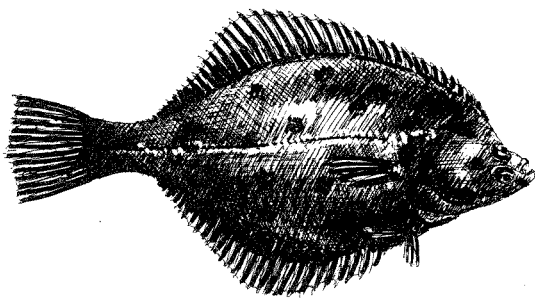
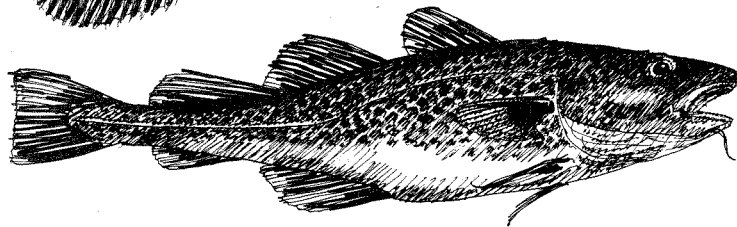


O – 85167 Q – 388

# Bakgrunnsnivåer av metaller i saltvannsfisk



Background  
levels of metals  
in marine fish.



Ag As Cd Cr Cu Fe Hg Mn Mo  
Ni Pb Sb Se Sn Ti V Zn



## LISTE OVER ØVRIGE RAPPORTER/PUBLIKASJONER FRA NIVA VEDRØRENDE TEMAET "BAKGRUNNSVERDIER" AV MILJØGIFTER I ORGANISMER

### METALLER:

- J. Knutzen, 1983. Blåskjell som metallindikator. VANN 1 (1983): 24-33.
- P. Brettum, 1985. "Bakgrunnsverdier" av utvalgte metaller i benthiske ferskvannsalger. NIVA-rapport 0-85167, 25 s. ISBN 82-577-1026-1.
- J. Knutzen, 1985. "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller og andre grunnstoffer i tang. Øvre grense for "normalinnhold", konsentrasjonsfaktorer, naturbetingede variasjoner, opptaks- og utskillelsesmekanismer. NIVA-rapport 0-83091, 122 s. ISBN 82-577-0922-0.
- L. Lingsten, 1985. "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller i ferskvann og mulighet for bruk av moser som indikator på organiske miljøgifter. NIVA-rapport 0-85167, 15 s. ISBN 82-577-1046-6.
- J. Knutzen, 1986. "Bakgrunnsnivåer" av metaller i strandsnegl (Littorina spp.), albuskjell (Patella vulgata) og purpurnegl (Nucella lapillus). NIVA-rapport 0-85167, 30 s. ISBN 82-577-1170-5.
- M. Grande, 1987. "Bakgrunnsnivåer" av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport 0-85167, 34 s. ISBN 82-577-1218-3.

### PAH:

- J. Knutzen, 1987. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i fisk. NIVA-rapport 0-85167, 25 s. ISBN 82-577-1191-8.

### KLORERTE HYDROKARBONER o.l.:

- J. Knutzen og L. Kirkerud, 1984. Blåskjell og nær beslektede arter (Mytilus spp.) som indikator på klorerte hydrokarboner - bakgrunnsnivåer i diffust belastede områder. NIVA-rapport 0-83091, 32 s. ISBN 82-577-0764-3.
- J. Knutzen, 1987. Om "bakgrunnsnivåer" av klorerte hydrokarboner og beslektede forbindelser i fisk. NIVA-rapport 0-85167(4), 173 s. ISBN 82-577-1251-5.

### ANDRE:

- J. Knutzen, 1987. Fluorid i det akvatiske miljø. Innhold i organismer og giftvirkning. NIVA-rapport 0-86233, 25 s. ISBN 82-577-1179-9.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

**Hovedkontor**

Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

**Sorlandsavdelingen**

Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 03 33

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 75 2

**Vestlandsavdelingen**

Brevikven 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:  
0-85167/Q-388

Undernummer:  
5

Løpenummer:  
2051

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

BAKGRUNNSNIVÅER AV METALLER I SALTVANNSFISK  
(BACKGROUND LEVELS OF METALS IN MARINE FISH)

Dato:

5/10 1987

Prosjektnummer:

Forfatter (e):

Jon Knutzen

Faggruppe:

Marin økologi

Geografisk område:

Generelt

Antall sider (inkl. bilag):

66

Oppdragsgiver:

Statens forurensningstilsyn

Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):

Ekstrakt:

Litteraturdata om tilnærmet naturlige nivåer av metaller i filet, lever og gjeller av saltvannsfisk er sammenstilt med henblikk på å tjene som referanse ved undersøkelser i forurensede fjorder og som underlag for arbeid med marine miljøkvalitetskriterier. Tilfredsstillende dataunderlag begrenser seg stort sett til stoffene arsen, kadmium, kobber, kvikksølv og sink, mens materialet er mer eller mindre sparsomt for de øvrige metaller. Pålitelige blydata er fåtallige.

4 emneord, norske:

1. Bakgrunnsverdier
2. Metaller
3. Saltvannsfisk
4. Forurensningsovervåking  
Miljøkvalitetskriterier

4 emneord, engelske:

1. Background levels
2. Metals
3. Marine fish
4. Pollution monitoring  
Environmental quality criteria

Prosjektleder:

  
Jon Knutzen

For administrasjonen:

  
Tor Bokn

ISBN - 82-577-1308-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-85167/Q-388

BAKGRUNNSNIVÅER AV METALLER I SALTVANNSFISK  
(BACKGROUND LEVELS OF METALS IN MARINE FISH)

Oslo, 5/10 1987

Prosjektleder: Jon Knutzen  
For administrasjonen: Tor Bokn

## FORORD

Denne rapport er skrevet på oppdrag for Statens forurensningstilsyn (SFT), kontrakt 164/86, innen rammen av en serie om "bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i akvatiske organismer. Tidligere rapporter og publikasjoner over dette tema er listet på 2. omslagsside.

Arbeidet er delvis finansiert ved interne forskningsmidler (prosjekt Q 388).

Det er også avtalefestet utredninger om metaller i akvatiske frøplanter.

Ved alle de ovennevnte rapporter har Berit Kramer og Turid Wichstrøm ved NIVAs bibliotek bistått med tilveiebringelse av litteratur. Uten adgang til denne service hadde arbeidet vært vesentlig mer tidkrevende.

Magne Grande og Lars Kirkerud takkes for å ha lest gjennom og kommentert rapportutkastet.

Etter noen tid vil det oppstå behov for å ajourføre de fleste slike utredninger i lys av nyere data og/eller ny erkjennelse. Blant de arbeider som er listet på omslagssiden gjelder dette foreløpig særlig rapporten om blåskjell som indikator på klororganiske forbindelser.

Oslo, den 5. oktober 1987

Jon Knutzen

## INNHALDSFORTEGNELSE

	side
FORORD	1
1A SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
1B ENGLISH SUMMARY	4
2. BAKGRUNN, FORMÅL, GJENNOMFØRING OG BEGRENSNINGER	5
2.1. Generelt	5
2.2. Formål	5
2.3. Gjennomføring og begrensninger	6
3. OPPTAK, UTSKILLELSE OG REGULERING	9
3.1. Opptak	9
3.2. Utskillelse	11
3.3. Regulering	11
4. BIOMAGNIFIKASJON?	13
5. BAKGRUNNSVERDIER	14
5.1. Resultater	14
5.2. Bemerkninger	17
6. VARIASJONSFAKTORER	19
6.1. Størrelse og alder	19
6.2. Kjønn	21
6.3. Vandrings og sesongvariasjoner	22
6.4. Innflytelse av andre metaller og selen	22
6.5. Andre variasjonsfaktorer	24
7. GRENSEVERDIER FOR METALLER I FISK TIL MAT	25
8. OPPSUMMERENDE KOMMENTARER	27
9. LITTERATURHENVISNINGER	29
APPENDIKSTABELLER	42

## 1A. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I For å få referansedata ved overvåkingsstudier og ellers ved undersøkelser i forurensede fjordområder, samt som et ledd i arbeidet med marine miljøkvalitetskriterier, er det sammenstilt litteraturdata om "bakgrunnsverdier" av metaller, arsen og selen i fisk (filet, lever, gjeller).
- II Resultatene for innholdet av de viktigste metaller i muskelvev og lever er oppsummert i en samletabell for utvalgte fiskearter med noe forskjellig levevis (tabell 1, kap. 5) basert på grunnlagstabeller med referanser og noter i appendiks. Data om øvrige metaller og selen finnes i appendikstabellene.

Metallkonsentrasjoner registrert i gjeller finnes i tabell 2 (kap. 5).

Bakgrunnsnivået er angitt som intervaller. Grunnen til dette fremgår av drøftelsene av naturlige variasjonsfaktorer i kap. 6.

- III Omfattende data finnes bare for filet og lever og begrenset til et utvalg metaller: kadmium, kobber, kvikksølv og sink. Dessuten finnes fylldige opplysninger om arsen og selen. For de øvrige metaller er datagrunnlaget mer eller mindre mangelfullt. Dette gjelder f.eks. kobolt, krom, jern, mangan, molybden, sølv, tinn, titan, vanadium.

Bly utgjør et særtilfelle med mange data, men få resultater som kan regnes som pålitelige. (Mye data som viser for høye konsentrasjoner, særlig i filet pga. kontaminering ved prøveoppbeidelse og/eller for høy deteksjonsgrense).

Informasjon om mulig forekomst i villfisk av organiske tinnforbindelser brukt som antibegroingsmidler synes å mangle.

- IV Vanligvis ligger registrerte konsentrasjoner betryggende under anbefalte grenseverdier for metaller i fisk (kfr. tabell 4, kap. 7). Bare kvikksølv opptrer ofte i konsentrasjoner som overskrider disse grenser, i ekstreme tilfeller også bly og kadmium i lever.
- V Bortsett fra kvikksølv i filet synes analyse av metaller i fisk å være mindre egnet som indikatorer på forurensningsgrad. Årsaken er at fisk later til å ha effektiv regulering av metallnivået, når unntas kvikksølv og muligens bly og kadmium (i lever).

I spesielle tilfeller kan metallinnholdet i skjelett, skjell og gjeller være egnet som indikator på metallbelastning. Imidlertid er erfaringsmaterialet sparsomt.

## 1B ENGLISH SUMMARY

- I Literature data on "background levels" of metals in marine fish have been collected in connection with work on the establishment of marine environmental criteria and as reference data for assessment of results from studies in contaminated fjords.
- II Conclusions in terms of "background intervals" for the most important metals, and arsenic in selected species are presented in tables 1 (filet, liver) and 2 (gills) in chapter 5; based on annexed tables with references and notes. The latter tables also include data on other metals and selenium.

Natural variation factors are discussed separately (ch. 6).

- III A satisfactory basis for conclusions on variation in background levels is limited to rather few elements: arsenic, cadmium, copper, mercury and zinc.

Few reliable data are available for lead. Most reported values are too high due to contaminated samples or too high detection limits.

Observations in feral fish of organotin compounds used as antifouling agents appear so far not available.

- IV Levels of metals in fish usually are well below recommended limits for metal content in food (cf. table 4, ch. 7). Only mercury (and in extreme cases cadmium and lead in liver) may occur in concentrations exceeding such limits.
- V With the exception of mercury in filet, registration of metal concentrations in fish is generally not suited for monitoring purposes. In particular cases analysis of skeleton and gills may be useful (possibly also lead and cadmium in liver, these metals appearing to be inadequately regulated in contaminated environments).



## 2. BAKGRUNN, FORMÅL, GJENNOMFØRING OG BEGRENSNINGER

### 2.1. Generelt

I flere arbeider er det konstatert økt innhold av metaller i fisk fra belastede vannforekomster eller eksperimentelt. For metaller utenom kvikksølv, der dette har vært sterkest fokusert, kan nevnes:

Julshamn og Eriksen (1978), Julshamn et al. (1978b), Murphy et al. (1978), Chernoff og Dooley (1979), Edmonds og Francesconi (1981), Bressa et al. (1985), Gale og Wixon (1985), Grady og Abdullah (1985), Julshamn et al. (1985), Norin et al. (1985), Bengtsson og Larsson (1986).

På den annen side er det også vitnesbyrd om at metallbelastning som ga utslag i andre indikatororganismer ikke ble reflektert i fisk (Young et al. 1981, referanser vedrørende sink hos Shears og Fletcher 1983). I ferskvannsfisk er det flere eksempler på at belastning med kobber og sink ikke har kunnet spores i fiskefiletens innhold av disse metaller (Grande 1987 med ref.).

Hovedspørsmålene som reiser seg er om akkumuleringen skjer i en grad som kan ha interesse fra et helsemessig synspunkt, og dermed for utnyttelsen av fiskeriressurser, og om opptaket av metaller kan ha betydning for fiskens egen trivsel og formering. At kvikksølvforurensning kan ha konsekvenser for helse og fiskerier er velkjent, mens de helsemessige aspektene for andre aktuelle metaller, særlig bly, kadmium og muligens organiske tinnforbindelser, er mer uklar.

Giftvirkninger på fisken selv ligger utenfor denne rapportens ramme, men synes i hvert fall ikke å anses som noen fare i saltvannsforkomster preget av bare diffus belastning.

Av tidligere oversiktsarbeider som omhandler metaller i fisk, kan særlig nevnes Philips og Russo (1978), Philips (1980), Eisler (1981) og Bryan (1984). En del opplysninger og referanser av interesse finnes også hos Moore og Ramamoorthy (1984). De nevnte publikasjoner er imidlertid mer generelle redegjørelser; dvs. uten spesiell fokusering på bakgrunnsintervaller og variasjonsfaktorer som må betraktes i denne forbindelse.

### 2.2. Formål

Rapportens formål har vært å gi:

- Underlag for arbeidet med miljøkvalitetskriterier i det marine miljø.
- Basis for å bedømme fisks mulige anvendelighet som indikator på forurensning med ulike metaller.
- Referansedata for undersøkelser i belastede områder.

### 2.3. Gjennomføring og begrensninger

Sammenstillingen av opplysninger gjelder i det vesentlige arter som er vanlige i Norge. Arbeidet er en parallell til utredningen om bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk innen samme rapportserie (Grande 1987).

De innsamlede data gjelder vesentlig filet og lever. I tillegg er det sammenstilt en del materiale om metallinnholdet i gjeller. Vedrørende metaller i beinvev kan bl.a. henvises til Eisler (1981).

Utvalget av metaller omfatter vesentlig de som antas mest aktuelle i forurensningssammenheng. Dessuten er inkludert arsen og selen, sistnevnte ut fra generell helsemessig interesse og mulige sammenheng med kvikksølv. For data om en del sjeldne metaller henvises til Eisler (1981).

Arbeidet er gjennomført dels ved litteratursøk på databaser, dels ved gjennomgang av de siste årganger av et utvalg av tidsskrifter på NIVA's bibliotek. Følgende databaser har vært benyttet:

Base 41 Pollution Abstracts  
Base 44 Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts  
Base 116 Aqualine

Erfaringen med disse databaser har vært at dekningsgraden av veterinær- medisinske tidsskrifter ikke har vært tilstrekkelig. Det samme gjelder hovedsakelig nasjonale tidsskrifter og "grå litteratur" (institusjons-serier o.l.). Det har følgelig vært nødvendig å følge opp grunnstammen av litteratur fra databasesøkene med en omfattende "oppnøsting" basert på referanselistene i de gjennomgåtte arbeider.

Rapporten er disponert slik at den konkrete informasjonen gjenfinnes på to nivåer:

- Sammendrag av "rådata" i appendikstabeller, dels med særskilte tabeller for utvalgte arter: torsk (tabellene A1, A2), kolje (A3),

makrell (A4), rødspette (A5), skrubbe (A6) og sild (A7), dels i en samletabell for (alfabetisk ordnede) arter som det fins relativt mindre data om (A8). Appendikstabellene er ledsaget av forklarende opplysninger om fangststed, -tid o.a.

- Sammendragstabeller omfattende de antatt viktigste metaller og arter som ut fra forskjellig levevis og datamengde anses mest aktuelle i Norge (kap. 5).

