

Tungmetaller i fisk fra Grindsted Engsø - 2003

Mohr-Markmann
Fiskebiologisk Rådgivning.

Bly, cadmium, kobber, krom, kviksølv, nikkel og zink
i aborrer, gedder, skaller og ål fra
Grindsted Engsø - 2003

Miljømæssige og levnedsmiddelhygiejniske vurderinger

Rapport til Ribe Amtsråd og Grindsted Kommune

Udarbejdet af
MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning
2004.04.05.

1. BAGGRUND.

Som følge af de tidligere kviksvølvtilførsler til Grindsted Engsø og de konstaterede forhøjede koncentrationer af kviksvølv i søens fisk /1/,/2/,/3/,/4/,/5/,/6/,/7/ gælder der endnu i dag et omsætningsforbud for fisk fanget i søen. Omsætningsforbudet begrænser mulighederne for den rekreative fiskerimæssige udnyttelse af søen, idet der kun må fiskes til eget forbrug.

Ribe Amt har i 2003 foranstaltet en større undersøgelse af den aktuelle kviksvølvbelastning af fiskene fra udvalgte lokaliteter i Grindsted-Varde Å – herunder også Grindsted Engsø /8/. Ved den undersøgelse er der tilvejebragt et datagrundlag, som bl.a. kan danne grundlag for en beslutning om ophævelse af det gældende omsætningsforbud for søens fisk ud fra hensynet til fiskenes kviksvølvindhold.

Inden en sådan beslutning eventuelt træffes, har såvel Ribe Amt som Grindsted Kommune imidlertid ønsket at sikre sig, at Grindsted Engsøs fisk ikke indeholder andre tungmetaller, som kunne være uacceptable ud fra et konsummæssigt synspunkt.

I Grindsted Engsø er der derfor som supplement til analyserne af indholdet af kviksvølv i aborrer, gedder og skaller foretaget analyser for indholdet af en række andre tungmetaller, nemlig bly, cadmium, kobber, krom, nikkel og zink. Tilsvarende analyser udført i 1986 på aborrer og gedder /4/ viste nemlig noget forhøjede koncentrationer af nogle af disse metaller.

Eftersom hovedsigtet med de supplerende tungmetalanalyser har været de levnedsmiddelhygiejniske og konsummæssige hensyn, er der også foretaget analyser på ål. Ål er en yndet spisefisk, og tidligere undersøgelsesresultater fra 1974-76 /2/, 1982 /3/ og 1984/1987 /5/ samt 1990 /6/ viste, at ål fra Grindsted Engsø dengang havde tydeligt forhøjede kviksvølvkoncentrationer, som var op til 3 x højere end den dengang gældende grænseværdi (500 ppb) /LH-12/, og 20-50% over den i dag gældende grænseværdi (1000 ppb) /LH-13/,/LH-14/.

De fornyede undersøgelser er udført af MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning og finansieret i fællesskab af Ribe Amt og Grindsted Kommune.

2. PRØVETAGNING.

De bly-, cadmium-, kobber-, krom-, nikkel- og zinkanalyser, der blev udført i 1986, foretoges på blandingsprøver af rygmuskelvæv fra 5 aborrer i størrelsen 20-40 gram (12-15 cm) og 5 gedder på ca. 1000 g /4/.

For at få den bedst mulige sammenlignelighed med 1986-dataene, er det ved nærværende undersøgelse tilstræbt at analysere vævsprøver fra fisk af samme størrelse som ved 1986-undersøgelsen /4/. Der er tillige som minimum analyseret prøver fra det samme antal fisk.

Der er analyseret rygmuskelvæv fra i alt 20 aborrer, 18 gedder, 10 skaller og 10 ål. Længde og vægt af de analyserede fisk fremgår af bilag 1.

3. ANALYSERING.

Analyseringen er foretaget af Steins Laboratorium, Miljø- og Veterinærenheden i Brørup. Laboratoriet har i sædvanligt omfang udført det nødvendige antal dobbelt-bestemmelser samt analyser af kendte standarder og blindprøver.

Analyseringen for bly, cadmium, kobber, krom og nikkel er udført efter DS 259/SM 3113. Kviksølv er analyseret efter DS 259/SM 3112/FIMS, medens zink er analyseret efter DS 259/SM 3120. Der er udført tørstofbestemmelser efter DS 204, hvorefter analyseresultaterne er omregnet til vådvægtsværdier.

Detektionsgrænserne for de anvendte analysemetoder er sammenstillet i nedenstående skema 3.1.

	Bly	Cadmium	Kobber	Krom	Kviksølv	Nikkel	Zink
mg/kg TS	0,05	0,003	0,5	0,15	0,004	0,06	1,0
mg/kgVV	ca. 0,01	ca. 0,001	ca. 0,1	ca. 0,03	ca. 0,001	ca. 0,01	ca. 0,2

Skema 3.1. Detektionsgrænser for de anvendte analysemetoder. Værdierne gælder for analyser på tørstofbasis. De anførte værdier på vådvægtsbasis er beregnet ud fra et gennemsnitligt tørstofindhold på omkring 20% i fiskenes rygmuskelvæv.

4. MILJØMÆSSIGE ASPEKTER.

4.1. Indledende bemærkninger vedrørende de udførte analyser.

Resultaterne af de udførte analyser findes i bilag 1.

Analyseresultaterne for bly, cadmium, krom og nikkel skiller sig markant ud fra de øvrige analyser, idet der i flertallet af de analyserede prøver ikke er påvist tungmetalkoncentrationer over detektionsgrænserne for de anvendte analysemetoder, hvilket indikerer meget lave metal-koncentrationer. De meget lave værdier udgør for bly, cadmium, krom og nikkel hhv. 55%, 45%, 74% og 57% af det totale antal prøver for de fire fiskearter.

Ved de resterende analyser er fundet forholdsvis høje værdier.

En granskning af analyseblanketterne for de analyser, hvori der tilsyneladende er fundet markante, høje værdier viser imidlertid, at der i så godt som alle tilfælde er tale om værdier, som repræsenterer middelværdien af 2 analyser, som viser vidt forskellige værdier, hvoraf den ene er meget/ekstremt høj, medens den anden i de fleste tilfælde ligger omkring detektionsgrænsen.

For bly-analysernes vedkommende varierer dobbeltbestemmelserne i disse tilfælde med en faktor mellem 3 og 17. For cadmium-analysernes vedkommende er der tale om værdier, som varierer med en faktor mellem 6 og 100. For krom-analysernes vedkommende er der tale om værdier, som varierer med en faktor mellem 4 og 160, medens der for nikkel-analysernes vedkommende er tale om værdier, der varierer med en faktor mellem 2 og 360.

Årsagen til de stærkt varierende dobbeltanalyser angives i analyseblanketterne som "inhomogene prøver".

På ovennævnte baggrund vurderes det, at de høje værdier, der tilsyneladende er påvist i et begrænset antal prøver er behæftede med fejl i en sådan grad, at de ikke kan tillægges værdi ved bedømmelsen af de forskellige fiskearters belastning med tungmetallerne bly, cadmium, krom og nikkel. Se nærmere herom i afsnittene om de enkelte tungmetaller.

Det må derfor konkluderes, at fiskene i Grindsted Engsø generelt indeholder meget lave koncentrationer af tungmetallerne bly, cadmium, krom og nikkel, og at koncentrationerne generelt ligger under eller lige omkring de anvendte analysemetoders detektionsgrænser.

4.2. Resultater og miljømæssige vurderinger for de enkelte tungmetaller.

I de følgende afsnit vises for bly, cadmium, kobber, kviksølv og zink figurer over sammenhørende værdier af fiskevægt (størrelse) og koncentrationen af det givne metal i dens muskellvæv.

På figurerne er der indtegnet tendenslinier, såfremt der har været en rimelig spredning i fiskenes størrelse og mere end halvdelen af analyserne har resulteret i værdier, der ligger over analysemetodernes detektionsgrænser. På figurerne er indsat tendensliniernes formel tillige med Korrelationskoefficienten R i 2. potens. Jo større værdie R antager, jo bedre angiver tendenslinien den reel sammenhæng mellem x - og y -værdierne.

De værdier, der har ligget under detektionsgrænserne er i figurene tillagt værdien "nul", hvilket bevirker en mindre fejl på tendenslinierne, idet disse ligger en anelse "for lavt" i diagrammet.

Tendenslinierne er endvidere fejl-påvirkede af de - ganske vist ret få - men meget høje værdier, som jfr. ovenfor efter alt at dømme ikke er korrekte.

For de metaller, for hvilke der er fastsat grænseværdier, vises tillige grænseværdien med rødlilla streg.

De miljømæssige vurderinger tager udgangspunkt i data for tungmetalindholdet i fisk fra andre danske søer og i fisk fra udenlandske ferske vande.

4.2.1 Bly.

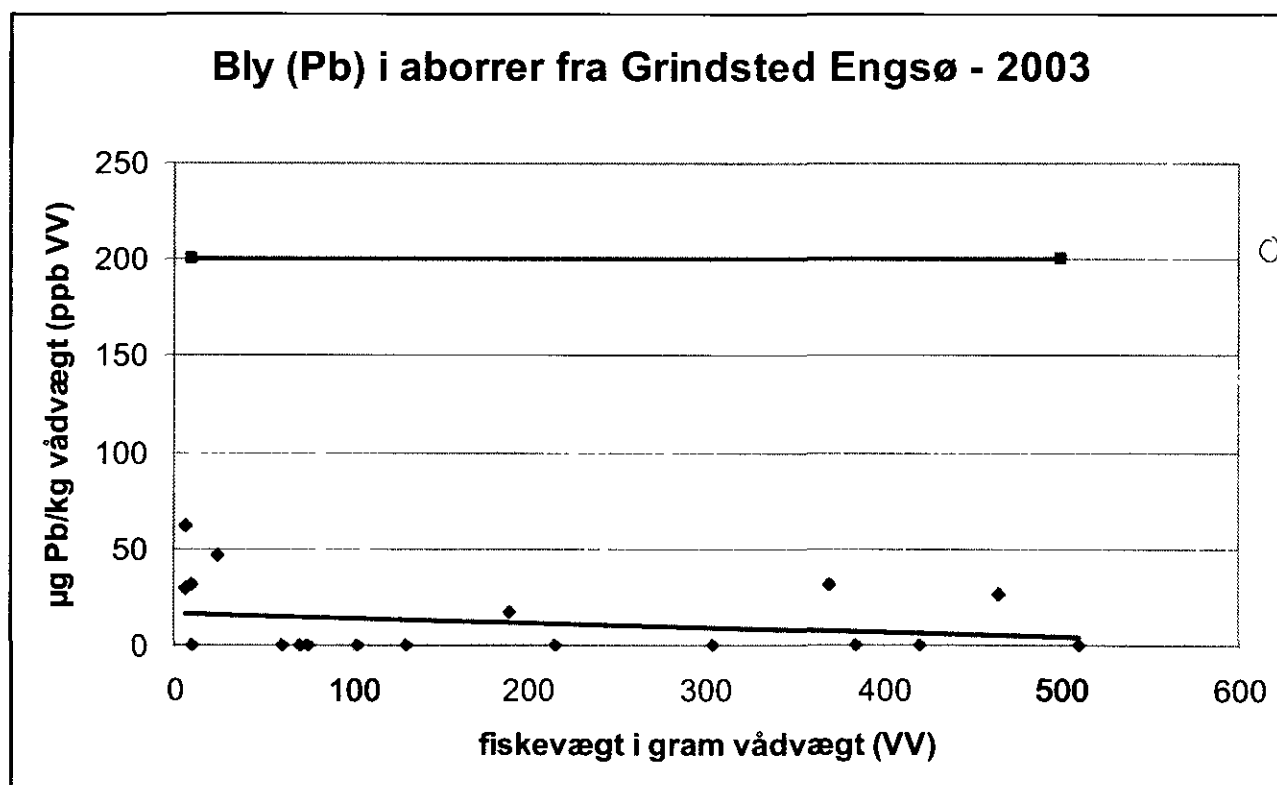
2003-resultaterne viser, at bly-koncentrationerne i Grindsted Engsøs fisk generelt er lavt, ikke blot i forhold til fisk fra udenlandske ferskvandslokaliteter, men også i forhold til fisk fra de fleste andre danske søer, jfr. skema 4.2.1. I godt halvdelen (32/58) af prøverne er bly-indholdet under den anvendte analysemetodes detektionsgrænse på 0,01 mg/kg VV, jfr. skema 3.1.

Resultaterne viser ingen systematiske forskelle i blyindholdet mellem de undersøgte arter.

Resultaterne viser heller ingen systematiske sammenhænge mellem blyindhold og fiskestørrelse, idet de indlagte tendenslinier alle har en lav korrelationskoefficient.

