for å kontrollere oksygentilhøva i djupvatnet innafor tersklane,

For å kontrollere oksygenmengda vatnet under terskelnivå i Seimsfjorden vert vassprøver teke på 170, 190 og 210 meter. Samstundes vert vertikalprofilar for salinitet og temperatur teke.

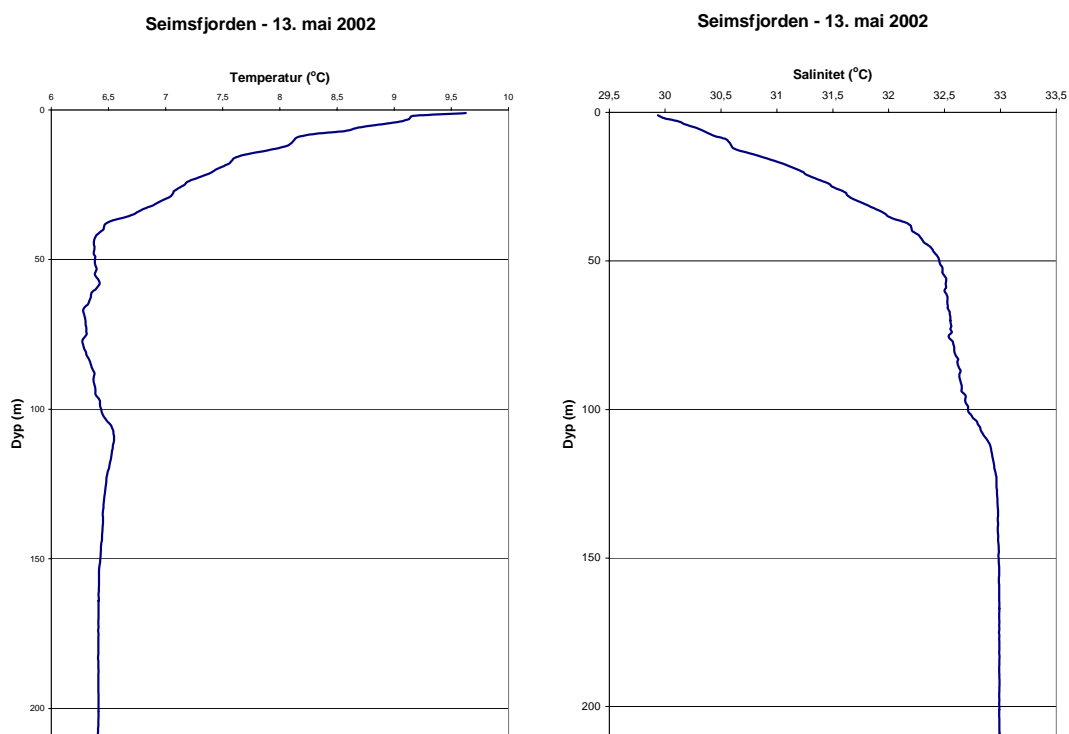
4.4.2 Resultater

Vertikalprofilane for temperatur og salinitet (**Figur 4**) viser at 13. mai 2002 minka temperaturen relativt jamt frå 9,6°C i overflata til 6,5°C på 38 m djup, medan saliniteten steig frå 29,9 til 32,2 på den same avstanden. Mellom 40 og 110 m var auken i saliniteten pr. meter mykje lågare (32,2-32,9). I same sjiktet var temperaturen litt ujamn. Eit lite temperaturmaksimum (6,55°C) var funne på 110 m djup. Terskelen mellom inste del av Seimsfjorden og Lurefjorden ligg på 150 m djup. Under terskeldjup låg temperaturen jamt på 6,4°C, medan saliniteten var 33,0.

Mengda oksygen i djupvatnet innafor terskelen i Seimsfjorden viste konsentrasjonar mellom 3,56-3,81 ml O₂/l (**Tabell 6**) som gir tilstandsklasse II "God" etter SFTs kriterium for tilstand.

4.4.3 Diskusjon

Samanliknar ein konsentrasjonane av oksygen i djupvatnet innafor terskelen i Seimsfjorden med tilsvarande konsentrasjonar på same djup i vassøyla utanfor terskelen, er ikkje tilhøva i Seimsfjorden dårlegare enn i Lurefjorden. Det tyder på at belastninga inne i Seimsfjorden ikkje er større enn i området utanfor. Det er dermed ikkje noko som tyder på at partikkeltransport frå sigevatnet i Kjevikdalen avfallsplass medfører noko stor ekstrabelastning på oksygenet i djupvatnet i Seimsfjorden.



Figur 4. Temperatur og salinitet i Seimsfjorden 13. mai 2002.

Tabell 6. Tabellen viser djup, temperatur, salinitet, oksygen, oksygenmetningspunkt og oksygenmetning i prosent for prøver tatt 13. mai 2002 innarst i Seimsfjorden (SEIM1).

| Djup (m) | Temperatur (°C) | Salinitet (ppt) | Oksygen (ml/l) | Metnings-Punkt (ml/l) | Metning (%) |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------|
| 170 | 6,4 | 33,0 | 3,81 | 6,94 | 54,9 |
| 190 | 6,4 | 33,0 | 3,56 | 6,94 | 51,3 |
| 210 | 6,4 | 33,0 | 3,66 | 6,94 | 52,8 |

4.5 Djupområdet i Lurefjorden

4.5.1 Måleprogram

Målingar av oksygen i den djupaste delen av Lurefjorden (KJE6 (60°41.048N, 05°10.343E)) i tidsrommet 1992-99 viste ein aukande trend for oksygenkonsentrasjonen i djupvatnet. Det var derfor av interesse å sjå korleis oksygenutviklinga hadde vore sidan siste måling i 1999.

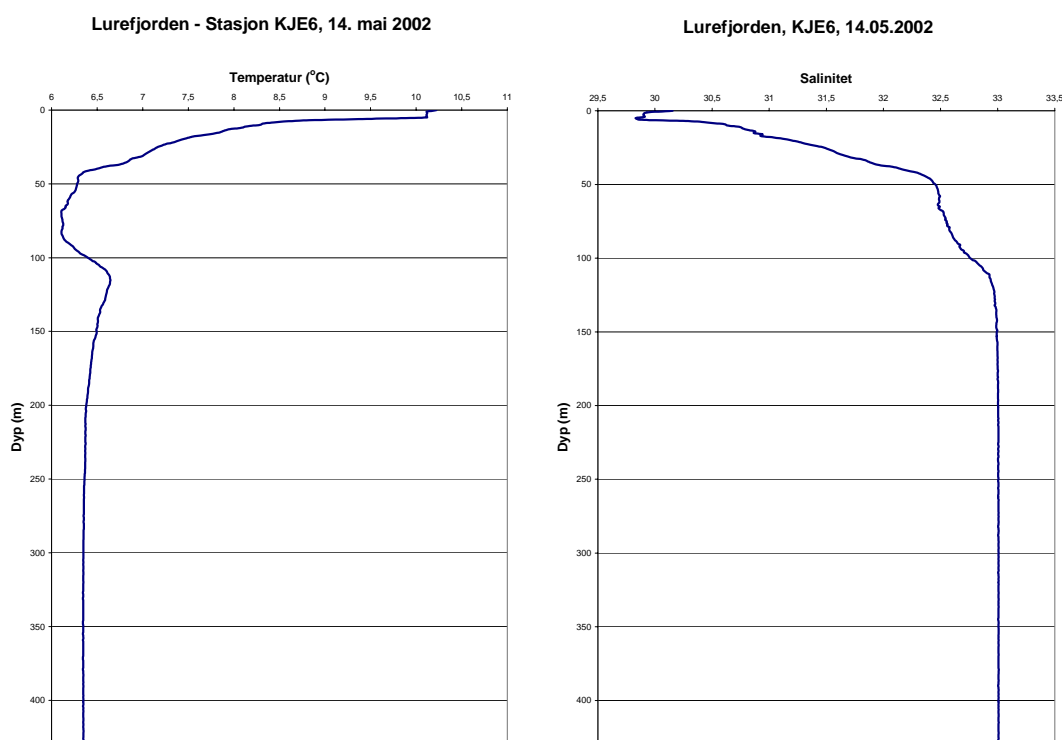
Temperatur og salinitet vert registrert frå overflata ned til 430 m djup. Vidare vert det teke vassprøver for oksygenanalyse i faste djup frå overflatelaget og ned til like over botn (9 prøvedjup: 1 m, 20 m, 50 m, 100 m, 200 m, 300 m, 350 m, 400 m og 430 m) etter same mønster som tidlegare år.

4.5.2 Resultater

Figur 5 viser vertikalprofilar av temperatur og salinitet frå målingane gjort på stasjon KJE6 i Lurefjorden 14. mai 2002.

Målingane viser at i dei øvre 5 metrane var temperaturen 10,1°C, og fall derfrå til 6,4°C på 45 meters djup. Mellom 50 og 90 meters djup er det eit vasslag kor temperaturen er relativt jamt, og i dette sjiktet finn ein lågaste temperatur på 6,1°C. Frå 90 til 115 meter stig temperaturen med 0,4°C for så å falle igjen. Frå 200 m djup til botn på 429 meter fell temperaturen med berre 0,04°C til 6,35°C like over botn.

Også kurven for salinitet viser at vatnet i dei øvre 6 metrane var godt gjennomblanda med salinitet på 29,9 (**Figur 5**). Frå 5 til 45 meter aukar saliniteten jamt frå 29,9 til 32,4. Mellom 45 og 110 meter er det ein mindre auke i saliniteten, og både salinitets- og temperaturmålingane tyder på at vatnet i dette sjiktet skil seg frå vatnet både over og under. Frå 120 meters djup og ned til botn aukar saliniteten med berre 0,04 einingar.



Figur 5. Temperatur og salinitet på stasjon KJE6 i Lurefjorden 14. mai 2002.

I **Tabell 7** er resultatane frå målingane av oksygen sett opp, og verdiane for oksygenmetning er rekna ut på grunnlag av oksygenkonsentrasjon, temperatur og salinitet. I dei øvste 100 m var det oksygenmetning mellom 74 og 113% metning. Den høge metninga nær overflata skyldas at algenes våroppblomstring var i full gang, og det fører til høg oksygenproduksjon om dagen. Under 200 m djup var det 46-53% oksygenmetning.

Resultata frå målingane av oksygen frå 1992 til 2002 er vist i **Tabell 8**.