Ved utvalget av undersøkelser eller data er det søkt å unngå materiale fra antatt belastede områder - f.eks. estuarer i Storbritannia o.l. Dette forhold har særlig vært aktuelt for kvikksølvs vedkommende. Utvalget av data - og indirekte hvilke som ikke er tatt med fra de refererte arbeider - vil fremgå av de noter som ledsager appendikstabellene.

Naturbetingede variasjonsfaktorer er drøftet i et eget kapittel (kap. 6). Ved disse og andre generelle forhold er det også trukket inn studier av ferskvannsfisk dersom dette illustrerer de fenomener som behandles.

Ved sammendragstabellene har det vært nødvendig å bruke et skjønn for å angi "bakgrunnsintervallene". Grunnlaget for dette skjønn fremgår dels av redegjørelsene for ulike variasjonsfaktorer og andre forhold (primært analysetekniske vanskeligheter), som det er funnet formålstjenlig å ha med. Se dessuten noter til appendikstabellene. For en del metaller er datamaterialet så sparsomt at det ikke er belegg for å trekke bestemte konklusjoner om "bakgrunnsintervallene".

Begrepene "bakgrunnsnivå" og "bakgrunnsintervall" er benyttet om konsentrasjoner som synes vanlig forekommende i områder med bare diffus belastning, dvs. utenfor påvisbar innflytelse av punktkilder. Store, belastede vassdrag er i denne forbindelse ikke betraktet som punktkilder. Det er derfor mulig/sannsynlig at øvre grense for bakgrunnsnivået for enkelte metaller er satt noe høyt jevnført med mest mulig uberørte områder. Dette kan særlig gjelde bly (kfr. Settle og Patterson, 1980, Harms, 1985).

Behandlingen av temaet variasjonsfaktorer foregir ikke å være fullt dekkende, hverken faglig eller mht. alle relevante litteraturhenvisninger. Hensikten med disse kapitler innskrenker seg til å illustrere hva man bør være oppmerksom på ved bedømmelsen av data om metaller i fisk. Disse drøftelsene gir også grunnlag for å innse de sterke begrensninger som ligger på bruk av fisk som indikator på forurensningsgrad.

Siden den største interesse som knytter seg til metallinnholdet i fisk sannsynligvis gjelder de helsemessige sider, er det som generelt bakgrunnsstoff inkludert et kapittel om grenseverdier for metaller i fisk til mat (kap. 7).

Problemet analysekvalitet har det bare i begrenset grad vært anledning til å ta hensyn til. Vanskelighetene gjelder i særlig grad bly, der det ifølge Settle og Patterson (1980) gjør seg gjeldende to viktige forhold:

- 1) Betydelig økning i vannets blyinnhold i kystområder og innhav nær de store befolkningskonsentrasjoner.
- 2) Mangelfulle analysemetoder (for høye deteksjonsgrenser, kontaminering av prøver) har gitt en rekke gale data, bl.a. opp til flere størrelsesordener for høye angivelser av bly, særlig i vann, men også i organismer. Dette har også ledet til at man først i det siste 10-året er blitt oppmerksom på 1), med de konsekvenser dette har bl.a. for oppfatningen av hva som kan betraktes som "bakgrunnsnivået" av bly i fisk.

Ovenstående forhold er tatt hensyn til ved at de fleste refererte blydata er ansett som mer eller mindre upålitelige og bakgrunns-konsentrasjonene bare angitt ved en øvre grense.

Om problemene med blyanalyser henvises også til bl.a. ICES (1984) og Harms (1985).

Også for kadmiumangivelser, særlig i filet, har det vært problemer med for høy deteksjonsgrense (ICES 1977, 1980a, b, 1984, Andersen 1982).

Ved ICES-interkalibreringer har det delvis også vært visse analyse-tekniske vanskeligheter med arsen (Berman og Boyko 1987).

Stort sett kan man regne med pålitelige angivelser for kobber, sink og kvikksølv (Berman 1984, Berman og Boyko 1987).

Mht. mindre hyppig analyserte elementer rapporterte Hall et al. (1978) analysetekniske problemer for særlig molybden, vanadium og antimon, dertil for krom og tinn.

### 3. OPPTAK, UTSKILLELSE OG REGULERING

#### 3.1. Opptak

Opptaket vil vesentlig skje enten fra vann ved absorpsjon/diffusjon via gjellene og den øvrige kroppsoverflaten, eller ved inntak av mat og absorpsjon i tarmen. Marine beinfisk, som av fysiologiske grunner stadig må drikke vann, vil også ved dette tilføres metaller. For fisk med tilhold på eller halvveis nede i bunnen, må en regne med tilførsel via sedimentene, dels ved kroppskontakt med partikler og metallanrikt porevann, dels som resultat av at partikler følger med næringen (se f.eks. Gale og Wixson, 1985). Den forholdsmessige betydning av disse tilførselsveier er bare delvis klarlagt, og i varierende grad for ulike metaller.

Absorpsjonen via gjellene er sannsynligvis en passiv prosess (Bryan 1984 med ref.), mao. at opptaket vil være direkte avhengig av konsentrasjonen av tilgjengelig metall i vannet.

Bryan (1984) fremhever maten som sannsynligvis forholdsmessig viktigere metallkilde enn vann, bortsett fra når det gjelder uorganisk kvikksølv (se Pentreath 1976a, b).

At mat fremtrer som generelt viktigere enn vann som opptaksvei for metaller underbygges særlig av undersøkelsene til Pentreath (1976 a-d, 1977 a-c) med arsen, sølv, kadmium, sink, mangan og organisk kvikksølv hos rødspette og piggskeite. Matens relativt større betydning fremgår også i følgende arbeider (som delvis gjelder ferskvannsarter):

Hardisty et al. (1974), Kirkerud og Martinsen (1978), Murphy et al. (1978), Patrick og Loutit (1978), Milner (1979), Shears og Fletcher (1983), Shimizu og Taguchi (1983), Willis og Sunda (1984), Norheim (1984, ferskvannsfisk) og Norin et al. (1985).

Enkelte andre undersøkelser har derimot vist liten akkumulering fra mat sammenlignet med fra vann (Williams og Giesey 1978).

For arsens vedkommende har det vært påpekt at enkelte arters forholdsmessig høye As-innhold synes å henge sammen med at byttedyrene hos f.eks. flatfisk inneholder mer arsen enn næringen til pelagisk levende arter (Falconer et al. 1983, med ref.).

Hvorvidt næringen eller vann spiller relativt størst rolle for fiskens metallinnhold, kan også avhenge av belastningsgraden (eller forureningsnivået i omgivelsene). Haeslopp og Schimer (1985) hevder at

kadmium i mat er underordnet som kilde ved vanlige Cd-konsentrasjoner i næringen. Øker fødens innhold av kadmium som følge av forurensning kan forholdet endre seg.

Mekanismene for absorpsjon og binding i tarmen, samt videretransport og binding på mer langvarige lagringssteder er ikke fullt klarlagt. Som eksempel kan imidlertid nevnes Shears og Fletchers (1983) eksperimentelle studier med innsprøyting av sink i tarmen. Disse studier viste hurtig binding til tarmveggen - langsommere transport videre til andre organer. Denne transporten var direkte proporsjonal med hvor mye som var bundet i tarmveggen, hvilket tyder på en passiv, diffusiv prosess. Vedrørende regulering konkluderte disse forfattere med at reguleringen av fiskens sinkinnhold bare var delvis effektiv, og at den sannsynligvis heller skjedde ved ekskresjon enn ved begrensning av opptaket i fordøyelseskanalen.

Generelt sett er det høyere innhold av metaller i innvollene enn i filet (se bl.a. Julshamn og Brækkan 1975, Hall et al. 1978 og Julshamn et al. 1978c). Et viktig unntak er kvikksølv. Også skjelettet representerer et lagringssted for metaller. Lagringen i innvollene skjer i hvert fall delvis i tilknytning til spesielle metallbindende proteiner - metallothioneiner. Uorganisk kvikksølv, kadmium, sink og kobber (derimot ikke bly) er funnet assosiert med metallothioneiner, som bl.a. er funnet i lever og gjeller hos ål og laksefisk (Bryan 1984).

Om arsen bør spesielt nevnes at dette stoffet vesentlig lagres i en relativt ufarlig organisk form - arsenobetaine - som hurtig utskilles hos mennesker (Luten et al. 1982, Andersen 1982 med referanser). Uorganiske arsenforbindelser utgjør bare i størrelsesordenen 5-15% (Lunde 1977).

Nylig er det imidlertid fremsatt spekulasjoner over mulig skade fra nedbrytningsprodukter av arsenobetaine og arsenokolin (Andersson og Landner 1987).

Mht. kvikksølv må det sondres mellom opptak av uorganisk og organisk kvikksølv. Mens begge former tas raskt opp fra vann, var inntaket via mat vesentlig hurtigere for organisk kvikksølv (Pentreath 1976a-c). Julshamn et al. (1982) fant imidlertid også betydelig langsommere opptak av uorganisk enn organisk kvikksølv fra vann. Mesteparten av kvikksølvet i fiskemuskel foreligger som metylkvikksølv (bl.a. Luten et al. 1980, Cappon og Smith 1981, Norheim 1984, Mikac et al. 1985). For de fleste arter av marin fisk rapportert av Cappon og Smith (1981) var andelen metylkvikksølv 60-90% og Luten et al. (1980) opererer med 74-99%.

Mikac et al. (1985) refererer arbeider der det skal være påvist metylering av kvikksølv i tarmen hos enkelte ferskvannsfisk.

### 3.2. Utskillelse

Hovedveiene for utskillelse av metaller er urin, galle og tarm, over gjellene og ved slimavsondring fra kroppsoverflaten (Bryan 1984).

Den relative betydning av ulike utskillellesveier er ikke klarlagt, og heller ikke detaljene i utskillellesmekanismene. I tarmen hos ål fant Noel-Lambot (1981) at korn rike på slim og kalsium- og magnesium-karbonater tok opp betydelige mengder kobber, kadmium og sink og ble stadig utskilt. Forholdet er også observert i andre saltvannsfisk (som drikker mye) og kan antas å være en beskyttelse mot tilførsel av for mye metaller gjennom tarmveggen. Haesloop og Schirmer (1985) hevder at kadmium sannsynligvis regelmessig bindes til metallothioneiner i tarmens slimvegg og utskilles ved stadig avskalling fra veggen. Reguleringsmekanismen kan imidlertid bryte sammen hvis kadmiumdoseringen blir for stor.

Grande (1987) nevner flere eksempler på relativt hurtig utskillelse av bly og kadmium i ferskvannsfisk. Også i saltvannsfisk synes de fleste metaller å ha relativt rask utskillelse fra muskelvev ved overflytting av forsøksfisk til rent vann etter eksponering for overkonsentrasjoner (Pentreath 1976d, 1977a, c, Falconer et al. 1983). Det viktigste unntaket er metylkvikksølv, som har meget lang oppholdstid i fiskens muskulatur (størrelsesordenen halvår-flere år, kfr. Järvenpää et al. (1970), Pentreath (1976b, c), Bernhard og Andreae (1984, med ref.).

### 3.3. Regulering

Bortsett fra metyl-kvikksølv synes fiskens opptak og innhold av metaller å være regulert. Hos Bryan (1984) fremgår at det i saltvannsfisk er indikasjoner på dette for kobber, sink, mangan, jern og kadmium. Blant studier som tyder på slik regulering av metalloptaket kan nevnes Chernoff og Dooley (1979), Noel-Lambot (1981), Shears og Fletcher (1983 med ref.), Abdullah og Grady (1985), Bernhard og Andreae (1984), Amiard-Triquet et al. (1985), Gale og Wixson (1985), Haesloop og Schirmer (1985, med ref.). Se også Grande (1987, med ref.). I langtidsforsøk med overkonsentrasjoner av kobber, sink, arsen, bly, kadmium og kvikksølv ble det funnet utpreget regulering av nivåene for de tre førstnevnte, mens fiskens innhold av kvikksølv (filet), kadmium og bly (lever) ga nærmest lineær gjenspeiling av metallinnholdet i testmediet (Bengtsson og Larsson 1986).

Indirekte indikasjoner på at reguleringen er mer effektiv for enkelte metaller enn andre, kan også fås ved sammenlignende studier av fisk samlet i henholdsvis markert og mindre belastede områder. Eksempelvis fant Harms (1975) liten forskjell for jern, mangan, kobolt, nikkel, kobber og sink i fisk fanget nær og langt fra kysten i den belastede Tyskebukten. Forskjell lot seg derimot påvise for bly, kadmium og kvikksølv.



#### 4. BIOMAGNIFIKASJON?

Biomagnifikasjon, dvs. økte konsentrasjoner for hvert trinn i næringskjeder, synes bare å kunne spille en rolle ved kvikksølvforurensning (Bryan 1984, Bernhard og Andrae 1984, Biddinger og Gloss 1984). I tillegg til referanser i ovennevnte oversiktsarbeider kan som positive vitnesbyrd om delvis biomagnifikasjon av kvikksølv nevnes Aston og Fowler (1985), Elliott og Griffiths (1986). Sistnevnte fant ikke konsekvent høyere kvikksølvkonsentrasjoner på de høyeste trofinivåer, men bare i en del av næringskjedeeksemplene. I et forurenset område registrerte Kjørboe et al. (1983) lavest Hg-innhold i fisk (og rovfomer av mark), jevnført med filtrerende dyr og sedimentetere (høyest konsentrasjon).

For de øvrige metaller er hovedregelen at man finner de høyeste konsentrasjoner på lavere trinn i næringskjeden enn fisk.

Blant eksempler på manglende biomagnifikasjon av metaller i fiskefilet kan nevnes observasjonene til Metayer et al. (1980), McMahon et al. (1985, kobolt, ferskvannsart) og Falandysz (1986c).

## 5. BAKGRUNNSVERDIER

### 5.1. Resultater

I dette kapittel presenteres sammendrag av de innsamlede data for utvalgte arter av fisk. Artene er valgt ut for å representere noe forskjellig levevis (fra rent pelagiske arter til fisk med større eller mindre grad av tilknytning til bunnen). Det er også tatt hensyn til hvor vanlige og utbredt artene er, og hvor mye metalldata som foreligger om dem.

Det nevnte sammendrag fremgår av tabell 1 nedenfor, mens grunnlagsmaterialet finnes i appendikstabellene A1-A2 (hhv. filet og lever av torsk), A3 (kolje), A4 (makrell), A5 (rødspette), A6 (skrubbeflyndre) og A7 (sild). I tillegg omfatter grunnlagsmaterialet opplysninger om en rekke andre arter, alfabetisk ordnet i appendikstabell A8.

Opplysninger om metallinnhold i gjeller er samlet i tabell 2.

Tabell 1. Intervaller for bakgrunnsnivåer av metaller og arsen i filet (F) og lever (L) av utvalgte arter av saltvannsfisk, mg/kg friskvekt. ? markerer usikkerhet pga. få data eller andre forhold (se tekst).

Table 1. Estimated background levels of metals and arsenic in fillet (F) and liver (L) of selected marine fish, mg/kg wet weight. ? denotes uncertain values due to few data or other causes.

Arter	As <sup>1</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn
TORSK ( <u>Gadus morhua</u> )	F	<0.005- 0.02	<0,01- 0.1?	0.1-0.5 [1?]	<1-5(10?)	<0.05- 0.1	<0.1- 0.5(1?)	<0.05 0.2(0.4?)	<0.01?	<1??	(1?)2-5(10?)
	L	<0.05 0.2(0.5?)	<0.1-0.5??	2-10(20?)	10-30(50?)	<0.02- 0.05(0.1?)	<0.5-2(3?)	<0.5(1)??	<0.01(0.1)?	<0.5??	<10-20(30?)
KOLJE ( <u>Melanogrammus aeglefinus</u> )	F	<0.01-0.02?	<0.1(0.2)?	0.1-0.5(1?)	<10??	<0.05-0.1 <0.1?	<0.2-0.5?? <0.5-2??	<0.1-0.4?? <0.5(1)??	<0.01? -	<0.5(1)?? <0.5(1)??	3-5(10?) <5-15?
	L	<5-30?	<0.2?	<1-5?	<50??						
MAKRELL ( <u>Scomber scombrus</u> )	F	<0.01-0.02?	<0.1-0.3?	0.5-3(5?)	<5??	<0.05-0.1 [0.15?]	<0.5??	<0.4??	<0.01?	<0.7??	3-8(10?)
	F	<0.005-0.02?	-	<0.1-0.5(1?)	1-3(5?)	0.01-0.1	<0.2??	<0.3??	<0.01?	-	3-5(8?)
RØDSPETTE ( <u>Pleuronectes platessa</u> )	L	<0.1-0.2?	-	2-10?	-	0.02-0.1?	-	-	?	-	20-50?
	F	<0.005-0.02? <0.1-0.2?	<0.1-0.3??	0.1-0.5(1?) 5-25?	1-10? -	<0.05-0.1 <0.1-0.2??	<0.1-0.4?	<0.1-0.4	<0.01? <0.1??	- -	3-10(20?) [15]20-40?
SKRUBBE ( <u>Platichthys flesus</u> )	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	F	<1-10?	<0.02??	0.3-1(3?)	(<2)3- 10(15?)	<0.01-0.05 [0.1?]	<0.2-0.6?	<0.1-0.6?	<0.01?	-	2-10(20?)

