



O-93149

Aspevågen

Undersøkelser av kvikksølv i
sedimenter og blåskjell

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-93149	Undernr.:
Løpenr.: 3252	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Aspevågen. Undersøkelser av kvikksølv i sedimenter og blåskjell	Dato: 31.3.95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Marinøkologisk	
Forfatter(e): Aud Helland	Geografisk område: Møre og Romsdal	
	Antall sider: 18	Opplag:

Oppdragsgiver: Ålesund kommune	Oppdragsg. ref.:
-----------------------------------	------------------

Ekstrakt:

Det er utført undersøkelser av kvikksølv i bunnsedimenter fra Aspholet og Voldalsvågen samt i blåskjell satt ut på 10 stasjoner i vågen. Undersøkelsene viste meget høyt kvikksølv-innhold i overflatesedimentene på begge lokaliteter. Særlig i Aspholet ble det registrert ekstremt høyt nivå. Undersøkelsen indikerer at tidligere tiders bruk av kvikksølv i bunnstoff til båter i forbindelse med skipsverftene i området er hoved-kilden til forurensningen. Økende kvikksølvinnhold mot sedimentoverflaten i deponisjonsområdene tyder på en fortsatt aktiv kilde fra disse områdene. Opptaket av kvikksølv i blåskjell var lavt i perioden og skjellene kan karakteriseres som moderat forurenset av kvikksølv. Den høyeste verdien ble imidlertid registrert i skjellene fra Aspholet. Det kan være flere årsaker til det lave opptaket av kvikksølv, både kvikksølvets tilstandsform og blåskjellenes reguleringsvevne for opptak av metaller kan være innvirkende faktorer. Undersøkelser av kvikksølvinnholdet i stedbunden fisk bør utføres for å skaffe grunnlag for vurdering av eventuelle tiltak i området.

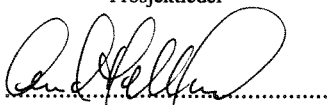
4 emneord, norske

1. Aspevågen
2. Kvikksølv
3. Sedimenter
4. Blåskjell

4 emneord, engelske

1. Aspevågen
2. Mercury
3. Sediments
4. Blue Mussels

Prosjektleder



Aud Helland

For administrasjonen



Torgeir Bakke

ISBN-82-577-2762-8

Sammendrag og konklusjoner

NIVA har på oppdrag for Ålesund kommune utført undersøkelser av bunnsedimentene i Aspholet og Volsdalsvågen for å anslå mektigheten av kvikksølvforurensningen og om mulig påpeke kildene til forurensning. Arbeidet har også omfattet undersøkelser av opptak av kvikksølv i blåskjell som ble satt ut på 10 stasjoner i vågen. Målet med disse undersøkelsene var å klarlegge hvordan forurensningen opptrer i vannmassene og hvilken betydning dette har for blåskjellene.

Undersøkelsene viste at bunnsedimentene i Aspholet og Volsdalsvågen var meget sterkt forurenset av kvikksølv, forurensningen var større enn det som tidligere er påvist og ansees å ha sammenheng med tidligere bruk av kvikksølv i bunnstoff til båter ved skipsverftene i Aspholet og Volsdalsvågen. Ubekreftede kilder indikerer at kvikksølv ble benyttet som tilsetningstoff i tjæreholdig bunnstoff for endel år tilbake. De høye verdiene i sedimentene er trolig en årsak av direkte søl ved påføring og fjerning av gammelt bunnstoff, dette avfallet gikk trolig rett til sjøen. I tillegg til lageret av kvikksølv sedimentene ligger det sannsynligvis mobiliserbart kvikksølv i grunnen / jorden og gamle fyllinger i forbindelse med disse områdene. Dette er sannsynlig ut i fra at man i sedimentkjerner fra depositionsområder registrerer en økning i kvikksølvinnholdet mot overflaten av sedimentene. Ytterligere kartlegging av kvikksølvinnholdet i bunnsedimentene ansees ikke å kunne gi nærmere spesifisering / påvisning av evt. kilder på land. For påvisning av evt. kilder på land i disse to områdene må nærmere kartlegging av grunnen / jorden utføres.

Det ble registrert et opptak av kvikksølv i blåskjell fra juni til oktober, men ikke fra juni til august. Opptaket var imidlertid lavt (moderat forurenset). Størst opptak hadde skjellene i Aspholet. Manglende eller så lavt opptak av kvikksølv i blåskjellene kan ha flere årsaker, enten at kvikksølvet ikke er biotilgjengelig, eller at skjellene regulerer opptaket, eller at det ikke er kvikksølv i vannmassene. Det siste er lite trolig sett i sammenheng med undersøkelser fra tilsvarende områder.

Per i dag er det ikke grunnlag for beslutning om tiltak mot de forhøyede kvikksølvverdiene i bunnsedimentene i Aspevågen. Det vil være svært kostnadskrevende og urealistisk å rense grunnområdene i vågen for kvikksølvforurensning. Det videre arbeidet bør derfor konsentreres om å skaffe tilveie et tilstrekkelig grunnlag for vurdering av evt. kostholdsråd i vågen. Det anbefales å utføre undersøkelser av kvikksølvinnholdet i bunnlevende fisk og i stedbunden torsk fra vågen. Bunnlevende fisk vil være mer eksponert for forurensninger i sedimentene enn blåskjell og det vil være en fordel å få undersøkt kvikksølvinnholdet i fisk ut i fra et næringsmessig synspunkt. Man kan da få et bedre inntrykk av biotilgjengeligheten av kvikksølvet.

Videre støttes det opp om tidligere gitte anbefalingene om å få bedre kjennskap til hvordan, og i hvilke mengder kvikksølv har vært benyttet ved skipsverftene. Det vil i denne sammenheng være naturlig også å ta med andre miljøgifter, da særlig organiske miljøgifter.

Innhold	Side
Forord.....	2
Sammendrag og konklusjoner.....	3
Innhold.....	4
1. Innledning.....	5
2. Metode.....	6
3. Resultater og diskusjon.....	8
3.1. Bunnsedimenter.....	8
3.1.1. Sedimentbeskrivelse.....	8
3.1.2. Kvikksølv i sedimentene.....	9
3.2.3. Kvikksølv i blåskjell.....	13
4. Konklusjoner og anbefalinger.....	16
5. Referanser.....	17
Vedlegg.....	18

1. Innledning

Det er ved tidligere undersøkelser avdekket høye konsentrasjoner av kvikksølv i bunnsedimentene i Aspevågen (Bokn et al., 1979, Molvær og Bakke, 1991). Hovedkilden til kvikksølvforurensningen ble påvist å ligge på strekningen Skutvika - Kvernaneset med sentrum i området rundt Aspfolet (Helland og Bakke, 1993). De samme undersøkelesene viste at kloakkutslippene til Aspevågen anslagsvis forklarer 0,5 - 1% av tilførselsen av kvikksølv til bunnsedimentene.