Tabell 7. Tabellen viser djup, temperatur, salinitet, oksygen, oksygenmetningspunkt og oksygenmetning i prosent for prøver tatt 13. mai 2002 på stasjon KJE6 i Lurefjorden.

| Djup (m) | Temperatur (°C) | Salinitet (ppt) | Oksygen (ml/l) | Metnings-Punkt (ml/l) | Metning (%) |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 10,1 | 29,9 | 7,38 | 6,51 | 113,4 |
| 20 | 7,4 | 31,2 | 6,72 | 6,86 | 98,0 |
| 50 | 6,3 | 32,5 | 5,82 | 6,98 | 83,4 |
| 100 | 6,4 | 32,8 | 5,16 | 6,95 | 74,3 |
| 200 | 6,4 | 33,0 | 3,38 | 6,94 | 48,7 |
| 300 | 6,3 | 33,0 | 3,53 | 6,96 | 50,8 |
| 350 | 6,3 | 33,0 | 3,32 | 6,96 | 47,8 |
| 400 | 6,3 | 33,0 | 3,71 | 6,96 | 53,4 |
| 429 | 6,4 | 33,1 | 3,20 | 6,94 | 46,2 |

Tabell 8. Oksygeninnhald (ml/l) i alle måledjup i djupaste del av Lurefjorden, 1992-2002.

| Dato | 21.05.92 | 03.11.92 | 27.10.95 | 05.12.95 | 23.01.96 | 06.02.99 | 13.05.02 |
|----------|----------|--------------|--------------|---------------------|----------|----------|----------|
| Djup (m) | | | | | | | |
| 20 | 7,36 | 5,90 | 6,19 | 6,19 | 6,21 | 6,55 | 6,72 |
| 50 | 6,87 | 5,51 | 5,89 | 5,96 | 6,16 | 6,06 | 5,82 |
| 100 | 5,69 | 4,78 | 4,64 | 5,33 | 4,91 | 4,97 | 5,16 |
| 200 | 3,78 | 3,29 | 3,62 | 3,71 | 3,31 | 4,00 | 3,38 |
| 300 | 3,42 | * ikkje målt | 3,56 | 3,62 | 3,62 | 4,62 | 3,53 |
| 400 | 3,34 | 2,94 | * ikkje målt | 3,50 (NB! 370 m) | 3,97 | 4,56 | 3,71 |

4.5.3 Diskusjon

Oksygenkonsentrasjonen i den djupaste delen av Lurefjorden (200-400 m) har tidvis vore relativt låg (minimum 2,94 ml O₂/l målt på 400 m djup november 1992) (jfr. **Tabell 8**). Vinteren 1999 hadde oksygenmengda økt til 4,56 ml O₂/l. Resultata frå denne undersøkinga viser ein reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i vassøyla på alle måledjup mellom 200-400 m samanlikna med målingane frå 1999. Reduksjonen i oksygenkonsentrasjonen fører til at tilstanden i djupvatnet ligg mellom tilstandsklasse II ("God") og III ("Mindre god").

I vassøyla over 200 m var oksygeninnhaldet omtrent på same nivå som i 1999 (**Tabell 8**).

Ved denne granskinga var lågaste oksygenmetning i djupvatnet 46,2%. Dette er på omlag samme nivå som ved tidlegare granskningar med unntak av granskninga i 1998/99 då det var registrert uvanleg høg oksygenmetning i djupvatnet (200-400 m). Dei relativt høge oksygenverdiene i 1999 skuldast truleg at det då var kort tid sidan det hadde funne stad ein utskifting av djupvatnet.

5. Sediment og miljøgifter

5.1 Metodikk

5.1.1 Prøvetaking

Det blei tatt prøvar av sedimentet i djupområda både i ytterste og inste del av Seimsfjorden (SEIM og SEIM2), i Lurefjorden frå utsleppsstaden for avlaupsleidning frå Kjevikdalen avfallsplass ut til Fesøy i ytterste del av fjorden (KJE4, KJE1, KJE6, FES), ved Mastrevik i Monslaupsundet (MAS), i Lurosen (LUR) og i Radsundet (RAD). Alle prøver blei tatt med ein 0,1 m² 'van Veen' type botngrabb.

På kvar stasjon blei det tatt 3 grabbhugg. Frå desse grabbhogga blei det laga blandprøvar av overflatesedimentet (0-2 cm) for analyse av tørrstoff, kornstorleik (% silt og leir), totalt nitrogen-, fosfor- og karboninnhald, konsentrasjon av tungmetalla bly, kobbar, krom, kvikksølv og sink og klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenyyl – PCB, polysykliske aromatiske hydrokarbon – PAH og tributyltinn – TBT. Under prøvetakinga blei det også gjort ei visuell vurdering av botnsedimentet (**Tabell 9**).

Tabell 9. Prøvetaking 13. mai 2002 i Radsundet (RAD), Lurosen (LUO), Seimsfjorden (SEIM1, SEIM2, inste og midterste del av Lurefjorden (KJE4, KJE 1, KJE6), ytterste del av Lurefjorden ved Fesøy (FES) og Mastrevik (MAS) i Monslaupsundet: Stasjonar, djup og visuell utgreiing av botnsediment.

| Stasjon | Djup (m) | Observasjonar |
|---------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| RAD | 205 | Finkorna, grått og blødt sediment. Mykje rør av fleirbørstemark. |
| LUO | 93 | Finkorna gråbrunt sediment. Fleirbørstemark på sedimentoverflata. |
| SEIM1 | 216 | Finkorna, grågrønt sediment. Skjel og skjelrestar. Spor av fleirbørstemark. |
| SEIM2 | 245 | Som SEIM1, men noko fastare sediment. |
| KJE4 | 34 | Finkorna gråbrunt sediment. Små skjelfragment. |
| KJE1 | 180 | Finkorna grått sediment med brungrønt skjær. Små skjelfragment. |
| KJE6 | 440 | Finkorna blågrått sediment. Tynt raudleg lag på toppen. Fleirbørstemark. |
| FES | 250 | Grått sediment med grønnskjær. Skjelrestar. Fleirbørstemark. |
| MAS | 64 | Gråbrunt sediment med grønnskjær. Mye store "kuskjel". |

5.1.2 Analysemetodar

Kornstorleiken i sedimentet (% silt og leir, partiklar < 0,063 mm) blei bestemt ved våtsikting, Det organiske materialet i sedimentet vart bestemt som glødetap, totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og totalt fosfor (TP). Bortsett frå tinn og kvikksølv som er analysert med salpetersyre-oppslutning, er analysane av tungmetall gjort med flussyreoppslutning.

5.2 Resultat

5.2.1 Generelt

Måling av mengde organisk materiale i sediment vert utført for å sjå på kor mykje organisk stoff som skal omsetjast i sedimentet. Nedbryting av organiske stoff krev forbruk av oksygen, og på stader kor det er liten tilgang på oksygen, kan dette føre til lave konsentrasjonar av oksygen og redusert livsgrunnlag for ein rekkje organismar.

Karbon (C), nitrogen (N) og fosfor (P) vert analysert for å finne ut kor det organiske materialet i sedimentet kjem frå. I sediment kor materialet i hovudsak kjem frå marine planter og dyr (t.d. dødt plankton), er forholdstalet mellom karbon og nitrogen normalt 6-10, medan det i sediment som vert tilført mykje organisk materiale frå land, ligg over 10. I havet er det planteplanktonet som assimilerer næringsstoffa i vatnet og gjer dei om til organisk materiale. Denne assimilerte næringa vert så overført til høgare trofiske nivå gjennom næringskjeda. For planteplankton i god vekst er det atomære forholdet mellom karbon (C), nitrogen (N) og fosfor (P) = 106:16:1 (Redfieldforholdet). På vektbasis gjev dette eit C/N-forhold på 5,7, eit N/P-forhold på 7,2 og eit P/C-forhold på 0,024.

5.2.2 Sedimentkjemiske parameter

I Radsundet og i Lurosen var andelen silt-leir og glødetapet i sedimentet omlag det same (**Tabell 10**). Mengda totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) var høgare i Lurosen enn i Radsundet, mens forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var høgast i Radsundet. Det same var innhaldet av totalt fosfor (TP) slik at forholdet mellom totalt nitrogen og totalt fosfor var mykje lågare i Radsundet enn i Lurosen.

Sedimentforholda på dei to undersøkte stasjonane i Seimsfjorden var nokså like for alle element.

Frå stasjonen nær utsleppet frå Kjevikdalen avfallsplass (KJE4) og ut til djupområdet i Lurefjorden (KJE6) har det ikkje skjedd store endringar sidan den førre resipientgranskinga i 1998. I det djupaste området i Lurefjorden (KJE6) synast tendensen til ein svak auke i det organiske innhaldet (TOC) i sedimentet å fortsette, mens situasjonen på djupstasjonen KJE1 som ligg nærmare Kjevikdalen avfallsplass, er motsett – det vil seia ein liten reduksjon i mengda organisk innhald. Endringane på dei to stasjonane er likevel relativt små. C/N-forholdet er avtakande frå utsleppsstaden og ut mot djupområdet, mens N/P-forholdet har motsett utvikling.

Ved Fesøy i ytterste del av Lurefjorden var innhaldet av totalt karbon, totalt nitrogen, totalt fosfor og C/N- og N/P-forholdet omlag det same som inne i Seimsfjorden.

Ved Mastrevik i Monslaupsundet var tilhøva i sedimentet noko annleis enn i resten av det undersøkte området. Glødetapet var monaleg høgare enn på dei andre stasjonane, mens mengda totalt karbon og totalt nitrogen var monaleg lågare. Forholdet mellom nitrogen og fosfor var lågt og på same nivå som på stasjon KJE4 like utanfor Kjevikdalen avfallsplass.