<sup>1</sup>) As: arsen, Cd: kadmium, Cr: krom, Cu: kobber, Fe: jern, Hg: kvikksølv, Mn: mangan, Ni: nikkel, Pb: bly, Sn: tinn, Zn: sink

Tabell 2. Metaller og arsen i gjeller av utvalgte saltvannsfisk, mg/kg friskvekt. Muligens tvilsomme verdier: ?.

Table 2. Metals and arsenic in the gills of selected marine fish species, mg/kg w.w. Possibly dubious values: ?.

Arter	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	Referanser
<u>Kolje (Melanogrammus aeglefinus)</u>	0.5	0.03	0.003		0.41	27	0.01	2.6	3.4?	0.09?	15.1 55?	Julshamm et al. 1978d Wright 1976
<u>Rødsplette (Pleuronectes platessa)</u>		0.20(?) ~0.01- 0.08 <sup>1</sup>										Pentreath 1977b von Westernhagen et al. 1980
<u>Sandflyndre (Limanda limanda)</u>		~0.05 <sup>1</sup>										von Westernhagen et al. 1980
<u>Sei (Pollachius virens)</u>	1.0	0.02	0.006		1.4	34	0.03	2.7		0.14?	18 19.8	Wright 1976 Julshamm et al. 1978c
<u>Skrubbe (Platichthys flesus)</u>		0.05			0.69		0.01	<sup>2</sup> )		0.16?	15.6	Knutzen 1986
<u>Torsk (Gadus morhua)</u>	1.4	0.18? 0.07	0.005		0.59 0.91	25	0.04 0.01	<sup>1,2</sup> )		0.11? 0.03?	16.6 12.2	Julshamm et al. 1978c Knutzen 1986
Div. utenlandske		0.1- 0.5?		0.1- 0.6	0.6- 1.8	18- 148(?)		0.6- 11?	0.1-1.0	0.2- <sup>3</sup> 4.0? <sup>3</sup> )	26-33	Brooks og Ramsey 1974 sitert etter Eisler 1981

<sup>1</sup>) Omregnet fra tørrvektsbasis (dividert med 5).

<sup>2</sup>) Utelatt data for mangan (10.9 mg/kg i skrubbe) og 5.0 mg/kg i torsk pga. sannsynlig utslag av belastning fra smelteverk.

<sup>3</sup>) Tvilsomt høye verdier i enda høyere grad enn for øvrige blydata.

## 5.2. Bemerkninger

Av tabell 1 ses at intervallene for antatte bakgrunnsverdier fra områder med bare liten eller moderat diffus belastning både er vide og i mange tilfeller er ledsaget av ? for å markere usikkerhet.

Imidlertid er verdiene - unntatt når det gjelder kvikksølv - betryggende langt under anbefalte øvre grenser for metallinnhold i fisk til mat (kfr. kap. 7). Bare ved ekstrem belastning synes man å risikere overskridelser av helsemessige grenseverdier også for kadmium og bly (Julshamn et al. 1985, Gale og Wixson et al. 1985), muligens også for arsen.

Årsaken til såvidt vide intervaller er i hovedsaken:

- Usikkerheten som ligger i utvelgelsen av grunnlagsdata, og at det er relativt få studier fra områder lengst mulig fra forurensende virksomhet. (Slike "diffuse" avstandsgradienter er velkjent for kvikksølv. At de også kan spille en rolle for andre metaller kan f.eks. illustreres av resultatene til Harms (1975) for bly og kadmium i rødspette fra Tyskebukten).
- Diverse naturbetingede variasjonsfaktorer. Disse redegjøres det nærmere for i kap. 6.

Usikkerhetene markert ved ? i tabell 1 er av forskjellig grad. Når ? står bak et tall inne i en parentes betyr dette bare at vedkommende tall antas å representere en ekstremverdi, mens det angitte intervall forøvrig kan regnes som tilfredsstillende dokumentert. Står ? bak øvre intervallgrense uten parentesangivelse gjelder derimot usikkerheten hele intervallet. Årsakene kan være få data eller formodede analysetekniske vanskeligheter. (Blant metallene der analysene har vært vanskelige kan spesielt nevnes bly og delvis også kadmium. Se nærmere i kap. 2.3.).

Som en konsekvens av disse forhold er det for bly i tabell 1 bare angitt en øvre grense for "normalinnholdet". Denne grensen er sannsynligvis i hvert fall ikke satt for lavt. I denne forbindelse kan henvises til Harms (1985) som for torskefilet angir 0.001-0.003 mg/kg friskvekt, mens Settle og Patterson (1980) for en art av tunfisk (filet) angir 0.0003 µg/kg (men 20-50 ganger høyere i hel fisk og mageinnhold).

Også når det gjelder kadmium i filet er en del av grunnlagsmaterialet

forkastet ved fastsettelsen av normalintervallene grunnet muligheten for at det er benyttet analysemetoder med for høy deteksjonsgrense.

Om kvikksølv spesielt må det understrekes at 0.1 mg/kg friskvekt er en verdi som ikke sjelden overskrides i fisk fanget i områder influert av store elver, innhav som Østersjøen, en del fjorder o.l.. 0.1 mg/kg er imidlertid samme øvre grense for lavt nivå som man forslagsvis opererer med som lav forurensningsgrad innen Joint Monitoring Group under Oslo/Paris-kommisjonen (Alzieu 1987).

Opplysningene om metallkonsentrasjoner i gjeller (tabell 2) ses å være meget sparsomme. Antagelig er dataene fra Julshamn et al. (1978c) og von Westernhagen et al. (1980) mest relevante og tilforlidelige hva angår bakgrunnsverdier. Spørsmålsteget ved samtlige blydata skyldes den generelle reservasjon mht. pålitelighet av blyanalyser.

For tinns vedkommende kan bemerkes den alminnelige mangelen på data vedrørende organiske tinnforbindelser, aktualisert ved disse stoffenes bruk som begroingshindrende middel i skipsmaling og på oppdrettsanlegg. Tallene i tabellen gjelder mao. bare "totaltinn".

## 6. VARIASJONSFAKTORER

Variasjon i bakgrunnsnivåene av metaller innen de enkelte arter fisk kan dels skyldes individuelle, arvelig betingede forskjeller, dels biologiske variable som fettinnhold, kjønn, størrelse og alder; og sesongvariasjoner med bakgrunn i fysiologiske forandringer gjennom året; dertil ytre faktorer som næringsgrunnlag, temperatur, salt- holdighet, metallenes tilstandsform (tilgjengelighet) og samvirke med andre metaller ved opptak. Disse forhold er langt fra tilstrekkelig belyst, og for en del faktorer (temperatur, saltholdighet, tilstands- form) er det ikke funnet opplysninger.

### 6.1. Størrelse og alder

Dette er faktorer som i hvert fall for kvikksølvs vedkommende er dokumentert å ha innflytelse på konsentrasjonsnivået. Eksempler på undersøkelser der det er påvist en eller annen form for positiv sammenheng mellom kvikksølvinnhold i filet og vekt/lengde/alder er listet opp i tabell 3.

Tabell 3. Eksempler på tilfeller av positiv sammenheng mellom kvikk- sølvkonsentrasjon i fiskefilet og lengde (L), vekt (V) eller alder (A).

Table 3. Examples of cases with positive correlation between mercury concentrations in fish muscle and length (L), weight (V) or age (A).

Arter	Variable	Referanser
Brisling ( <u>Sprattus sprattus</u> )	A	Julshamn et al. 1978b <sup>1</sup>
Lange ( <u>Molva molva</u> )	L	Topping (1983)
Pigghå ( <u>Squalus acanthias</u> )	A	Topping og Graham (1978)
Sild ( <u>Clupea harengus</u> )	A	Perttilä et al. (1982)
Skrubbe ( <u>Platichthys flesus</u> )	L(A)	Jensen 1982b <sup>2</sup>
-"-	L/V/A	McKie (1983)
-"-	L, A	Richard og Dullely (1983)
Ålekvaabbe ( <u>Zoarces viviparus</u> )	L	Essink (1980)

<sup>1</sup>) Hel fisk

<sup>2</sup>) OBS: Bare ved diffus belastning. I nærheten av punktkilde var avstand fra utslippssted utslagsgivende.

Julshamn et al. (1982) påpeker den samme vanskelighet for torsk som Jensen (1982b) for skrubbe mht. sammenheng mellom alder og kvikksølvinnhold i en forurenset resipient (Kfr. også Gramme et al. (1984) vedrørende innflytelse av fiskens vandring mellom sterkt belastede og bare diffust påvirkede områder).

Som motsetning til disse eksemplene med manglende sammenhenger mellom kvikksølvkonsentrasjon og lengde/alder i kontaminerte områder, refererer Grande (1987) eksempler hos ferskvannsfisk på at man har fått korrelasjoner ved belastning, men ikke i tilnærmet uberørte vannforekomster.

McKie (1983) påpeker at parameteren lengde ikke nødvendigvis er korrelert til fiskens alder (pga. forskjellige ernæringsvilkår og ulik vekst) og antyder at den mest stabile sammenhengen vil være mellom kvikksølvkonsentrasjonen og alder.

Pentreath (1976a) konkluderte fra egne og andres studier med at det ikke var noen enkel sammenheng mellom Hg og lengde i rødspette. Blant andre publikasjoner som behandler kvikksølvinnholdets forhold til lengde, vekt og alder, kan nevnes Barber et al. (1972), Cross et al. (1973), Mackay et al. (1975), Leonzio et al. (1982), Shimizu og Taguchi (1983), Norheim (1984, ferskvannsfisk) og Bryan et al. (1985).

Konklusjonen for kvikksølvs vedkommende synes å være at selv om konsentrasjonens positive sammenheng med lengde og/eller alder er vel etablert fra mange studier er populasjonens avgrensning, vandringer og belastningsgraden faktorer som kan modifisere forholdet, eventuelt være utslagsgivende.

Sammenhengene mellom konsentrasjoner av de øvrige metaller og alder/størrelse er rimeligvis mer usystematisk pga. at ulike reguleringsmekanismer sannsynligvis virker inn i betydelig grad, i sterk motsetning til i hvert fall metylkvikksølv.

De fleste foretatte studier viser manglende eller usikker grad av sammenheng mellom nivåene i filet av kadmium, kobber, sink, bly, jern og mangan og lengde/vekt eller alder (Cross et al. 1973, Mackay et al. 1975, Bohn og McElroy 1976, Pentreath 1976a, Bohn og Fallis 1978, Chernoff og Dooley 1979, Rao 1984). Dette samsvarer med majoriteten av erfaringene fra studier av ferskvannsfisk (Grande 1987 med referanser; kfr. også Murphy et al. 1978, Grady og Abdullah 1985 og Gale og Wixson 1985).



Hvis det har vært indikasjoner på slik sammenheng (sjelden statistisk signifikant), har det som oftest vært en avtagende tendens med alder/størrelse. Eksempler på dette er sink hos hvitting (Badsha og Sainsbury 1977, Milner 1979, rødspette (Pentreath 1976d), polartorsk (Bohn og McElroy 1976) og også i andre arter (Cross et al. 1973, Milner 1979), videre kobber hos skrubbe (McKie 1983) og polartorsk (Bohn og McElroy 1976), sølv i rødspette (Pentreath 1977b) og jern og mangan hos skrubbe og polartorsk (Pentreath 1976d, Bohn og McElroy 1976).

Enkelte studier med andre metaller har også gitt usikre indikasjoner på økning i konsentrasjonen med alder/størrelse, således bly og kadmium hos 0-klassen hos hvitting (Badsha og Sainsbury 1977), kadmium i filet av sild (Perttilä et al. 1982) og kadmium i lever av rødspette (Pentreath 1977c).

I hel fisk, bein og innvoller kan forholdet til størrelse/alder være noe annerledes, bl.a. fordi beinvev representerer et langvarigere lager. Ved målinger basert på hel fisk spiller det også inn at de forholdsmessige metallrike innvollene (jevnført med filet) avtar mht. vektandel ved økende alder og størrelse (kfr. bl.a. observasjoner hos Bohn og McElroy 1976, Pentreath 1976d, Chernoff og Dooley 1979).

For arsen er det i et par tilfeller konstatert markert stigende innhold i filet og/eller hel fisk med økende alder eller vekt (Bohn 1975, Bohn og McElroy 1976, Bohn og Fallis 1978, Falconer et al. 1983). Sistnevnte forfattere fant forøvrig så stor variasjon i skrubbefilets innhold av arsen innen hver aldersgruppe at sammenhengen med alder ikke var statistisk signifikant. Som tidligere nevnt er det godt belegg for at byttedyrenes innhold av arsen har betydning for hvor mye As man finner i fisk, slik at det her må bli et samvirke mellom i hvert fall disse to variable (alder og føde).

## 6.2. Kjønn

Forskjell i kjønnenes metallinnhold synes bare registrert i et mindre antall tilfeller. Eksempler på dette er sink (Fletcher og King 1978, Chernoff og Dooley 1979, Protasowicki 1987), kobber (Chernoff og Dooley 1979, Protasowicki 1987). Protasowicki (1987) fant vesentlig høyere sinkinnhold i kjønnsorganene hos hunner enn hanner. For kobbers vedkommende var kjønnsforskjellen begrenset til de undersøkte ferskvannarter.

Chernoff og Dooley (1979) fant derimot ingen kjønnsforskjell mht.

kadmium eller mangan og Essink (1980) heller ikke for kvikksølv i ålekvabbe.

### 6.3. Vandring og sesongvariasjoner

Disse to faktorer er knyttet sammen pga. at både gyte- og næringsvandring ofte er sesongavhengig. For kvikksølvs vedkommende er betydningen av vandring påpekt av bl.a. Pentreath (1976c), Julshamn et al. (1982), Gramme et al. (1984). Sesongvariasjoner er ellers funnet for sink hos rødspette og tunge (Milner 1979) og hos en amerikansk flyndreart (Shears og Fletcher 1983), muligens også bly, sink og kadmium hos <0-klassen av hvitting (Badsha og Sainsbury 1977).

I ferskvannsfisk fant Meili og Willis (1985) sesongvariasjon i innholdet av kvikksølv, kadmium, kobber og aluminium hos abbor; antatt å høre sammen med flere fysiologiske og økologiske forhold.

### 6.4. Innflytelse av andre metaller og selen

Konklusjonen fra diverse studier med ferskvannsfisk var at eventuelt samvirke mellom metaller syntes delvis motstridende og bl.a. var konsentrasjonsavhengig (se Grande 1987 med referanser).

Hos marine arter later forholdet til å være forholdsvis lite studert. Shears og Fletcher (1983) fant at både binding av sink til tarmvev og transport videre av sink til andre organismer ble redusert ved injeksjon av andre metaller: kobber, nikkel, jern, kobolt og kadmium. Kvikksølv og mangan reduserte sinks binding til tarmvevet, men ikke den videre transport, mens krom bare reduserte transporten. Størst grad av interferens med sinkopptaket viste kobber, som i tidligere forsøk ved de samme forfattere også hadde vist seg å konkurrere med sinks binding til proteiner i tarmens slimvegg (Shears og Fletcher 1979) og blodplasma (Fletcher og Fletcher 1978).

Selens komplekse og forskjelligartede interaksjon med ulike metaller og arsen er bare delvis forstått (Marier og Jaworski 1983). Felles for samvirke mellom Se og de øvrige synes imidlertid å være at det dannes Se-metallkomplekser som er knyttet til forskjellige proteiner, og at dette influerer på metallenes (og selens) binding og transport.