I forbindelse med havneutbyggingen i Skutvika ble det analysert sedimentkjerner fra vika. Disse viste at det finnes en aktiv kilde til kvikksølvforurensningen i fjorden i det at de høyeste verdiene ble registrert i overflatesedimentene (Helland og Fagerhaug, 1993). Det mest nærliggende å anta som årsak til forurensningen i vågen har vært gamle fyllinger i sjøkanten hvor det kan være deponert kvikksølvholdig avfall fra skraphandlere og skipsindustri. Det er kjent at kvikkølv var et vanlig benyttet stoff som antibgroingsmiddel i f.eks. bunnstoff til båter. Slike fyllinger vil være utsatt for utvasking til sjøen ved flo og fjære og ved episodiske hendelser som storm.

Videre undersøkelser av den tidligere skrapfyllinga i Skutvika viste imidlertid lavere konsentrasjoner av kvikksølv i fyllinga enn i sedimentene utenfor. Denne ble derfor utelukket som aktiv kilde til forurensning i vågen (Fagerhaug, 1994). De samme undersøkelsene påviste høye konsentrasjoner (klasse 5, meget sterkt forurenset) av polyklorerte bifenyler (PCB) i bunnsedimentene i Skutvika. Disse forbindelsene er ikke tidligere analysert i Aspevågen.

Målet med foreliggende undersøkelse har vært følgende:

- * *anslå mektigheten av kvikksølvforurensningen i bunnsedimentene og om mulig påpeke kildene til forurensningen*
- * *klarlegge hvordan kvikksølvforurensningen opptrer i vannmassene og hvilken betydning dette har for indikatororganismer (utplasserte blåskjell) i vågen.*

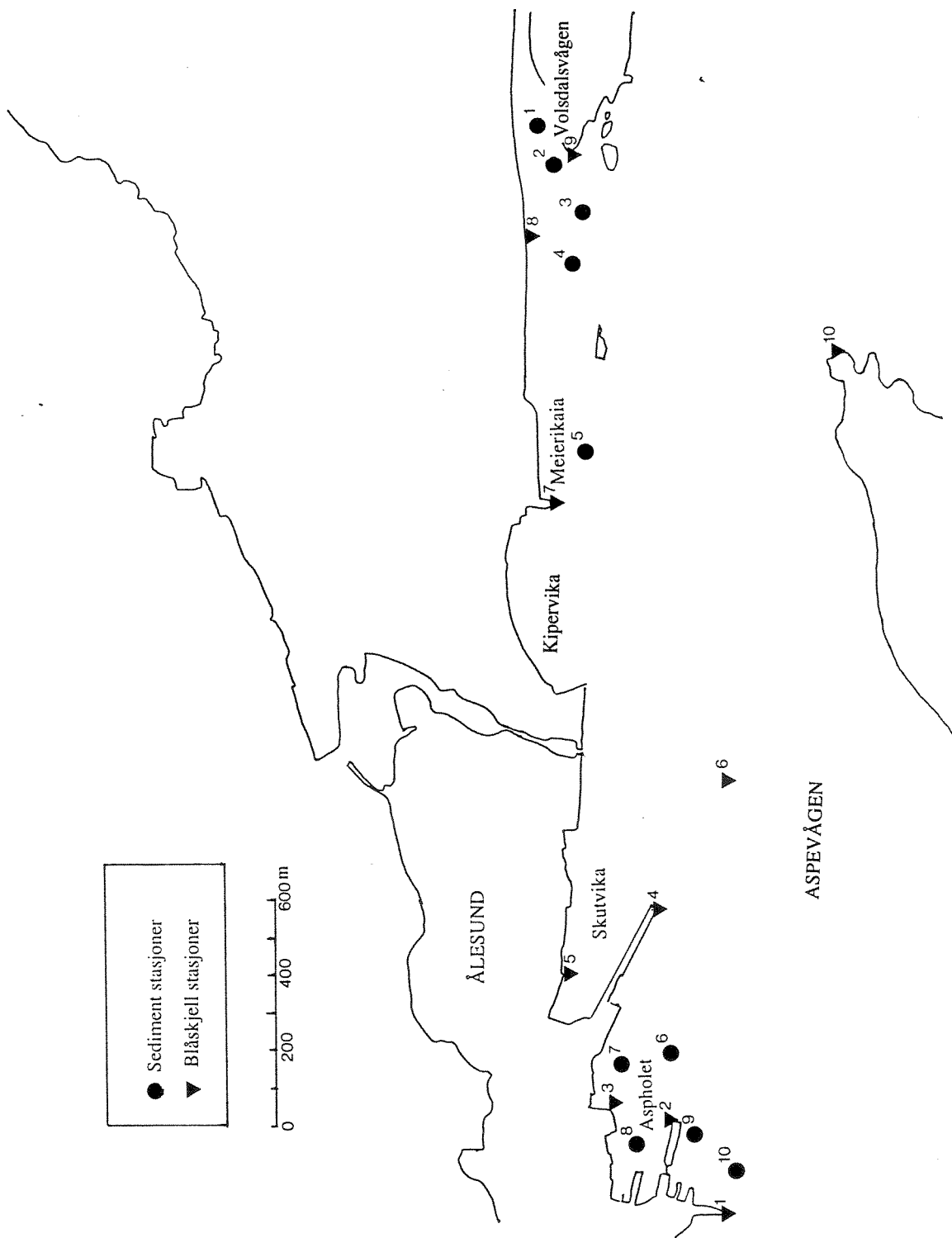
Man ønsket å avklare om sedimentene generelt hadde de høyeste konsentrasjonene i overflaten slik i Skutvika og få en oversikt over forurensningsutviklingen gjennom tid i de øvrige deler av vågen. Ved å studere opptak av kvikksølv i blåskjell får man en indikasjon på om det er kvikksølvholdige partikler i vannmassen som er biotilgjengelige og på grunnlag av dette om mulig påvise gradienter i belastning som respons fra kilde.

2. Metode

Det ble tatt prøver av bunnsedimentene på 10 stasjoner i Aspevågen (figur 1). Prøvene ble tatt vha. kjerneprøvetaker i august 1993. Det ble tatt 1 kjerne på hver stasjon. Disse ble snittet i skiver i kjernelenge 0-5, 5-10 og 10-15 cm. I kjerner som var lenger enn 15 cm ble lengden fra 15 cm til bunn av kjernen tatt som en prøve. Dette varierte fra 15 - 17 cm til maksimum 15 - 30 cm. Lengden på kjernene varierte alt etter hvor grovkornet sedimentene var. Prøvene ble frosset før analyse ved NIVAs laboratorium.