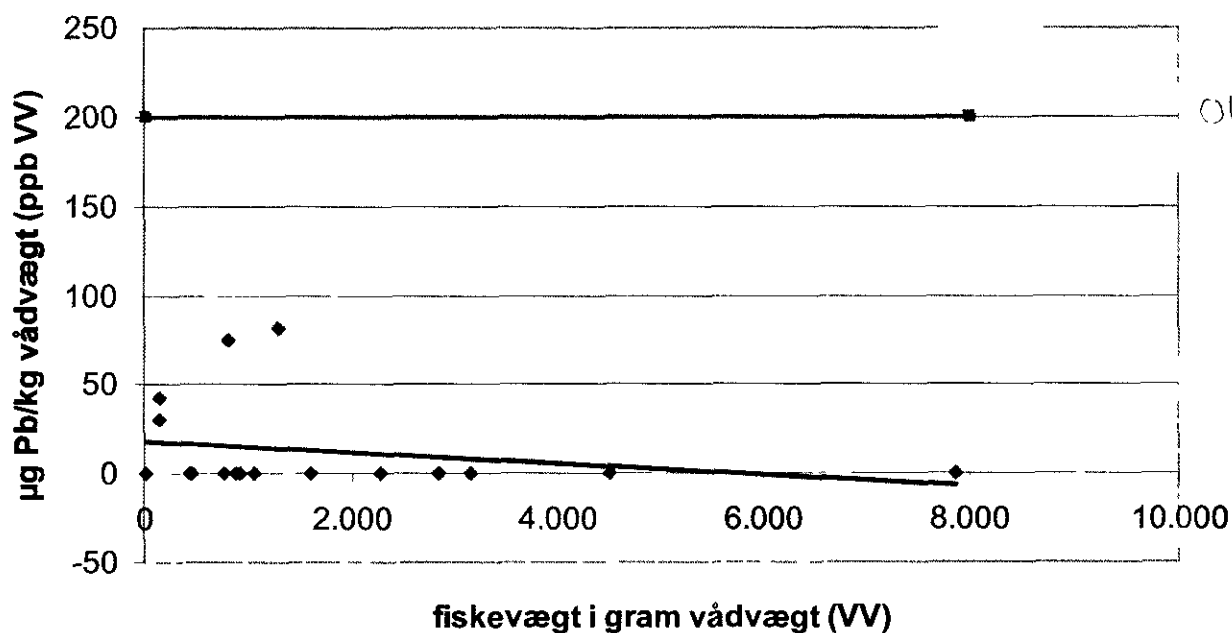
Dette harmonerer med, at så godt som alle andre foreliggende danske og udenlandske undersøgelser af blyindholdet i fisk samstemmende viser, at bly hverken bioakkumuleres eller biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.

Resultaterne viser, tillige, at fiskenes bly-koncentrationer for alle fiskestørrelser af alle arter ligger under de gældende grænseværdier, hvilket de også har gjort ved de tidligere undersøgelser.

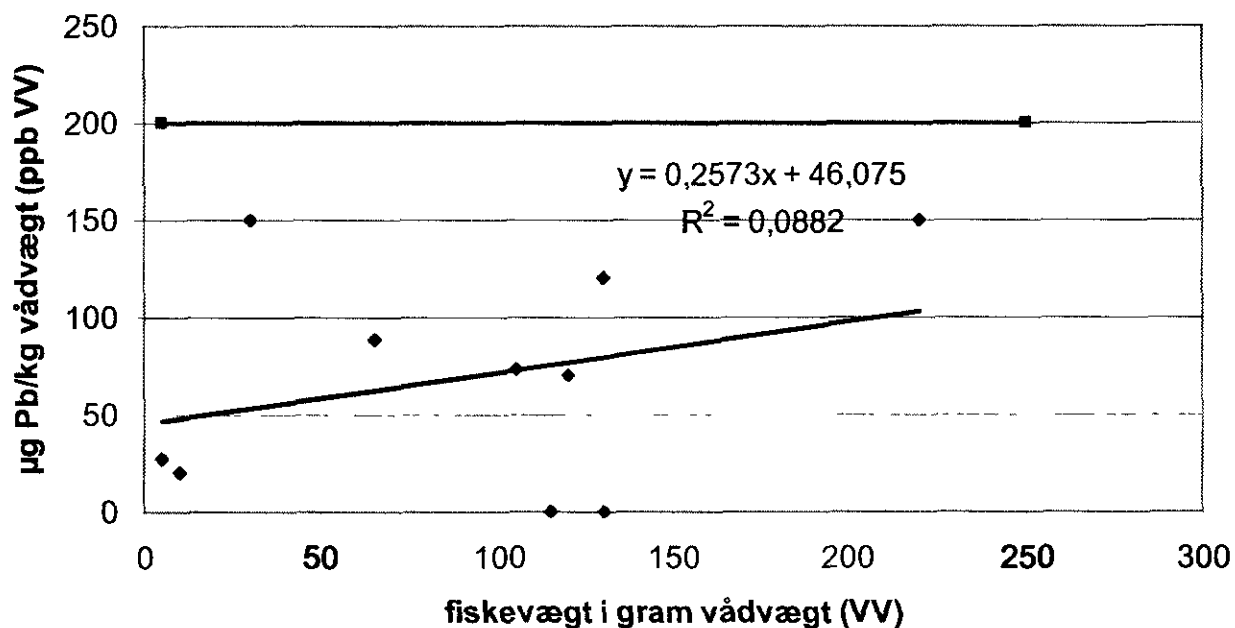


Fis Signatur / tekt

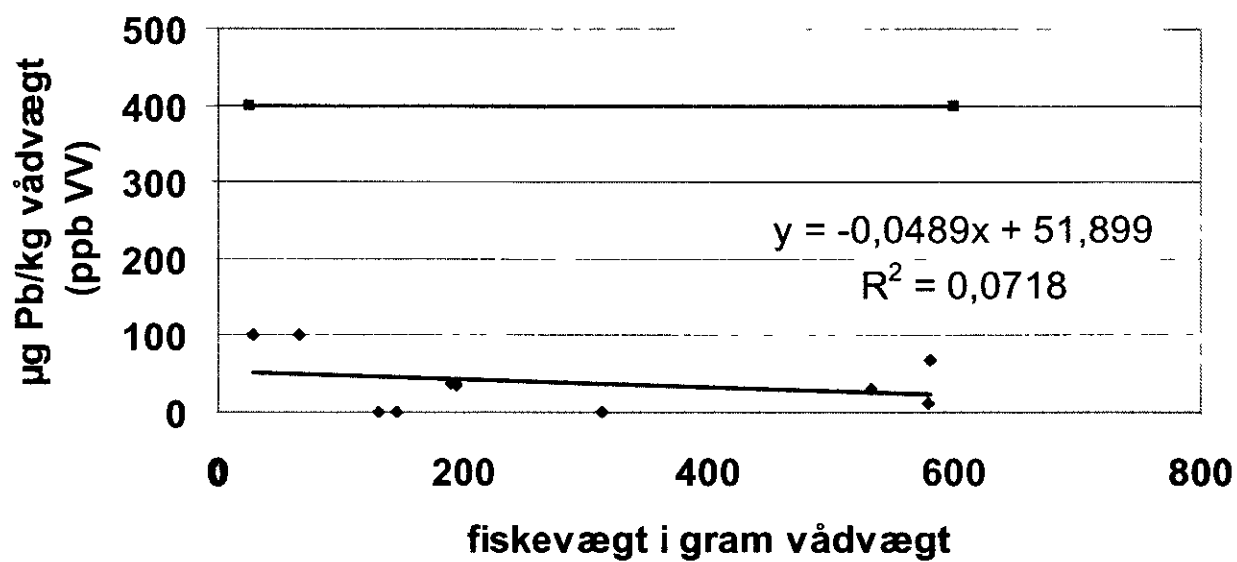
Bly (Pb) i gedder fra Grindsted Eng sø - 2003



Bly (Pb) i skaller fra Grindsted Eng sø - 2003



Bly (Pb) i ål fra Grindsted Engsø - 2003



Skema 4.2.1.

Bly-koncentrationer i danske søfisk															
Lokalitet	Ar	Reference	Aborre	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	Al	
Arresø		/DS-9/			<0,02						<0,02			<0,02-0,03	
Bure Sø		/DS-7/			<0,20-0,70 ¹⁾									<0,20	
Esrum Sø		/DS-10/									<0,02			<0,02-0,03	
Gurre Sø		/DS-7/			<0,20					<0,20				<0,20	
Gyrstinge Sø		/DS-6/			0,09-0,10						0,03-0,06			0,04	
Haraldsted Sø		/DS-6/			0,02						0,06-0,07			0,04-0,07	
Karlsgårde Sø		/2/			0,03										
Kimmerslev Sø		/DS-18/7/			<0,20					<0,20				<0,20	
Kimmerslev Sø		/DS-18/7/												0,002-0,003	
Lyngby Sø		/DS-2/			0,030-0,060						0,04-0,08			0,02-0,29	
Peblinge Sø		/DS-12/	<0,33-<0,38												
Sankt Jørgens Sø		/DS-12/	<0,19-0,35											<0,35-<0,43	
Sjælsø		/DS-8/			<0,02-0,03									<0,20-0,20	
Sortedams Sø		/DS-12/	<0,28-0,40											<0,30-<0,58	
Utterslev Mose		/DS-12/	0,06		0,07-0,14			0,06							
Vallensbæk Mose		/DS-3&5/	0,07 ²⁾		0,12-0,26		0,52	0,13-0,16 ²⁾				0,09			
23 danske søer		/DS-11/	<0,05-0,11	<0,05-0,07	<0,05-0,10	<0,05-0,08				<0,05		<0,05-0,10	<0,50-0,080	<0,05-0,12	
Grindsted Engsø	1974-76	/2/			<0,05										
	1986	/4/	0,20		0,14										
	2003		<0,01-0,06		<0,01-0,08							<0,01-0,15		0,01-0,01	
Grænseværdi	>1999	/LH-13/	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40	
¹⁾ Værdien på 0,70 er usikker															
²⁾ Værdierne på 0,07 og 0,16 er bestemt ved Proton Induceret X-ray Eradiation Analyse (PIXE), som er en lidet finfølende metode															

Bly-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter															
Floden Rednitz (Tyskland)	/UF-5/	0,216	0,209-0,312	0,023								0,066-0,214		0,033-0,304	
Finske søer	/UF-3/	0,020-0,060	0,030-0,230	0,010-0,030	0,030-0,100				0,020-0,180		0,020-0,030	0,010-0,040		<0,020	
Ubelastede tyske søer	/UF-1/	0,023-0,076										0,000-0,029			
Belastede tyske vandløb	/UF-1/	0,022-1,680		0,008-0,143		0,031				0,064		0,000-0,197	0,012-0,070	0,043-0,497	
Ubelastet canadisk sø	/UF-4/			<0,500											
2 belastede canadiske søer	/UF-4/			<0,500											

OU = 0,3

4.2.2. Cadmium.

2003-resultaterne viser, at cadmium-koncentrationerne i så godt som alle Grindsted Engsøs fisk generelt er lave i forhold til såvel udenlandske ferskvandslokaliteter som andre danske søer, jfr. skema 4.2.2.

I knapt halvdelen af prøverne (26/58) er cadmium-indholdet således under den anvendte analysemetodes detektionsgrænse på 0,001 mg/kg VV, jfr. skema 3.1, og kun 3 ud af i alt 58 prøver (2 aborrer og 1 skalle) havde cadmium-koncentrationer over grænseværdien, jfr. bilag 1. De få, tilsyneladende høje værdier, som er 10-100 x højere end de øvrige værdier, skal ikke tillægges betydning, jfr. de indledende bemærkninger i afsnit 4.1.