Selen har under forskjellige forsøksbetingelser blitt vist å virke beskyttende mot giftvirkning av arsen, kadmium, sølv, thallium, uorganisk og organisk bundet kvikksølv. Men Marier og Jaworski (op. cit.) konkluderer med at det foreløpig er behov for mer kunnskap før

selen kan betraktes som en motgift ved forgiftning med metaller.

På grunn av de til dels risikable konsentrasjoner som er observert av kvikksølv i fisk, har selens forhold til dette metallet tiltrukket seg betydelig interesse. Luten et al. (1980) refererer en del eksempler på selens beskyttende virkning ved kvikksølv dosering via mat. Spørsmålet om fiskens seleninnhold har bl.a. vært drøftet i forbindelse med fastsettelse av helsemessige grenseverdier for kvikksølv i fisk. Et av utgangspunktene for disse overveielserne har vært observasjoner hos pattedyr av samtidig opptak av selen og kvikksølv, enkelte ganger i et ekvimolært forhold (se referanser hos Leonzio et al. 1982). Økt opptak av selen ved kvikksølvforurensning fremsto som en mulig nøytraliserende mekanisme, med beskyttende virkning også for mennesker som spiste fisk med høyt kvikksølvinnhold.

Imidlertid er det påvist delvis motstridende forhold mellom selen- og kvikksølvinnhold i fisk. Mens positiv sammenheng er registrert av Mackay et al. (1975), Shultz og Ito (1979) og delvis av Luten et al. (1980), ble det ikke funnet noen korrelasjon mellom Se og Hg i filet av torsk (Luten et al. 1980), heller ikke i filet av diverse saltvanns- og ferskvannsfisk analysert av Cappon og Smith (1981). Manglende sammenheng mellom selen og kvikksølv i diverse marine arter fremgår også av resultatene til Leonzio et al. (1982) og Mikac et al. (1985).

Leonzio et al. (1982) fant at summen av kvikksølv og selen i filet av en marin art korrelerte med fiskens alder, samtidig som høyt kvikksølvinnhold sammenfalt med lavt seleninnhold og motsatt. Forfatterne konkluderte med at antallet selenreceptorer i muskelvev økte med alderen og at selen og kvikksølv konkurrerte om disse bindingsstedene. Denne konkurransen kan ses på som en av mekanismene når disse stoffene gjensidig motvirker hverandres giftighet.

Ved foringsforsøk med ung torsk fant Ringdal og Julshamn (1985) at tilskudd av selen ikke hadde noen innflytelse på opptaket av metylkvikksølv i filet. Derimot ble det funnet interaksjon ved registrering av kvikksølvopptaket i lever, idet tilstedeværelse av det ene stoffet medførte høyere opptak av det andre. Resultatet antyder at detoksifiseringen av kvikksølv ved selen kan finne sted i leveren. Også i hjernen ble det observert betydelig høyere opptak av metylkvikksølv når selen ble gitt samtidig.

Foreløpig har ikke sammenhengen mellom forekomst av selen og kvikksølv hos fisk fått praktiske konsekvenser ved fastsettelse av øvre grense

for kvikksølvinnholdet i fisk til mat. Muligens vil også forholdet være forskjellig i saltvannsfisk og ferskvannsfisk (Kfr. resultatene til Luten et al. (1980) nevnt ovenfor).

#### 6.5. Andre variasjonsfaktorer

Store individuelle variasjoner følger bl.a. av det som er nevnt under de foregående punktene og er også dokumentert i flere arbeider (f.eks. Falconer et al. 1983, Falandysz 1985, 1986a-c).

Slike individuelle variasjoner er bl.a. utpreget for fettinnholdet i lever av torsk (og andre som kolje, lyr, lange, etc.). Grimås et al. (1985) fremhever betydningen av å relatere metallkonsentrasjonen til fettinnhold (variasjon 5-80% hos torsk) ved analyse på metaller i lever. Disse forfattere fant f.eks. sterk negativ sammenheng mellom innholdet av sink og fettprosenten. Sammenhengen var også negativ for bly, kobber og kadmium.

## 7. GRENSEVERDIER FOR METALLER I FISK TIL MAT

Informasjon om høyeste anbefalte innhold av metaller i fisk og skall-  
dyr til konsum benyttet eller foreslått i ulike land er sammenstilt  
hos Green (1987b) og i et arbeidsdokument innen Oslo/Paris-  
kommisjonens Joint Monitoring Group (JMG 1986). Eksempler på slike  
grenseverdier er oppsummert i tabell 4.

Tabell 4. Eksempler fra forskjellige land på anbefalte eller fore-  
slåtte grenseverdier for metaller i fisk til konsum, mg/kg friskvekt.

Table 4. Examples from various countries of recommended or proposed  
maximum levels of metals in fish food, mg/kg w.w.

Metaller	Grense	Referanser/noter
Bly	1	Slorach, 1982 (Sverige)
	2	Statens institutt for folkehelse (SIFF) <sup>1</sup>
	1	Gale og Wixson, 1985 (Storbritannia)
Kadmium	0.5	SIFF <sup>1</sup>
	0.05	JMG, 1986 (Danmark)
	0.1	" " (Vest-Tyskland)
	0.05	" " (Nederland)
Kobber	10	SIFF <sup>1</sup>
Kvikksølv	0.5/1.0	JMG, 1986 (Danmark) <sup>2</sup>
	0.7	" " (Frankrike) <sup>3</sup>
	0.3	" " (Irland) <sup>3</sup>
	1.0	" " (Sverige)
	0.3	" " (Storbritannia) <sup>3</sup>
Tinn	250 <sup>4</sup>	Slorach, 1982 (Sverige)

<sup>1</sup> Forslag i brev av 21/10 1980 til Helsedirektoratet (1 mg Pb/kg og  
0.03 mg Cd/kg som generell grense i mat). Foreslått grensen for  
kobber er generell for mat.

<sup>2</sup> Hhv. for saltvanns- og ferskvannsfisk + bl.a. ål og kveite

<sup>3</sup> Ikke legal status. "Environmental quality standard" innen EF.

<sup>4</sup> Uorganisk tinn, generell grense for "annen" mat.

Som maksimalt ukentlig inntak for en voksen (60 kg) person har Verdens  
Helseorganisasjon anbefalt følgende (WHO, 1973):

Kvikksølv	0.3 mg (0.2 mg metylkvikksølv)
Kadmium	0.4-0.5 mg
Bly	3 mg

Bernhard og Andreae (1984) nevner følgende foreløpig anbefalte grenser

for ukentlig inntak med referanse til diverse nyere rapporter fra FAO og WHO (mg):

	pr. kg kroppsvekt	For 70 kg person
Arsen	0.35	24.5
Bly	0.04	2.8
Kadmium	0.005	0.3
Kobber	3.5	245
Metylkvikksølv	0.003	0.2

Imidlertid tilføyes at verdiene for arsen og bly synes modne for revisjon. (Mht. grenseverdier for bly, kfr. også Settle og Patterson 1980).

Jevnføres bakgrunnsnivåene i tabell 1, og ellers vanlig forekommende konsentrasjoner i fisk, med ovennevnte grenseverdier, finnes en betryggende avstand når unntas kvikksølv i forurensede vannforekomster. I ekstreme tilfeller kan også kadmium - og muligens blyinnholdet i lever overskride eller nærme seg helsemessig betenkelige konsentrasjoner (Julshamn et al. 1985; se også eksempler på høy grad av akkumulering hos Gale og Wixson (1985) og hos Bengtsson og Larsson (1986)).

## 8. OPPSUMMERENDE KOMMENTARER

Av det foregående fremgår at anvendeligheten av fisk som indikator på grad av forurensning med metaller er mest aktuell i forbindelse med kvikksølv. For de øvrige (behandlede) metaller kommer fiskens regulering av inntak og større eller mindre evne til utskillelse inn som en forstyrrende faktor.

Selv i relasjon til kvikksølv, må man være omhyggelig med prøveinnsamling og vurdering av bestander (Julshamn et al. 1982, Gramme et al. 1984) hvis formålet er å sammenligne forurensningsgrad i ulike delområder og/eller til ulike tidspunkter. Enklere er det hvis formålet begrenser seg til å skaffe underlag for å bedømme utnyttelse av fisk til mat og for.

Mens det for sistnevnte formål vil greie seg med representative blandprøver, vil det for generelle overvåkingsformål (fiskens bruk som indikator på forekomst av kvikksølv) være påkrevet med analyse av et større antall enkeltfisk. Dessuten vil det være nødvendig med samtidig registrering av de enkelte fisks lengde, fortrinnsvis også alder.

Det er sannsynlig at også analyser av bly og kadmium i fiskelever kan ha indikatorverdi (kfr. bl.a. Bengtsson og Larsson 1986) og samtidig være av interesse i forbindelse med å vurdere problemer som angår helse og ressursutnyttelse. I hvert fall er det belegg for at ekstreme belastninger med disse metaller kan gi betenkelige konsentrasjoner i fiskelever, derimot neppe i filet (Julshamn et al. 1985, Bengtsson og Larsson 1986).

Disse konklusjoner basert på foreløpige erfaringer med marin fisk samsvarer med det som kan trekkes ut av data om ferskvannsfisk (Grande 1987).

For rene overvåkingsformål er det sannsynlig at gjellevev og skjelett, eventuelt også fiskeskjell, vil være bedre egnet enn filet- og leveranalyser for de fleste metaller utenom kvikksølv. Metalldata for beinvev og skjell har ligget utenfor rammen av denne rapporten, mens en del av de temmelig fåtallige data for metallkonsentrasjoner i gjeller er tatt med. På basis av enkelte resultater fra metallbelastede områder (Knutzen 1986 og upubliserte data fra Hvalerområdet) synes det ønskelig å utvide erfaringsgrunnlaget på dette feltet.

Forøvrig ses av appendikstabellene at for en rekke metaller er det også sparsomt med registreringer i filet og lever (f.eks. krom,

nikkel, kobolt, jern, mangan og spesielt vanadium, titan, molybden og tinn). Muligens er det særlig et udekket behov for referansedata når det gjelder organiske bly- og tinnforbindelser. Sistnevnte er blitt aktuelt i forbindelse med de siste års fokusering på uheldige konsekvenser av organotinnforbindelser i skipsmaling og bruk av slike stoffer for å hindre begroing i oppdrettsanlegg. De eneste opplysninger som er funnet om organiske tinnforbindelser i fisk er arbeidet til Tügrül et al. (1983) vedrørende naturlig metylerte forbindelser.



## 9. LITTERATURHENVISNINGER

- Alzieu, C., 1987. Metauz lourds: impact environnemental. Paper 15 ved Int. Conf. on Environmental Protection of the North Sea, London 24-27/3 1987. S. 8-13 i Konferenskompendium for sesjon 3: Heavy metal chemicals.
- Amiard-Triquet, C., B. Berthet og J.C. Amiard, 1985. Ecotoxicological studies of the bioaccumulation of essential and non essential trace metals in various estuarine and coastal organisms. S. 688-690 i T.D. Lekkas (red.): Int. Conf. Heavy metals in the environment Athens - Sept. 1985. CEP Consultants Ltd Edinburgh. Vol. 1, 751 s.
- Andersen, A., 1982. Sporelementer i rødspætter fra Nordsøen, 1979. (Trace elements in plaice from the North Sea, 1979). Miljøministeriet/Statens Levnedsmiddelinstitut. SL Publ. 67, 31 s. Søborg. (English summary)
- Andersson, I. og L. Landner, 1987. Test och bedömning av kemiska ämnens miljöfarlighet. "ESTHER". Naturvårdsverket. Rapport 3375. ISBN 91-620-3375-1.
- Aston, S.R. og S.W. Fowler, 1985. Mercury in the open Mediterranean: Evidence of contamination? Sci. Total. Environ. 43:13-26.
- Badsha, K.S. og M. Sainsbury, 1977. Uptake of zinc, lead and cadmium by young whiting in the Severn estuary. Mar. Pollut. Bull. 8: 164-166.
- Barber, R., A. Vijayakumar og F. Cross, 1972. Mercury concentrations in recent and ninety-year old benthopelagic fish. Science 178:636-639.
- Berg, S., 1981. Resipientundersøkelse i Karmsundet. Rogalandsforskning, rapport T9/81. 43 s.
- Bengtsson, B.-E. og Å. Larsson, 1986. Vertebral deformities and physiological effects in fourhorn sculpin (Myoxocephalus quadricornis) after long-term exposure to a simulated heavy metal-containing effluent. Aquatic Toxicol. 9:215-229.
- Berman, S.S., 1984. ICES seventh round intercalibration for trace metals in biological tissue. ICES 7/TM/BT (Part 1). Preliminary Report CM 1984/E 44.

- Berman, S.S. og V.J. Boyko, 1987. ICES seventh round intercalibration for trace metals in biological tissue. ICES 7/TM/BT/Part 2. Preliminary Report.
- Bernhard, M. og M.O. Andreae, 1984. Transport of trace metals in marine food chains. S. 143-167 i J.O. Nriagu (red.): Changing Metal Cycles and Human Health. Springer-Verlag. Berlin, etc.
- Biddinger, G.R. og S.P. Gloss, 1984. The importance of trophic transfer in the bioaccumulation of chemical contaminants in aquatic ecosystems. Residue Reviews 91:103-145.
- Bohn, A., 1975. Arsenic in marine organisms from West Greenland. Mar. Pollut. Bull. 6:87-89.
- Bohn, A. og McElroy, 1976. Trace metals in arctic cod, Boreogadus saida, and selected zooplankton from Strathcona Sound, Northern Baffin Island. J. Fish. Res. Board Can. 33:2836-2840.
- Bohn, A. og B.W. Fallis, 1978. Metal concentrations (As, Cd, Cu, Pb and Zn) in shorthorn sculpins, (Myoxocephalus scorpius) (Linnaeus) and arctic char (Salvelinus alpinus) (Linnaeus), from the vicinity of Strathcona Sound, Northwest Territories. Water Res. 12:659-663.
- Bressa, G., L. Cima, F. Canova og G.U. Caravello, 1985. Bioaccumulation of tin in fish tissues (Liza aurata). S. 812-815 i Proc. Int. Conf. Environmental Contamination, London, juli 1984. CEP Consultants Ltd., Edinburgh.
- Brooks, R.R. and D. Rumsey, 1974. Heavy metals in some New Zealand commercial sea fishes. N. Z. J. Mar. Freshwat. Res. 8:155-166.
- Bryan, G.W., 1984. Pollution due to heavy metals and their compounds. S. 1289-1431 i O. Kinne (red.): Marine Ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Vol 5(3) John Wiley & Sons. Chichester, New York, etc.
- Bryan, G.W., W.J. Langston, L.G. Hummerstone og G.R. Burt, 1985. A guide to the assessment of heavy-metal contamination in estuaries using biological indicators. Mar. Biol. Ass. U.K. Occasional Publ. No. 4. Plymouth.
- Cappon, C.J. og J.C. Smith, 1981. Mercury and selenium content and chemical form in fish muscle. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10: 305-319.

- Carlberg, G.E. and J.B. Bøler, 1985. Determination of persistent chlorinated hydrocarbons and inorganic elements in samples from Svalbard. Rapport 831101-1 fra Senter for Industriforskning, 27/6 1985. 13 s. + tabeller.
- Carlson, H. (red.). Quality status of the North Sea. A report compiled from the contributions by experts of the governments of the North Sea coastal states and the Commission of the European Communities prepared for the International Conference on the Protection of the North Sea, Bremen October 31 to November 1 1984. Dtsch. Hydr. Z. schr. Erg. H. 16, 1986.
- Chernoff, B. og J.K. Dooley, 1979. Heavy metals in relation to the biology of the mummichog Fundulus heteroclitus. J. Fish. Biol. 14:309-328.
- Cross, F.A., L.H. Hardy, N.Y. Jones og R.T. Barber, 1973. Relations between total body weight and concentrations of manganese, iron, copper, zinc and mercury in white muscle of bluefish (Pomatomus saltatrix) and bathy-demersal fish Antimora rostrata. J. Fish. Res. Board Can. 30:1287-1291.
- Davies, J.M., 1985. Marine pollution in Orkney. Proc. Royal. Soc. Edinb. 87B:105-112.
- Edmonds, J.S. og K. Francesconi, 1981. The origin and chemical form of arsenic in the school whiting. Mar. Pollut. Bull. 12:92-96.
- Egaas, E. og O.R. Brækkan, 1977. The arsenic content in some Norwegian fish products. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring 1:93-98.
- Eisler, R., 1981. Trace metal concentrations in marine organisms. Pergamon Press, New York, etc. 685 s.
- Elliott, M. og A.H. Griffiths, 1986. Mercury contamination in components of an estuarine ecosystem. Wat. Sci. Tech. 18(4/5): 161-170.
- Essink, K., 1980. Mercury pollution in the Ems estuary. Helgoländer Meeresunters. 33:111-121.
- Falandysz, J., 1985. Trace metals in flatfish from the Southern Baltic, 1983. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 181:117-120.