Blåskjell ble samlet fra en referansestasjon i slutten av juni på en åpen lokalitet øst for Sunde fergeleie mot Storfjorden som antas å være et uforurenset område. Disse skjellene ble så satt ut på 10 stasjoner i Aspevågen (figur 1). Det ble satt ut 4 grupper á 50 skjell på alle stasjonene i vågen i slutten av juni. Skjellene var fra 3 til 5 cm i størrelse. Første innsamling ble utført i slutten av august 93 og siste innsamling i slutten av oktober 93. Det ble også tatt prøver fra referansestasjonen ved utsetting. Skjellene ble frosset ned før opparbeiding ved NIVAs laboratorium. Bløtdeler fra grupper á 50 skjell ble dissikert ut og homogenisert til en prøve pr. gruppe før analyse. Ved hver innsamling ble det opparbeidet 2 prøver fra hver stasjon. Den ene ble homogenisert før analyse, den andre ble oppbevart som reserve med unntak av referansestasjonen, her ble begge prøver analysert.

Metode for bestemmelse av total organisk karbon nitrogen og kvikksølv er gitt i vedlegg.



Figur 1. Stasjoner for prøvetaking av bunnsedimenter og utsetting av blåskjell i Aspevågen 1993.

3. Resultater og diskusjon

3.1. Bunnsedimenter

3.1.1. Sedimentbeskrivelse

Bunnsedimentene i Volsdalsvågen samt i og utenfor Aspholet bestod av svart slam med mer eller mindre innblanding av grovere sedimenter fra silt og sand til grovere grus. Sedimentene på stasjon 1, 2 og 3 hadde lukt av hydrogensulfid. Sedimentene på stasjon 3 og 4 inneholdt ca. 90 % silt eller leire (%<63 μ m). Øvrige sedimenter hadde et innhold av silt og leire fra 10 til 50 % (tabell 1).

Tabell 1. Sedimentdata fra Aspevågen 1993. Hg dataene er gitt i mg/kg tørt sediment (tv).

Stasjon	Sedimentdyp (cm)	TN %	TOC %	C/N	Hg mg/kg tv	% <63 μ m
1	0-5	0.2	2.2	13	2.05	22.0
1	5-10	0.2	2.9	17	1.9	18.0
1	10-15	<0.1	1.6	-	0.96	12.1
1	15-17	<0.1	1	-	0.51	7.4
2	0-5	0.4	4.4	13	2.74	49.1
2	5-10	0.3	3.7	14	2.44	23.2
2	10-15	0.2	1.5	9	0.12	13.2
2	15-19	0.2	1.2	7	0.1	17.7
3	0-5	0.8	9.2	13	4.98	92.6
3	5-10	0.9	10.4	13	6.9	91.9
3	10-15	0.9	10.9	14	11	84.2
3	15-30	1.1	10.4	11	0.99	90.7
4	0-5	0.7	7.1	12	21.7	88.8
4	5-10	0.9	10.6	14	5.03	94.0
4	10-15	1.0	11.2	13	9.5	89.0
4	15-30	1.0	10.2	12	2.14	88.0
5	0-5	0.1	1.5	18	1.13	14.8
5	5-10	0.2	2.4	14	1.19	14.9
6	0-5	0.1	1.4	16	2.19	17.5
6	5-10	<0.1	1.1	-	0.41	10.3
7	0-5	0.2	3.0	18	7.5	23.2
7	5-10	0.2	2.7	16	5.28	15.2
7	10-15	0.2	2.2	13	4.15	13.3
7	15-18	<.1	1.4	-	1.77	10.6
8	0-5	0.2	2.8	16	226	19.1
8	5-10	0.2	3.3	19	7.36	19.8
8	10-15	<0.1	1.2	-	2.07	17.6
9	0-5	<0.1	1.1	-	1.17	10.3
9	5-10	0.1	1.1	13	1.48	12.4
10	0-5	0.2	2.4	14	2.47	23.4
10	5-11	0.2	2.7	16	0.35	23.4

Innholdet av organisk karbon varierte mellom 1 og 9 % i overflatesedimentene, normalt inneholder marine sedimenter fra 1 - 3 %. Årsaken til de forhøyede verdiene på enkelte av stasjonene skyldes sannsynligvis tilførsler fra land som f.eks. kloakkutslipp, trellis og kull. Innslag av denne type organisk materiale vil gi høyere forholdstall mellom

karbon og nitrogen (C/N >10 på atomvektbasis) enn det man finner i marint plankton (C/N ca. 6). Forholdet mellom karbon og nitrogen i sedimentene fra Volsdalsvågen og Aspholet lå fra 10 til 18. Dette er i overensstemmelse med tidligere registreringer i Aspevågen. I Skutvika nær kloakkutslippet er det tidligere eksempelvis registrert et C/N forhold på ca. 30 (Helland og Fagerhaug, 1993).

3.1.2. Kvikksølv i sedimentene.

Dagens tilstand, overflatesedimenter

Innholdet av kvikksølv i overflatesedimentene (0-5 cm) varierte fra 1 til 226 mg / kg tørt sediment. Med et kvikksølvinnhold på 0.15 mg / kg regnes miljøkvaliteten å være god (klasse 1) i følge SFTs miljøkvalitetskriterier (Rygg og Thélin, 1993). Fra 0.6 til 3 mg Hg / kg sediment regnes kvaliteten som nokså dårlig (klasse 3). Stasjon 1 og 2 innerst i Volsdalsvågen, stasjon 5 og 6 samt stasjon 9 og 10 hadde denne miljøkvaliteten. Kun de dypeste sedimentene på stasjon 1, 6 og 10 (15 - 17 cm) var av en bedre kvalitet, klasse 2 (moderat forurenset). Resten av sedimentene var sterkt (fra 3 - 5 mg Hg / kg) eller meget sterkt forurenset (> 5 mg/kg) av kvikksølv.