Tabell 10. Kornstorleik, glødetap og innhald av organisk materiale (TOC, TN, TP, C/N- og N/P-forhold) i overflatesediment på dei undersøkte stasjonane. For dei stasjonane som er undersøkt tidlegare (Lømsland et al. 1995, 1998), er resultatane vist for samanlikning.

| Stasjon | Silt-leir % | Glødetap % | TOC mg/g | TN mg/g | TP mg/g | C/N-forhold | N/P-forhold |
|---------|-------------|------------|----------|---------|---------|-------------|-------------|
| RAD | 48 | 18,6 | 99,6 | 9,3 | 2,48 | 10,7 | 3,8 |
| LUO | 47 | 18,3 | 128,0 | 14,8 | 1,82 | 8,6 | 8,1 |
| SEIM1 | 53 | 24,8 | 84,9 | 9,2 | 1,41 | 9,2 | 6,5 |
| SEIM2 | 55 | 20,6 | 90,7 | 9,4 | 1,52 | 9,6 | 6,2 |
| KJE 4 | 36 | 21,2 | 107 | 7,7 | 2,93 | 13,9 | 2,6 |
| 1998 | 55 | 21,9 | 106,0 | 7,0 | | 15,1 | |
| 1995 | | 30,5 | 104,0* | 7,4 | | 14,1 | |
| KJE 1 | 42 | 30,7 | 59,0 | 5,7 | 1,53 | 10,4 | 3,7 |
| 1998 | 79 | 19,1 | 61,6 | 5,9 | | 10,4 | |
| 1995 | | 19,9 | 49,3* | 6,3 | | 7,8 | |
| KJE 6 | 96 | 20,8 | 101,0 | 10,7 | 2,17 | 9,4 | 4,9 |
| 1998 | 98 | 28,4 | 97,6 | 10,3 | | 9,5 | |
| 1995 | | 29,3 | 77,4* | 10,5 | | 7,6 | |
| FES | 38 | 23,0 | 78,3 | 8,4 | 1,31 | 9,3 | 6,4 |
| MAS | 26 | 42,8 | 35,9 | 4,3 | 1,59 | 8,3 | 2,7 |

*Metoden for bestemming av TOC ved NIVAs lab vart endra i 1996 og gir no noko høgare verdiar. Eldre verdiar må aukast med 13% for samanlikning med nye målingar.

5.2.3 Miljøgifter i sediment

Polysykliske aromatiske hydrokarbon – PAH

Granskingane i 1998 viste at sedimentet i Lurefjorden frå avfallsplassen i Kjevika og ut til djupområdet var forureina av PAH. Samanlikna med analysar frå KJE1 i Kråkeosen var det tekn som tyda på ei auke i konsentrasjonane av PAH i sedimentet. For å kunne vurdere forureininga av PAH i den resterande delen av Lurefjorden og dei nærliggjande områda blei analysar av PAH i sedimentet inkludert for heile granskingsområdet.

Analysane viser at sedimentet i heile det granska området er forureina av PAH (**Tabell 13**). Dei høgste konsentrasjonane blei funne i Lurosen (LUO) kor konsentrasjonen av Σ PAH i sedimentet var 5.742 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt og mengda av det potensielt kreftframkallande stoffet benzo(a)pyren var 301 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt som etter SFT sine kriterium (Molvær et al. 1997) kvalifiserer til respektive tilstandsklasse III "Markert forureina" og IV "Sterkt forureina". Også sedimentet i Radsundet (RAD) er markert forureina av PAH med konsentrasjon av Σ PAH på 3.342 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, mens mengda benzo(a)pyren var 198 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt som ligg heilt på grensa mellom tilstandsklasse III og IV. Mengda potensielt kreftframkallande stoff (KPAH) låg på 46-49% av total mengde PAH på dei to stasjonane.

Også Seimsfjorden inst i Lurefjordbassenget er markert forureina av PAH med 2.085 og 3.768 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt kor den høgaste konsentrasjonen ble målt på den ytterste og djupaste stasjonen (SEIM2). Mengda KPAH var like i overkant av 50% av total mengde PAH.

Ved granskinga i 1998 blei det gjort målingar på inste stasjon ved Kjevikdalen avfallsplass (KJE4) og ut til det djupaste området i Lurefjorden (KJE6). På bakgrunn av desse målingane og tidlegare analyse frå stasjon KJE1 vert det indikasjonar på at konsentrasjonen av PAH vart aukande i området. Analysane i denne granskinga denne indikasjonen. På alle stasjonar blei det no målt høgare konsentrasjonar av ΣPAH . På KJE4 auka konsentrasjonen frå 2.573 til 2.895 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, på stasjon KJE1 frå 2.042 til 3.078 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt og på stasjon KJE6 frå 2.645 til 4.121 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. Alle analysane av ΣPAH gjev tilstandsklasse III ("Markert forureina").

For benzo(a)pyren var det en auke frå 171 til 201 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt på stasjon KJE4 og frå 134 til 163 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt på stasjon KJE6, mens det var ein reduksjon frå 220 til 144 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt på stasjon KJE1. For benzo(a)pyren ligg konsentrasjonane i tilstandsklasse III eller på grensa mellom tilstandsklasse III og IV. På stasjon KJE4 utgjorde KPAH berre 35% av ΣPAH som var lågaste % av total mengde PAH på dei undersøkte stasjonane, men denne stasjonen hadde høgast %-vis førekomst av komponentar karakteristisk i olje.

Også ved Fesøy i den ytterste delen av Lurefjorden (FES) og i ved Mastrevik i Monslaupsundet (MAS) er sedimentet forureina av PAH. Ved Fesøy var konsentrasjonane 2.314 og 117 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt for respektive ΣPAH og benzo(a)pyren, mens tilsvarende tal ved Mastrevik var 2.377 og 157 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. For begge parametrane gjev dette tilstandsklasse III på begge stasjonane.

Polyklorerte bifenylyl - PCB

Alle sedimentprøver er analysert med omsyn til fleire klororganiske komponentar inkludert polyklorerte bifenylyl (PCB). I SFT sine kriterium er det summen av dei 7 enkeltbindingane av PCB nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180, som utgjør ΣPCB_7 . Derfor vert i hovudsak berre førekomsten av PCB'er kommentert.

I 1998 blei det på stasjon KJE4 like ved utlaupet av sigevassleidninga frå Kjevikdalen avfallsplass funne ei svak forureining av PCB_7 (tilstandsklasse II). For å følgje opp dette funnet blei det gjort analysar av PCB i sediment også i Seimsfjorden og ved Mastrevik i Monslaupsundet.

Analysane i denne granskinga viser framleis at sedimenta på stasjon KJE4 er moderat forureina av PCB (**Tabell 12**). ΣPCB hadde auka frå 19,0 til 23,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, mens ΣPCB_7 hadde auka frå 17,6 til 22,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. Om dette er ein reell auke, eller eit utslag av flekkvis fordeling av PCB i sedimentet, er umogeleg å seie noko om ut frå det prøvematerialet som føreligg. Auken er ikkje større enn at etter SFT sine kriterium ligg ΣPCB_7 innanfor tilstandsklasse II.

På stasjonen i ytterste del av Seimsfjorden (SEIM2) og ved Mastrevik i Monslaupsundet (MAS) ligg mengda PCB i sediment innafor tilstandsklasse I ("Svært lite - Lite forureina").

Analysane stadfester tidlegare målingar som har vist at Lurefjorden ikkje er nemneverdig forureina av PCB.

Tabell 11. Polysykliske aromatiske hydrokarbon PAH i sediment. I parentes SFTs tilstandsklasse.
 * markerer karakteristiske komponentar i olje. ** markerer potensielt kreftrammkallande stoff (KPAH). I følgje SFT sine kriterium omfattar Σ PAH summen av sambindingar med 3-6 ringar.

| PAH-komponentar | RAD $\mu\text{g/kg}$ tørrv | LUO $\mu\text{g/kg}$ tørrv | SEM1 $\mu\text{g/kg}$ tørrv. | SEM2 $\mu\text{g/kg}$ tørrv | KJE4 $\mu\text{g/kg}$ tørrv | KJE1 $\mu\text{g/kg}$ tørrv | KJE6 $\mu\text{g/kg}$ tørrv | FES $\mu\text{g/kg}$ tørrv | MAS $\mu\text{g/kg}$ tørrv |
|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Naftalen * | 27 | 40 | 14 | 25 | 56 | 42 | 38 | 21 | 9,4 |
| 2-M-naftalen * | 13 | 22 | 9,0 | 16 | 61 | 17 | 22 | 17 | 6,3 |
| 1-M-naftalen * | 7,8 | 12 | 5,5 | 9,8 | 32 | 12 | 14 | 13 | 4,7 |
| Bifenyl | 8,7 | 10 | 4,1 | 7,3 | 17 | 8,3 | 11 | 7,4 | 3,1 |
| 2,6-Dimetylnaftalen * | 83 | 72 | 17 | 23 | 57 | 24 | 27 | 38 | 24 |
| Acenaftylen | 8,4 | 8,0 | 3,4 | 5,8 | 6,4 | 23 | 9,0 | 4,9 | 2,7 |
| Acenaften | 4,5 | 7,8 | 1,8 | 3,1 | 7,4 | 6,6 | 4,0 | 4,3 | 17 |
| 2,3,5-Trimetylnaftalen * | 7,4 | 8,2 | 7,9 | 7,8 | 15 | 8,3 | 8,7 | 11 | 6,2 |
| Fluoren | 9,9 | 17 | 4,5 | 7,7 | 14 | 26 | 12 | 9,1 | 16 |
| Fenantren * | 71 | 106 | 31 | 57 | 142 | 200 | 81 | 53 | 133 |
| Antracen | 23 | 30 | 8,2 | 16 | 17 | 26 | 20 | 14 | 45 |
| 1-Metylfenantren * | 13 | 18 | 5,5 | 10 | 41 | 14 | 13 | 13 | 19 |
| Fluoranten | 189 | 237 | 61 | 116 | 200 | 271 | 174 | 90 | 256 |
| Pyren | 156 | 200 | 54 | 104 | 216 | 207 | 135 | 76 | 204 |
| Benz(a)antracen ** | 145 | 185 | 52 | 99 | 133 | 107 | 121 | 73 | 159 |
| Chrysen/trifenylen | 123 | 109 | 37 | 69 | 192 | 121 | 122 | 54 | 140 |
| Benzo(b,j,k) fluoranten ** | 554 | 1152 | 401 | 707 | 353 | 462 | 722 | 381 | 352 |
| Benzo(e)pyren | 540 | 1133 | 375 | 703 | 450 | 441 | 740 | 410 | 359 |
| Benzo(a)pyren ** | 198 (III) | 301 (IV) | 90 (III) | 159 (III) | 201 (IV) | 144 (III) | 163 (III) | 117 (III) | 157 (III) |
| Perylen | 95 | 95 | 61 | 88 | 78 | 53 | 54 | 36 | 45 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren ** | 552 | 1055 | 464 | 836 | 263 | 473 | 894 | 456 | 218 |
| Dibenz(a,c+a,h)antracener ** | 76 | 140 | 52 | 94 | 70 | 54 | 103 | 61 | 34 |
| Benzo(ghi)perylen | 437 | 784 | 326 | 604 | 273 | 338 | 633 | 354 | 167 |
| Σ PAH | 3342 (III) | 5742 (III) | 2085 (III) | 3768 (III) | 2895 (III) | 3078 (III) | 4121 (III) | 2314 (III) | 2377 (III) |
| KPAH | 1525 | 2833 | 1059 | 1895 | 1020 | 1240 | 2003 | 1088 | 920 |
| % KPAH | 45,6 | 49,3 | 50,8 | 50,3 | 35,2 | 40,3 | 48,6 | 47,0 | 38,7 |
| Σ Karakteristiske komponenter i olje | 222,2 | 278,2 | 89,9 | 148,6 | 404,0 | 317,3 | 203,7 | 166,0 | 202,6 |