- Falandysz, J., 1986a. Trace metals in herring from the Southern Baltic, 1983. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 182:36-39.
- Falandysz, J., 1986b. Trace metals in sprats from the Southern Baltic, 1983. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 182:40-43.
- Falandysz, J., 1986c. Trace metals in cod from the Southern Baltic, 1983. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 182:228-231.
- Falandysz, J. og H. Lorenc-Bilac, 1984. Trace metals in fish from the Southern Baltic. *Meeresforsch.* 30:111-119.
- Falconer, C.R., R.J. Shepherd, J.M. Pirie og G. Topping, 1983. Arsenic levels in fish and shellfish from the North Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 71:193-203.
- Fletcher, P.E. og G.L. Fletcher, 1978. The binding of zinc to the plasma of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*): affinity and specificity. *Can. J. Zool.* 56:114-120.
- Fletcher, G.L. og M.J. King, 1978. Seasonal dynamics of  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , and  $\text{Mg}^{2+}$  in gonads and liver of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*): evidence for summer storage of  $\text{Zn}^{2+}$  for winter gonad development in females. *Can. J. Zool.* 56: 284-290.
- Franklin, A., 1987. The concentration of metals, organochlorine pesticides and PCB residues in marine fish and shellfish: results from MAFF fish and shellfish monitoring programmes, 1977-1984. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Directorate of Fisheries Research, Aquatic Environment Monitoring Report. Lowestoft 38 s.
- Gale, N.L. og B.G. Wixon, 1985. The impact of abandoned lead mines on aquatic organisms in Missouri's old lead belt. S. 685-687 i T.D. Lekkas (red.): *Int. Conf. Heavy metals in the environment* Aten, sept. 1985. Vol. 1 CEP Consultants Ltd. Edinburgh, 751 s.
- Grady, K.T. og M.I. Abdullah, 1985. Mobility and residence of Zn in brown trout *Salmo trutta*. Results of environmentally induced change through transfer. *Environ. Pollut. (Ser. A)* 38:109-127.
- Gramme, P.E., G. Norheim, B. Bøe, B. Underdal og O.C. Bøckman, 1984. Detection of cod (*Gadus morhua*) subpopulations by chemical and statistical analysis of pollutants. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*

- 13:433-440.
- Grande, M., 1987. Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport 0-85167, 34 s. ISBN 82-577-1218-3.
- Green, N., 1987a. Joint Monitoring Programme (JMP). National comments to the Norwegian data for 1985. Notat fra Norsk institutt for vannforskning, 2.1.1987. 40 s.
- Green, N., 1987b. Joint Monitoring Programme (JMP). National comments to the Norwegian data for 1986. (Under trykking.)
- Grimås, U., A. Göthberg, M. Notter, M. Olsson og L. Reutergårdh, 1985. Fat amount - a factor to consider in monitoring studies of heavy metals in cod liver. *AMBIO* 14:175-178.
- Haesloop, V. og M. Schirmer, 1985. Accumulation of orally administered cadmium by the eel (Anguilla anguilla). *Chemosphere* 14:1627-1634.
- Hall, R.A., E.G. Zook og G.M. Meaburn. National Marine Fisheries Survey of trace elements in the fishery resource. NOAA Techn. Rep. NMFS SSRF-721. US Dept. of Commerce.
- Hansen, J. og A. Andersen, 1984. Kviksølv i fisk fra Øresund 1983-84. (Mercury in fish from the Sound 1983-84). Publ. nr. 96 fra Statens Levnedsmiddelinstitut Søborg. 15 s. English summary.
- Hardisty, M.W., S. Kartar og M. Sainsbury, 1974. Dietary habits and heavy metal concentrations in fish from the Severn estuary and Bristol Channel. *Mar. Pollut. Bull.*
- Harms, U., 1975. The levels of heavy metals (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Hg) in fish from onshore and offshore waters of the German Bight. *Z. Lebensmitt. Unters.* 157:125-132.
- Harms, U., 1985. Possibilities of improving the determination of extremely low lead concentrations in marine fish by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 322:53-56.
- ICES, 1977. A baseline study of the level of contaminating substances in living resources of the North Atlantic. *Coop. Res. Rep.* 69. København.
- ICES, 1980a. Extension to the baseline study of contaminant levels in

- living resources of the North Atlantic. Coop. Res. Rep. 95. København.
- ICES, 1980b. The ICES Coordinated Monitoring Program, 1977. Coop. Res. Rep. 98. København.
- ICES, 1984. The ICES Coordinated Monitoring Programme for contaminants in fish and shellfish, 1978 and 1979 and six-year review of ICES Coordinated Monitoring Programmes. Coop. Res. Rep. 126. København.
- Jacobs, G., 1977. Gesamt und organisch gebundener Quecksilbergehalt in Fischen auf deutschen Fanggründen. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 164:71-76.
- Jensen, A., 1982a. Harmful substances in fish and shellfish. The Danish Monitoring Programme for 1979 and 1980 for the area covered by the Helsinki convention. Rep. Mar. Pollut. Lab. 1. 30 s. Charlottenlund.
- Jensen, A., 1982b. Trend monitoring IV, statistical analysis of factors affecting the concentrations of mercury in flounder. ICES, C.M. 1982/E:28, 12 s.
- JMG, 1986. Draft expert assessment for the eleventh meeting of the Joint Monitoring Group. JMG 11/3-3 REV. 1-E.
- Jorhem, L., P. Mattson og S. Storch, 1984. Lead, cadmium, zinc and certain other metals in foods in the Swedish market. Vår Föda 36, Suppl. 3:137-208.
- Julshamn, K. og O.R. Brækkan, 1975. Determination of trace elements in fish tissues by the standard addition method. Atom. Abs. Newsletter 14:49-52.
- Julshamn, K. og J. Eriksen, 1978. Sporelementer i fisk, skaldyr og tang i og utenfor Kristiansand havn. Fiskeridirektoratets Vitamininstitutt. Rapporter og oversikter nr. 5(1978). 16 s. + vedlegg. Bergen.
- Julshamn, K., J. Haugsnes og J. Eriksen, 1978a. Sporelementer i torsk, sild, rødspette og lodde fra det nordøstlige Atlanterhav. Fiskeridirektoratets vitamininstitutt. Rapport nr. 6-1978. Bergen.
- Julshamn, K. J. Haugsnes og K. Secher, 1978b. Sporelementer i fisk fra Grenlandsfjordene i 1977. Fiskeridirektoratets vitamininstitutt.

- Rapporter og Oversikter Nr. 1 (1978). Bergen. 21 s. + vedlegg.
- Julshamn, K., J. Haugsnes og J. Eriksen, 1978c. Major and minor elements (mineral) levels in products and offal from the fishing industries. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring 1:137-144.
- Julshamn, K., O. Ringdal og O.R. Brækkan, 1982. Mercury concentration in liver and muscle of cod (Gadus morhua) as an evidence of migration between waters with different levels of mercury. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 29:544-549.
- Julshamn, K., K.-E. Slinning, H. Haaland, B. Bøe og L. Føyn, 1985. Analyse av sporelementer og klorerte hydrokarboner i fisk og blåskjell fra Hardangerfjorden og tilstøtende fjordområder høsten 1983 og våren 1984. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt. Rapporter og Meldinger 6/85.
- Järvenpää, T., M. Tillander og J.K. Miettinen, 1970. Methylmercury: Half-time of elimination in flounder, pike and eel. Suomen Kemistiehti B43:439-442.
- Kirkerud, L. og P.Ø. Martinsen, 1978. Eksperimentelt opptak av kadmium i skrubbeflyndre. S. 283-288 i 14. Nordiska Symposiet om vattenforskning, Ålborg 25-27/4 1978. NORDFORSK/Miljøvårdssekretariatet Publ. 1978:2.
- Kjørboe, T., F. Möhlenberg og H.U. Riisgård, 1983. Mercury levels in fish, invertebrates and sediment in a recently recorded polluted area (Nissum Broad, Western Limfjord, Denmark). Mar. Pollut. Bull. 14:21-24.
- Knutzen, J., 1982. Førtilstand i utslippsområdet til Sentralrenseanlegg Vest (SRV), indre Oslofjord. Undersøkelse av hygienisk vannkvalitet og miljøgifter i tang, blåskjell og fisk 1980-81. NIVA-rapport 0-80099. 28 s. ISBN 82-577-0537-3.
- Knutzen, J., 1984. Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-1981. Rapport 122/84 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000303 VII. 38 s. ISBN 82-577-0767-8.
- Knutzen, J., 1986. Undersøkelser i Fedafjorden 1984-1985. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Rapport 224/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000320-3. 39 s. ISBN 82-577-1076-8.

- Knutzen, J. og K. Kvalvågnæs, 1982. Innledende basisundersøkelse i Stavfjorden 1981. Referansenivåer av klororganiske forbindelser, metaller og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i marine organismer. Rapport 33/82 i Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000314. 18 s. ISBN-82-577-0514-4.
- Knutzen, J., Enger, B. og K. Martinsen, 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 4. Miljøgifter i fisk og andre organismer 1982-1984. Rapport 220/86 i Statlig program for forurensningsovervåking. 115 s. ISBN-82-577-1056-3.
- Kruse, R. og K.-E. Krüger, 1984. Untersuchungen von Nordseefischen auf Gehalte an toxischen Schwermetallen und chlorierten Kohlenwasserstoffen im Hinblick auf lebensmittelrechtliche Bestimmungen. Arch. Lebensmittelhygiene 35:128-131.
- Leonzio, C., S. Focardi og E. Bacci, 1982. Complementary accumulation of selenium and mercury in fish muscle. Sci. Total Environ. 24: 249-254.
- Lunde, G., 1977. Occurrence and transformation of arsenic in the marine environment. Environ. Hlth. Perspect. 19:47-52.
- Luten, J.B., G. Riekwell-Booy og A. Rauchhaar, 1982. Occurrence of arsenic in plaice (Pleuronectes platessa), nature of organo-arsenic compound present and its excretion by man. Environ. Hlth. Perspect. 45:165-175.
- Luten, J.B., A. Ruiter, T.M. Ritskes, A.B. Rauchbaar og G. Riekwell-Booy, 1980. Mercury and selenium in marine and freshwater fish. J. Food Sci. 45:416-419.
- Mackay, N.J., M.N. Kazakos, R.J. Williams og M.I. Leedon, 1975. Selenium and heavy metals in black marlin. Mar. Pollut. Bull. 6: 57-61.
- Marier, J.R. & J.F. Jaworski, 1983. Interactions of selenium. National Research Council Canada (NRCC) Publ. No. 20643: 84 s.
- McMahon, J.W., J.M. Judd, A.E. Docherty og B. O'Donnell, 1985. The influence of water chemistry on the accumulation of stable cobalt by freshwater fish. S. 258-262 i T.D. Lekkas (red.): Int. Conf. Heavy Metals in the Environment, Athens - September 1985. CEP Consultants Ltd., Edinburgh. 751 s.



- McKie, 1983. An examination of metals in flounders (Platichthys flesus) collected from two Scottish estuaries. ICES CM/E:39. Int. Council for the Exploration of the Sea, København.
- Meili, M. og D. Wills, 1985. Seasonal concentration changes of Hg, Cd, Cu and Al in a population of roach. S. 709-711 i T.D. Lekkas (red.) Int. Conf. Heavy Metals in the Environment Athens - September 1985. Vol. 1. CEP Consultants Ltd. Edinburgh. 751 s.
- Metayer, C., J.-C. Amiard, C. Amiard-Triquet og J. Marchand, 1980. Etude du transfert de quelques oligo-elements dans les chaines trophiques néritiques et estuariennes: Accumulation biologique chez les poissons omnivores et super-carnivores. Helgoländer Meeresunters. 34:179-191.
- Mikac, N., M. Picer, P. Stegnarn og M. Tusek-Znidaric, 1985. Mercury distribution in a polluted marine area, ratio of total mercury, methyl mercury and selenium in sediments, mussels and fish. Water Res. 19:1387-1392.
- Miettinen, V., M. Verta, K. Erkomaa and O. Järvinen, 1985. Chlorinated hydrocarbons and heavy metals in fish in the Finnish coastal areas of the Gulf of Finland. Finn. Fish. Res. 6:77-80.
- Milner, N.J., 1979. Zinc concentration in juvenile flatfish. J. mar. biol. Ass. U.K., 59:761-775.
- Moore, J.W. og S. Ramamoorthy, 1984. Heavy metals in natural waters. Applied monitoring and impact assessment. Springer-Verlag. New York, etc. 268 s.
- Murphy, B.R., G.J. Atchison og A.W. McIntosh, 1978. Cadmium and zinc content of fish from an industrially contaminated lake. J. Fish. Biol. 13:327-335.
- Murray, A.J., 1981. Metals, organochlorine pesticides and PCB residue levels in fish and shellfish landed in England and Wales during 1975. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research. Aquatic environment monitoring report No. 5. Lowestoft.
- Murray, A.J. og J.E. Portmann, 1984. Metals and organochlorine pesticide and PCB residues in fish and shellfish in England and Wales in 1976 and trends since 1970. Ministry of Agriculture,

- Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research. Aquatic Environment monitoring report No. 10. Lowestoft.
- Noël-Lambot, F., 1981. Presence in the intestinal lumen of marine fish of corpuscles with a high cadmium-, zinc- and copper-binding capacity: A possible mechanism of heavy metals tolerance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 4:175-181.
- Norheim, G., 1984. Fisk og vilt som indikatorer på forekomst av persistente miljøgifter. *Fauna* 37:11-16.
- Norin, H., M. Vakter og M. Sandström, 1985. Concentration of inorganic and total arsenic in fish from industrially polluted water. *Chemosphere* 14:325-334.
- Nuurtamo, M., P. Varo, E. Saari og P. Koivistoinen, 1980. Mineral element composition of Finnish foods. *Acta Agric. Scand. Supp.* 22:75-87.
- Patrick, F.M. og M.W. Loutit, 1978. Passage of metals to freshwater fish from their food. *Water Res.* 12:395-398.
- Pentreath, R.J., 1976a. The accumulation of inorganic mercury from sea water by the plaice Pleuronectes platessa L. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 24:103-119.
- Pentreath, R.J., 1976b. The accumulation of organic mercury from sea water by the plaice Pleuronectes platessa L. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 24:121-132.
- Pentreath, R.J., 1976c. The accumulation of mercury from food by the plaice Pleuronectes platessa L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 25:51-65.
- Pentreath, R.J., 1976d. Some further studies on the accumulation and retention of  $^{65}\text{Zn}$  and  $^{54}\text{Mn}$  by the plaice, Pleuronectes platessa L. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 24:103-119.
- Pentreath, R.J., 1977a. The accumulation of arsenic by the plaice and the thornback ray: Some preliminary observations. ICES, CM 1977/E: 17, 9 s.
- Pentreath, R.J., 1977b. The accumulation of  $^{110}\text{Ag}$  by the plaice, Pleuronectes platessa L. and the thornback ray, Raja clavata L. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 29:315-329.