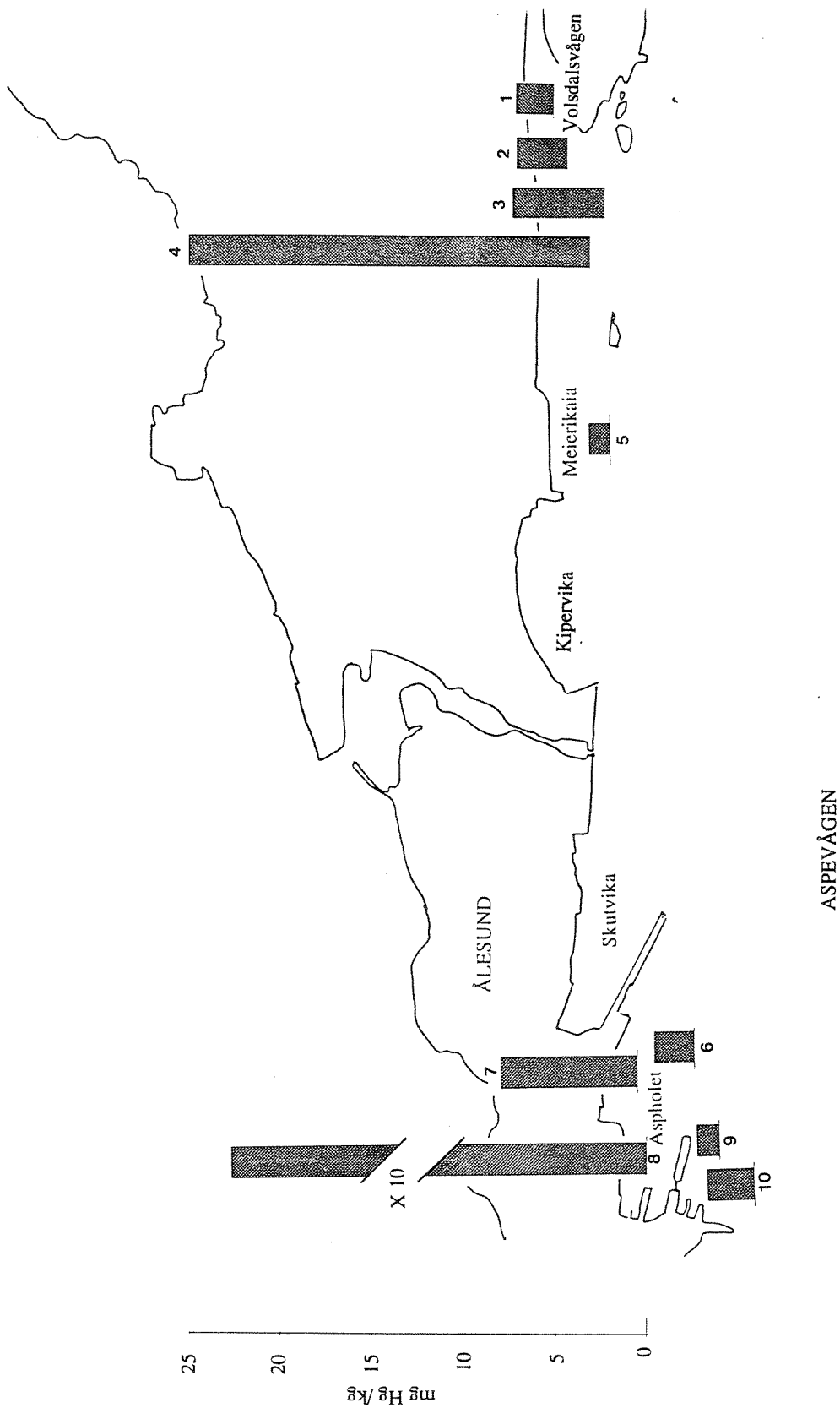
Den desidert høyeste verdien ble registrert i Aspholet med hele 226 mg Hg / kg tørt sediment (figur 2). Dette er ekstremt høyt. I mistanke om at analysene kunne være feil ble det utført en reanalyse, denne bekreftet imidlertid den høye verdien. Dette er den tredje høyeste kvikksølv verdi som er registrert i marine sedimenter i Norge. Det er bare sedimenter fra Eiterheimsvågen i Sørfjorden med 2900 mg Hg / kg (Instanes og Noteby, 1991) og Gunnekleivfjorden med 530 mg Hg / kg (Næs, 1989) som har hatt høyere verdier. Begge disse er rene industri-resipienter. Ved forrige undersøkelse i Aspevågen ble den høyeste verdien også registrert i Aspholet (8 og 14 mg Hg/kg sediment) dette er tilsvarende som på stasjon 7 (8 mg Hg/kg sediment, jfr. tabell 1 og figur 2) (Helland og Bakke, 1993).

Svært høyt kvikksølvinnhold ble også registrert på stasjon 4 ytterst i Volsdalsvågen (22 mg Hg / kg sediment) (tabell 1 og figur 2). Dette var langt høyere enn ved de forrige undersøkelsene i vågen. Det ble da registrert ca. 4 mg Hg / kg sediment (Helland og Bakke, 1993). Dette tilsvarer nivåene registrert ved foreliggende undersøkelse lenger inn i Volsdalsvågen på stasjon 3, 2 og 1 .