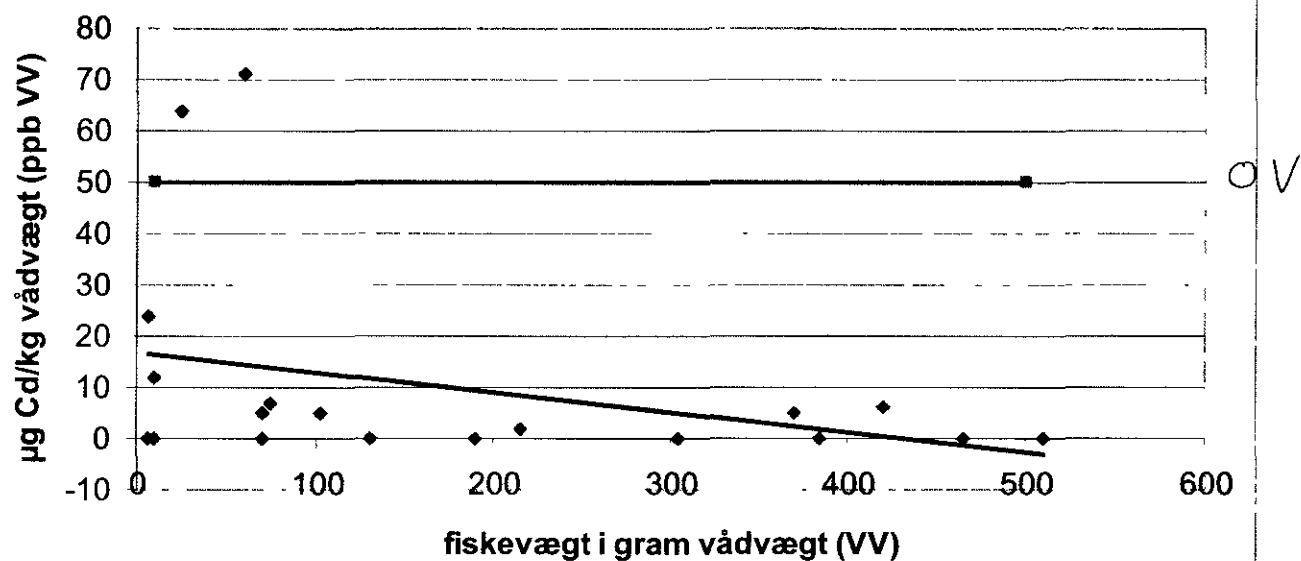
De få høje værdier til trods, ligger den gennemsnitlige cadmium-koncentration betydeligt under grænseværdien – både for det samlede antal analyserede fisk og for hver af de undersøgte arter.

Resultaterne viser ingen systematiske forskelle i cadmium-indholdet mellem de undersøgte arter.

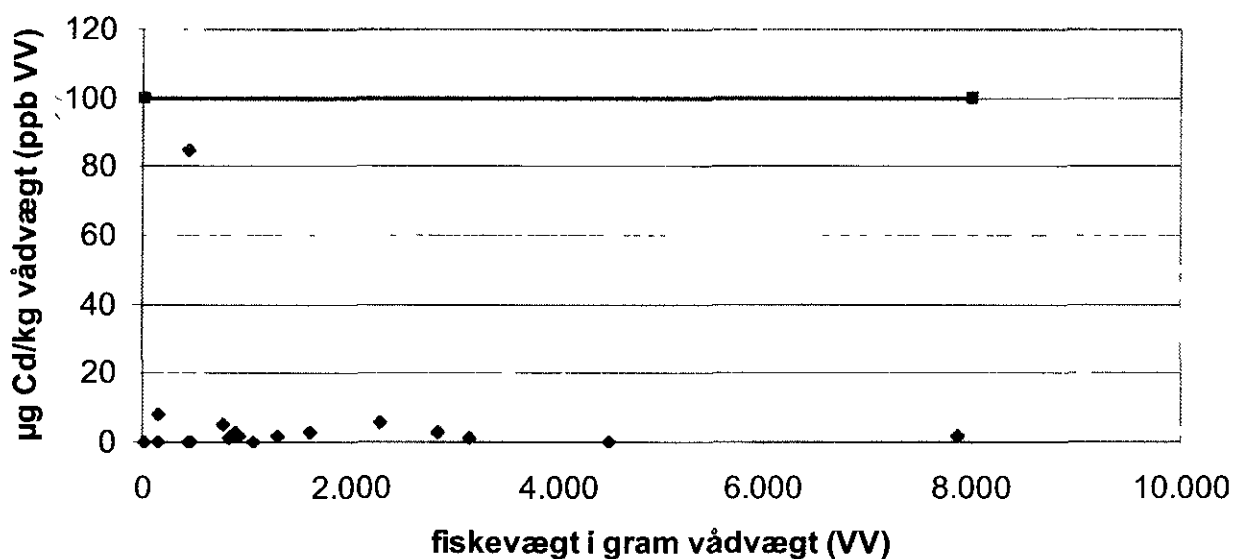
Resultaterne viser heller ingen systematiske sammenhænge mellem cadmiumindhold og fiskestørrelse, idet de indlagte tendenslinier alle har en lav korrelationskoefficient, og fordi de tilsyneladende faldende cadmium-koncentrationer med stigende fiskestørrelse er påvirkede af de få, sandsynligvis fejlagtigt høje værdier, som vedrører relativt små fisk.

Dette harmonerer med så godt som alle andre foreliggende danske og udenlandske undersøgelser af cadmium-indholdet i fisk, som samstemmende viser, at cadmium hverken bioakkumuleres eller biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.

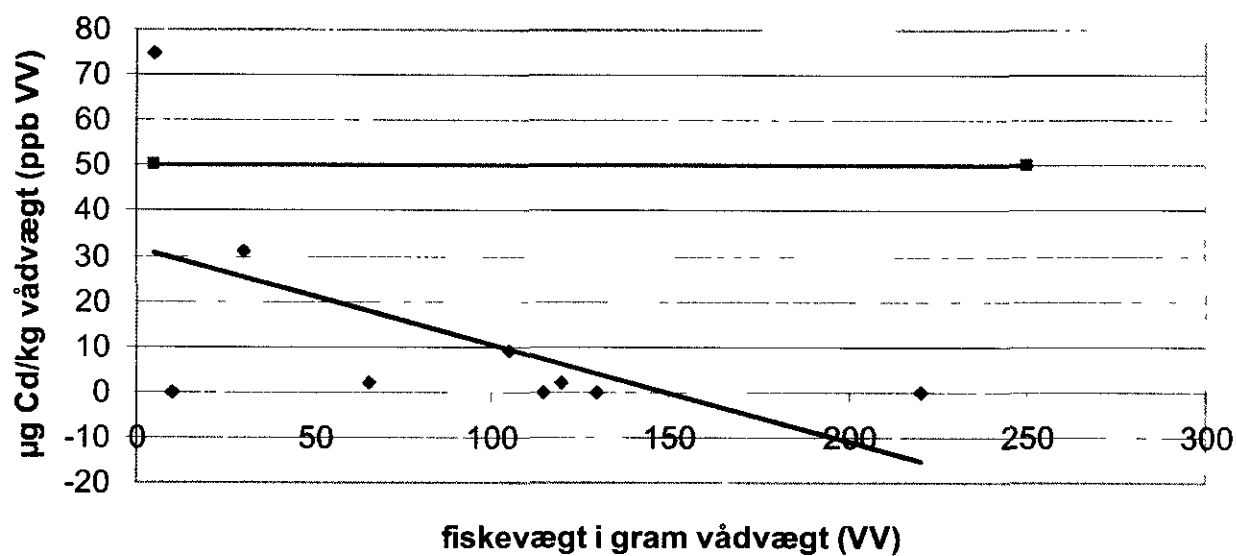
Cadmium (Cd) i aborrer fra Grindsted Engsø - 2003



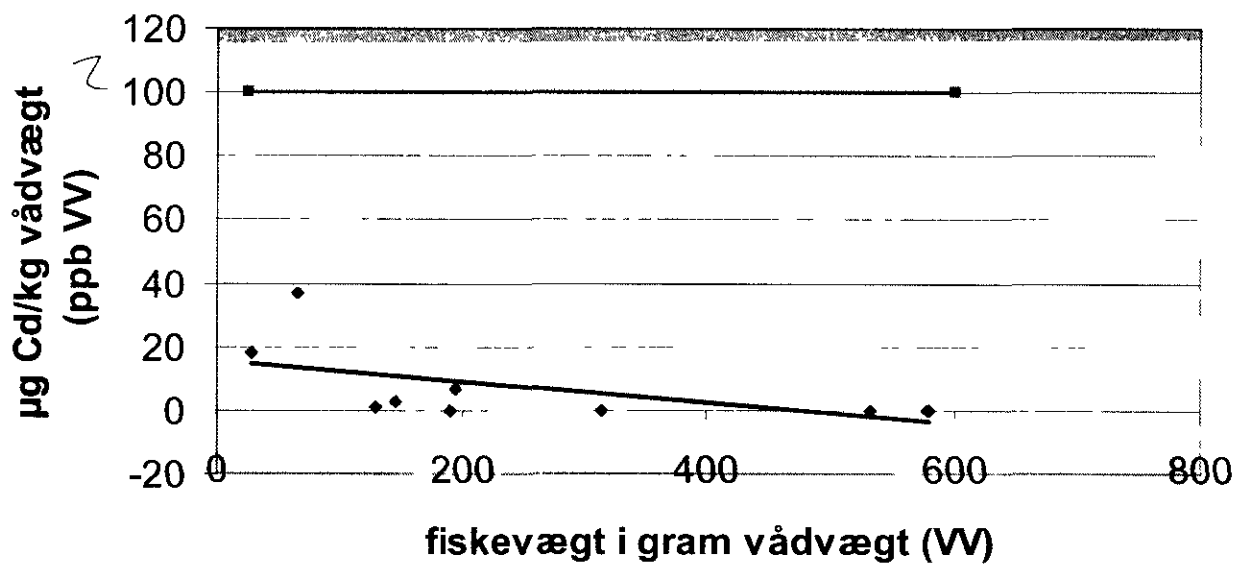
Cadmium (Cd) i gedder fra Grindsted Engsø - 2003



Cadmium (Cd) i skaller fra Grindsted Engsø - 2003



Cadmium (Cd) i ål fra Grindsted Engsø - 2003



Skema 4.2.2.

Cadmium-koncentrationer i danske søfisk														
Lokalitet	Ar	Reference	Aborre	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	AI
Aresø		/DS-9/			<0,02-0,04						<0,02			<0,02-0,03
Bure Sø		/DS-7/			<0,02-0,11									<0,02
Damhussøen		/DS-12/	0,001-0,004											
Esrum Sø					<0,005-0,05									<0,002-0,02
Gurre Sø		/DS-7/			<0,02					<0,02				<0,02
Gyrstinge Sø		/DS-6/			0,002-0,015						0,005-0,024			0,009-0,01
Haraldsted Sø		/DS-6/			0,002-0,004						0,004-0,008			0,008-0,009
Karlsgrøde Sø		/1/			0,020									
Kimmerslev Sø		/DS-1&7/			<0,02-0,03					<0,02				0,03
Lyngby Sø		/DS-2/			0,002-0,03						0,005-0,01			0,004-0,34 ²⁾
Peblinge Sø		/DS-12/	<0,03-<0,04											
Sankt Jørgens Sø		/DS-12/	0,023-0,85 ¹⁾											0,048-0,055
Sjælsø		/DS-8/			<0,005-0,043									<0,005
Sortedams Sø		/DS-12/	0,028-0,078											<0,03-0,098
Utterslev Mose		/DS-12/	0,017		0,010-0,023			0,009						
Utters Mose vest		/DS-12/	0,001-0,004		<0,001-0,004									
Utters Mose midt		/DS-12/	0,001-0,004		0,001-0,003									
Utters Mose øst		/DS-12/			0,001-0,003									
Vallensbæk Mose		/DS-3&5/			0,003-0,031		0,031	0,006				0,11	0,008	
		/DS 3&5/	<0,031											
23 danske søer		/DS-11/	<0,004-0,045	<0,004-0,030	<0,004-0,028	<0,004-0,007			<0,004-0,037		<0,004-0,007	<0,004-0,015	<0,004-0,005	<0,004-0,054
Grndsted Engsø	1974-76	/2/			<0,03									
	1986	/4/	0,016		0,017									
	2003		<0,001-0,064		<0,001-0,085						<0,001-0,075			<0,001-0,037
Grænseværdi	>1999	/LH-13/	0,050	0,050	0,100	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,100
1) Værdien på 0,85 er usikker														
2) Værdien på 0,34 er usikker														

0,05 = 0,05

Cadmium-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter														
Floden Rednitz (Tyskland)		/UF-5/	0,016	0,007-0,014	0,002			0,002-0,027				0,006-0,024		0,005-0,035
Finske søer		/UF-3/	<0,005	0,001-0,005	0,001-0,005	0,001-0,020			0,001-0,005		<0,005	0,001-0,010		0,030-0,060
Norske søer		/UF-2/		0,025	0,007	0,01			0,012			0,022		
Ubelastede tyske søer		/UF-1/	0,010-0,023				0,013	0,016				0,001-0,022	0,014	
Belastede tyske vandløb		/UF-1/	0,008-6,230		0,04		0,026			0,301		0,002-0,302	0,002-0,181	0,020-1,320
Ubelastet canadisk sø		/UF-4/		<0,050										
2 belastede canadiske søer		/UF-4/		<0,050										

4.2.3. Kviksølv.

2003-resultaterne viser, at kviksølv-koncentrationerne i så godt som alle Grindsted Engsøs fisk generelt er forholdsvis lave i forhold til såvel udenlandske ferskvandslokaliteter som andre danske søer, jfr. skema 4.2.3.