Tabell 12.Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenyyl - PCB i sediment. SFTs tilstandsklasse står i parentes.

| Klororganiske komponentar | SEIM2 <i>µg/kg tørrvekt</i> | KJE4 <i>µg/kg tørrvekt</i> | MAS <i>µg/kg tørrvekt</i> |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| QCB – Penta-klorbenzen | <0,30 | <0,30 | <0,30 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | <0,30 | 0,42 | <0,30 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <0,60 | <0,60 | <0,60 |
| HCHG-Gamma-hexakl.cyclohex. | <0,60 | <0,60 | <0,60 |
| CB28 – Polyklorete bifenyyl 28 | <0,60 | <0,60 | <0,60 |
| CB52 – Polyklorete bifenyyl 52 | <0,60 | <0,60 | <0,60 |
| OCS – Oktaklorstyren | <0,30 | <0,30 | <0,30 |
| CB101 – Polyklorete bifenyyl 101 | 0,63 | 1,1 | <0,60 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 1,7 | 2,8 | <0,60 |
| CB118- Polyklorete bifenyyl 118 | 0,62 | 1,9 | <0,60 |
| CB153 – Polyklorete bifenyyl 153 | i | 11 | i |
| TDEPP – 4,4-DDD | 2,0 | 27 | 1,7 |
| CB105 – Polyklorete bifenyyl 105 | <0,60 | 1,5 | <0,60 |
| CB138 – Polyklorete bifenyyl 138 | 1,6 | 4,8 | 0,69 |
| CB156 – Polyklorete bifenyyl 156 | <0,60 | <0,60 | <0,60 |
| CB180 – Polyklorete bifenyyl 180 | 0,77 | 3,2 | <0,60 |
| CB209 – Polyklorete bifenyyl 209 | <0,60 | <0,60 | <0,60 |
| Sum PCB | 3,62 | 23,5 | 0,69 |
| ΣPCB ₇ | 3,62 (I) | 22,0 (II) | 0,69 (I) |

Tungmetall i sediment

I **Tabell 13** er metallinnhaldet i prøvar av sediment frå heile granskingsområdet sett opp. Sedimentet i Radsundet var sterkt forureina (tilstandsklasse IV) av bly (699 mg/kg tørrstoff), mens det var ei moderat forureining (tilstandsklasse II) av tungmetalla bly, kobbar, krom, kvikksølv og sink. Radsundet var dessutan den einaste staden kor sedimentet var moderat forureina av krom (tilstandsklasse II). Også i Lurosen var sedimentet forureina av metall, men i noko mindre omfang enn i Radsundet.

For dei fleste tungmetalla med unnatak av krom var det funne ei moderat forureining av sedimentet også i Seimsfjorden. På den ytterste, djupaste stasjonen viste analysane ein markert forureining av bly.

Det generelle bildet for innhaldet av tungmetall i sedimentet på stasjonane KJE4, KJE1 og KJE6 er at konsentrasjonane var lågare enn i 1998. Kvikksølvforureining er framleis høgast nær utsleppsstaden for avlaupet frå avfallsplassen kor SFTs sine kriterium gjev tilstandsklasse III "Markert forureina", mens forureiningssituasjonen er betre både på KJE1 og KJE 6 (tilstandsklasse II). Djupområdet i Lurefjorden (KJE6) er framleis markert forureina av bly, mens det på dei to andre stasjonane berre blei registrert moderat forureining. For kopar var det ein reduksjon i konsentrasjonen slik at det berre var

moderat forureining på alle tre stasjonane mot markert forureining på KJE4 både i 1995 og 1998. For sink var situasjonen mykje lik den i 1998, mens det for krom var ei tydeleg forbetring.

Ved Fesøy (FES) var situasjonen for tungmetall i sedimentet mykje lik den i innerste del av Seimsfjorden.

Ved Mastrevik i Monslaupsundet (MAS) var sedimentet berre moderat forureina av bly (tilstandsklasse II).

Tabell 13. Oversikt over metallinnhald i prøvar av sediment tatt 13. mai 2002. I parentes SFTs tilstandsklasse. Resultata er eit gjennomsnitt av prøver frå tre grabbhogg.

| Metall | RAD | LUO | SEM1 | SEM2 | KJE4 | KJE1 | KJE6 | FES | MAS |
|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Totalt tørrstoff % | 18,6 | 18,3 | 24,8 | 20,6 | 21,2 | 30,7 | 20,8 | 23,0 | 42,8 |
| Kvikksølv-Hg Mg/kg tørrstoff | 0,25 (II) | 0,30 (II) | 0,17 (II) | 0,23 (II) | 0,67 (III) | 0,15 (II) | 0,25 (II) | 0,20 (II) | 0,13 (I) |
| Bly-Pb Mg/kg tørrstoff | 699 (IV) | 150 (III) | 100 (II) | 169 (III) | 100 (II) | 93 (II) | 204 (III) | 100 (II) | 43 (II) |
| Koppar-Cu Mg/kg tørrstoff | 96,5 (II) | 53,7 (II) | 43,3 (II) | 58,2 (II) | 129,0 (II) | 35,3 (II) | 70,0 (II) | 39,8 (II) | 25,0 (I) |
| Sink-Zn Mg/kg tørrstoff | 209 (II) | 212 (II) | 172 (II) | 232 (II) | 327 (II) | 130 (I) | 388 (II) | 162 (II) | 87 (I) |
| Krom-Cr-total Mg/kg tørrstoff | 98,8 (II) | 66,3 (I) | 54,0 (I) | 62,7 (I) | 63,2 (I) | 48,0 (I) | 62,7 (I) | 48,0 (I) | 43,0 (I) |

TBT – tributyltinn i sediment

I **Tabell 14** er resultata av analysar av tinnorganiske sambindingar sett opp. Berre resultata for TBT – tributyltinn vert kommenterte då dei inngår i SFT sitt klassifiseringssystem. Både på stasjon KJE4 like ved staden for utslepp av avlaupsvatn frå avfallsfyllinga og ved Mastrevik i Monslaupsundet er sedimenta "Svært sterkt forureina" (tilstandsklasse V) av TBT med konsentrasjonar på respektive 183,0 og 180,6 µg TBT/kg tørrvekt. I Radsundet og Lurosen er sedimenta sterkt forureina (tilstandsklasse IV), og her låg konsentrasjonane i sedimentet på 44,9 og 29,3 µg TBT/kg tørrvekt. Ved Fesøy og i djupområdet i Lurefjorden var det markert forureining (7,3-12,7 µg TBT/kg tørrvekt) (tilstandsklasse III) av TBT, medan det i Seimsfjorden og på stasjon KJE1 berre var moderat forureining (4,1-3,2 µg TBT/kg tørrvekt) (tilstandsklasse II).

Tabell 14. Tinnorganiske sambindingar gjeve som $\mu\text{g Sn/kg}$. tv. i sediment frå Radsundet (RAD), Lurosen (LUO), indre Seimsfjord (SEM1), ytre Seimsfjord (SEM2), Lurefjorden (KJE4, KJE1, KJE6), ytre Lurefjord ved Fesøy (FES) og i Monslaupsundet ved Mastrevik (MAS). I SFTs kriterium for klassifisering nyttast molekylær verdiar for TBT (tributyltinn) og derfor vert desse gjeve med utheva skrift i tabellen. I parentes SFTs tilstandsklasse.

| Tinnorganiske sambindingar | RAD | LUO | SEM1 | SEM2 | KJE4 | KJE1 | KJE6 | FES | MAS |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| MBT – Monobutyltinn | 7,6 | 4,5 | 1,9 | 2,4 | 10,0 | 1,5 | 2,6 | 3,9 | 16,0 |
| DBT – Dibutyltinn | 13,0 | 8,9 | 2,9 | 3,1 | 34,0 | 1,8 | 3,4 | 4,9 | 29,0 |
| TBT – Tributyltinn | 44,9 (IV) 18,0 | 29,3 (IV) 12,0 | 4,1 (II) 1,7 | 4,1 (II) 1,7 | 183,0 (V) 75,0 | 3,2 (II) 1,3 | 7,3 (III) 3,0 | 12,7 (III) 5,2 | 180,6 (V) 74,0 |
| MPhT – Monophenyltinn | <1,0 | 2,1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 1,7 | <1,0 |
| DPhT – Diphenyltinn | 3,0 | 8,3 | 1,8 | 2,4 | 1,8 | 1,0 | 3,4 | 4,6 | <1,0 |
| TPhT – Triphenyltinn | 3,2 | 4,6 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 2,4 | 2,3 |

5.3 Vurdering og oppsummering av miljøgifter i sediment

Analysane av miljøgifter i sediment har vist at det ikkje berre er sedimenta i Lurefjorden som er forureina av miljøgifter. Resultata viser at konsentrasjonen av ΣPAH og den potensielt kreftframkallande sambindinga benzo(a)pyren blei funne å være høgast i Lurosen, men generelt kan det seiast at heile granskingsområdet har ein forureiningsgrad som svarar til tilstandsklasse III etter SFT sine kriterium. Sidan djupvatnet i Lurosen har samband med Lurefjorden, er det mest sannsynleg at kjelda til forureininga av PAH er å finne i Lurefjorden.

Tidlegare har ikkje PCB vore sett på som eit stort forureiningsproblem i Lurefjorden og derfor vert PCB analysert berre i sediment frå Seimsfjorden, djupområdet i Lurefjorden og Mastrevik i Monslaupsundet. Også analysene frå denne granskinga stadfester at PCB finnes i lave konsentrasjonar i området, men høgast konsentrasjon ved enden av avlaupsleidning frå Kjevikdalen avfallsplass tyder på at utsleppet ikkje er heilt fritt for PCB.

I heile granskingsområdet er konsentrasjonane av tungmetall noko høgare enn i heilt reine områder med unnatak av krom konsentrasjonane stort sett ligg innafor tilstandsklasse I. Bly er det einaste tungmetallet kor forureiningsgraden i sedimentet svarer til tilstandsklasse IV ("Sterkt forureina"), og Radsundet skil seg klart ut når det gjeld høg førekomst av bly i sedimentet. Utanfor Kjevikdalen avfallsplass (KJE4) finnast dei høgaste konsentrasjonane av kvikksølv og kopar. Her og på stasjon KJE6 finnes også sink i høgast konsentrasjon. Dette tyder på at Kjevikdalen avfallsplass er kjelden til desse tungmetalla. Samanlikna med tidlegare granskningar er trenden at forureininga av tungmetall er på veg ned.