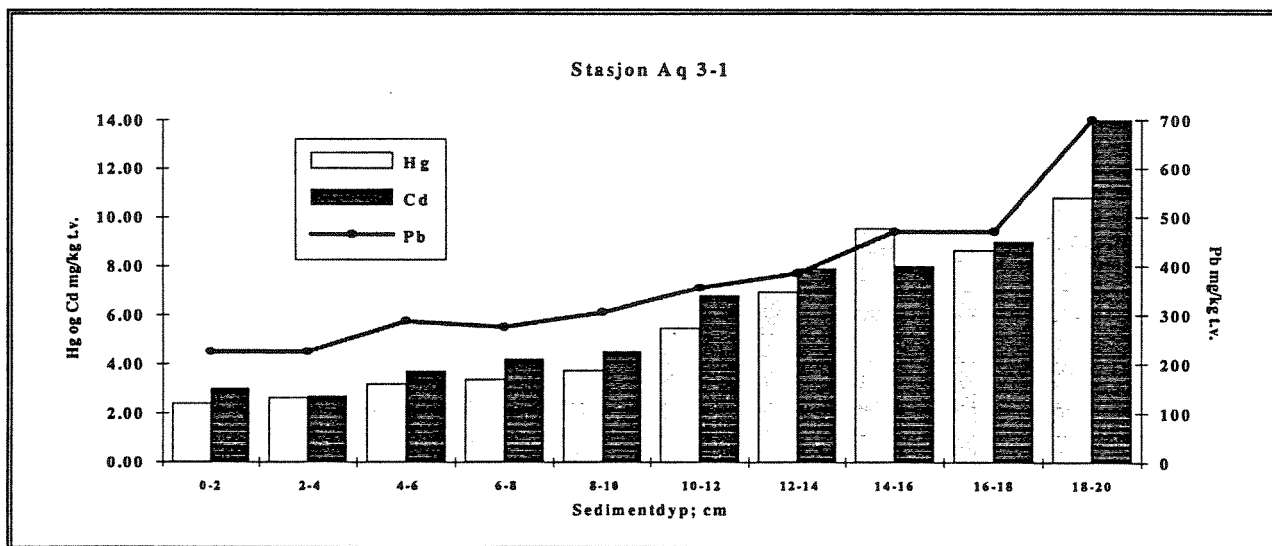
Historisk utvikling

Ved undersøkelsene i Skutvika i forbindelse med kaiutbyggingen ble det registrert en økning av kvikksølvinnholdet mot overflaten av sedimentene (Helland og Fagerhaug, 1993). Det er tidligere anslått en sedimentasjonshastighet på ca. 2 - 4 mm / år for sedimentene i Aspevågen. Dette betyr at de øvre 5 cm av sedimentene skulle representerer de siste 10 til 20 års avsetninger (Helland og Bakke, 1993). Restriksjoner på bruk av kvikksølv kom i begynnelsen av 1970 årene, dvs. man skulle kunne forvente en lavere konsentrasjon i de øvre 5 cm av sedimentene enn i de større sedimentdyp hvis tilførselene hadde avtatt siden den tid og sedimentasjonsforholdene var stabile. Slike forhold er eksempelvis registrert i Indre Oslofjord, utenfor Akershuskaia. Dette området har en relativt stor tilførsel av sedimenter. Sedimentasjonshastigheten ligger nær 10 mm/år, de øvre 20 cm representerer således de siste 20 til 25 års avsetninger. Figur 3 viser at innholdet av kvikksølv har gått ned de siste 20 årene fra ca. 11 mg Hg/kg til ca. 2.5 mg/kg tørt sediment (Konieczny, 1994)

Som nevnt over var det bare på stasjon 1, 6 og 10 at det ble registrert moderat forurensning av kvikksølv (klasse 2) ved 15 cm sedimentdyp, dvs. man kan anta at men her nærmer seg uforurensete lag av sedimentene. Figur 4 viser at på samtlige stasjoner med unntak av stasjon 3, 5 og 9 var det en økning av kvikksølvinnholdet mot sedimentoverflaten.



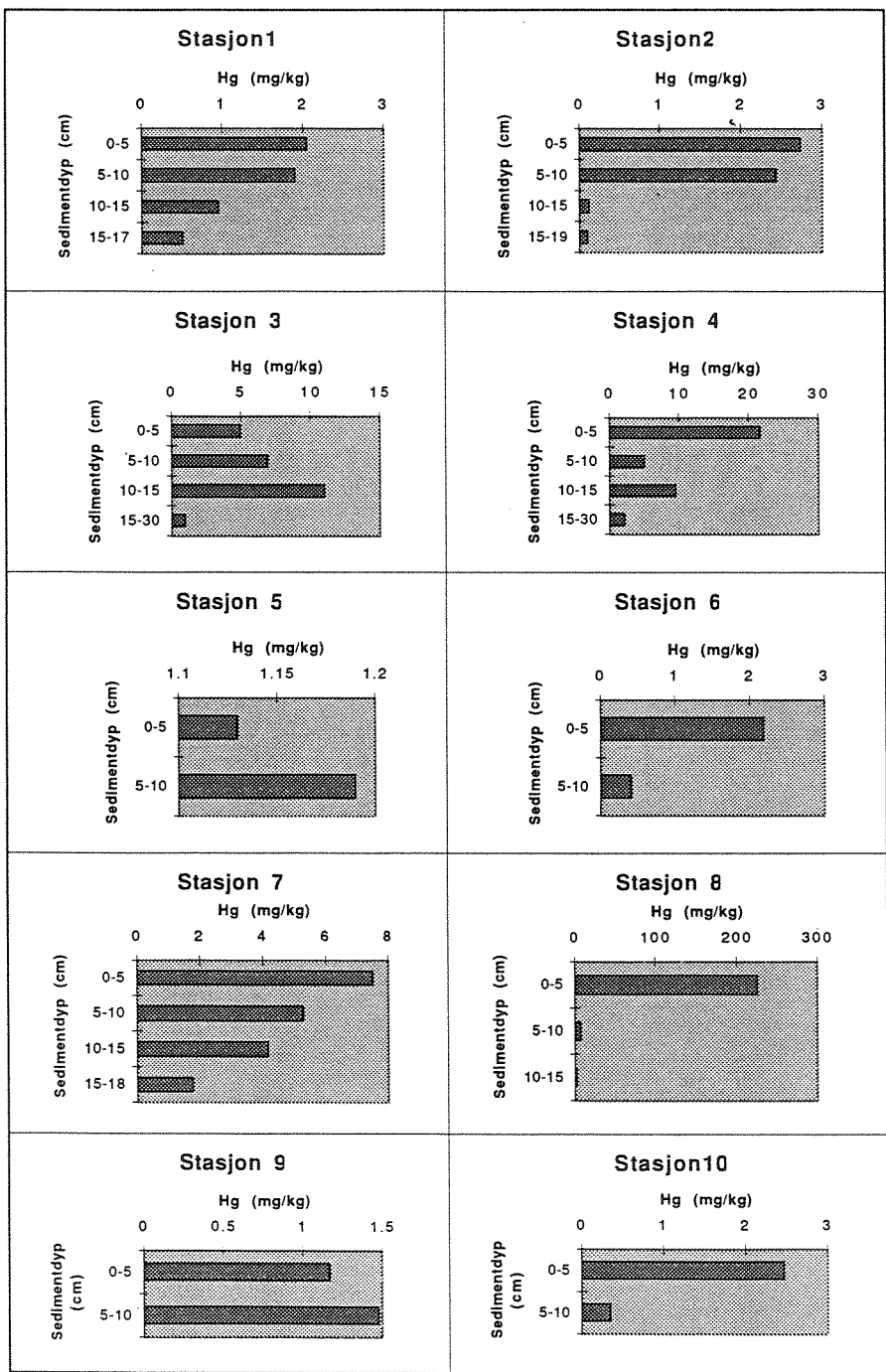
Figur 2. Innholdet av kvikksølv (mg / kg) i overflatesedimenter (0-5cm) i Aspevågen 1993.



Figur 3. Innholdet av kvikksølv, kadmium og bly (mg / kg) i sedimenter fra Indre Oslofjord, Akershuskaia 1992 (Konieczny, 1994).