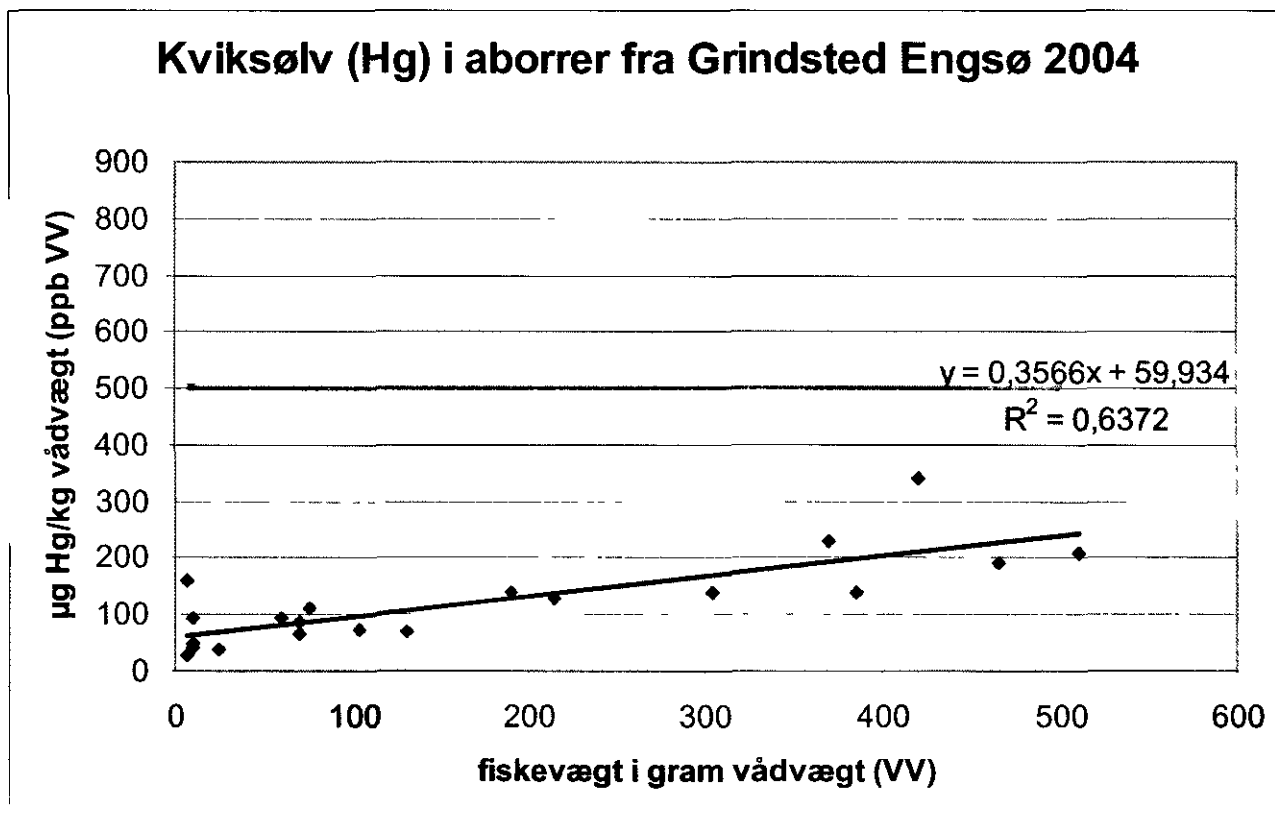
Ingen af de analyserede fisk – selv ikke store ål eller store aborrer – havde koncentrationer over de gældende grænseværdier.

Resultaterne viser at aborrer og ål har noget større kviksølv-koncentrationer end både gedder og skaller.

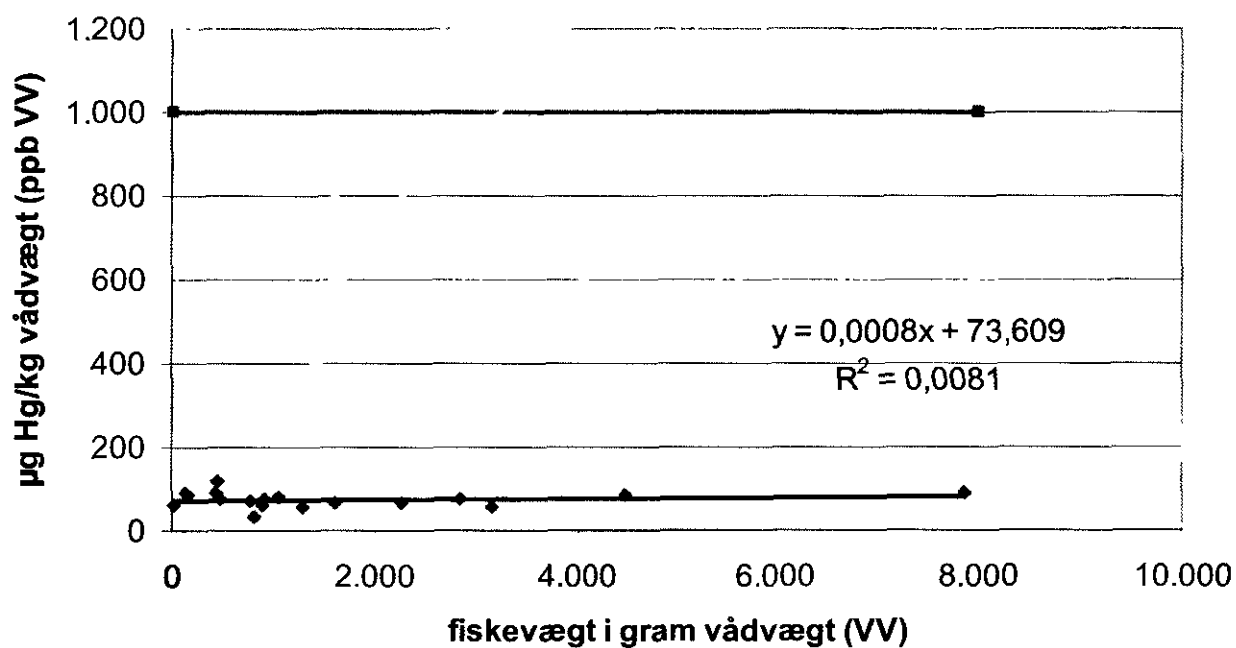
Resultaterne viser for aborrer og ål (næsten) signifikant stigende kviksølv-indhold med stigende fiskestørrelse, hvilket harmonerer med at kviksølv bioakkumuleres i fisks muskelvæv.

Kviksølv-indholdet i de undersøgte skaller er generelt meget lavt og tydeligt lavere end i aborrer og gedder, der jo er rovfisk. Niveauet er også lavere end i ål, hvoraf især de bredhovede også er rovfisk. Dette harmonerer med, at kviksølv også er kendetegnet ved at biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.

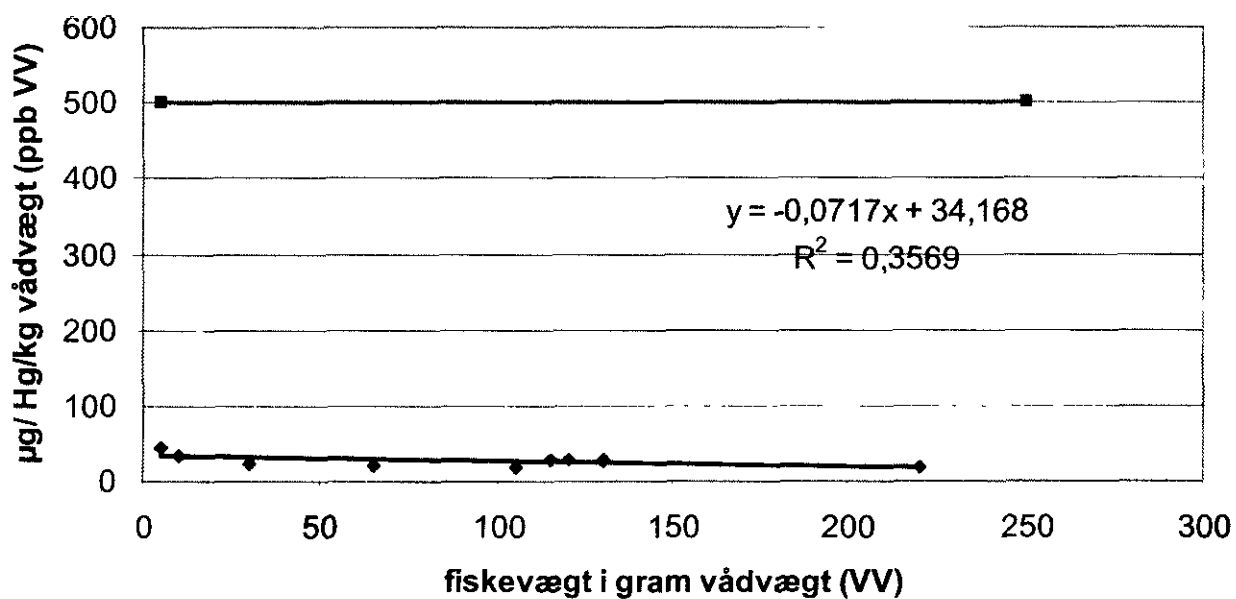
Som det ses af figurene, er koncentrationsniveauet faldet markant fra 1986- til 2003-undersøgelsen for alle de 4 undersøgte arter. Som det fremgår af figuren for ål, var koncentrations-niveauet for kviksølv ved 1990-undersøgelsen noget lavere end i 1986, hvilket indikerer et nogenlunde stabilt fald i søens kviksølvbelastning igennem perioden 1986-2003.



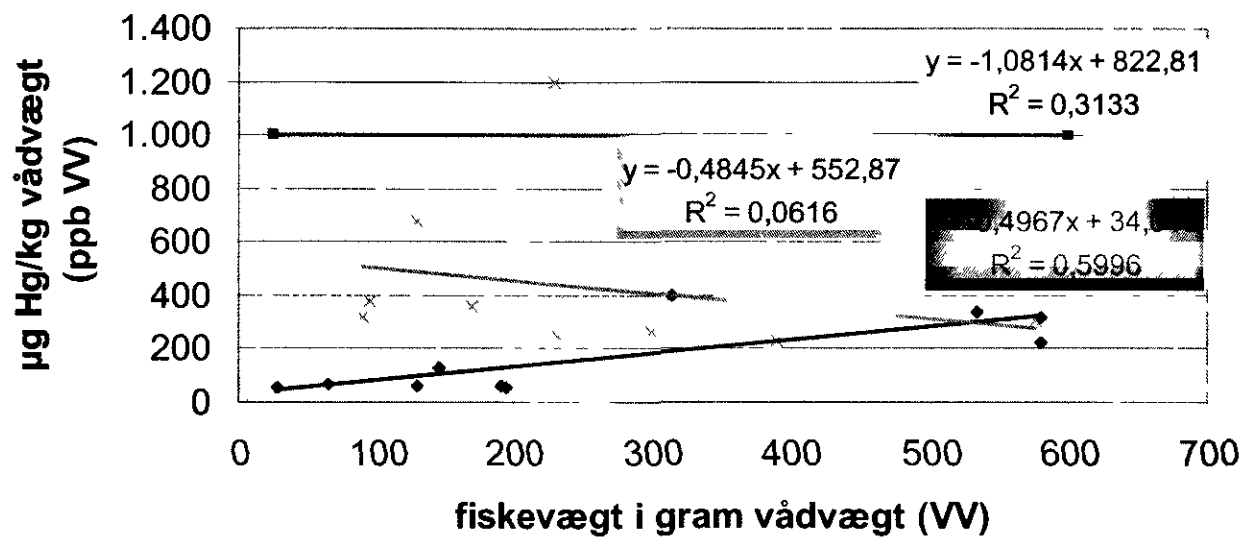
Kviksølv i gedder fra Grindsted Eng sø - 2003



Kviksølv (Hg) i skaller fra Grindsted Eng sø - 2003



Kviksølv (Hg) i ål fra Grindsted Eng sø - 2003



Skema 4.2.3.