Mengda TBT i sedimentet er tildels høgt i delar av granskingsområdet. Både på stasjon KJE4 og ved Mastrevik i Monslaupsundet er sedimentet "Svært sterkt forureina" av TBT (tilstandsklasse V). Høge konsentrasjonar av TBT ved sigevassutsleppet tyder på at avfallsplassen er ein mogeleg kjelde for TBT-forureininga inne i Lurefjorden.

6. Miljøgifter i organismer

6.1 Materiale og metodar

Det vart samla inn 2 torskar (*Gadus morhua*), 5 hyser (*Melanogrammus aeglefinus*) og 24 krabbar (*Cancer pagurus*) frå Seimsfjorden . I tillegg var 25 torskar og 10 krabbar frå Fesøy i ytterste del av Lurefjorden fanga (jfr. **Tabell 15**). Fiskane og krabbane var sendt frosne til NIVAs laboratorium i Oslo kor dei blei opparbeidd og klargjorde for analyse. Frå fiskane blei det gjort analyse av lever og filét, mens det av krabbane blei gjort analyse av krabbesmør.

Når det gjelder fisken frå Lurefjorden, var denne i generelt i dårleg hold, og mange av fiskene hadde flytande lever eller lever som var gått i oppløysning.

Blåskjel (*Mytilus edulis*) var samla inn ved Alverstraumen i Radsundet, ved Fesøy i Lurefjorden og ved Vallevik og Rydlandsnes i Seimsfjorden. Av desse var 20 skjel frå kvar stasjon opparbeidd etter standard JAMP/MILJOS prosedyre og innmaten av desse skjela var send til analyse. Storleiken på blåskjela låg mellom 4-6 cm.

Fiskelever og fiskefilét blei analysert med omsyn på klororganiske komponentar inkludert polyklorerte bifenylyl – PCB. I krabbesmøret og innmaten frå blåskjela blei det gjort analysar av tungmetall, tinnorganiske sambindingar inkludert TBT og klororganiske komponentar inkludert polyklorerte bifenylyl – PCB.

6.2 Resultat miljøgifter i organismer

6.2.1 Polyklorerte bifenylyl - PCB i organismer

Analysane av fiskelever (torsk og hyse) viste ein svak overkonsentrasjon av PCB₇ i lever frå torsk fanga i Seimsfjorden (tilstandsklasse II) (**Tabell 16**), medan torsk fanga ved Fesøy ikkje hadde slik overkonsentrasjon (**Tabell 17**). I torskefilét (og hysefilét) både frå Seimsfjorden og Fesøy var PCB₇-konsentrasjonane (**Tabell 18** og **Tabell 19**) låge, dvs. tilstandsklasse I ”Lite forureina” etter SFT sine kriterium. Når det gjeld resultatata frå torsk fanga i Seimsfjorden, er det viktig å gjera merksam på at dette gjeld analyse av berre 2 torskar – noko som gjev eit svært tynt datagrunnlag.

Analyseresultatata av krabbesmør frå krabbar fanga i Seimsfjorden (**Tabell 20**) og frå Fesøy i ytterste del av Lurefjorden (**Tabell 21**) viser at krabbane ikkje er forureina av PCB (tilstandsklasse I). Ei granskning på referansestasjonar (stasjonar som ein reknar med berre vert utsette for diffus ureining) langs norskekysten viste at grenseverdien for tilstandsklasse I ligg under 75 µg Σ PCB₇/kg våtvekt (Knutzen et al. 1999), mens tidlegare data har indikert ei grense på 100 µg Σ PCB₇/kg våtvekt (Knutzen et al. 1995 med referansar).

I blåskjel plukka ved Alverstraumen Radsundet og på Rydlandsnes i innerste del av Seimsfjorden var det ein svak overkonsentrasjon av PCB₇ (tilstandsklasse II) (**Tabell 22**). Ved Fesøy og Vallevik var PCB-konsentrasjonane låge (tilstandsklasse I).

Tabell 15. Data frå innsamla fisk og krabbe frå Lurefjorden i 2002.

| Stad | Art | Mengd | Lengde (cm) | Vekt fisk/krabbesmør (g) | Kommentar |
|--------------|--------|-------|-------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Seimsfjorden | Torsk | 2 | 54-56,5 | 1.581-1.639 | Fisk i dårleg hold. |
| | Hyse | 6 | 41-51 | 718-1.209 | Fisk i dårleg hold. Mange hyser med flytande lever/lever i oppløysning. |
| | Krabbe | 24 | 14,5-20,5 | 9,0-53,8 | |
| Fesøy aust | Torsk | 25 | 28,5-55 | 209-1.388 | Fiske i dårleg hold. Mange fisk med lever i opplysning. |
| | Krabbe | 10 | 16,5-21,5 | 18,6-64,0 | |

Tabell 16. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenylyl - PCB i torsk- og hyselever frå Seimsfjorden. Romartala i parentes gjev tilstandsklasse ut frå kriteria til SFT.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Seimsfjorden Torskelever 1-2 | Seimsfjorden Hyselever 3-5 | Seimsfjorden Hyselever 6-8 |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| % feitt | 41 | 50 | 77 |
| QCB – Penta-klorbenzen | <2,5 | <2,5 | <5,0 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | 9,0 | 4,9 | 7,5 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <5,0 | <5,0 | <10 |
| HCHG-Gamma-hexakl.cyclohex. | <5,0 | <5,0 | <10 |
| CB28 – Polyklorete bifenylyl 28 | <5,0 | <5,0 | <10 |
| CB52 – Polyklorete bifenylyl 52 | 8,6 | <5,0 | <10 |
| OCS – Oktaklorstyren | <5,0 | <5,0 | <10 |
| CB101 – Polyklorete bifenylyl 101 | 42 | <5,0 | <10 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 87 | 20 | 29 |
| CB118- Polyklorete bifenylyl 118 | 110 | 18 | 21 |
| CB153 – Polyklorete bifenylyl 153 | 260 | 38 | 52 |
| TDEPP – 4,4-DDD | 35 | <8,0 | <15 |
| CB105 – Polyklorete bifenylyl 105 | 28 | 5,6 | <10 |
| CB138 – Polyklorete bifenylyl 138 | 170 | 25 | 35 |
| CB156 – Polyklorete bifenylyl 156 | 16 | <5,0 | <10 |
| CB180 – Polyklorete bifenylyl 180 | 85 | 9,8 | 19 |
| CB209 – Polyklorete bifenylyl 209 | <5,0 | <5,0 | <10 |
| Sum PCB | 719,6 | 96,4 | 127 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg våtvekt | 675,6 (II) | 90,8 | 127 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg feitt | 1.648 | 182 | 165 |

Tabell 17. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenyly - PCB i torskelever frå Fesøy i ytterste del av Lurefjorden. Romartala i parentes gjev tilstandsklasse ut frå kriteria til SFT.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Fesøy Torske- lever 1-5 | Fesøy Torske- lever 6-10 | Fesøy Torske- lever 11-15 | Fesøy Torske- lever 16-20 | Fesøy Torske- lever 21-25 |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| % feitt | 58 | 70 | 57 | 59 | 55 |
| QCB – Penta-klorbenzen | <2,5 | <3,5 | <2,5 | <3,0 | <2,0 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | 14 | 11 | 4,6 | 6,2 | 5,3 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <5,0 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| HCHG-Gamma-hexakl.cyclohex. | <5,0 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| CB28 – Polyklorete bifenyly 28 | <5,0 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| CB52 – Polyklorete bifenyly 52 | 6,3 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| OCS – Oktaklorstyren | <5,0 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| CB101 – Polyklorete bifenyly 101 | 27 | 15 | 5,3 | 6,9 | 7,1 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 46 | 34 | 16 | 18 | 14 |
| CB118- Polyklorete bifenyly 118 | 31 | 27 | 13 | 13 | 8,0 |
| CB153 – Polyklorete bifenyly 153 | 72 | 60 | 31 | 27 | 20 |
| TDEPP – 4,4-DDD | 16 | 12 | <8,0 | <8,0 | <8,0 |
| CB105 – Polyklorete bifenyly 105 | 10 | 8 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| CB138 – Polyklorete bifenyly 138 | 48 | 41 | 21 | 18 | 14 |
| CB156 – Polyklorete bifenyly 156 | <5,0 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| CB180 – Polyklorete bifenyly 180 | 25 | 20 | 9,7 | 7,2 | 5,0 |
| CB209 – Polyklorete bifenyly 209 | <5,0 | <7,0 | <5,0 | <6,0 | <4,0 |
| Sum PCB | 219,3 | 171,8 | 80,0 | 72,1 | 54,1 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg våtvekt | 209,3 (I) | 163,0 (I) | 80,0 (I) | 72,1 (I) | 54,1 (I) |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg feitt | 361 | 233 | 140 | 122 | 98 |

Tabell 18. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenylyl - PCB i torsk- og hysefilét frå Seimfjorden. Romartala i parentes gjev tilstandsklasse ut frå kriteria til SFT.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Seims- fjorden Torskefilét 1-2 | Seims- fjorden Hysefilét 3-5 | Seims- fjorden Hysefilét 6-8 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| % feitt | 0,36 | 0,82 | 0,36 |
| QCB – Penta-klorbenzen | <0,04 | <0,04 | <0,04 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | 0,09 | 0,12 | 0,05 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| HCHG-Gamma-hexakl.cyclohex. | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB28 – Polyklorete bifenylyl 28 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB52 – Polyklorete bifenylyl 52 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| OCS – Oktaklorstyren | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB101 – Polyklorete bifenylyl 101 | 0,17 | <0,08 | <0,08 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 0,31 | 0,20 | <0,08 |
| CB118- Polyklorete bifenylyl 118 | 0,35 | 0,19 | <0,08 |
| CB153 – Polyklorete bifenylyl 153 | 0,71 | 0,39 | 0,08 |
| TDEPP – 4,4-DDD | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| CB105 – Polyklorete bifenylyl 105 | 0,12 | <0,08 | <0,08 |
| CB138 – Polyklorete bifenylyl 138 | 0,81 | 0,27 | <0,08 |
| CB156 – Polyklorete bifenylyl 156 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB180 – Polyklorete bifenylyl 180 | 0,23 | 0,11 | <0,08 |
| CB209 – Polyklorete bifenylyl 209 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| Sum PCB | 2,09 | 0,96 | 0,08 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg våtvekt | 1,97 (I) | 0,96 (I) | 0,08 (I) |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg feitt | 547 | 117 | 22,2 |