Ser man på hvilke stasjoner som har en stor andel silt og leire i sedimentene er dette kun stasjon 3 og 4. Disse stasjonene ligger i et basseng med relativt stort vanddyb (ca. 40 m). Disse forholdene indikerer akkumulasjonsbunn som er forutsetningen for kronologisk avsetning av sedimentene. Man skulle derfor forvente at disse to stasjonene viste samme trender. Figur 3 viser at dette ikke var tilfelle. På stasjon 3 avtok kvikksølvinnholdet mot sedimentoverflaten mens det økte på stasjon 4. Analyser av de foreliggende sedimentkjernene viser altså ingen entydig utvikling av forurensningssituasjonen. På stasjonene med grovkornede sedimenter kan man anta at det er en liten eller tilnærmet ingen sediment-tilvekst. Disse stasjonene ligger også grunt og vil være utsatt for oppvirvling som følge av turbulens i vannmassene. Dette kan føre til at forurensede partikler som ble avsatt for endel år tilbake til stadighet virvles opp for igjen å resedimenterer. Som nevnt var det flere stasjoner som hadde en økning av kvikksølvinnholdet mot sedimentoverflaten enn en reduksjon, men flertallet av stasjonene hadde svært grovkornede sedimenter.

Sammenholder man disse dataene med undersøkelsene i 1990 (Molvær og Bakke, 1991), hvor sedimenter sentralt i dypålen i Aspevågen ble prøvetatt, viste også disse en økning av kvikksølvinnholdet mot sedimentoverflaten. På dette grunnlaget mener vi å kunne konkludere at kvikksølvet i overflatesedimentene i depositionsområdene representerer nye avsetninger.



Figur 4. Innholdet av kvikksølv i sedimentkjerner fra Aspevågen 1993.

Foreliggende undersøkelse viser at de desidert høyeste verdiene finnes i bunnen utenfor områder som har eller tidligere har hatt skipsverft (stasjon 4 og 8). I følge anonyme kilder ble kvikksølv benyttet sammen med tjærestoffer som bunnstoff til båter og forbruket var meget stort, det er påstått å være flere hundretalls kilo/år. Det er ikke kjent hvilken form kvikksølvet forelå, men kvikksølv-klorid (Hg_2Cl_2) er vanlig å benytte industrielt. Samme kilder opplyste at man på denne tiden kunne grave groper i sanden i fjæra og kvikksølvperler la seg da i gropene (Fagerhaug pers. med.). Et stykke ned i sedimentene vil det være reduserende forhold slik at kvikksølv lett kan gå over i metallisk form. Kvikksølv klumper seg lett sammen i perler pga. stor overflatespenning. Tidligere bruk av kvikksølvholdig bunnstoff, søl og dumping av dette vil gi flekkevis forekomst og kunne føre til ekstreme konsentrasjoner, slik som påvist i Aspholet. Stadig oppvirvling av bunnsedimentene ved båt- og propell-bruk eller ved stormflo vil gi omroting av de forurensede lagene. Det kan da være helt tilfeldig om man treffer på mye eller lite forurensning i toppsedimentene.

For å sette de påståtte bruksmengdene av kvikksølv opp mot det man registrerer i sedimentene kan man foreta en grov beregning av hvor stor mengde kvikksølv som ligger lagret i de øvre 5 cm av sedimentene i grunnområdene i Aspevågen. Strekningen fra og med Aspholet til og med Volsdalsvågen er ca. 3000m. Forutsetter man at grunnområdet strekker seg ut til blåskjellstasjon 6 (midt i Aspevågen) får man et areal på ca. 1.200.000 m². Ved forrige undersøkelse i vågen ble det beregnet at 19.6cm³ av de øvre 1 cm av sedimentene veide 12.7g (t.v.) (Helland og Bakke, 1993). Legger man disse tallene til grunn kommer man fram til at de øvre 5 cm av sedimentene innenfor det angitte området inneholder ca. 155 kg kvikksølv. Det reelle tallet vil være noe høyere fordi vanninnholdet avtar nedover i sedimentene. Av dette kan man konkludere at tidligere tiders bruk av kvikksølvholdig bunnstoff ved skipsverftene alene kan forklare forurensningen i bunnsedimentene. Det er små mengder av kvikksølv som skal til, i forhold til det påståtte totalforbruket, for å forurense sjøbunnen til de nivåene man registrerer i dag.

Undersøkelsene har vist at kilden til kvikksølv-forurensning med stor sannsynlighet skyldes tidligere tiders bruk av kvikksølv i bunnstoff ved skipsverftene som ligger / lå i Aspholet og vest for Volsdalsvågen. De høye verdiene som registreres i overflatesedimentene i depositionsområdene representerer nye avsetninger. Kilden kan være forurensede bunnsedimenter i grunnområdene og eller forurensninger i grunnen / jorden innenfor. Hvis sedimentene i grunnområdene alene skulle være kilden vil man kunne forvente en gradvis reduksjon, dvs. en minkende konsentrasjon mot sedimentoverflaten etter hvert som kilden ble "utarmet". Dette tilsier derfor at det fortsatt også foregår en transport av kvikksølv fra en annen kilde på land som grunnen / jorden innenfor. Undersøkelser i fjorden kan ikke lokalisere kildene på land ytterligere. For å lokalisere evt. kilder i dette området må det en videre kartlegging til av de aktuelle landarealene.

3.1.3. Kvikksølv i blåskjell

Innholdet av kvikksølv i blåskjell fra de to innsamlingsperiodene, august og oktober, varierte mellom 0.18 og 0.31 mg Hg/kg tørt materiale, det var altså små forskjeller mellom de ulike stasjonene (tabell 2). I følge SFTs miljøkvalitetskriterier var skjellene fra lite til moderat forurenset av kvikksølv. Verdiene lå i nedre del av intervallet for moderat forurensning (klasse 2, dvs. 0,2 - 0,5 mg Hg /kg tørt vev) (Rygg og Thélin, 1993). Definisjon av de øvrige klassene i miljøkvalitetskriteriene gjeldene for kvikksølv i blåskjell er som følger: klasse 1: <2 mg Hg/kg, klasse 3: 0,5-1,5 mg Hg/kg, klasse 4: 1,5-4 mg Hg/kg, klasse 5: >4 mg Hg/kg (alle verdier i mg/kg tørrvekt).

Forskjellen mellom belastningen i skjellene fra Aspevågen og fra referansestasjonen ble testet ved sammenlikning av 95 % konfidensintervaller rundt gjennomsnittsverdiene. For referansestasjonen (med bare to analyser) ble konfidensintervallet beregnet på grunnlag av standardavviket for analysevariabiliteten oppgitt fra laboratoriet. Beregningsgrunnlag og konfidensintervaller er gitt i tabell 3. Resultatene viste at gjennomsnittlig kvikksølvbelastning i Aspevågskjellene ikke var signifikant øket i august i forhold til utgangskonsentrasjonene i juni, men at økningen var signifikant i oktober. Sammenlikning av tabell 2 og 3 viser videre at blåskjellprøven fra stasjon 2 (Aspholet) i oktober lå over konfidensintervallet for alle Aspevågprøvene, og at den derfor må betraktes å ha signifikant høyere kvikksølvinnhold enn skjellprøvene generelt i vågen. Dvs. at opptaket har vært høyest på denne stasjonen.