Kviksølv-koncentrationer i danske søfisk															
Lokalitet	År	Reference	Aborre	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	Al	
Arresø	1982	/DS-9/			0,380-0,810						0,310-0,680			0,070-0,430	
Bure Sø	1982	/DS-7/			0,040-0,340									0,120-0,540	
Damhussøen	1992	/DS-12/	0,065-0,452												
Esrum Sø		/DS-10/			0,050-0,250									0,030-0,250	
Gure Sø	1982	/DS-7/			0,040-0,160									0,040	
Gyrstinge Sø	1983	/DS-6/			0,367-0,563						0,087-0,560			0,110-0,205	
Haraldsted Sø	1983	/DS-6/			0,187-0,307						0,106-0,131			0,150-0,212	
Karlsgårde Sø	1977	/2/	0,433-1,440									0,359-1,065			
	1982	/3/										0,112-0,674		0,386-2,030	
	1987	/5/	0,042-0,254		0,100-0,485							0,039-0,330			
	1990	/6/												0,141-1,028	
	1992	/7/	0,028-0,317		0,049-0,509							0,045-0,157			
Kimmerslev Sø	1980/84	/DS-1&7/			<0,040-0,110									<0,040	
Peblinge Sø	1992	/DS-12/	0,048-0,475												
Ring Sø	1981	/DS-4/	0,140-0,400		0,220-0,530										
Sankt Jørgens Sø	1992	/DS-12/	0,130-0,550											0,115-0,143	
Silkeborg Langsø	1981	/DS-4/			0,040-0,250									0,019-0,084	
Sjælsø		/DS-8/			0,080-0,180									0,070-0,420	
Sortedams Sø	1992	/DS-12/	0,223-0,375											0,123-0,183	
Tange Sø	1981	/DS-4/			0,035-0,074									0,075-0,200	
Utterslev Mose	1980	/DS-12/	0,250		0,099-0,243			0,170							
Utters Mose vest	1993	/DS-12/	0,017-0,192		0,144-0,612										
Utters Mose midt	1993	/DS-12/	0,040-0,314		0,046-0,348										
Utters Mose øst	1993	/DS-12/			0,066-0,300										
23 danske søer	1983	/DS-11/	0,031-0,590	0,023-0,150	0,058-0,500	0,028-0,062	<0,003		0,005-0,140		0,029-0,470	0,065-0,290	0,083-0,400	0,001-0,230	
Gnrdsted Engsø	1977	/2/	1,305-8,105		4,193-5,486									1,474-3,949	
	1982	/3/	0,196-0,306											0,373-1,580	
	1986	/4/	0,675-0,824	0,212-0,268	0,412-0,948							0,124-0,225	0,544-2,080	0,448-0,789	
	1987	/5/	0,192-0,962		0,343-1,486										
	1990	/6/												0,231-1,200	
	1992	/7/	0,080-1,143		0,353-0,916										
	2003		0,027-0,340		0,034-0,120							0,018-0,045		0,052-0,400	
Grænseværdi	> 1999	/LH-13/	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	

Kviksølv-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter															
Floden Rednitz (Tyskland)	/U-5/		0,171	0,144-0,188	0,090			0,099-0,181				0,0580,129			0,034-0,407
Finske søer	/U-3/		0,086-0,260	0,048-0,300	0,130-0,460	0,047-0,390			0,310-1,010		0,97-0,140	0,074-1,010			0,082-0,094
Norske søer	/U-2/			0,190	0,260	160,000			0,780			0,170			
Ubelastet canadisk sø	/U-4/				0,110										
2 belastede canadiske søer	/U-4/				0,490-0,700										

4.2.4. Kobber.

2003-resultaterne synes at vise, at kobber-koncentrationerne i Grindsted Engsøs fisk er op til en 6-7 x højere end i fisk fra andre danske søer. jfr. skema 4.2.4. 2003-værdierne synes en smule højere end de i 1986 fundne, men der er næppe tale om signifikant forskel. De tilsyneladende meget høje værdier, som ligger over 1,5 mg/kg vådvægt (6 stk.), skal dog ikke tillægges væsentlig betydning, da der er tale om gennemsnitsværdier af nogle meget afvigende dobbeltbestemmelser, som varierer med en faktor 3-20!

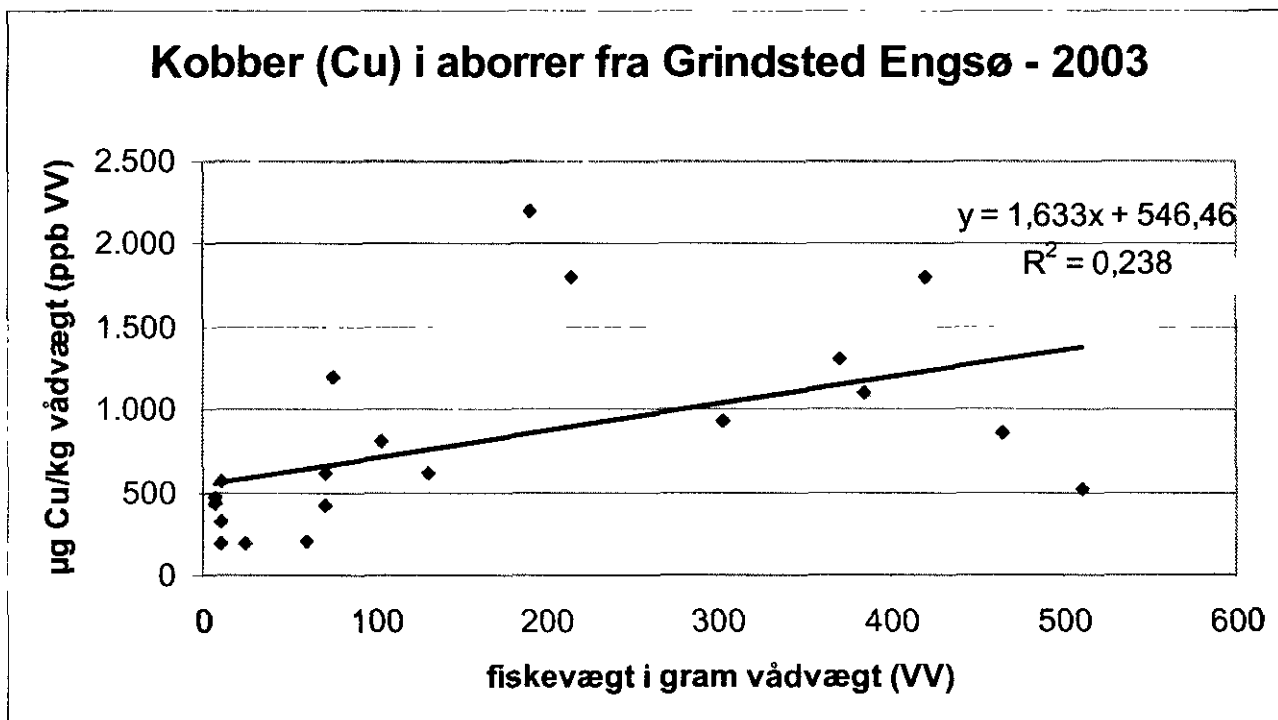
Uanset om de meget høje værdier medregnes overstiger de gennemsnitlige koncentrationsniveauer for de undersøgte fiskearter i Grindsted Engsø dog ikke niveauerne i Vallensbæk Mose, som er den hidtil mest kobber-belastede danske sø, hvad fiskenes kobberindhold angår.

Selv når der ses bort fra de meget høje værdier, ligger kobberindholdet i fiskene fra Grindsted Engsø blandt de højeste, der er fundet i danske søer og noget højere end i ubelastede udenlandske ferskvandsfisk.

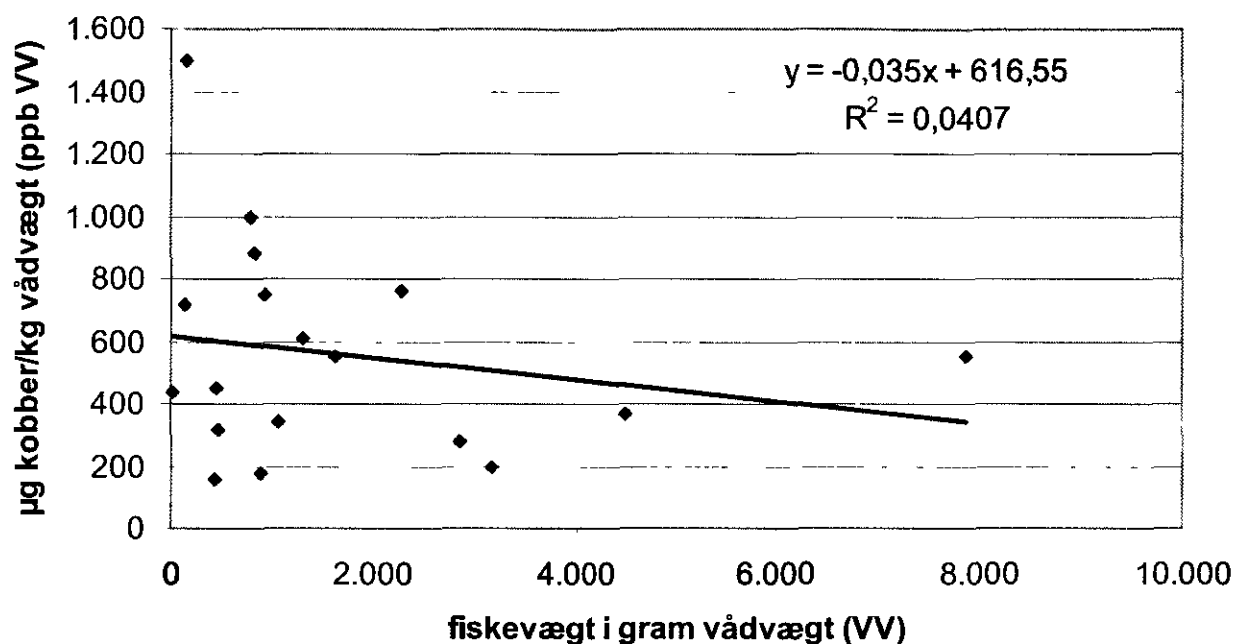
Resultaterne viser ingen systematiske forskelle i kobberindholdet mellem de undersøgte arter.

Resultaterne viser heller ingen systematiske sammenhænge mellem kobberindhold og fiskestørrelse, idet de indlagte tendenslinier alle har en lav korrelationskoefficient.

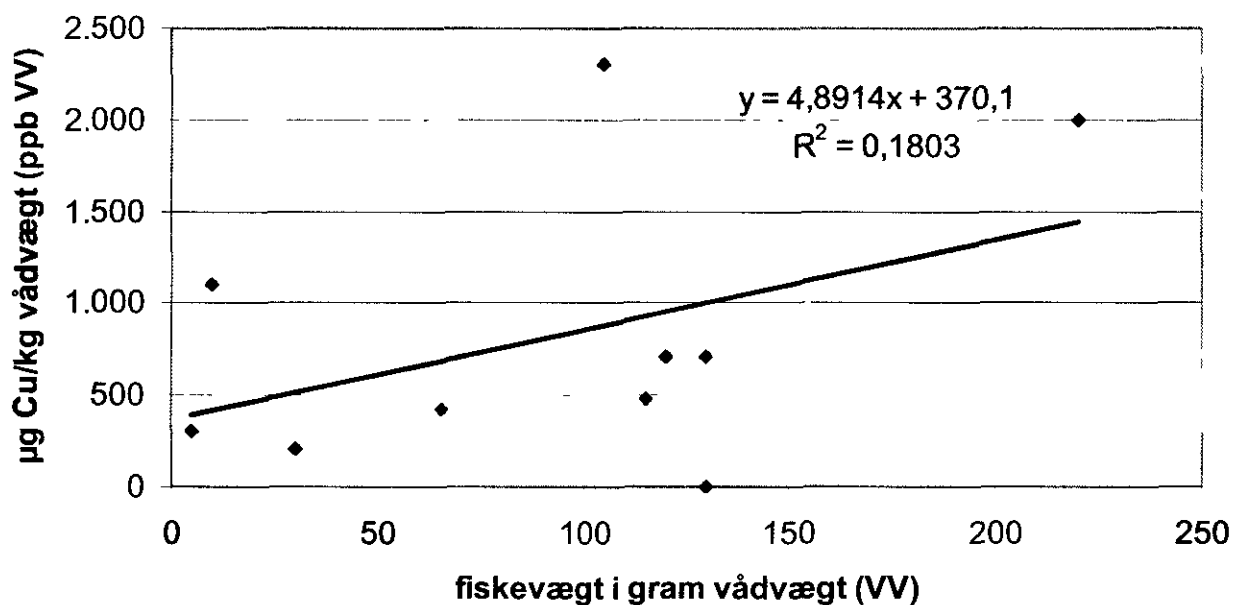
Dette harmonerer med så godt som alle andre foreliggende danske og udenlandske undersøgelser af kobber-indholdet i fisk, som samstemmende viser, at kobber hverken bioakkumuleres eller biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.