Tabell 19. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenylyl - PCB i torskfilét frå Fesøy i ytterste del av Lurefjorden. Romartala i parentes gjev tilstandsklasse ut frå kriteria til SFT.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Fesøy Torske- filét 1-5 | Fesøy Torske- filét 6-10 | Fesøy Torske- filét 11-15 | Fesøy Torske- filét 16-20 | Fesøy Torske- filét 21-25 |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| % feitt | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,37 | 0,43 |
| QCB – Penta-klorbenzen | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| HCHG-Gamma-hexakl.cyclohex. | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB28 – Polyklorete bifenylyl 28 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB52 – Polyklorete bifenylyl 52 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| OCS – Oktaklorstyren | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB101 – Polyklorete bifenylyl 101 | 0,11 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 0,34 | 0,12 | 0,13 | <0,08 | 0,13 |
| CB118- Polyklorete bifenylyl 118 | 0,30 | 0,11 | 0,11 | <0,08 | <0,08 |
| CB153 – Polyklorete bifenylyl 153 | 0,65 | 0,21 | 0,27 | <0,08 | 0,35 |
| TDEPP – 4,4-DDD | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| CB105 – Polyklorete bifenylyl 105 | 0,09 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB138 – Polyklorete bifenylyl 138 | 0,42 | 0,15 | 0,15 | <0,08 | 0,23 |
| CB156 – Polyklorete bifenylyl 156 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| CB180 – Polyklorete bifenylyl 180 | 0,25 | <0,08 | 0,08 | <0,08 | 0,11 |
| CB209 – Polyklorete bifenylyl 209 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 | <0,08 |
| Sum PCB | 1,82 | 0,47 | 0,61 | 0 | 0,69 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ <i>µg/kg våtvekt</i> | 1,73 (I) | 0,47 (I) | 0,61 (I) | 0 (I) | 0,69 (I) |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ <i>µg/kg feitt</i> | 346 | 131 | 161 | 0 | 160 |

Tabell 20. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenyler - PCB i krabbe frå Seimsfjorden.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Seims- fjorden Krabbe 1-5 | Seims- fjorden Krabbe 6-10 | Seims- fjorden Krabbe 11-15 | Seims- fjorden Krabbe 16-20 | Seims- fjorden Krabbe 20-24 |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| % feitt | 20 | 24 | 20 | 19 | 21 |
| QCB – Penta-klorbenzen | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,5 | <0,6 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 0,74 | 1,5 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,5 | <1,8 |
| HCHG-Gamma- hexakl.cyclohex. | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,5 | <1,8 |
| CB28 – Polyklorete bifenyyl 28 | <1,4 | <1,4 | <1,4 | <1,0 | <1,4 |
| CB52 – Polyklorete bifenyyl 52 | <1,4 | <1,4 | <1,4 | <1,0 | <1,4 |
| OCS – Oktaklorstyren | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,5 | <0,6 |
| CB101 – Polyklorete bifenyyl 101 | 1,4 | 1,5 | <1,4 | 1,2 | 4,1 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 10 | 13 | 8,6 | 9,8 | 6,4 |
| CB118- Polyklorete bifenyyl 118 | 6,1 | 7,0 | 4,1 | 4,9 | 8,1 |
| CB153 – Polyklorete bifenyyl 153 | 14 | 21 | 12 | 13 | 13 |
| TDEPP – 4,4-DDD | <1,8 | <2,4 | <2,4 | <1,7 | <2,4 |
| CB105 – Polyklorete bifenyyl 105 | 1,9 | 2,0 | <1,4 | 1,4 | 3,6 |
| CB138 – Polyklorete bifenyyl 138 | 12 | 15 | 8,4 | 9,6 | 13 |
| CB156 – Polyklorete bifenyyl 156 | <1,4 | <1,4 | <1,4 | <1,0 | <1,4 |
| CB180 – Polyklorete bifenyyl 180 | 3,5 | 4,9 | 2,9 | 2,7 | 3,0 |
| CB209 – Polyklorete bifenyyl 209 | <1,4 | <1,4 | <1,4 | <1,0 | <1,4 |
| Sum PCB | 38,9 | 51,4 | 27,4 | 32,8 | 44,8 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg <i>våtvekt</i> | 37,0 | 49,4 | 27,4 | 31,4 | 41,2 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg <i>feitt</i> | 185 | 206 | 137 | 165 | 196 |

Tabell 21. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenyyl - PCB i krabbe frå Fesøy i ytterste del av Lurefjorden.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Fesøy Krabbe 1-5 | Fesøy Krabbe 6-10 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| % feitt | 20 | 18 |
| QCB – Penta-klorbenzen | <0,50 | <0,60 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | <0,50 | 0,83 |
| HCHA – Alfa-hexakl.cyclohex. | <1,5 | <1,8 |
| HCHG-Gamma-hexakl.cyclohex. | <1,5 | <1,8 |
| CB28 – Polyklorete bifenyyl 28 | <1,0 | <1,4 |
| CB52 – Polyklorete bifenyyl 52 | <1,0 | <1,4 |
| OCS – Oktaklorstyren | <0,50 | <0,60 |
| CB101 – Polyklorete bifenyyl 101 | <1,0 | <1,4 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 7,1 | 9,7 |
| CB118- Polyklorete bifenyyl 118 | 3,0 | 5,2 |
| CB153 – Polyklorete bifenyyl 153 | 8,2 | 12 |
| TDEPP – 4,4-DDD | <1,7 | <2,4 |
| CB105 – Polyklorete bifenyyl 105 | <1,0 | 1,6 |
| CB138 – Polyklorete bifenyyl 138 | 5,7 | 9,5 |
| CB156 – Polyklorete bifenyyl 156 | <1,0 | <1,4 |
| CB180 – Polyklorete bifenyyl 180 | 1,5 | 2,7 |
| CB209 – Polyklorete bifenyyl 209 | <1,0 | <1,4 |
| Sum PCB | 18,4 | 31,0 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg våtvekt | 18,4 | 29,4 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ µg/kg feitt | 92 | 163 |

Tabell 22. Klororganiske komponentar inkludert polyklorete bifenyyl - PCB i blåskjel. Romartala i parentes gjev tilstandsklasse ut frå kriteria til SFT.

| Klororganiske komponentar <i>µg/kg våtvekt</i> | Alver- straumen | Fesøy | Vallevik | Rydlands- nes |
|----------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------|
| % feitt | 3,5 | 3,3 | 3,1 | 2,9 |
| QCB – Penta-klorbenzen | 0,10 | 0,12 | 0,05 | 0,06 |
| HCB – Hexa-klorbenzen | i | i | <0,05 | <0,05 |
| HCHA – Alfa-hexakl,cyclohex, | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| HCHG-Gamma-hexakl,cyclohex, | <0,10 | 0,11 | <0,10 | <0,10 |
| CB28 – Polyklorete bifenyyl 28 | 0,11 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| CB52 – Polyklorete bifenyyl 52 | 0,33 | <0,10 | <0,10 | 0,18 |
| OCS – Oktaklorstyren | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| CB101 – Polyklorete bifenyyl 101 | 0,82 | 0,15 | 0,17 | 0,60 |
| DDEPP - 4,4-DDE | 0,59 | 0,18 | 0,17 | 0,33 |
| CB118- Polyklorete bifenyyl 118 | 0,73 | 0,14 | 0,16 | 0,27 |
| CB153 – Polyklorete bifenyyl 153 | 1,80 | 0,23 | 0,29 | 1,90 |
| TDEPP – 4,4-DDD | 0,16 | <0,15 | <0,15 | <0,15 |
| CB105 – Polyklorete bifenyyl 105 | 0,25 | i | <0,10 | <0,10 |
| CB138 – Polyklorete bifenyyl 138 | 1,60 | 0,20 | 0,25 | 1,60 |
| CB156 – Polyklorete bifenyyl 156 | 0,12 | <0,10 | <0,10 | 0,10 |
| CB180 – Polyklorete bifenyyl 180 | 0,27 | <0,10 | <0,10 | 0,26 |
| CB209 – Polyklorete bifenyyl 209 | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Sum PCB | 6,03 | 0,72 | 0,87 | 4,91 |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ <i>µg/kg våtvekt</i> | 5,66 (II) | 0,72 (I) | 0,87 (I) | 4,81 (II) |
| Seven Dutch ΣPCB ₇ <i>µg/kg feitt</i> | 162 | 22 | 28 | 166 |

6.2.2 PAH i blåskjel

Blåskjela i granskingsområdet hadde eit innhald av totalt PAH, KPAH og benzo(a)pyren (**Tabell 23**) som alle ligg innanfor det konsentrasjonsområdet som ut frå SFT sine kriterium (Molvær et al 1997) er tilstandsklasse I - "Lite forureina". Sjølv om konsentrasjonane av PAH er relativt låge, er det grunn til å merka seg at skjela frå Rydlandsnes inst i Seimsfjorden hadde det høgaste innhaldet av totalt PAH. Konsentrasjonen av PAH i blåskjel minka utover fjorden, og lågaste konsentrasjon ble funne i skjel plukka i Alverstraumen i Radsundet. Høgast konsentrasjon inst i Seimsfjorden og avtakande konsentrasjonar utover fjorden, tyder på at det er eit pågåande utslepp av PAH i fjordområdet. Ut frå tidlegare analysar av sediment utanfor Kjevikkalden avfallsplass som har vist relativt høge konsentrasjonar av PAH og analysar av blåskjel plukka inst i Kjevika kor innhaldet av benzo(a)pyren ga tilstandsklasse II (Lømsland et al. 1999), er det grunn til å tru at avfallsplassen er kjelda for PAH.