- Pentreath, R.J., 1977c. The accumulation of cadmium by the plaice Pleuronectes platessa L. and the thornback ray, Raja clavata L. J. exp. mar. Biol. Ecol. 30:223-232.
- Perttilä, M., V. Tervo og R. Parmanne, 1982. Age dependence of the concentrations of harmful substances in Baltic herring (Clupea harengus). Chemosphere 11:1019-1026.
- Philips, G.R. og R.C. Russo, 1978. Metal bioaccumulation in fishes and aquatic invertebrates: A literature review. U.S. Environmental Protection Agency Environmental Research Laboratory, Duluth, MN. EPA-600/3-78-103.
- Phillips, D.J.H., 1980. Quantitative Aquatic Biological Indicators. Their use to monitor trace metal and organichlorine pollution. Applied Science Publ. Ltd., London, 488 s.
- Protasowicki, M., 1987. Sex effects on Cd, Pb, Cu and Zn contents in selected fish organs. Baltic Sea Environment Proceedings 19:433-441.
- Rao, T.A., 1984. Iron, copper and molybdenum in the different body parts of some Clupeoids. Ind. J. Fish. Res. 31:357-360.
- Richard, D.G. og M.E.R. Dulley, 1983. The levels of some heavy metals and chlorinated hydrocarbons in fish from the tidal Thames. Environ. Pollut. (Ser. B) 5:101-119.
- Ringdal, O. og K. Julshamn, 1985. Effect of selenite on the uptake of methylmercury in cod (Gadus morhua). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 35:335-344.
- Settle, D.M. og C.C. Patterson, 1980. Lead in albacore: Guide to lead pollution in Americans. Science 207:1167-1176.
- Shears, M.A. og G.L. Fletcher, 1979. The binding of zinc to the soluble proteins of intestinal mucosa in winter flounder (Pseudopleuronectes americanus). Comp. Biochem. Physiol. 64B:297-299.
- Shears, M.A. og G.L. Fletcher, 1983. Regulation of  $Z^{2+}$  uptake from the gastrointestinal tract of a marine teleost, the winter flounder (Pseudopleuronectes americanus). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40 (Suppl. 2):197-205.

- Shimizu, M. og M. Taguchi, 1983. Variation of metals in sharks with size and its prediction by a simple growth model. S. 630-633 i Int. Conf. on heavy metals in the environment. Heidelberg Dec. 1983. Vol. 1. CEP Consultants Ltd. Edinburgh.
- Shultz, C.D. og B.M. Ito, 1979. Mercury and selenium in blue marlin, Makaira nigricans, from the Hawaiian islands. Fish. Bull. 76:872-879.
- Storach, S.A., 1982. Background to the current Swedish regulations on tin and lead in food. Vår Föda suppl. 5/82:455-471.
- Stoeppler, M. og H.W. Nürnberg, 1979. Comparative studies on trace metal levels in marine biota III. Typical levels and accumulation of toxic trace metals in muscle tissue and organs of marine organisms from different European seas. Ecotoxicol. Environ. Safety 3:335-351.
- Szefer, P. og J. Falandysz, 1985. Trace metals in muscle tissue of fish taken from the Southern Baltic. Lebensm. Unters. Forsch. 181:217-220.
- Tervo, V., 1983. Heavy metal concentrations of Baltic herring. Meri 12:94-97. Finsk med eng. sammendrag.
- Tervo, V., K. Erkomaa, H. Sandler, V. Miettinen, R. Parmanne og E. Aro, 1981. Contents of metals and chlorinated hydrocarbons in fish and benthic invertebrates in the Gulf of Bothnia and in the Gulf of Finland in 1979. Aqua Fenn. 10:42-57.
- Topping, G., 1983. Guidelines for the use of biological material in first order pollution assessment and trend monitoring. Dept. Agriculture and Fisheries for Scotland, Marine Laboratory. Scottish Fisheries Research Report 28. 28 s.
- Topping, G. og W.C. Graham, 1978. Mercury levels in ling (Molva molva), dogfish (Squalus acanthias) and blue whiting (Micromesistiscus poutassou) in relation to age, length, weight and sampling area. ICES CM 1978/E:34.
- Tügrül, S., T.I. Balkas og E.D. Goldberg, 1983. Methyltins in the marine environment. Mar. Pollut. Bull. 14:297-303.
- Vyncke, W., M. Guns, R. de Clerck og P. van Hoeyweghen, 1983. La teneur en métaux lourds dans les soles pêchées en Mer du Nord et en

- Mer d'Irlande: 10 années de recherches (1973-1982). Rev. Agricult. 5:1179-1184.
- Westernhagen, H. von, V. Dethlefsen og H. Rosenthal, 1980. Correlation between cadmium concentration in the water and tissue residue levels in dab, Limanda limanda and plaice, Pleuronectes platessa. J. mar. biol. Ass. UK 60:45-58.
- WHO (World Health Organisation), 1973. Trace Elements in Human Nutrition. Report of a WHO Expert Committee. Techn. Rep. Ser. No 532. Geneva, 65 s.
- Williams, D.R. og J.P. Giesy, 1978. Relative importance of food and water sources to cadmium uptake by Gambusia affinis (Poeciliidae). Environ. Res. 16:326-332.
- Willis, J.N. og W.G. Sunda. Relative contributions of food and water in the accumulation of zinc by two species of marine fish. Mar. Biol. 80:273-279.
- Wright, D.A., 1976. Heavy metals in animals from the North East Coast. Mar. Pollut. Bull. 7:36-38.
- Young, D.R., M.D. Moore, T.-K. Jan og R.P. Eganhouse, 1981. Metals in seafood organisms near a large California municipal outfall. Mar. Pollut. Bull. 12:134-138.

**APPENDIKSTABELLER MED NOTER TIL REFERANSER****(Appendix tables with notes to references**

- A1. Metaller i filet av torsk (cod).
- A2. Metaller i lever av torsk (cod).
- A3. Metaller i filet og lever av kolje (haddock).
- A4. Metaller i filet av makrell (mackerel).
- A5. Metaller i filet og lever av rødspette (plaice).
- A6. Metaller i filet og lever av skrubbe (flounder).
- A7. Metaller i filet av sild (herring).
- A8. Metaller i diverse arter (diverse species).

TABELL A1. Metaller i filet av torsk (Gadus morhua) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data ?.  
(Kfr. tekst).

TABLE A1. Metals in fillet of cod, mg/kg w.w. Uncertain data ?. (See text.)

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
	~0.01- 0.03		~0.15- 0.27		~0.03- 0.05		~0.03- 0.06?		~0.7- 1.0		Berg 1981
	<0.02		0.17- 0.20		0.02- 0.04		<0.1		3.9- 4.4		Davies 1985
1.3											Egaas & Brækkan 1977
	<0.01		0.13- 0.23	2.4- 6.5		0.04- 0.13	0.05- 0.13?		3.4- 4.3	Mn 0.07- 0.24(1.0?)	Falandysz 1986c
1.4- 4.6											Falconer et al. 1983
			<0.2- 0.3		0.11				3.8- 4.3		Franklin 1987
					~0.05- 0.10						Green 1987a
2.7- 12.4	0.04- 0.19	0.12- 0.54	0.12- 0.27		0.07- 0.33	0.17- 0.36	0.31- 1.0?	0.42- 0.95	3.4- 4.7	Mn 0.1-0.2 Mo 0.1-0.4 Sb 0.3-1.0 Se 0.2-0.6 V 0.1-0.4	Hall et al. 1978
					<0.1						Hansen og Andersen 1984
							<0.001- 0.003				Harms 1985
2.8- 5.2	<0.02- <0.05	<0.2- 0.34	0.10- 0.90		0.02- 0.05		0.05- 0.09?		2.9- 6.3	Co 1.6-2.1?	ICES 1977
2.0- 2.8	0.006- 0.007		0.40- 0.50		0.07- 0.09		0.41- 0.50?		3.9- 4.0		ICES 1980a
	0.002		0.17				0.02?		3.9		ICES 1980b (I)
1.3- 3.6	0.005- 0.020		0.2- 0.8		~0.02- 0.13		-		3.5- 5.1		ICES 1980b (II)
			0.20- 0.37		0.04- 0.11				2.8- 4.6		ICES 1984 (I)
	0.004- 0.007		0.39- 1.55		0.03- 0.09				3.9- 5.0		ICES 1984 (II)
	<0.01- 0.02		0.24- 0.31		0.06- 0.07		0.01- 0.06?		4.5- 4.9		Jensen 1982a
	0.006 (0.018)		0.5 (1.1)				0.05 (0.14)?		3.9 (9.1)		Jorhem et al. 1984

Tabell A1, forts.

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
					0.037						Julshamn et al. 1982
	0.02		0.57	2.6			0.09		4.1	Mn 0.20	Julshamn og Brækkan 1975
0.46	<0.02	0.01	0.5	0.7		0.03			2.6	Co 0.002 Mn 0.02 Se 0.3	Julshamn og Eriksen 1978
	<0.005- 0.05		0.6- 0.9		0.01- 0.04				3.5- 4.3		Julshamn et al. 1978a
	<0.01	0.1	0.48	2.3			0.08?		6.0	Mn 1.5 Se 0.24	Julshamn et al. 1978b
	0.04		0.33		0.05		0.05?		2.7	Mn 0.2	Knutzen 1986
					0.04 (0.09)						Knutzen og Kvalvågnes 1982
1.8 (2.9)	<0.004	<0.06	0.26	2.1 (2.5)	0.06 (0.08)	0.06	<0.03		5.3 5.8	Co <0.05	Knutzen et al. 1986
	<0.001- 0.004				0.07- 0.08		0.003- 0.038?				Kruse og Krüger 1984
			0.14						3.7		Miettinen et al. 1985
			0.3 (0.6)		0.04 (0.08)				2.4 (5.5)		Murray 1981
			0.2 (0.3)		0.02 (0.05)				4.0 (4.9)		Murray og Portmann 1984
0.50	<0.005	0.002- 0.010	0.23- 0.52	1.3- 1.8	0.10 0.23	0.005- 0.05	0.01- 0.04?		3.4- 4.9	Mn 0.25 Mo <0.1 Co <0.01 Se 0.27	Nuurtamo et al. 1980
	<0.001						<0.001				Protasowicki 1987
	<0.001		0.10- 0.16				<0.01				Stoeppler og Nürnberg 1979
	0.002- 0.003		0.07- 0.34	3.2- 5.8		0.19- 0.37	0.03- 0.10?		1.9- 3.8	Mn 0.22 Co <0.005- 0.014	Szefer og Falandysz 1985



Noter til tabell A1.

Berg 1981. Intervall for blandprøver à 5 torsk for 10 stasjoner i Karmsundet pluss referansestasjon 1979-1980 (ingen klare forskjeller mellom stasjonene). Torskens lengde: 30-33 cm. Omregnet fra tørrvektsbasis ut fra ca. forhold mellom tørrvekt og friskvekt 1:5 (kfr. Falandysz 1986c, Protasowicki 1987).

Davies 1985. Sitert middelverdier av 10 eksemplarer fra de undersøkelsens presumptivt mest uberørte områder (Orkney/Shetland og Moray Firth).

Egaas og Brækkan 1977. Analysert frossen handelsvare. Angir også Askonsentrasjon i filet av kveite: 1.2 mg/kg.

Falandysz 1986c. Prøver fra sydlige Østersjøen 1983 mellom Gdanskbukten og Bornholm. Variasjon i middelverdier av (4)16-20 fisk. Bemerk en avvikende middelverdi for Mn: 4 ganger høyere enn noen av 11 øvrige middelverdier.

Falconer et al. 1983. Intervall for middelverdier av prøver fra skotske kystfarvann og Atlanterhavet 1975-76.

Franklin 1987. Intervall for middel av to prøver fra den Engelske kanal, som av forf. betegnes "uncontaminated"). For hele undersøkelsen gjelder at middelverdiene generelt baserer seg på analyse av 10 enkeltfisk. Også analysert for kadmium og bly, men for høye deteksjonsgrenser.

Green 1987a. Avrundede middelverdier for analyser av 10 og 38 individer fra hhv. Orkdalsfjorden og Oslofjorden (høyeste kons.) 1985.

Hall et al. 1978. Intervall for (avrundede) middelverdier av blandprøver fra områder utenfor østkysten av Nord-Amerika 1971-?. Ingen detaljer angitt om prøvesteder, men de høyeste kvikksølvverdiene (>0.2 mg/kg) stammer fra det mest kystnære delområdet. Større eller mindre analysetekniske vanskeligheter angis av forf. for bly, krom, tinn og særlig molybden, antimon og vanadium.

Hansen og Andersen 1984. Middelverdi for fisk fanget i Østersjøen, Kattegat og Nordsjøen 1973-1975 (lest av forfatterens fig. 5). Vesentlig høyere konsentrasjoner i torsk fanget i Øresund frem til 1983-84 (middel av 26 blandprøver à 5 fisk >0.3 mg/kg).

Harms 1985. Variasjonsintervall (avrundet) for analyse av 20 eks. fra åpent farvann i Tyskebukten. OBS avvikende lave verdier fra de fleste andre observasjoner. Forf. anfører at systematiske feil (for høye konsentrasjoner) fås hvis det ikke treffes spesielle analysetekniske foranstaltninger.

ICES 1977. Intervall for middelveidier av prøver med for det meste 10-15 eksemplarer. For Hg, Zn, Cu og Cd er de siterte verdier av prøver fra Atlanterhavet og Norskehavet 1975 (utelatt en angitt tvilsom Hg-verdi). For Pb og Cr sitert verdier av prøver fra Nordsjøen og for Co/As prøver fra østkysten av Canada.

ICES 1980a. Siterte middelveidier fra prøver à 10 eks. fra Canadas vestkyst 1976.

ICES 1980b (I). Middelveidi av prøve fra Tyskebukten 1977. Utelatt Hg-verdi pga. sannsynliggjort betydelig tilførsel (og overkonsentrasjoner). Cadmium-verdiene anses av rapportørene å være blant de få som reflekterer sant nivå. (II). Intervall for middelveidier av prøver à (2)4-5(10) fisk av ulike årsklasser (2-10 år) fra St. Lawrencebukten (Canada). Bare 1 av 13 middelveidier over 0.1 mg Hg/kg. Utelatt usannsynlig høye Pb-verdier.

ICES 1984 (I). Intervall for middelveidier av 7 prøver (8-20 eks.) fra Norskehavet og Barentshavet 1978.

ICES 1984. Intervall for middelveidier av 7 prøver (4-14 eks.) fra St. Lawrencebukten 1978. (Utelatt usannsynlig høye blykonsentrasjoner).

Jensen 1982a. Geometrisk middel av prøver fra Øresund (utelatt Hg-verdier fra dette området), Østersjøen og Kattegat 1973-1975.

Jorhem et al. 1984. Middelveidier (delvis avrundet) i materiale fra svenske fiskeforretninger innen perioden 1973-1982 (maksimumsverdier i parentes).

Julshamn et al. 1982. Unge torsk (100-300 g) fra tilnærmet uberørt norsk fjord.

Julshamn og Eriksen 1978. Materiale fra Barentshavet 1975.

Julshamn et al. 1978a. Intervall for middelveidier av 4 prøver à 10-18 fisk fra det nordøstlige Atlanterhav 1975.

- Julshamn et al. 1978b. 1 eks. fra Ormefjorden 1977. I innenforliggende områder i Frierfjorden konstatert forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv (utelatt dette metall her), mangan, bly og muligens krom, jern og kobber.
- Knutzen 1986. Blandprøver av 5 eks. fra indre Fedafjorden 1984.
- Knutzen og Kvalvågnæs 1982. Middell og maks. (parentes) for 11 fisk fra den uberørte Stavfjorden 1981.
- Knutzen et al. 1986. Middell og maks. (parentes) for 10 fisk fra indre Kristiansandsfjorden 1982. Denne fjorden var da betydelig belastet med nikkel, bly, kobber og med noe tilførsel av kobolt. Tidligere også betydelig belastet med partikulært jernarsenat. Bemerk lite utslag av metallbelastningen.
- Kruse og Krüger 1984. Intervall for middellverdier av fisk fra ulike deler av Nordsjøen (Tyskebukten - Færøyene/Nord-Norge) 1984. OBS! Antatt at "verzehrfähige Anteil" refererer til filet, ikke lever (kfr. de lave kadmiumkonsentrasjonene). Utelatt avvikende høye enkeltverdier for kvikksølv fra Svinøybanken.
- Miettinen et al. 1985. Middellverdier av 4 fisk fra Finskebukten 1978.
- Murray 1981. Middellverdier og maksimum (i parentes) for fisk ilandført i Storbritannia 1975 fra "Distant Water". Utelatt angivelser for krom, bly og kadmium pga. for høye deteksjonsgrenser.
- Murray og Portmann 1984. Middellverdier og maksimum (parentes) for fisk ilandført i Storbritannia 1976 fra "Distant Water". Utelatt angivelser for krom, bly og kadmium pga. uinteressant høye deteksjonsgrenser.
- Nuurtamo et al. 1980. Intervall for prøver fiskemarked i Helsinki (dvs. fisk fra Bottenviken, Finskebukten og Østersjøen). Bare middellverdier for metaller i kolonnen for diverse.
- Protasowicki 1987. Ingen opplysninger om prøvested etc.
- Stoeppler og Nürnberg 1979. Intervall for 4 prøver fra vestkysten av Danmark 1976.
- Szefer og Falandysz 1985. Intervall for middellverdier av prøver med 7-11 fisk fra forskjellige steder i den sydlige del av Østersjøen i 1981.