Tabell 2. Innhold av kvikksølv i blåskjell fra Aspevågen innsamlet i august og oktober, samt fra referansestasjon. v.v. = våtvekt, t.v. = tørrvekt.

Blåskjell st.	Tørrst. g/kg	Hg mg/kg v.v	Hg mg/kg t.v
1 august	200	0.012	0.24
2	216	0.011	0.24
3	204	0.011	0.22
4	204	0.012	0.24
5	195	0.010	0.20
6	202	0.011	0.22
7	-	-	-
8	203	0.013	0.26
9	204	0.011	0.22
10	193	0.013	0.25
1 oktober	210	0.013	0.27
2	238	0.013	0.31
3	229	0.012	0.27
4	216	0.011	0.24
5	203	0.009	0.18
6	237	0.011	0.26
7	222	0.010	0.22
8	210	0.012	0.25
9	225	0.011	0.25
10	220	0.011	0.24
Referanse I	167	0.011	0.18
Referanse II	172	0.012	0.21

Tabell 3. Gjennomsnittsverdi og 95 % konfidensintervall for kvikksølv i blåskjellprøvene fra Aspevågen august og oktober 1994 og fra referansestasjonen juni 1994.

	Aspevågen august	Aspevågen oktober	Referansestasjonen
Gjennomsnitt	0.232	0.249	0.195
Standardfeil	0.006	0.011	0.014
Konfidensintervall	± 0.0012	± 0.022	± 0.027
Øvre grense	0.244	0.271	0.222
Nedre grense	0.220	0.227	0.168

Blåskjell er en vanlig benyttet organisme i miljøovervåking. Naturlige blåskjellpopulasjoner har i flere områder vist evne til bioakkumulering av kvikksølv. Eksempelvis kan nevnes populasjoner i Sørfjorden som har et innhold av kvikksølv på 4,2 mg Hg /kg tørrvekt. Dette karakteriseres som sterkt forurensset (Knutzen et al., 1993). Skjellene filtrerer partikler som miljøgifter gjerne knytter seg til, fra vannmassene og vil på den måten reflektere tilstanden i vannmassene over en viss tid. Det er kjent fra ulike forsøk at skjellene har en evne til å lukke seg i kortere perioder ved ugunstige forhold, evt. går filtreringshastigheten ned (Strømgren, 1986 og Widdows og Johnson, 1988). På den måten unngår de eksponering eller den reduseres. Dette kan være årsaken til at blåskjellene i Aspevågen viser svært lavt opptak av kvikksølv. Hvis hovedeksponeringen for kvikksølvholdige partikler skjer ved f.eks. oppvirvling som følge av propellbruk er dette en relativt kortvarig episode som skjellene kan ha reagert på ved å lukke seg. Derved har de unngått den mest intense partikkel-eksponeringen.

Eksperimentelle undersøkelser har også vist at selv med oppvirvling av sterkt kvikksølvforurensede sedimenter har ikke skjellene opptak (Skei et al., 1994, USAEWES, 1988). Skjellene i forsøket til Skei hadde imidlertid et høyt opptak av organiske miljøgifter, som også var tilstede i høye konsentrasjoner i sedimentene. Metaller har generelt lav biotilgjengelighet under reduserende forhold som f.eks. et stykke ned i sedimentene. Kvikksølv kan f.eks. knytte seg til svovel som HgS som er lite løslig. Det er vanskelig å bedømme hvor lang tid det vil ta for Hg å gå over i løst form ved en eventuell oppvirvling av sedimentene. Om kvikksølvet er biotilgjengelig eller ikke vil være avhengig av flere forhold som temperatur, saltholdighet, oksygentilgang, pH, mengden av suspendert materiale, organisk innhold og andre elementer som f.eks. andre metaller som svovel som nevnt over.

Det at skjellene har så lavt opptak av kvikksølv selv med et høyt innhold i sedimentene kan derfor ha flere forklaringer, enten at skjellene regulerer opptaket, eller at kvikksølvet ikke er biotilgjengelig, eller at det ikke er kvikksølv i vannmassene. Det siste er lite trolig ut i fra observasjoner gjort i tilsvarende områder. Eksempelvis kan nevnes undersøkelser utført i Oslo Havn hvor det ble målt en momentan oppvirvling av bunnsedimentene på 11 m dyp ved anløp av store fartøy som f.eks. Stena Saga (Magnusson, 1995). Dette tilsvarer omtrent største vanddyp i Aspholet.

4. Konklusjoner og anbefalinger

Foreliggende undersøkelser har vist at bunnsedimentene i Aspfolet og Volsdalsvågen er meget sterkt forurenset av kvikksølv. Stasjonene nærmest områdene som har eller har hatt skipsverft hadde de desidert høyeste verdiene. Ubekreftede kilder indikerer at kvikksølv ble benyttet som tilsetningstoff i tjæreholdig bunnstoff for endel år tilbake. De høye verdiene i sedimentene er trolig en årsak av direkte søl ved påføring og fjerning av gammelt bunnstoff. Dette avfallet gikk trolig rett til sjøen. I tillegg ligger det sannsynligvis mobiliserbart kvikksølv i grunnen / jorden og gamle fyllinger i forbindelse med disse områdene. Dette er sannsynlig ut i fra at man i sedimentkjerner fra depositionsområder registrerer en økning i kvikksølvinnholdet mot overflaten av sedimentene. Ytterligere kartlegging av kvikksølvinnholdet i bunnsedimentene i fjorden ansees ikke å kunne gi nærmere spesifisering / påvisning av evt. kilder på land. Konkret påvisning av evt. kilder på land kan gjøres ved kartlegging av grunnen / jorden i de aktuelle områdene.

Det ble registrert et opptak av kvikksølv i blåskjell fra juni til oktober men ikke fra juni til august. Opptaket var imidlertid lavt. Størst opptak hadde skjellene i Aspfolet. Årsaken til manglende eller så lavt opptak av kvikksølv i blåskjellene kan enten bety at kvikksølvet ikke er biotilgjengelig, men forekommer i metallisk form, eller at skjellene regulerer eksponeringen ved å lukke seg hvis denne i stor grad er begrenset til kortvarige episoder med oppvirvling fra båttrafikk, eller at det ikke er kvikksølv i vannmassene. Det siste er imidlertid lite trolig.