Tabell 23. PAH i blåskjel. Romartala i parentes gjev tilstandsklasse ut frå kriteria til SFT. * markerer karakteristiske komponentar i olje, ** markerer potensielt kreftframkallande stoff. I følgje SFT sine kriterium omfattar Σ PAH summen av sambindingar med 3-6 ringar.

| PAH-komponentar/stasjon <i>µg/kg våtvekt</i> | Alver- straumen | Fesøy | Vallevik | Rydlands -nes |
|-------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------|
| Naftalen * | <0,5 | 2,1 | 1,1 | 11,0 |
| Acenaftylen | <0,5 | <0,5 | 1,8 | 4,8 |
| Acenaften | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Fluoren | <0,5 | <0,5 | 0,7 | 0,8 |
| Fenantren * | 1,0 | 1,6 | 1,6 | 3,5 |
| Antracen | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,8 |
| Fluoranten | 1,3 | 2,6 | 2,7 | 6,2 |
| Pyren | 0,6 | 1,4 | 1,6 | 3,6 |
| Benz(a)antracen ** | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,7 |
| Chrysen/trifenylen | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 1,3 |
| Benzo(b) fluoranten ** | <0,5 | <0,5 | 0,5 | 1,1 |
| Benzo(j,k) fluoranten ** | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Benzo(a)pyren ** | <0,5 (I) | <0,5 (I) | <0,5 (I) | <0,5 (I) |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren ** | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Dibenz(a,c+a,h)antracener ** | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Benzo(ghi)perylen | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Σ PAH | 3,6 (I) | 8,7 (I) | 10,6 (I) | 33,8 (I) |
| KPAH | 0 (I) | 0 (I) | 0,5 (I) | 1,8 (I) |
| % KPAH | 0 | 0 | 4,7 | 12,4 |
| Σ Karakteristiske komponentar i olje | 1,0 | 3,7 | 2,7 | 14,5 |

6.2.3 Metallinnhald i organismar

Verdiane for konsentrasjonar av metall i krabbar og blåskjel er sett opp i **Tabell 24** og **Tabell 25**. For konsentrasjonar av metall i krabbe finst det eit avgrensa materiale, mellom anna frå granskingar i Puddefjorden og Byfjorden i Bergen (Skei et al. 1994) og frå ulike referansestasjonar (Barland 1996).

For bly i krabbesmør ligg gjennomsnittsverdiane frå Seimsfjorden og Fesøy under høgaste verdi frå referansestasjonar i Barland 1996 og er også lågare enn konsentrasjonar funne i Bergensområdet. I eit analysesett (Fes. 6-10) av krabbar frå Fesøy blei det derimot funne 3-4x høgare konsentrasjonar av bly enn snittet for dei andre prøvane. Dette gjeld alle metall det vert analysert på i dette prøvesettet.

For kopar, sink og spesielt kadmium er konsentrasjonane noko høgare enn det som både er funne i Puddefjorden og Byfjorden og på referansestasjonar. Krabbane frå Seimsfjorden og ytterste del av Lurefjorden sitt innhald av kopar og sink ligg likevel innanfor det andre har registrert på stader utan kjent ureining (jfr. referansar i Skei et al 1994). Konsentrasjonane av krom- og kvikksølv ligg innafør det som kan kallast normale konsentrasjonar.

Metallinnhaldet i blåskjel ligg med eit unntak i tilstandsklasse I. Unntaket er blyinnhaldet i blåskjel samla inn i Alverstraumen i Radsundet kor blykonsentrasjonen var 1,06 mg Pb/kg våtvekt (tilstandsklasse II).

Førekomsten av tinnorganiske sambindingar var låge i både i krabbe (**Tabell 26**) og blåskjel (**Tabell 27**). For krabbe låg konsentrasjonane av TBT (tributyltinn) i 3-11 µg TBT/kg våtvekt. I blåskjel ble det funnet konsentrasjonar av TBT mellom 13,2 og 70,5 µg TBT/kg våtvekt, og det gjev tilstandsklasse I-II i høve til SFTs sine kriteria. TBT har vist seg å gje tydelege skadar ved låge konsentrasjonar først og fremst på muslingar og skjel. Få data føreligg om tinnorganiske sambindingar i ulike dyregrupper, men dersom ein samanliknar resultatata frå denne granskinga med andre granskingar (Berge & Knutzen 1999), må nivå av TBT i krabbe og skjel frå dette granskingsområdet sjåast på som relativt låge.

Tabell 24. Oversikt over metallinnhald (mg/kg våtvekt) i krabbe frå Seimsfjorden (S.fj.) og Fesøy (Fes.). I parentes er intervallverdiar frå referansestasjonar (Barland 1996) kor heile skalinnmaten var analysert, sett opp.

| Metall | S.fj. 1-5 | S.fj. 6-10 | S.fj. 11-15 | S.fj. 16-20 | S.fj. 21-24 | S.fj. Snitt | Fes. 1-5 | Fes. 6-10 | Fes. Snitt |
|--------------------------------------------|----------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------|
| Bly-Pb mg/kg våtvekt | 0,116 (0,03-0,28) | 0,083 | 0,130 | 0,111 | 0,180 | 0,124 | 0,096 | 0,405 | 0,250 |
| Kadmium-Cd mg/kg våtvekt | 7,51 (0,3-3,4) | 8,46 | 13,5 | 7,24 | 7,73 | 8,89 | 11,3 | 28,2 | 19,8 |
| Koppar-Cu mg/kg våtvekt | 55,1 (8-32) | 59,3 | 62,2 | 45,8 | 44,7 | 53,4 | 61,5 | 154 | 108 |
| Krom-Cr- total mg/kg våtvekt | 0,22 (0,3-0,5) | 0,20 | 0,24 | 0,23 | 0,25 | 0,23 | 0,22 | 0,91 | 0,57 |
| Kvikksølv-Hg mg/kg våtvekt | 0,094 (0,04-0,23) | 0,100 | 0,110 | 0,085 | 0,091 | 0,096 | 0,094 | 0,250 | 0,172 |
| Sink-Zn mg/kg våtvekt | 90,3 (27-63) | 67,4 | 79,9 | 75,6 | 77,4 | 78,1 | 107,0 | 310,0 | 208,5 |
| Jern Fe mg/kg våtvekt | 91 | 100 | 87 | 120 | 89 | 97 | 76 | 200 | 138 |

Tabell 25. Oversikt over metallinnhold i blåskjel frå Alverstraumen, Fesøy, Vallevik og Rydlandsnes. I parentes grenseverdi for tilstandsklasse I for metall i blåskjel relatert til våtvekt (Green 1997 tilsvarande grenser for klasse I i Molvær et al. 1997 og teoretisk tørrvekt 20 % av våtvekt).

| Metall | Alverstraumen | Fesøy | Vallevik | Rydlandsnes |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| Bly-Pb mg/kg våtvekt | 1,06 (0,6) | 0,124 | 0,189 | 0,139 |
| Kadmium-Cd mg/kg våtvekt | 0,112 (0,4) | 0,148 | 0,162 | 0,171 |
| Kobolt-Co mg/kg våtvekt | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,12 |
| Koppar-Cu mg/kg våtvekt | 1,69 (2,0) | 1,65 | 1,74 | 1,38 |
| Krom-Cr-total mg/kg våtvekt | 0,31 (0,6) | 0,34 | 0,52 | 0,47 |
| Kvikksølv-Hg mg/kg våtvekt | 0,014 (0,04) | 0,009 | 0,013 | 0,013 |
| Mangan-Mn mg/kg våtvekt | 1,03 | 0,87 | 0,82 | 1,58 |
| Nikkel-Ni mg/kg våtvekt | 0,128 (1,0) | 0,120 | 0,199 | 0,243 |
| Sink-Zn mg/kg våtvekt | 27,5 (40,0) | 17,9 | 19,2 | 20,6 |
| Tinn-Sn mg/kg våtvekt | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,02 |
| Jern Fe mg/kg våtvekt | 25 | 23 | 24 | 35 |

Tabell 26. Tinnorganiske sambindingar gjeve som $\mu\text{g Sn/kg}$. v.v. i krabbe frå Seimsfjorden (S.fj.) og Fesøy (Fes.). I SFTs kriterium for klassifisering nyttast molekylære verdiar for TBT (tributyltinn) og derfor vert desse gjeve med utheva skrift i tabellen.

| Tinnorganiske sambindingar | S.fj. 1-5 | S.fj. 6-10 | S.fj. 11-15 | S.fj. 16-20 | S.fj. 21-24 | S.fj. Snitt | Fes. 1-5 | Fes. 6-10 | Fes. Snitt |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| MBT – Monobutyltinn | 2,0 | 2,4 | 2,7 | 2,6 | 9,6 | 3,9 | 4,0 | 8,3 | 6,2 |
| DBT – Dibutyltinn | 1,4 | 2,6 | 3,5 | 1,3 | 4,4 | 2,6 | 4,0 | 6,1 | 5,1 |
| TBT – Tributyltinn | 3,4 1,4 | 7,6 3,1 | 5,9 2,4 | 4,6 1,9 | 11,2 4,6 | 6,6 2,7 | 5,6 2,3 | 5,4 2,2 | 5,6 2,3 |
| MPhT – Monophenyltinn | <1,5 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| DPhT – Diphenyltinn | <1,5 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| TPhT – Triphenyltinn | 12,0 | 9,8 | <3,0 | 6,4 | 3,6 | 6,4 | 4,4 | 4,7 | 4,6 |

Tabell 27. Tinnorganiske sambindingar gjeve som $\mu\text{g Sn/kg}$. v.v. i blåskjel frå Alverstraumen, Fesøy, Vallevik og Rydlandsnes. I SFTs kriterium for klassifisering nyttast molekylære verdiar for TBT (tributyltinn) og derfor vert desse gjeve med utheva skrift i tabellen. I parentes SFTs tilstandsklasse berekna ut frå %-tørrstoff.

| Tinnorganiske sambindingar | Alverstraumen | Fesøy | Vallevik | Rydlandsnes |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| MBT – Monobutyltinn | 4,3 | 2,4 | 5,6 | 2,6 |
| DBT – Dibutyltinn | 19,9 | 9,5 | 14,9 | 5,9 |
| TBT – Tributyltinn | 70,5 (II) 28,9 | 45,1 (II) 18,5 | 30,7 (II) 12,6 | 13,2 (I) 5,4 |
| MPhT – Monophenyltinn | m | m | m | m |
| DPhT – Diphenyltinn | m | m | m | m |
| TPhT – Triphenyltinn | 1,6 | 8,5 | 4,5 | 0,8 |

m = analyseresultat manglar

6.3 Vurdering og oppsummering av miljøgifter i organismar

Ved førre gransking i Lurefjorden var det gjennomført ein del analysar av miljøgifter i organismar. Konklusjonen då var at utsleppa av sigevatn frå Kjevikkaldalen avfallsplass i ein viss grad forureinar både blåskjel, strandsnigel, krabbar og fisk i nærområdet. Denne granskninga viser at forureininga i organismar som fisk, krabbe og blåskjel er svært låg, og at denne forureininga ikkje er avgrensa til Lurefjorden.