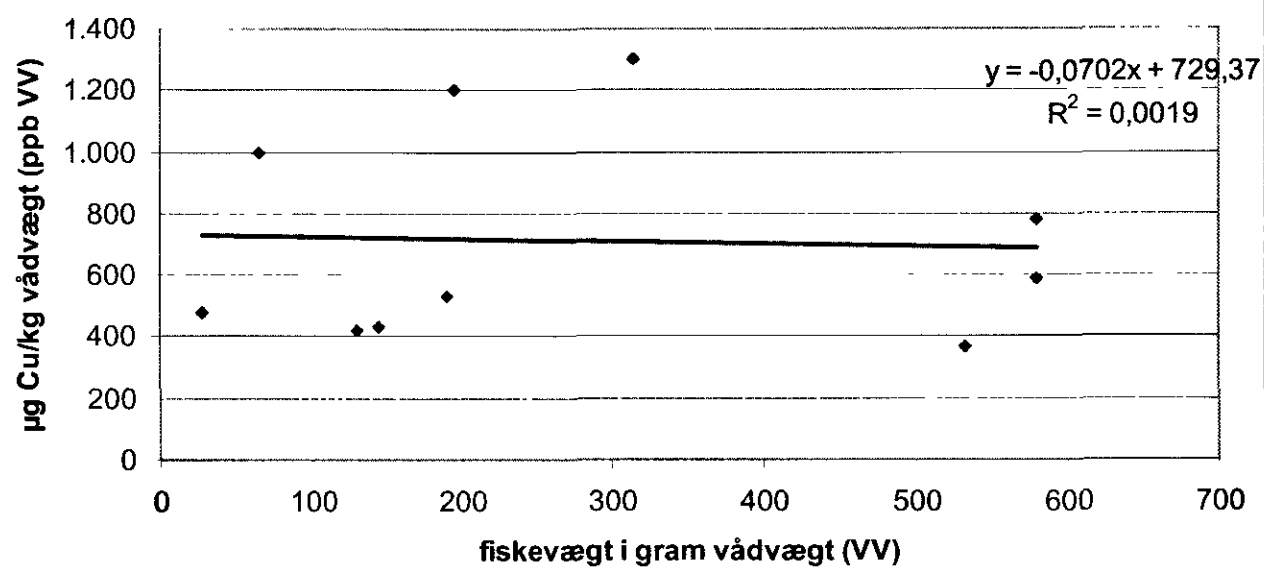
Kobber i gedder fra Grindsted Engso - 2003



Kobber (Cu) i skaller fra Grindsted Engso - 2003



Kobber (Cu) i ål fra Grindsted Engsø - 2003



Skema 4.2.4.

Kobber-koncentrationer i danske søfisk															
Lokalitet	År	Reference	Aborre	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	AI	
Arresø		/DS-9/			0,16-0,20						0,13-0,26			0,24-0,69	
Bure Sø		/DS-7/			0,12-0,15									0,33-0,34	
Esrum Sø		/DS-10/			0,05-0,26									0,17-0,31	
Gurre Sø		/DS-7/			0,10-0,16					0,29-0,58				0,3	
Gyrstinge Sø		/DS-7/			0,20						0,14-0,35			0,30-0,33	
Haraldsted Sø		/DS-7/			0,20						0,19-0,21			0,24-0,31	
Karlsgårde Sø		/2/			0,23										
Kimmerslev Sø		/DS-1&7/			0,10-0,24									0,22	
Lyngby Sø		/DS-2/			0,09-0,13						0,08-0,11			0,23-0,29	
Sjælsø		/DS-8/			0,12-0,40									0,15-0,23	
Uterslev Mose		/DS-12/	1 03		0,62-0,95			0 89							
Vallensbæk Mose		/DS-5/	1,20 ¹⁾					2 10 ¹⁾							
23 danske søer		/DS-11/	0,14-0,33	0,15-0,50	0,02-0,24	0,22-0,32	0,31		0,18-0,21		0,11-0,18	0 18-0,35	0,18-0,43	0,16-0,50	
Grndsted Engsø	1974-76	/2/			0,43										
	1986	/4/	0,62		0,41										
	2003		0,19-2,20		0,16-1,50							0,11-2,30		0,37-1,30	
¹⁾ Værdierne er bestemt ved Proton Induceret X-ray Eradiation Analyse (PIXE), som er en lidt fintfølede metode															

Kobber-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter														
Finske søer		/UF-3/	0,32-0,66	0,39-0,60	0 30-1,00	0,42-0,62			0 40-0,70		0,31-0,37	0,55-1,00		0,4
Ubelastede tyske søer		/UF-1/	0,25-0,46				0,45	0,32				0,13-0,39	0,25	
Belastede tyske vandløb		/UF-1/	0,28-0,49							0,58			0,42-0,95	
Ubelastet canadisk sø		/UF-4/			0,70									
2 belastede canadiske søer		/UF-4/			0,70-0,89									

4.2.5. Krom.

I flertallet (43/58) af analyserne er krom-indholdet under den anvendte analysemetodes detektionsgrænse på ca. 0,03 mg/kg VV, jfr. skema 3.1.

Resultaterne viser i øvrigt, at 7 af de undersøgte fisk tilsyneladende har meget høje krom-koncentrationer (0,4-2,2 mg/kg vådvægt). Disse resultater skal dog ikke tillægges betydning, da der er tale om gennemsnitsværdier af nogle meget afvigende dobbeltbestemmelser, som varierer med afviger med en faktor 4-160!

Som følge af de det store antal værdier under detektionsgrænsen og de 7 formentlig fejlagtigt meget høje værdier, præsenteres krom-data ikke i figurer.

På ovennævnte baggrund viser 2003-resultaterne, at krom-koncentrationerne i Grindsted Engsøs fisk generelt er lavt, både i forhold til danske og udenlandske ferskvandslokaliteter, jfr. skema 4.2.5.

Resultaterne viser ingen systematiske forskelle i kromindholdet mellem de undersøgte arter og fiskestørrelser.

Dette harmonerer med så godt som alle andre foreliggende danske og udenlandske undersøgelser af kromindholdet i fisk, som samstemmende viser, at krom-koncentrationerne ofte er højere i fredfisk end i rovfisk, og at store fisk ofte har mindre koncentrationer end små, hvilket viser, at krom hverken bioakkumuleres eller biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.

Det kan derfor konkluderes, at krom hverken udgør et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem i Grindsted Engsø.

Skema 4.2.5.

Krom-koncentrationer i danske søfisk															
Lokalitet	År	Reference	Aborre	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	Ål	
Arresø		/DS-9/			<0,030						<0,030			<0,020-0,080	
Bure Sø		/DS-7/			<0,030									<0,030	
Esrum Sø		/DS-10/			<0,040-0,050									<0,040-0,050	
Grindsted Engsø		/2/			<0,130										
Gurre Sø		/DS-7/			<0,030					<0,030				<0,030	
Gyrstinge Sø		/DS-6/			0,034-0,161						0,007-0,073			0,040-0,060	
Haraldsted Sø		/DS-6/			0,006-0,052						0,003-0,040			0,043-0,093	
Karlsgårde Sø		/2/			0,150										
Kimmerslev Sø		/DS-1&7/			<0,020-0,090					<0,020-3,4 ¹⁾				<0,030	
Sjælsø		/DS-8/			<0,040									<0,040-0,070	
Utterslev Mose		/DS-12/	0,246		0,208-0,565			0,297							
23 danske søer		/DS-11/	0,001-0,045	0,001-0,140	0,001-0,220	0,003-0,043	0,018		0,023-0,100		0,012-0,220	0,001-0,180	0,009-0,100	0,019-0,430	
Grindsted Engsø	1986	/4/	0,119		0,117										
	2003		<0,030-0,075		<0,030-2,200							<0,030-2,500		<0,003-1,200	
¹⁾ Værdien er antagelig 10 x for høj															

Krom-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter															
Finske søer		/UF-3/	0,004-0,010	0,002-0,020	0,002-0,010	0,003-0,020			0,002-0,020		0,004-0,010	0,002-0,020			0,040-0,230
Ubelastet canadisk sø		/UF-4/			<0,035										
2 belastede canadiske søer		/UF-4/			<0,031										

4.2.6. Nikkel.

I flertallet (33/58) af analyserne er nikkel-indholdet under den anvendte analysemetodes detektionsgrænse på ca. 0,01 mg/kg VV, jfr. skema 3.1. De øvrige resultater viser tilsyneladende, at 6 af de undersøgte fisk har meget høje nikkel-koncentrationer (0,54-2,1 mg/kg vådvægt). Disse resultater skal dog ikke tillægges betydning, da der er tale om gennemsnitsværdier af nogle meget afvigende dobbeltbestemmelser, som varierer med afviger med en faktor 2-333!

Som følge af de det store antal værdier under detektionsgrænsen og de 6 formentlig fejlagtigt meget høje værdier, præsenteres nikkel-data ikke i figurer.

På ovennævnte baggrund viser 2003-resultaterne, at nikkel-koncentrationerne i Grindsted Engsøs fisk generelt er lavt, både i forhold til danske og udenlandske ferskvandslokaliteter, jfr. skema 4.2.6.

Resultaterne viser ingen systematiske forskelle i nikkelinholdet mellem de undersøgte arter og fiskestørrelser.

Dette harmonerer med så godt som alle andre foreliggende danske og udenlandske undersøgelser af kromindholdet i fisk, som samstemmende viser, at nikkel hverken bioakkumuleres eller biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.

Det kan derfor konkluderes, at nikkel hverken udgør et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem i Grindsted Engsø.

Skema 4.2.6.

Nikkel-koncentrationer i danske søfisk														
Lokalitet	År	Reference	Aborne	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	AI
Gyrstinge Sø		/DS6/			0,16-0,19						0,07-0,10			0,33
Haraldsted Sø		/DS-6/			0,08-0,16						0,09-0,46			0,14-0,17
Karlsgårde Sø		/2/			0,18									
Utterslev Mose		/DS-12/	0,11		0,10-1,38			0,12						
23 danske søer		/DS-11/	<0,05 0,32	<0,05-0,23	<0,05-0,42	0,02-0,16	0,04		0,05-0,19		<0,05-0,40	<0,05-0,25	0,02-0,34	<0,05-0,71
Grndsted Engsø	1986	/4/	0,78		1,53									
	2003		<0,010-0,170		<0,010-2,100							<0,013-2,100		<0,120-0,970
Nikkel-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter														
Finske søer		/UF-3/	0,006-0,080	0,007-0,020	0,006-3,000	0,008-0,30			0,005-0,020		0,020-0,040	0,006-0,040		0,010-0,040
Ubelastet canadisk sø		/UF-4/			<0,2									
2 belastede canadiske søer		/UF-4/			<0,2									

4.2.7. Zink.

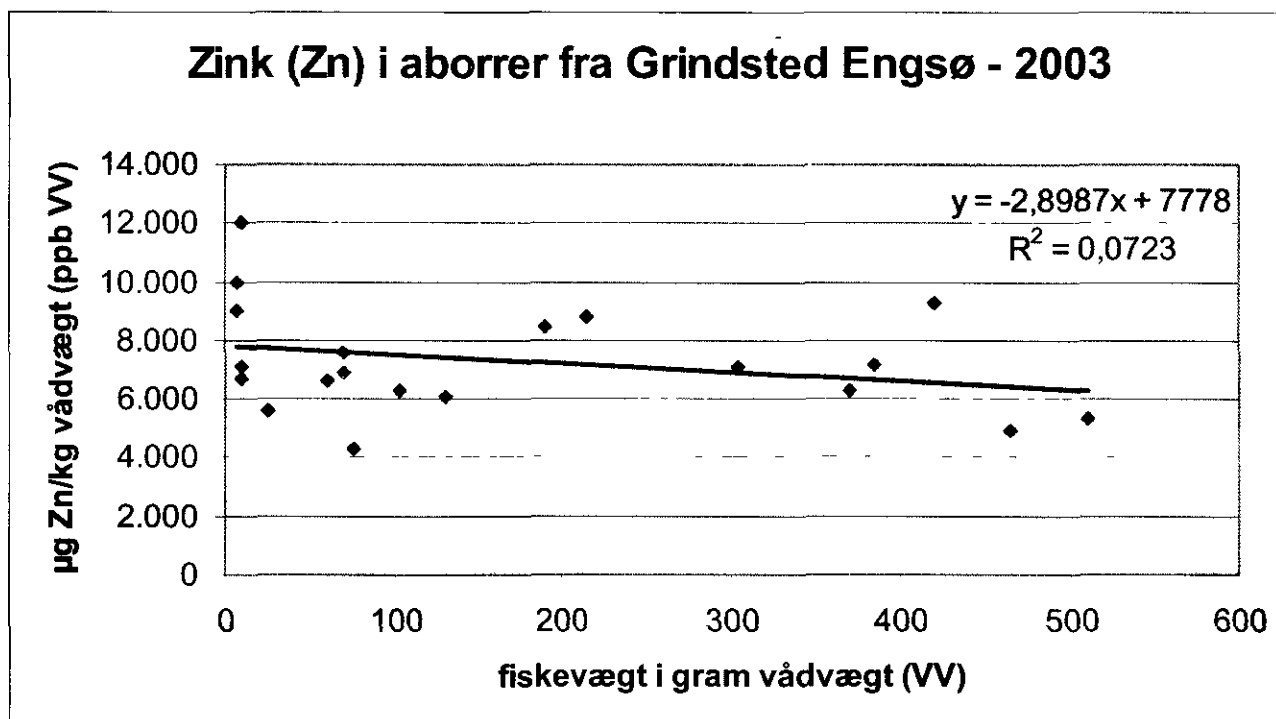
2003-resultaterne viser, at zink-koncentrationerne i Grindsted Engsøs fisk er på samme niveau som i andre danske søer og udenlandske ferskvandslokaliteter, jfr. skema 4.2.7.