Per i dag er det ikke grunnlag for beslutning om tiltak mot de forhøyede kvikksølvverdiene i bunnsedimentene i Aspevågen. Det vil være svært kostnadskrevenende og urealistisk å rense grunnområdene i vågen for kvikksølvforurensning. Det videre arbeidet bør derfor konsentreres om å skaffe tilveie et tilstrekkelig grunnlag for vurdering av evt. kostholdsrad i vågen. Det anbefales derfor å utføre undersøkelser av kvikksølvinnholdet i fisk. Både bunnlevende fisk som vil være mer eksponert for forurensninger i sedimentene enn blåskjell samt av stedbunden torsk i vågen bør undersøkes, dette ut i fra et konsum-messig synspunkt. Prøvetakingen bør foregå etter godkjent prosedyre (internasjonal standard /JMG) slik at resultatene blir (statistisk holdbare og derved) sammenlignbare med undersøkelser fra andre områder. Man kan da også få et bedre inntrykk av biotilgjengeligheten av kvikksølvet.

Videre støttes det opp om anbefalingene gitt av Fagerhaug (1994) om å få bedre kjennskap til hvordan, og i hvilke mengder kvikksølv har vært benyttet ved skipsverftene. Det vil i denne sammenheng være naturlig også å ta med andre miljøgifter, da særlig organiske miljøgifter. Det kan nevnes at ved den sonderende landsomfattende havneundersøkelsen utført i regi av SFT i 1994 ble det registrert svært høye verdier av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene i Aspfolet (55.000 mg PAH / kg sediment = 180 ganger bakgrunnsverdi, dvs. meget sterk forurensning) (Koniczny pers.kom).

5. Referanser

- Bokn, T., Green, N., Kjellberg, F., Kvalvågnes, K., Molvær, J. og Skei, J., 1979. Resipientundersøkelse i Borgundfjorden ved Ålesund. NIVA-rapport nr. 1142, 207s.
- Fagerhaug, A., 1994. Miljøundersøkelser - Skutvika. Kartlegging av forurensning rundt skrapfylling. NOTEBY-rap. 43340/1, 14s.
- Helland, A. og Fagerhaug, A. (NOTEBY), 1993. Kvikksølv i sedimenter fra Skutvika 1993. Undersøkelser i forbindelse med havneutbyggingen. NIVA-rap. O-93115, L.nr. 2955, 32 s.
- Helland, A. og Bakke, T., 1993. Kvikksølvforurensning i Aspevågen. Sedimentundersøkelser 1992. NIVA-rap. O-92159, L.nr. 2845, 16 s.
- Instones og Noteby A/S, 1991. Prosjekt Eiterheimsvågen. Resultater fra miljøundersøkelsene, Noteby rap. nr. 36737.
- Knutzen, J., Moy, F. og Rygg, B., 1993. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangrfjorden 1991. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer, bløtbunnsfauna og gruntvannsamfunn. NIVA-rap. O-800309, L.nr. 2847, 66 s.
- Konieczny, R.M., 1994. Miljøgiftundersøkelse i Indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. SFT-overvåkingsrap. nr. 561/94, TAnr. 1074/1994. NIVA-rap. O-921311, L.nr. 3094, 134s.
- Magnusson, J., 1995. Vurdering av effekt av propellstrøm fra fartøy på sedimenter i Oslo Havn. NIVA-rap. O-94207, L.nr. 3218, 18s.
- Molvær, J. og Bakke, T., 1991. Undersøkelse av miljøforhold i Borgundfjorden, Ellingsøyfjorden og Eikenosvågen i 1990. NIVA-rap. O-90004, L.nr. 2650., 147s.
- Næs, K., 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 1: Konsentrasjoner og mengde av miljøgifter i sedimentene. NIVA-rap. O-8806801, L.nr. 2192, 76 s.
- Rygg, B. og Thélin, I., 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvan. Kortversjon. SFT-veil. nr. 93:2, 20 s.
- Strømgren, T., 1986. The combined effect of copper and hydrocarbons on the length growth of *Mytilus edulis*. Mar. Env. Res. 19, 251-258.
- US Army Engineer Waterways Experiment Station, 1988. Environmental effects of dredging. Tech. notes: Influence of environmental variables on bioaccumulation of mercury. Environmental Laboratory, 14 p.
- Widdows, J. and Johnson, D., 1988. Physiological energetics of *Mytilus edulis* : Scope for growth. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 46: 113-121.

Vedlegg

Metode for bestemmelser av total organisk karbon, nitrogen og kvikksølv i sedimenter og kvikksølv i blåskjell.

G 6. TOTALKARBON, FORBRENNINGSMETODE

Metoden gjelder for bestemmelse av nitrogen og karbon i tørt stoff og i ikke-flyktige, tungt-flytende væsker, samt frafiltrert materiale på glassfiberfiltre. Konsentrasjonsområdet for bestemmelsen er 0.1 % - 100 %. Tørkede prøver må kunne homogeniseres til pulverform da uttaket pr. prøve er fra 0.5 mg til 10 mg. Deteksjonsgrenser

0.1% nitrogen -	1.0 µg/mg N
0.1% karbon -	1.0 µg/mg C

For filtre er deteksjonsgrensen avhengig av blindfilterverdiene og mengde filtrert prøve.

Prinsipp: Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes i oksygenmettet heliumgass ved ca. 1800 °C. Ved hjelp av katalysatorer vil forbrenningen bli fullstendig. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved ca. 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksyder til N₂-gass. Forbrenningsgassene passerer deretter en kromatografisk kolonne, og N₂- og CO₂-gassene detekteres i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene integreres, og integralverdiene behandles av et PC-programm. Resultatene regnes ut i prosent, skrives ut og lagres på diskett.

E 4-2. KVIKKSØLV, KALDDAMP ATOMABSORPSJON, SLAM etc.

Denne metoden skal anvendes til avløpsvann, slam, sedimenter og biologisk materiale. Kvikksølv analyseres i våt prøve så raskt som mulig etter prøvetaking eller i homogenisert, frysetørret prøve. Tørking i varmeskap bør unngås p.g.a. tap av flyktige organiske kvikksølvforbindelser og fordamping av metallisk kvikksølv. Dersom man allikevel velger denne metoden, må temperaturen ikke overstige 80 °C. Deteksjonsgrensen for avløpsvann er 0.1 µg/l, og for faste prøver ved innveiling av 1 g tørket materiale 0.01 µg/g.

Prinsipp: En nøyaktig innveid mengde prøve oppsluttes ved autoklaving med salpetersyre. Organisk bundet kvikksølv oksideres til toverdigg kvikksølv i ioneform (Hg⁺⁺). Deretter reduseres kvikksølvet til elementær tilstand med tinnklorid, og drives ut som damp ved hjelp av helium som bæregass. Kvikksølvet amalgamerer på gullfellen, og blir senere frigjort ved elektrotermisk oppvarming av denne. Bæregassen fører kvikksølvdamper gjennom kvartskvyetten hvor absorbansen måles ved 253.7 nm ved kalddamp atomabsorpsjon.



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2762-8