I fisk blei det funne ein svak overkonsentrasjon av PCB₇ i torskelever frå torsk fanga i Seimsfjorden, mens torsken fanga ved Fesøy i ytterste del av Lurefjorden ikkje viste tekn til PCB-forureining.

Krabbar fanga i det same området var ikkje forureina av PCB. Innhaldet av kopar, sink og kadmium var noko høgre enn det som er funne i Bergensområdet og på ulike referansestasjonar, men ligg likevel

innafor det som er registrert andre stader som ikkje er forureina. For bly, krom og kvikksølv blei det ikkje funne overkonsentrasjonar i krabbesmør. Krabbane var heller ikkje forureina av tinnorganiske sambindingar.

I blåskjel frå Alverstraumen i Radsundet og Rydlandsnes i inst Seimsfjord blei det registrert ein svak overkonsentrasjon av PCB₇, medan skjel frå Vallevik i Seimsfjorden og Fesøy i ytst Lurefjorden ikkje var forureina av PCB₇. Analysar av PAH i blåskjel viste ikkje PAH-forureining på dei undersøkte stasjonane. Høgaste konsentrasjon av totalt PAH blei funne inst i Seimsfjorden. I Lurefjordområdet var blåskjela ikkje forureina av metall. Einaste stad med overkonsentrasjon av eit metall var Radsundet kor det blei funne overkonsentrasjon av bly (tilstandsklasse II). Dette fell godt saman med at det blei funne høge konsentrasjonar av bly i sedimenta her. Blåskjel var på 3 av 4 innsamlingsstader moderat forureina av TBT.

7. Konklusjon

I Radsundet var oksygenkonsentrasjonen i 150-200 meter 2,8 ml/l som gir tilstandsklasse III ("Mindre god), og dette var betre enn i 1998/99, men dårlegare enn i 1995/96. Låge oksygenkonsentrasjonar i djupvatnet i Radsundet skuldast at topografien hindrar jamleg utskifting av djupvatnet, og at området vert påverka av lokale tilførselar av organisk materiale som vert broten ned under forbruk av oksygen.

Terskeldjupet mellom Radsundet og Lurosen er 6 meter, medan terskeldjupet mellom Lurosen og Lurefjorden er 45 meter. Djupvatnet i Lurosen hadde temperatur, salinitet og oksygeninnhald tilsvarande det som vart målt på 40-50 m djup i Lurefjorden, og det viser at djupvatnet i Lurosen har sitt opphav i Lurefjorden.

I Seimsfjorden som er en forlenging av Lurefjorden, var ikkje oksygenforholda i djupvatnet dårlegare enn på tilsvarande djup i Lurefjorden. Tilførslane av organisk materiale frå nedslagsfeltet rundt Seimsfjorden og frå området utanfor inkludert partiklar frå sigevatnet frå Kjevikkdalen avfallsplass synes dermed ikkje å representere noko ekstrabelasting på oksygenet i djupvatnet i Seimsfjorden.

I djupvatnet (200-400 m) i Lurefjorden var oksygenkonsentrasjonen noko lågare (tilstandsklasse II-III ("God-Mindre god")) enn i 1999 då det sannsynlegvis nyleg hadde vore ei delvis utskifting av djupvatnet. Oksygenmetninga låg på omlag same nivå som ved målingar før 1999. I vassøyla over 200 m var oksygeninnhaldet på omlag som ved tidlegare granskingar.

Sedimenta i heile granskingsområdet, inkludert Radsundet, er forureina av PAH tilsvarande tilstandsklasse III. På dei tre stasjonane frå Kjeosen og ut til djupområdet i Lurefjorden har mengda Σ PAH auka sidan 1999, medan mengda benzo(a)pyren hadde auka på 2 av 3 stasjonar. Høgaste konsentrasjon av Σ PAH (5.742 μ g/kg tørrvekt; tilstandsklasse IV) blei funne i Lurosen, og sidan djupvatnet i Lurosen har sitt opphav i Lurefjorden, er det mest truleg at forureininga av PAH kjem derifrå.

Mengda TBT i sedimenta er tildels høg i store delar av granskingsområdet, og dei høgaste konsentrasjonane blei målt ved Mastrevik og på stasjon KJE4 ved utsleppspunktet for sigevatn frå Kjevikkdalen avfallsplass (tilstandsklasse V).

Høgaste konsentrasjonar av kvikksølv (tilstandsklasse III) og kopar (tilstandsklasse II) blei funne utanfor Kjevikkdalen avfallsplass, medan den absolutt verste forureininga av tungmetall blei funne i Radsundet kor blykonsentrasjonen var 699 mg/kg tørrstoff som gjev tilstandsklasse IV. Generelt var konsentrasjonen av tungmetall i sedimenta noko høgare enn det ein finn i ikkje påverka sediment. Unnataket var krom som berre blei funne på bakgrunnsnivå i heile området. Sett alle tungmetalla under eitt er det ein trend at konsentrasjonane av tungmetall i sedimenta i Lurefjorden er avtakande.

I sedimentet ved utsleppspunktet for sigevatn (KJE4) frå Kjevikkdalen avfallsplass er det ei moderat forureining (tilstandsklasse II) av Σ PCB₇. Dette er ein auke på ca. 25% sidan granskinga i 1999, men om aukinga er reell eller kjem av flekkvis fordeling i sedimentet, er det ikkje mogeleg å seie noko om. I Seimsfjorden og i Monslaupsundet var ikkje sedimenta ureina av PCB. Analysane stadfester tidlegare målingar som har vist at overkonsentrasjonar av PCB berre er å finne i nærleiken av utsleppsstaden for sigevatn frå Kjevikkdalen avfallsplass.

Analysar av torskelever frå Seimsfjorden viste ein svak overkonsentrasjon av PCB₇, medan ein slik overkonsentrasjon ikkje blei funne i lever frå hyse. Datagrunnlaget frå Seimsfjorden er likevel svakt då det berre baserer seg på analyse av lever frå to torskar. I lever frå torsk fanga ved Fesøy i ytste del

av Lurefjorden var det låge konsentrasjonar av PCB₇ (tilstandsklasse I). I fiskefilét blei det ikkje funne overkonsentrasjonar av PCB₇ verken i fisk fanga i Seimsfjorden eller i ytste del av Lurefjorden.

I krabbar fanga i Seimsfjorden og ved Fesøy var det ikkje funne overkonsentrasjonar av PCB. Samanlikna med krabbar fanga i Bergensområdet hadde krabbane frå Lurefjordområdet noko høgt innhald av kopar, sink og kadmium, men konsentrasjonane er likevel ikkje høgare enn det som er registrert i områder utan kjent forureining. Krabbesmøret inneheldt ikkje overkonsentrasjonar av bly, krom, kvikksølv og tinnorganiske sambindingar.

Blåskjel frå Rydlandsnes inst i Seimsfjorden og frå Radsundet hadde svake overkonsentrasjonar av PCB₇ (tilstandsklasse II). Skjel frå Vallevik i Seimsfjorden og frå Fesøy var ikkje ureina av PCB. Analysane viste inga ureining av PAH på nokre av stasjonane, men høgast konsentrasjon blei funne på Rydlandsnes inst i Seimsfjorden. Ein svak forureining av bly (tilstandsklasse II) blei funne i skjel frå Alverstraumen i Radsundet. Dette henger godt saman med høg konsentrasjon av bly i sedimentet i Radsundet. På 3 av 4 stasjonar blei det i blåskjel målt moderat forureining av TBT (tilstandsklasse II).

8. Referansar

- Barland, K. 1996. Tungmetaller i skalldyr. SNT-rapport 9, 1996. Statens næringsmiddeltilsyn, Oslo. 24 pp.+ vedlegg.
- Berge, J.A., & J. Knutzen. 1999. TBT (tributyltinn) og andre tinnorganiske stoffer – effekter og nivåer. Vann nr. 3b/1999, side 673-687.
- Golmen, L.G. 1991. Vassutskifting i Lurefjorden og Seimfjorden. Resultat frå granskingar i 1989 - 1990. NIVA-rapport nr. 2541, Oslo.
- Golmen, L. G., og E. Nygaard. 1996 a. Hydrografiske observasjonar i Radsundet hausten og vinteren 1995/96. NIVA-notat nr. V96/04, Bergen.
- Golmen, L. G., og E. Nygaard. 1996 b. Kontroll av djupvasskvalitet i Lurefjorden hausten 1995/vinteren 1996. NIVA-notat nr. V96/06, Bergen.
- Green, N. W. 1997. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments to the Norwegian Data for 1996. NIVA-rapport 3730, 129 pp.
- Johannessen, P. J., K. Sjøtun & Ø. Tvedten. 1990. Resipientundersøkelser i Lurefjorden og Seimfjorden, Lindås kommune. Institutt for marinbiologi, Univ. i Bergen, rapport nr. 6, 1990. 39 pp.
- Johnsen, T.M., & A. Sunfjord. 2003. Granskingar ved sigevassutslepp frå Kjevikdalen avfallsplass, Lurefjorden 2000 - strøm, hydrografi og spreiding. Til trykking.
- Knutzen, J., J. Skei, T. M. Johnsen, K. Hylland, J. Klungsøyr & M. Schlabach. 1995. Miljøgiftundersøkelser i Byfjorden/Bergen og tilliggende fjordområder. Fase 2. Observasjonar i 1994. NIVA-rapport 3351. Oslo. 163 pp.
- Knutzen, J., G. Becker, L. Berglind, E. M. Brevik, M. Schlabach & J. U. Skåre. 1999. Undersøkelse av polyklorerte dibenzo-furaner/dibenzo-p-dioksiner, dioksinlignende PCB, andre persistente klororganiske stoffer og PAH i taskekrabbe (*Cancer pagurus*) fra referansestasjonar fra Østfold til Møre 1996. Rapportunder utarbeidelse.
- Larsen, T.E. 2002. Årsrapport 2001. Resultat frå overvakinga ved Kjevikdalen avfallsplass. Interconsult, oppd.nr. 110955. 37 sider.
- Lømsland, E. R., T. Jacobsen, J. Molvær & E. Oug. 1995. Resipientgransking i Lurefjorden. NIVA-rapport 3367. Oslo. 60 pp.
- Lømsland, E., E. Oug & A. Sundfjord. 1999. Resipientgransking i Lurefjorden 1998. NIVA-rapport 4051-99. Oslo. 50 pp.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning. TA-1467/1997, SFT. Oslo. 36 pp.
- Skei, J., J. Knutzen & J. Klungsøyr. 1994. Miljøgiftundersøkelser i Bergen havneområde og Byfjorden 1993. NIVA-rapport 3018. Oslo. 88 pp.