TABELL A2. Metaller i lever av torsk (Gadus morhua) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data ?. (Se tekst).

TABLE A2. Metals in liver of cod, mg/kg w.w. Uncertain data? (See text).

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
2.0- 8.0	0.10- 0.64	0.06- 0.50	3.2- 6.9		0.01- 0.21	0.11- 0.82	0.3- 0.6?	0.25- 0.53	13.3- 19.1	Mn 0.4-1.2 Mo 0.2-0.4 Sb 0.2-0.6 Se 0.7-1.9 V 0.2-0.4	Hall et al. 1978
	~0.06- 0.10										Green 1987a
2.8- 12.0			2.4- 7.1		<0.01- <0.02				17.0- 21.0		ICES 1977
1.7- 2.5	0.16- 0.55		3.3- 4.1		0.03- 0.05		0.10- 0.11?				ICES 1980a
	0.02		9.0		0.08		0.07?		13.0		ICES 1980b (I)
	0.04- 0.16 (1.3?)		2.8- 6.8		0.02- 0.04				13.5- 22.5		ICES 1980b (II)
1.5- 3.9	0.05- 0.26		4.7- 8.0		0.02- 0.04				15.4- 30.8	Se 1.0-1.9	ICES 1984
	0.08- 0.12		7.2- 10.5				0.18- 0.30?		19-24		Jensen 1982a
	0.07 (0.19)		21 (64)	26 (68)			0.02 (0.06)		17 (30)	Mn 0.6 (1.1)	Jorhem et al. 1984
					0.02						Julshamn et al. 1982
	0.09		5.7	12.0			0.43?		16.7	Mn 1.1	Julshamn og Brækkan 1975
0.4	<0.02		5.6	12					16	Co 0.004 Mn 1.1 Se 0.5	Julshamn og Eriksen 1978
	<0.05		2.4- 3.2		<0.02- 0.04				17- 21		Julshamn et al. 1978a
	0.11	0.5	6.7	12			<0.4		36.4	Mn 3.2 Se 2.9	Julshamn et al. 1978b
	0.03- 0.17						<0.01- 0.84?				Knutzen 1982
	0.05- 0.07						0.05- 0.08?				Knutzen 1984
	<0.001?						<0.001				Protasowicki 1987
	0.011- 0.022		2.8- 8.1				0.02- 0.04?		6.5- 10.4		Tervo et al. 1981

Noter til tabell A2 (Hvis vedkommende referanse er utelatt, kfr. noter til tabell A1).

Hall et al. 1978. Utelatt data fra alle enkeltprøver. Se forøvrig tabell A1.

Green 1987a. Middell av 2 parallelle blandprøve-analyser av 10 og 38 individer fra hhv. Orkdalsfjorden og Oslofjorden 1985.

ICES 1984. Se tabell A1 (1984 II).

Knutzen 1982. Variasjonsområde for 13 fisk fra indre Oslofjord 1981-82.

Knutzen 1984. Intervall for middellverdier i 3 prøver à 10-12 fisk fra indre Hvaler 1980.

Tervo et al. 1981. Middell og maks. (parentes) for vel 20 eks. fra Vassa, Bottenviken 1979.

TABELL A3. Metaller i filet og lever av kolje (Melanogrammus aeglefinus) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data ?. (Kfr. tekst).

TABLE A3. Metals in fillet and liver of haddock, mg/kg w.w. Uncertain data ?. (See text.)

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
F I L E T											
5.1- 9.4	0.05- 0.08	0.08- 0.23	0.18- 0.28		0.04- 0.13	0.21- 0.27	0.3- 0.5?	0.42- 0.60	3.2- 3.8	Mn 0.2-0.4 Mo 0.1-0.3 Sb 0.5-0.9 Se 0.4-0.7 V 0.2-0.4	Hall et al. 1978
	<0.02		0.19- 0.25		0.03- 0.05		<0.1		3.1- 3.6		Davies 1985
1.5- 5.5											Falconer et al. 1983
2.5	0.004		0.4		0.05		0.34?		3.3		ICES 1980a
	0.003		0.23		0.03		0.13?		6.1		ICES 1984
	0.001 (0.002)						0.02 (0.04)?		3.9 (4.7)		Jorhem et al. 1984
1.9- 13.4	<0.005- 0.021	0.08- 0.22	0.15- 0.30	2.6- 7.5		0.09- 0.38	0.15- 0.41?		3.7- 4.2	Co 0.01- 0.05 Mn ~0.2 Se 1.2-1.8	Julshamn og Eriksen 1978
	<0.001- 0.003				0.04- 0.10		<0.001- 0.019?				Kruse og Krüger 1984
			0.5 (0.6)		0.03 (0.07)				4.1 (5.5)		Murray 1981
			0.2 (0.4)		0.03 (0.09)				3.5 (5.6)		Murray og Portmann 1984
L E V E R											
4.9- 28.7	0.06- 0.37	0.06- 0.21	0.2- 4.8		0.03- 0.10	0.23- 0.54	0.3- 0.6?	0.28- 0.84	3.2- 14.2	Mn 0.1-1.7 Mo 0.1-0.4 Sb 0.4-0.8 Se 0.4-2.4 V 0.3-2.1	Hall et al. 1978
4.0	0.25		2.5		0.02		0.62?				ICES 1980a
30.5			4.4	50.5					19	Se 2.1	Julshamn og Eriksen 1978

Noter til tabell A3. (Hvis ref. mangler, kfr. tabell A1).

Hall et al. 1973. Intervall for middelværdier basert på 5 eller flere enkeltprøver. Se forøvrig noter til tabell A1.

ICES 1984. Blandprøve fra St. Lawrencebukten, Canada 1978.

Julshamn og Eriksen 1978. Variasjon for 3 fisk fra vest for Kristiansandsfjorden (utenfor direkte påvirkning fra utslipp av bl.a. Co, Pb, Cu og Fe).

TABELL A4. Metaller i filet av makrell (Scomber scombrus) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data ?. (Kfr. tekst).

TABLE A3. Metals in fillet of mackerel mg/kg w.w. Uncertain data ?. (See text.)

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
					0.06- 0.08						Aston og Fowler 1985
0.4- 1.0											Falconer et al. 1983
			0.7- 1.0		0.05- 0.14				3.5- 6.6		Franklin 1987
1.1- 3.7	0.06- 0.11	0.08- 0.31	0.50- 0.92		0.02- 0.07	0.19- 0.35	0.4- 0.6?	0.15- 0.66	5.5- 7.9	Mn 0.1-0.2 Mo 0.1-0.2 Sb 0.6-0.8 Se 0.4-0.7 V 0.1-0.6	Hall et al. 1978
	<0.01- 0.01		0.5- 0.6		0.05- 0.09				4.0- 5.4		ICES 1980b
	0.008		3.2?		0.05		0.32?		7.0		ICES 1984
	0.008 (0.014)						0.020 (0.036)		3.9 (5.5)		Jorhem et al. 1984
	<0.01	0.2	3.8	4.2			<0.10		7.8	Mn 0.4	Julshamn et al. 1978b
	<0.003				0.05- 0.14		<0.01				Stoeppler og Nürnberg 1979



Noter til tabell A4. (Hvis ref. er utelatt, kfr. tabell A1).

Aston og Fowler 1983. Avrundet intervall for middelveier (maks. i parentes) for 3 undersøkelser fra Atlanterhavet sitert av forf. Betydelig høyere kons. i makrell fra Middelhavet.

Franklin 1987. Middell av 4 prøver. Se ellers tabell A1.

Hall et al. 1978. Intervall for middelveier av prøver fra østkysten av Nord-Amerika 1971-?. Se ellers noter til tabell A1.

ICES 1980b. Intervall for middelveier av 4 prøver fra Sydvestkysten av England 1977.

ICES 184. Blandprøve fra St. Lawrencebukten 1978.

Julshamn et al. 1978b. Middell av 2 eks. fra Eidangerfjorden 1977. Kfr. ellers tabell A1.

Stoeppler og Nürnberg 1979. Intervall fra 2 prøver fra ut for Kristiansand 1978.

TABELL A5. Metaller i filet og lever av rødspette (Pleuronectes platessa) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data: ?. (Se tekst).

Table A5. Metals in filet and liver og plaice mg/kg w.w. Uncertain data: ?. (See text).

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
4-22	<0.02- 0.02		0.13- 0.39		0.01- 0.04		<0.1- 0 ?		4.7- 6.9	Se ~0.3	Andersen 1982
	<0.01- 0.02		0.10- 0.17	1.1- 3.2		0.10- 0.27	0.09- 0.23?		3.2- 5.2	Mn 0.05- 0.11	Falandysz 1985
4-43											Falconer et al. 1983
			<0.2- 0.4		0.03- 0.17				3.7- 6.5		Franklin 1987
							~0.001- 0.004				Harms 1985
	0.003- 0.004		0.2- 0.8		0.02- 0.12				3.6- 5.6		ICES 1977
	0.002- 0.02(?)		0.16- 1.20?		0.05- 0.08		0.02- 0.28?		3.9- 7.9		ICES 1980b
	0.2-0.3		0.05- 0.08						4.3- 5.5		ICES 1984 (I)
	0.003- 0.013		0.09- 0.28		0.03- 0.16		0.02- 0.08?		4.0- 6.8	Ni 0.4	ICES 1984 (II)
	0.003 (0.014)		0.51 (0.56)				0.024 (0.076)?		4.1- (5.8)		Jorhem et al. 1984
0.4	<0.02		0.80	1.2					3.1	Co 0.003 Mn 0.08 Se 0.15	Julshamn og Eriksen 1978
	<0.05		0.5- 1.1		0.01- 0.05				3.2- 5.9		Julshamn et al. 1978a
	0.002- 0.004				0.11 0.16		0.014- 0.022?				Kruse og Krüger 1984
11-57											Luten et al. 1982
			0.3 (0.9)		0.07 (0.18)				4.3 (8.0)		Murray 1981
										Ag 0.01	Pentreath 1977b
L E V E R											
1.9- 9.1	<0.1- 0.2		1.9- 8.2		0.02- 0.08		<0.5- 0.9?		22- 45	Se 1.1-2.4	Andersen 1982
	0.16- 0.35		2.4- 6.1		0.05- 0.09		0.25- 0.54?		26.0- 40.0		ICES 1977
	0.04		6.9		0.04		0.10?		23.3		ICES 1980b
1.3- 431											Luten et al. 1982
										Ag ~ 0.05	Pentreath 1977a

Noter til tabell A5. (Hvis ref. er utelatt, kfr. tabell A1).

Andersen 1982. Variasjonsintervall (delvis avrundet) for blandprøver à 5 fisk fra Nordsjøen vest for midtre del av Danmark 1979. Bly-verdiene og lave kadmiumkonsentrasjoner angis som usikre.

Falandysz 1985. Sitert variasjon i (delvis avrundede) middelveidier av 5-20 enkeltfisk fra alle angitte lokaliteter i sydlige Østersjøen 1983 minus to i Gdanskbukten (men ingen tydelig høyere konsentrasjon i fisk fra de presumptivt mest belastede områdene).

Franklin 1987. Middelveidier av 4 prøver. Se ellers tabell A1.

ICES 1977. Middelveidier av 4 prøver à 4-13 fisk fra Norskehavet og Nordsjøen 1975 (utelatt en høy Hg-verdi fra sydlige Nordsjøen).

ICES 1980b. Intervall for middelveidier av prøver fra Tyskebukten og den Engelske kanal 1977. Merk moderat Hg-konsentrasjon selv i fisk fra sydligst i Tyskebukten.

ICES 1984 (I). Intervall for middelveidier av 2 prøver fra sydøst-kysten av England 1978.

ICES 1984 (II). Intervall for middelveidier av 10 franske prøver fra den engelske kanal 1979. (Nikkel fra belgisk prøve). Bare én Hg-verdi over 0.11 mg/kg.

Julshamn og Eriksen 1978. Kfr. tabell A1.

Julshamn et al. 1978a. Min/maks i 13 fisk fra Norskehavet 1975.

Kruse og Krüger 1984. Intervall for middelveidier av prøver fra 3 områder i Tyskebukten (kfr. noe forhøyede Hg-verdier).

Luten et al. 1982. Intervall for 14 middelveidier à 10-20 fisk fra ulike deler av Nordsjøen 1980. Maks.verdi 166 mg/kg.

Murray 1981. Middelveidier og maks. (parentes) for fisk ilandført i Storbritannia 1975 fra "Middle water" (dvs. ikke helt kystnære områder). Utelatt angivelser for kadmium, bly og krom pga. for høye deteksjonsgrenser.

Pentreath 1977a. Ingen opplysninger om materialet som er analysert.

## LEVER

ICES 1980b. Middelerdi av 10 fisk fra Tyskebukten 1977.

ICES 1984. Middelerdi av prøve fra sydøstkysten av England 1977.

Luten et al. 1982. Variasjon for 18 prøver av fisk fra ulike deler av Nordsjøen 1980. Bemerkelsesverdig vidt intervall (også andre enkeltprøver over 200 mg As/kg).

TABELL A6. Metaller i filet og lever av skrubbe (Platichthys flesus) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data: ?. (Kfr. tekst).

Table A6. Metals in fillet and liver of flounder, mg/kg w.w. Uncertain data: ?. (See text).

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
3-7					<0.1- 0.3						Andersen 1982
					0.02- 0.05						Carlson 1986
	<0.01- 0.02		0.13- 0.20	1.8- 8.6		0.07- 0.20	0.09- 0.17?		3.5- 5.6	Mn 0.09- 0.30	Falandysz 1985
					~0.09						Green 1987a
			0.3- 0.8						5.8- 12.0		ICES 1980b
					0.08- 0.21						ICES 1984
	0.005- 0.023		0.29- 0.52		0.07- 0.08		0.04- 0.10?		7.0- 10.0		Jensen 1982a
	0.020 (0.024)		0.48 (0.55)				0.061 (0.071)?		5.1 (6.2)		Jorhem et al. 1984
	0.02		0.40		0.02		0.03?		2.9	Mn 0.14	Knutzen 1986
5.1 (6.2)	<0.004	0.23 (0.25)	0.45 (0.58)	6.2 (7.4)	0.02	0.30 (0.38)	0.09 (0.10)?		4.4 (4.6)	Co <0.04	Knutzen et al. 1986
			0.16- 0.24		0.10				7.3- 8.1		McKie 1983
0.95	0.002- 0.005	0.04- 0.30	0.46- 0.48	2.5- 3.0	0.11- 0.14	0.01- 0.06	0.04- 0.06?		4.9- 5.1	Mn 0.39 Mo <0.1 Co <0.01 Se 0.24	Nuurtamo et al. 1980
			0.56- 1.13			<0.14- 0.39			9.6- 22.9		Richard og Dulle 1983
	0.001- 0.004		0.23- 0.25	4.3- 9.2		0.02- 0.23	0.07- 0.09?		2.5- 5.5	Mn <0.30 Co <0.007	Szefer og Falandysz 1985
				L E V E R							
	~0.2										Green 1987a
			4.5- 24.0		0.06- 0.42(?)				18-38		ICES 1980b
			14		0.13				41		ICES 1984 (I)
	0.08- 0.22		5.4- 16				0.08- 0.19		26-39		Jensen 1982a
	0.07- 0.19						0.05- 0.08				Knutzen 1984

Noter til tabell A6. (Hvis ref. er utelatt, kfr. tabell A1).

Andersen 1982. Gjengitt i minimum og maksimum i figur vedrørende skrubbe fra Nordsjøen vest for Danmark 1979.

Carlson 1986. Intervall for (delvis avrundede) middelverdier av prøver à 20 enkeltfisk fra den svenske vestkyst 1980-1982. Individuelle maksimumsverdier for de tre årene varierte mellom 0.04 og 0.18 mg/kg.

Falandysz 1985. Se tabell A5.

Green 1987a. Middel av 25 individer fra Oslofjorden 1985.

ICES 1980b. Intervall for middelverdier i 4 prøver à 25 eks. fra den engelske sydøstkysten 1977. Utelatt kvikksølvverdier som tyder på belastning (0.21-0.49 mg/kg), likeledes usannsynlig høye konsentrasjoner av Pb (for høy deteksjonsgrense).

ICES 1984. Intervall for middelverdier av 3 prøver (8-22 individer) fra Danmarks vestkyst 1979. Høyeste middelverdier fra de to nordligste prøvesteder, lavere nærmere Tyskebukten.