Resultaterne viser, som det også kendes fra de fleste andre danske og udenlandske lokaliteter, at ål har et zinkindhold, som ligger 2-3 x højere end i øvrige ferskvandsfisk. En enkelt ål har et indhold, som ligger noget over den hidtil kendte højeste værdi for ål fra danske søer, men den gennemsnitlige zink-koncentration er på samme niveau som i andre søer.

Der er ikke for nogen af de undersøgte arter systematiske forskelle i nikkelindholdet mellem de forskellige fiskestørrelser. De indlagte tendenslinier alle har således alle en lav korrelationskoefficient.

Dette harmonerer med så godt som alle andre foreliggende danske og udenlandske undersøgelser af zinkindholdet i fisk, som samstemmende viser, at zink hverken bioakkumuleres eller biomagnificeres i ferskvandsfisks muskelvæv.

Det kan derfor konkluderes, at zink hverken udgør et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem i Grindsted Engsø.

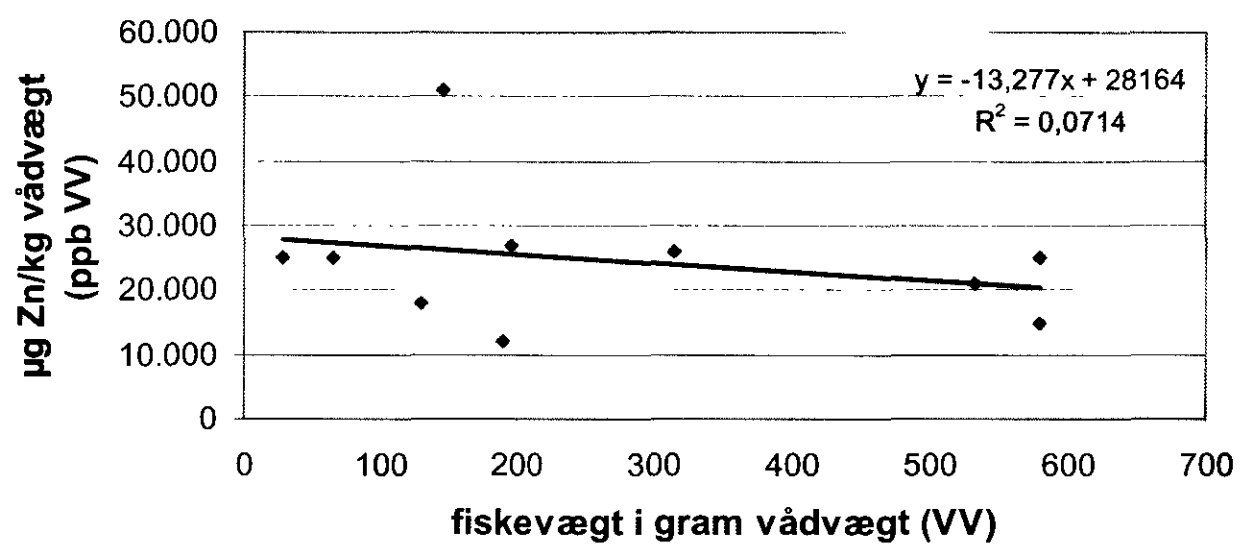


Scatter plot showing the relationship between fish weight (VV) and Zn concentration (µg Zn/kg vådvægt). The x-axis is 'fiskevægt i gram vådvægt (VV)' ranging from 0 to 10,000. The y-axis is 'µg Zn/kg vådvægt (ppb VV)' ranging from 0 to 20,000. A linear regression line is shown with the equation $y = 0,5456x + 8306,6$ and $R^2 = 0,0851$. Data points are scattered around the line, showing a weak positive correlation.

A scatter plot showing the relationship between fish weight (VV) on the x-axis and Zn concentration (µg Zn/kg vådvægt) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 250 with major ticks every 50 units. The y-axis ranges from 0 to 25,000 with major ticks every 5,000 units. There are 10 data points represented by black diamonds. A solid black line represents the linear regression. The equation for the line is $y = -41,671x + 12795$ and the coefficient of determination is $R^2 = 0,4135$.

fiskevægt i gram vådvægt (VV)	µg Zn/kg vådvægt (ppb VV)
10	11000
15	20000
30	9000
65	7500
105	6500
115	8000
120	9500
130	7000
135	4500
220	6500

Zink (Zn) i ål fra Grindsted Engsø - 2003



Skema 4.2.7.

Zink-koncentrationer i danske søfisk															
Lokalitet		År	Reference	Aborre	Brasen	Gedde	Helt	Karpe	Karuds	Knude	Rudskalle	Sandart	Skalle	Suder	Al
Arresø			/DS-9/			5,8-11,0						3,5-14,2			11,0-19,0
Bure Sø			/DS-7/			8,1-16,0									13,0-22,0
Esrum Sø			/DS-10/			5,4-8,9									16,0-30,2
Gnrdsted Engsø			/2/			4,2									
Gurre Sø			/DS-7/			13,0-18,0					20,0				33,0
Gyrstinge Sø			/DS-6/			11,7-17,0						3,1-3,3			23,7-24,7
Haraldsted Sø			/DS-6/			14,7-15,1						3,9-4,3			24,0-24,5
Karlsgarde Sø			/2/			3,3									
Kimmerslev Sø			/DS-1&7/			9,6-20,0					19,0				18,0-24,0
Lyngby Sø			/DS-2/			6,3-11,0						3,4-4,0			18,0-32,0
Sjælsø			/DS-8/			5,9-12,2									10,5-31,7
Utterslev Mose			/DS-12/	4,3		4,4-4,5			11,7						
Vallensbæk Mose			/DS-5/	6,9 ¹⁾		5,0-5,3		24,0	20,2 ¹⁾ -25,0				6,7	6,0	
23 danske søer			/DS-11/	3,8-7,1	3,3-7,1	1,9-17,0	4,0-8,0			5,2-5,6		3,4-5,1	3,5-19,0	3,7-5,1	13,0-26,0
Gnrdsted Engsø		1974-76	/2/												
		1986	/4/	15,0		12,1									
		2003		4,3-12,0		3,7-18,0							4,5-20,0		18,0-51,0
¹⁾ Værdierne er bestemt ved Proton Induceret X-ray Eradiation Analyse (PIXE), som er en lidet fintfølelse metode															

Zink-koncentrationer i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter														
Floden Rednitz (Tyskland)	/UF-5/	5,8	6,0-6,5	5,0			10,2-11,5				7,1-10,8		10,7-28,3	
Finske søer	/UF-3/	6,0-9,6	3,9-5,5	7,4-16,0	5,2-31,0			6,1-8,6		4,8-6,6	6,9-19,0		26,0-27,0	
Ubelastede tyske søer	/UF-1/	7,6-12,1				15,5	16,3		3,5		5,0-20,9	12,1		
Belastede tyske vandløb	/UF-1/	2,6-29,5		1,8-6,7		6,8			16,2		3,1-14,5	1,2-5,6	13,4-32,1	
Ubelastet canadisk sø	/UF-4/			19,0										
2 belastede canadiske søer	/UF-4/			11,0-19,0										

5. LEVNEDSMIDDELHYGIEJNISKE ASPEKTER.

5.1. Danskernes normalkost og fiskenes andel heraf.

Gennemsnitsdanskerens kost, den såkaldte "normalkost" blev undersøgt i 1981 /LH-1/. Undersøgelsen viste, at fisk udgør en begrænset del, nemlig godt 1%, svarende til i gennemsnit 27 g/dag/person(70 kg). Fiskekonsumet har været svagt faldende igennem de sidste 20 år. I 1986 angives det til 26 g/dag/person(70 kg) /LH-2/ og i 1995 er det gennemsnitlige fiskekonsum faldet til lige godt 23 g/dag/person(70 kg) /LH-3/,/LH-4/.

Kostundersøgelsen i 1981 viste samtidig, at det normale indhold af bly, cadmium, kobber og zink i det almindelige danske fiskekonsum kun udgør en begrænset del, nemlig 0,9-2,2% af det samlede indtag af de nævnte metaller via normalkostens fødeemner. Ved de efterfølgende kostundersøgelser /LH-2/,/LH-3/ har det, jfr. nedenstående skema 5.1, vist sig, at fiskenes bidrag til det samlede indtag af de fleste tungmetaller ikke har ændret sig markant op til midten af 1990-erne.

Det følger heraf, at selv meget betydelige variationer i danskeres indtag af fisk, og af fisk med forskellige koncentrationer af de nævnte 4 metaller, kun vil medføre meget små variationer i det samlede kost-indtag af disse metaller. Anderledes forholder det sig med kviksølv, hvoraf fisk bidrager med mellem ¼ og ½-delen af indtaget med normalkosten.

Metal	Årstal	Grænseværdi for dagligt indtag (µg/dag)	Samlede normalkostindtag (µg/dag)	Fiskenes andel af normalkost-indtaget
Bly	<1981	250	77	2,2%
	1986	250	69	5%
	1983-1987	250	42	-
	1993-1997	250	18	1%
Cadmium	<1981	70	32	1,2%
	1986	70	24	2%
	1983-1987	70	20	-
	1993-1997	70	17	0,3%
Kviksølv	1986	50 (33 methyl-hg)	13	50%
	1983-1987	50 (33 methyl-hg)	7	-
	1993-1997	50 (33 methyl-hg)	4	24%
Nikkel	1993-1997	250 (anbefalet)	199	1%
		250 (anbefalet)	160	1%
Kobber	<1981	35000	1680	0,9%
Zink	<1981	Ingen	20100	1,1%

Skema 5.1.

Danskernes indtag af tungmetaller (µg/dag) via normalkosten før 1981 /LH-1/, i 1986 /LH-2/ og i gennemsnit for 5-års-perioderne 1983-87 og 1993-97 /LH-4/.

I skemaet er tillige angivet grænseværdierne for det daglige indtag af metallerne omregnet fra PTWI- og MADL-værdier.

5.2. Udvalgte tungmetallers human-biologiske effekter og grænseværdier for humant metal-indtag.

5.2.1. De potentielt skadelige tungmetaller og de essentielle tungmetaller.

Mange metaller og halvmetaller har afgørende betydning for stofskifteprocesserne i det sunde menneske, hvor de i form af ioner indgår i forskellige enzymer. Det gælder også en række tungmetaller, som i begrænsede mængder er livsnødvendige, medens de i større mængder er giftige og til tider livstruende.

Også i det aquatiske miljø optræder tungmetaller som regel i form af ioner. Dette er også tilfældet for de tungmetaller, der findes i fiskekød- og indvolde. Mange tungmetaller findes som divalente ioner, der for organismen på mange måder ligner uskadelige divalente ioner som f. eks. Ca^{2+} . Nogle af dem indgår til tider tillige i monovalente ion-forbindelser, som ligner almindeligvis uskadelige monovalente ioner som f. eks. K^+ og Na^+ . Dette er baggrunden for, at konsum af fisk med forhøjede tungmetalkoncentrationer kan medføre, at menneskers indtag af en række tungmetaller når uacceptable eller direkte skadelige niveauer.

Nedenfor gives en summarisk oversigt over en række livsvigtige og en række unødvendige tungmetallers betydning for og effekter på mennesker. Oversigten er primært baseret på et større review /LH-5/ og på referencerne /LH-4/, /LH-6/, /LH-7/, /LH-8/.

Endvidere gives en oversigt over anbefalede værdier for indtaget af nogle af de livsvigtige (essentielle) metaller og grænseværdier for anbefalede minimale og maksimale indtag hos mennesker af nogle livsvigtige hhv. unødvendige og potentielt skadelige tungmetaller /LH-9/, /LH-10/, /LH-11/.

For at sikre forbrugerne mod at indtage for store mængder af de potentielt skadelige tungmetaller, bly, cadmium og kviksølv, er der i levnedsmiddellovgivningen fastsat en række grænseværdier for en række fødeemner – heriblandt forskellige typer af fisk.. De i dag gældende grænseværdier er sammenstillet i nedenstående skema 5.2. Af skemaet fremgår også de overvågningsværdier og grænseværdier, der gjaldt forud for den seneste revision i 1999.