Jensen 1982a. Intervall for geometrisk middel av prøver fra Østersjøen, Øresund, Kattegat og Nordsjøen 1973-1976. (Utelatt Hg-verdier fra det belastede Øresundområdet).

Knutzen 1986. Blandprøve av 9 fisk fra indre Fedafjorden 1984.

McKie 1983. Intervall for middelverdier av ca. 20 individer fra det tilnærmet uberørte Ythanestuaret og ytre Firth of Forth i Skottland 1982.

Nuurtamo et al. 1980. Kfr. tabell A1.

Richard og Dalley 1983. Intervall for middelverdier i ulike årsklasser fra Themsenestuaret 1977-1980.

Szefer og Falandysz. 2 prøver fra sydlige Østersjøen 1981.

#### LEVER

Green 1987. Middel av 25 individer fra Oslofjorden 1985.

ICES 1980b. Intervall for 6 blandprøver av ulike størrelsesklasser fra sydøstkysten av England 1977. Kvikksølvpåvirket (bare utslag i fisk over 30 cm, ellers  $<0.11$  mg/kg).

ICES 1984. Hg-verdi fra nordlige del av den engelske kanal, Cu- og Zn-verdier fra Irskesjøen 1978.

Jensen 1982. Intervall fra aritmetiske middelveidier av prøver fra danske farvann 1979-1980.

Knutzen 1984. Intervall for middelveidier i 3 prøver à 11-13 fisk fra indre Hvaler 1980.

TABELL A7. Metaller i filet av sild (*Clupea harengus*) mg/kg våtvekt. Se noter til referanser. Usikre data: ?. (Se tekst).

Table A7. Metals in filet of herring, mg/kg w.w. Uncertain data: ?. (See text).

As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn	Div.	Ref.
	<0.01- 0.01		0.46- 0.54	7.6- 12		0.06- 0.15	0.03- 0.16?		7.5- 12	Mn 0.15- 0.24	Falandysz 1986a
1.0- 1.5											Falconer et al. 1983
	<0.02- <0.07		0.8- 1.8		0.01- 0.04				3.3- 7.5		ICES 1977
	0.03- 0.08		0.3- 1.2		0.02- 0.23				7.7- 18.3		ICES 1980a
0.6- 0.9			1.8- 3.0		0.03- 0.07				6.6- 7.7	Se 0.3-0.4	ICES 1984
	0.006- 0.026		~1.0		0.03- 0.06		0.04- 0.07?		9.6- 12.0		Jensen 1982a
	0.005- (0.014)						0.030 (0.039)?		4.8 (7.1)		Jorhem et al. 1984
	<0.07		1.3- 1.8		<0.01- 0.02				6.6- 7.5		Julshamn et al. 1978a
	0.006				0.03		0.016?				Kruse og Krüger 1984
			0.21						3.4		Miettinen et al. 1985
1.2											Norin et al. 1985
0.51	0.002- 0.010	0.01- 0.02	0.44- 0.75	5.3- 6.6	0.026- 0.044	0.02	0.02- 0.07?		16-18	Mn 0.59 Mo <0.1 Co 0.01 Se 0.18	Nuurtamo et al. 1980
	0.002- 0.006		0.39- 0.54		0.015- 0.045		0.04- 0.06?		2.1- 3.0		Perttilä et al. 1982
	<0.001						<0.001				Protasowicki 1987
	<0.002		0.35- 0.55				<0.01				Stoeppler og Nürnberg 1979
	0.008- 0.020		0.25- 0.71	9.4- 12.5		0.26- 0.64	0.06- 0.30?		7.3- 10.4	Mn ~0.30 Co ~0.008	Szefer og Falandysz 1985
	0.003- 0.006		0.5	1.3- 3.4			0.03- 0.04?		3.0- 4.4		Tervo 1983



Noter til tabell A7.

Falandysz 1986a. Intervall for middelveidier av 20-30 eks. fra ulike områder vest for Gdanskbukten (mot Bornholm) i sydlige Østersjøen 1983.

ICES 1977. Middelveidier av prøver à 10 eks. fra Atlanterhavet og Norskehavet 1975.

ICES 1980a. Sitert middelveidier av prøver fra nordvestkysten av Irland 1976.

ICES 1984. Intervall for blandprøveresultater fra Canadas østkyst 1977.

Jensen 1982. Intervall for geometriske middelveidier fra Østersjøen, Øresund og Kattegat 1973-75. (Bemerk at Hg-belastningen i Øresund ikke synes å ha gitt utslag i sild).

Julshamm et al. 1978a. Intervall for middelveidier av to prøver à 10 fisk fra det nordøstlige Atlanterhav 1975.

Kruse og Krüger 1984. Kfr. tabell A1. (Sild bare fra Færøyene.)

Miettinen et al. Middelveidier av 3 blandprøver fra Finskebukten 1978.

Norin et al. 1985. Verdi angitt for forfatterens referanseområde (Funnögrund, Østersjøen).

Perttilä et al. Intervall for blandprøver av ulike årsklasser (1-6 år) av sild fra Finskebukten 1981.

Protasowicki 1987. Kfr. tabell A1.

Szefer og Falandysz 1985. Intervall for middelveidier av 7 prøver à (1)5-11 fisk fra ulike prøvesteder i sydl. Østersjøen 1981.

Stoeppler og Nürnberg 1979. Intervall for 10 prøver fra Østersjøen 1976.

Tervo 1983. Middelveidier i prøver fra ulike områder i Bottenviken og Finskebukten 1979-82.

TABELL A8. Metaller i diverse arter av marin fisk (alfabetisk), mg/kg våtvekt. F=Filet, L=Lever. Se noter til referanser (alfabetisk). ?=Usikre verdier (se tekst).

Table A8. Metals in various species of marine fish, mg/kg w.w. F=Fillet. L=Liver.

Arter	Vev	Cd	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	Div.	Ref.
Brisling ( <u>Sprattus sprattus</u> )	F	0.03- 0.04	0.49- 0.74	10-17		0.06- 0.13?	11-17	Ni 0.12-0.55 Mn 0.19-0.49	Falandysz 1986a
	F	0.06- 0.09	0.2- 1.0		0.06- 0.16	0.19- 0.57?	12.1- 20.2		ICES 1980a
	F	0.019	0.48	13.5		0.09?	12.6		Falandysz 1985
Gråsteinbit ( <u>Anarhicas lupus</u> )	F	0.05- 0.18	0.05 0.49		0.09 0.23	0.3- 0.4?	5.3 9.0	As 3.8-27.1 Cr 0.06-0.31 Ni 0.16-0.31 Sn 0.4-0.7 Mn 0.1-0.3 Mo 0.1-0.2 Sb 0.4-0.7 V 0.1-0.5	Hall et al. 1978
	F	0.004			0.10	0.016			Kruse og Krüger 1984
	F		0.5 (0.6)		0.02 (0.03)		6.8 (8.0)		Murray 1981
	L	0.9- 4.1	7.8- 24.1		0.07- 0.20	0.4- 0.9?	22.6- 43.5	As 4.8-26.7 Cr 0.11-0.16 Ni 0.2-1.4? Sn 0.3-0.5 Mn 0.5-1.2 Mo 0.1-0.2 Sb 0.4-0.6 Se 2.1-4.6 V 0.4-2.7	Hall et al. 1978
Hvitting ( <u>Merlangius merlangus</u> )	F	<0.01	0.20	3.2		0.18?	1.3		Falandysz og Lorenc- Bilac 1984
	F		0.2- 0.3		0.08- 0.18		3.0- 5.4		Franklin 1987
	F	0.03	0.5		0.06	0.05?	1.6		ICES 1984 (I)
	F	0.018	0.32	4.8		0.11?	3.8	Cr 0.07	Julshamn og Eriksen 1978
	F	<0.01	1.1	8.0		0.11?	5.3	Cr 0.6	Julshamn et al. 1978b
	L	0.07	5.3	12		<0.4	13	Cr 1.2	"-"
	F	0.002- 0.003				0.06- 0.08	0.015- 0.016		Kruse og Krüger 1984
	F		0.3 (0.5)		0.10 (0.38)		3.1 (5.2)		Murray 1981
Kveite ( <u>Hippoglossus hippoglossus</u> )	F		0.5 (0.6)		0.05 (0.07)		4.1 (5.5)		Murray 1981
Lange ( <u>Molva molva</u> )	F		0.3 (0.9)		0.06 (0.13)		3.4 (6.0)		Murray 1981
Lodde ( <u>Mallotus villosus</u> )	F	<0.07	0.9- 1.1		0.01- 0.03		5.5- 6.6		Julshamn et al. 1978a
	F		19??		0.01		17		Murray 1981

Tabell A8, forts.

Arter	Vev	Cd	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	Div.	Ref.
Lomre ( <u>Microstomus kitt</u> )	F		<0.2		0.06		3.5		Franklin 1987 Kruse og Krüger 1984
	F	0.004			0.05- 0.10	0.012- 0.016			
Lyr ( <u>Pollachius pollachius</u> )	F	<0.01	0.8	2.5			5.0	Cr 0.6	Julshamn et al. 1978b
	L	0.15	2.1	14			21	Cr 1.7	
Piggvar ( <u>Psetta maxima</u> )	F	<0.01- 0.02	0.09- 0.24	1.8- 2.3		0.13- 0.21?	4.5- 5.8		Falandysz 1985
Polartorsk ( <u>Boreogadus saida</u> )	F	0.01	0.7	9.0	0.03	0.02?	11	Co <0.005 Cr 0.20 Mn 0.5 Mo <0.07 Ni 0.25 Ti 0.23 V <0.09 As 6.0 Se 0.4	Carlberg og Bøler 1985
	L	0.09	2.4	31	<0.01	<0.02	16	Co <0.009 Cr 0.43 Mn 1.0 Mo <0.14 Ni 0.21 Ti 0.39 V <0.24 As 4.7 Se 0.8	
	F	<0.1	~0.6- 1.1	~4-8			~5.6- 7.8		Bohn og McElroy 1976
Sandflyndre ( <u>Limanda limanda</u> )	F		<0.2- 0.3		0.10- 0.12		4.6- 6.4		Franklin 1987
	F			0.16					ICES 1984 (II)
	F				0.05- 0.06				Jensen 1982a
	L	0.05- 0.10	2.8- 3.1			0.03- 0.1?	17-19		—
F		0.3- (0.5)			0.12 (0.19)		4.9 (7.0)		Murray 1981

Tabell A8, forts.  
Arter

Arter	Vev	Cd	Cu	Fe	Hg	Pb	Zn	Div.	Ref.	
Sei ( <u>Pollachius virens</u> )	F	0.05- 0.08	0.33- 0.60		0.04- 0.37	0.3- 0.6?	3.4- 5.9	As 2.5-6.9 Cr 0.13-0.28 Ni 0.17-0.41 Sn 0.3-0.7 Mn 0.1-0.2 Mo 0.1-0.2 Sb 0.5-1.0 Se 0.4-0.6 V 0.2-0.4	Hall et al. 1978	
	F							As 0.9-1.4	Falconer et al. 1983	
	F	<0.01	1.9	3.8		0.30?	6.6	Cr 0.8 Mn 0.6 Se 0.2	Julshamn et al. 1978b	
	F	<0.001 -0.002				0.04- 0.12	0.002- 0.024?		Kruse og Krüger 1984	
	F		0.4 (0.5)				5.6 (7.7)		Murray 1981	
	F		0.4 (0.5)			0.02 (0.03)	5.5 (7.7)		Murray og Portmann 1984	
	L	0.17- 0.45	3.5- 5.4			0.05- 0.07	0.2- 0.5?	13.6- 20.2	As 6.5-8.6 Cr 0.06-0.18 Ni 0.11-0.25 Sn 0.14-0.31 Mn 0.4-0.7 Mo 0.1-0.2 Sb 0.4 Se 0.7-1.1 V 0.1-0.3	Hall et al. 1978
	L	0.09	12	21			<0.4	25	Cr 1.2	Julshamn et al. 1978b
Tunge ( <u>Solea solea</u> )	F		0.2		0.15		3.5		Franklin 1987	
	F		0.30- 0.75		0.05- 0.20		3.6- 6.5		ICES 1977	
	F		0.28- 0.75				4.3- 12.5		Richard og Dulley 1983	
	F	<0.005	0.36	3.7	0.22	0.03?	5.0	Ni 0.07 Cr 0.05 Mn 1.9 Ag <0.1	Vyncke et al. 1983	

Noter til tabell A8. (Hvis referanser er utelatt kfr. tabell A1).

Bohn og McElroy 1976. Variasjonsintervall for 7 individer fra Baffinsøya, dvs. tilnærmet uberørt område. Omregning fra tørrvektsbasis (Tørrv.:våtv 1:5). Også angivelse av arsen. ~ 5-16 mg/kg våtvekt.

Bressa et al. 1985. Gjennomsnitt av fire fisk fra akkumuleringstest. Begynnelsekonsentrasjon avlest fra fig. Også angivelse av tinn i hjerne og nyre.

Carlberg og Bøler 1985. Blandprøve av 4 eks. fra Kongsfjorden, Svalbard 1984.

Carlberg, G.E. og J.B. Bøler, 1985. Determination of persistent chlorinated hydrocarbons and inorganic elements in samples from Svalbard. Rapport 831101-1 fra Senter for Industrieforskning, 27/6 1985. 13 s. + tabeller.

Falandysz 1985. Se tabell A5. Også analysert nikkel (0.16-0.40 mg/kg) og mangan (0.11-0.27 mg/kg).

Falandysz 1986b. Intervall for middelverdier av prøver à 18-20 fisk fra ulike prøvesteder i sydlige Østersjøen 1983.

Falandysz, J. og H. Lorenc-Bilac 1984. Middel av to hvitting fra Bornholm.

Franklin 1987. Middelverdier av 1-2 prøver. Se ellers tabell A1.

ICES 1977. Sitert intervall for middelverdier av prøver à 8-10 eks. fra Nordsjøen 1975. (Utelatt en høy middelverdi for Hg.)

ICES 1980a. Prøver fra Irland 1976.

ICES 1980b. Tunge fra den engelske kanal 1977. Middelverdier av 2 prøver.

ICES 1984 I. Prøve fra den nordlige del av den engelske kanal 1978.

ICES 1984 II. Middelverdi av to sandflyndreprøver fra vestkysten av Danmark (åpent farvann) 1979.

Jensen 1982a. Intervall for aritmetiske middelverdier i prøver fra

danske farvann 1979-80.

Jorhem et al. 1984. Middelværdier (maksimum i parentes) i prøver fra svenske fiskeforretninger innen perioden 1973-1982.

Julshamn og Brækkan 1975. Også analysert Mn: 0.85 mg/kg.

Julshamn et al. 1977. Intervall for middelværdier i 3 prøver à 10-30 fisk fra det nordøstlige Atlanterhav 1975.

Julshamn og Eriksen 1978. 1 fisk fra vest for Kristiansandsfjorden. (Utenfor direkte innflytelse av punktutslipp). Også analysert på Co (0.44 mg/kg), As (1.9 mg/kg) og Ni (0.46 mg/kg).

Julshamn et al. 1978b. Lyr: Middell av 5 eks. fra Ormefjorden 1977. Ål: 1 eks. fra Ormefjorden 1977. Hvitting: Middell av 5 eks. fra Ormefjorden 1977.

Kruse og Krüger 1984. Kfr. tabell A1.

Murray 1981. Middelværdier og maks. (parentes) for fisk ilandført i Storbritannia 1975 fra fjerne farvann (lodde, kveite) eller åpent kystfarvann (sandflyndre, lange, hvitting). Kfr. ellers tabell A1.

Nuurtamo et al. 1980. Kfr. tabell A1. Også analysert ål for andre metaller og funnet følgende middelkonsentrasjoner (mg/kg): Mn 3.0, Co 0.01 og Ni 0.03.

Richard og Dulley 1983. Kfr. tabell A10.

Szefer og Falandysz 1985. Middelværdier av brislingblandprøver fra ulike prøvesteder i sydlige Østersjøen 1985. Analyserte også på kobolt (0.006 mg/kg), nikkel (0.019 mg/kg) og mangan (0.40 mg/kg). Enkelt åleprøve.

Vynche et al. 1983. Middelværdier fra Nordsjøen 1973-1983. Prøver fra fiskemarked i Zeebrugge og Ostende.