Tung-metal	"Regulering"	Fiskeart					
		Ål		Gedder		Andre ferskvandsfisk	
		<1999 /LH-12/	>1999 /LH-13/	<1999 /LH-12/	>1999 /LH-13/	<1999 /LH-12/	>1999 /LH-13/
Bly	Overvågningsværdi	0,3		0,3		0,3	
	Grænseværdi		0,4		0,2		0,2
Cadmium	Overvågningsværdi	0,05		0,05		0,05	
	Grænseværdi		0,1		0,1		0,05
Kviksølv	Grænseværdi	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5

Skema 5.2.

Grænse- og overvågningsværdier for koncentrationerne af bly, cadmium og kviksølv i danske ferskvandsfisk før og efter 1999. Værdier angivet i mg/kg vådvægt. Baseret på /LH-12/, /LH-13/.

5.2.2. Typer af levnedsmiddelhygiejniske grænseværdier indtag af tungmetaller og værdier for anbefalede mindste-indtag af essentielle metaller.

Foreløbige grænseværdier for menneskers maksimale ugentlige indtag af en række potentielt skadelige tungmetaller kaldes PTWI-værdier (**P**rovisional **T**olerable **W**eekly **I**ntake).

For essentielle metaller angives som regel et anbefalet daglig mindste-indtag, en såkaldt DAI-værdi (**D**aily **A**dvised **I**ntake). For nogle af de essentielle metaller, som i for store doser kan være skadelige, angives tillige en værdi for den anbefalede maksimale dosis, en såkaldt MADL-værdi (**M**aximum **A**cceptable **D**aily **L**oad).

5.2.3 Potentielt skadelige og/eller unødvendige tungmetaller.

5.2.3.1. Bly.

Skadevirkninger

Bly (Pb) kan forårsage skader i nervesystemet fordi impulsledningen nedsættes, blodmangel fordi bly hæmmer nogle af de enzymer, som indgår i hæmoglobindannelsen. Bly kan endvidere bevirke såvel nedsat nyrefunktion som forstoppelse og tynd mave. Endvidere er rapporteret om kredsløbsforstyrrelser og nedsat reproduktionsevne.

Grænseværdier

Der blev derfor allerede i 1972 fastsat en foreløbig PTWI-værdi på 3,5 mg/uge/person (70 kg), svarende til 50 µg/uge/kg legemsvægt. Værdien gjaldt kun for voksne. Som følge af børns større følsomhed og relativt større stofskifte blev der i 1986 fastsat en værdi på PTWI-værdi for børn på 25 µg/uge/kg legemsvægt. I 1993 besluttedes det at gøre børneværdien gældende også for voksne. Værdien blev revurderet i 1999, men der fandtes dog ikke grundlag for ændringer. Den i dag gældende PTWI-værdi svarer således til et dagligt bly-indtag på 250 µg for en voksen person med en legemsvægt på 70 kg /LH- 8/.

Bly-indtag med kosten og fiskenes andel heraf

Bly-indholdet i en stor del af danskernes fødemidler har været faldende gennem de seneste 10-15 år, og det samlede indtag var i perioden 1993-1997 i gennemsnit kun 18 µg/dag, hvoraf kun omkring 1% hidrører fra fisk /LH-8/. Det bør bemærkes, at bly-indholdet i de fisk, der indgår i kostundersøgelsen, indeholder gennemsnitligt 9 µg Hg/kg vådvægt /LH-4/, hvilket er godt 20 x mindre end de af EU og Fødevareministeriet fastsatte, i dag gældende grænseværdier for de fleste fisk og godt 40 x mindre end grænseværdien for ål, gedder og en række marine rovfisk /LH-13/, /LH-14/. Såfremt normal kostens fiskekonsum erstattes med fisk med den højeste af de tilladte bly-koncentrationer (0,4 mg/kg vådvægt) vil det daglige bly-indtag stige med ca. 7 µg, hvilket er ubetænkeligt, eftersom dette kun øget gennemsnitsdanske samlede bly-indtag stiger fra 7% til 10% af det tolerable indtag.

Hovedkilden til bly-indtaget er drikkevarer, grøntsager og kornprodukter, som bidrager med hhv. omkring 50%, 15% og 12% af det samlede bly-indtag med kosten.

Det nuværende gennemsnitlige daglige bly-indtag med kosten (18 µg, jfr. skema 4.1) svarer således til 7% af den totale tolerable værdi. Kun 5-10% af befolkningen vil have et indtag, som overstiger ca 10% af den totale tolerable værdi.

5.2.3.2. Cadmium.

Skadevirkninger

Cadmium (Cd) akkumuleres i kroppen, primært i lever- og nyrevæv, hvor det har en meget lang halveringstid (flere 10-år). Cadmium kan derfor forårsage kroniske nyreskader (nedsat funktion, nyrestensdannelse og øget proteinudskillelse), lungeforandringer (forstørrede og ødemfyldte lunger), opkastninger og let blodmangel samt forhøjet blodtryk. Cadmium, der indåndes, vides at være kræftfremkaldende. Der er rapporteret om leverskader og øget risiko for prostatakræft. Der er imidlertid ikke belæg for, at dette også gælder for cadmium indtaget med kosten.

Cadmium betragtes endvidere som den udløsende faktor for den i Japan konstaterede "Itai-itai-syge", der ytrer sig ved knogleskørhed, forøget proteinudskillelse og D-vitamin-mangel.

Grænseværdier

Der er i konsekvens heraf allerede i 1972 fastsat en PTWI-værdi på i gennemsnit 0,525 mg/uge/person (70 kg) svarende til 0,47-0,58 mg/uge/person (70 kg). Værdien blev revurderet i 1988 og i 1993, hvor den blev så godt som fastholdt. Det besluttedes dog at udtrykke PTWI-værdien som µg/kg legemsvægt, hvorefter den fastlagdes til 7µg/uge/kg legemsvægt, svarende til 70 µg/dag/person(70 kg). Denne værdi gælder stadig, på trods af, at der er generel enighed om, at værdien er fastsat uden nævneværdig sikkerhedsfaktor /LH-8/.

Der hersker imidlertid fortsat usikkerhed om, hvor lavt cadmium-indtaget skal være, for at carcinogene effekter med sikkerhed undgås. Det anbefales derfor, at man tilstræber at reducere det daglige cadmium-indtag – også via kosten – mest muligt.

Cadmium-indtag

Cadmiumindholdet i danske normalkost synes ikke at have ændret sig væsentligt indenfor de seneste 10-15 år – en vis stigning i indholdet i visse typer kød modsvares af et fald i visse grøntsager. Der synes dog at have været et lille fald (ca. 10%) i det samlede cadmium-indtag – primært i den først halvdel af perioden, /LH-8/.

Det samlede cadmium-indtag var i perioden 1993-1997 i gennemsnit kun 17 µg/dag, hvoraf kun omkring 0,3% hidrører fra fisk, jfr. skema 5.1. Hovedkilden til cadmium-indtaget er kornprodukter, grøntsager og drikkevarer, som bidrager med hhv. omkring 50%, 25% og 10% af det samlede cadmium-indtag med kosten. Det bør bemærkes, at cadmiumindholdet i de fisk, der indgår i kostundersøgelsen, indeholder gennemsnitligt 2,5 µg Hg/kg vådvægt /LH-4/, hvilket er 20 x mindre end de af EU og Fødevareministeriet fastsatte, i dag gældende grænseværdier for de fleste fisk og 40 x mindre end grænseværdien for ål, gedder og en række marine rovfisk /LH-13/, /LH-14/. Såfremt normalkostens fiskekonsum erstattes med fisk med den højeste af de tilladte cadmium-koncentrationer (0,1 mg/kg vådvægt) vil det daglige cadmium-indtag stige med ca. 6,6 µg, hvilket betyder, at gennemsnitsdanskerens samlede cadmium-indtag stiger fra 24% til 34% af det tolerable indtag. Dette er uden betydning for gennemsnitsdanskeren, men for de 5-10 % af befolkningen, som

er særligt fiskespisende vil der være tale om en stigning fra 40% til 55%, hvilket nærmer sig et kritisk indtag, når det tages i betragtning, at grænseværdien for netop cadmium er fastsat med ret lille sikkerhedsmargin.

Det gennemsnitlige daglige cadmium-indtag med normal-kosten (17 µg), svarer til 24% af den totale tolerable værdi. Omkring 5% af den danske befolkning når op 40% af den totale tolerable værdi.

5.2.3.3. Kviksølv.

Skadevirkninger

Kviksølv (Hg) forårsager primært skader i nervesystemet. Symptomerne strækker sig fra appetitløshed og vægttab over skyhed og manglende koncentrationsevne til svære, eventuelt totale, koordinationsproblemer, således som disse er registreret i Japan i form af den såkaldte "Minamata-syge", der kendes fra Minamata- og Niigata-området.

Grænseværdier

Der er i konsekvens heraf fastsat en PTWI-værdi på 5 µg/uge/kg legemsvægt, hvoraf maksimalt 3,3 µg må være methyl-Hg, som er vandopløseligt og den form, hvorpå langt størstedelen (omkring 90%) af Hg findes i fiskevæv. PTWI-værdierne for såvel total-Hg som methyl-Hg er blevet revurderet i både 1978 og 1988 og senest i 1999, uden at man har fundet grundlag for at ændre dem. Ved den seneste revurdering fandt man dog anledning til at følge situationen nøje, idet et par større befolkningsundersøgelser, heriblandt en dansk-færøsk – uden dog at være entydige – indikerede, at selv meget lave kviksølv-indtag kunne påvirke børns hukommelse og forsinke deres motoriske og sproglige udvikling, jfr. oversigtsartiklen /LH-15/. Bl.a. på basis af den dansk-færøske undersøgelse har de amerikanske fødevaremyndigheder i 2003 fastsat en national PTWI-værdi som kun er halvt så stor som den af FAO/WHO fastsatte.

Kviksølv-indtag

Det gennemsnitlige daglige kviksølv-indtag med kosten udgjorde i perioden 1993-1997 4 µg, jfr. skema 5.1, hvilket svarer til 8% af den totale tolerable værdi for total-Hg og 12% af den tolerable værdi for methyl-Hg.

Hovedkilden til kviksølv-indtaget er fisk, drikkevarer og kornprodukter, som bidrager med hhv. omkring 24%, 18% og 14% af det samlede kviksølv-indtag med kosten. Det bør bemærkes, at kviksølvindholdet i de fisk, der indgår i kostundersøgelsen, indeholder gennemsnitligt 55 µg Hg/kg vådvægt /LH-4/, hvilket er knapt 10 x mindre end de af EU og Fødevareministeriet fastsatte, i dag gældende grænseværdier for de fleste fisk og knapt 20 x mindre end grænseværdien for ål, gedder og en række marine rovfisk /LH-13/, /LH-14/.

Såfremt normalkostens fiskekonsum erstattes med fisk med den højeste af de tilladte kviksølv-koncentrationer (1,0 mg/kg vådvægt) vil det daglige kviksølv-indtag stige med ca. 18 µg, hvilket betyder, at gennemsnitsdanskerens samlede kviksølv-indtag vil nå et niveau, der er 4-5 x over den fastlagte PTWI værdi. Dette i forening med, at næsten alt det kviksølv, der findes i fisk er methyl-

kviksølv, betyder, at et enkelt måltid af disse fisk i mange tilfælde vil medføre, at den fastsatte PTWI-værdi overskrides, med mindre der går en 4-5 uger mellem fiskemåltiderne. Personer, der har stort konsum af fisk anbefales derfor at holde sig til de fiskearter, der har de laveste kviksølv-koncentrationer. Tilsvarende anbefales det, at gravide og ammende mødre af hensyn til deres fostre og børn, som er særligt følsomme for negative effekter af kviksølv, generelt begrænser antallet af fiskemåltider og holder sig fra de arter, der indeholder mest kviksølv.

5.2.4. Essentielle tungmetaller – human betydning og gældende grænseværdier m.v.

5.2.4.1. Kobber.

Kobber (Cu) er et essentielt mikronæringsstof, som indgår i en række humane enzymsystemer, men meget store doser kobber kan have negative virkninger.

Der er derfor fastsat både en DAI-værdi, på 2 mg/dag/person(70 kg) og en MADL-værdi på 35mg/dag/person(70) kg. Begge værdier gælder stadig.

Kobber-indtaget med normalkosten var ved den første kostundersøgelse /LH-1/ 1,68 mg, hvoraf kun 0,9% hidrørte fra fisk. Det samlede kobber-indtag svarede til 84% af det anbefalede daglige mindste-indtag og til 5% af det anbefalede maksimale indtag.

5.2.4.2. Krom.

Krom (Cr) betragtes i dag som et essentielt mikronæringsstof, eftersom det tilsyneladende har afgørende betydning for insulins effekt og dermed for sukkerstofskiftet. Det daglige behov for krom er ikke kendt, og der er ikke fastsat eller anbefalet nogen minimumsværdi for krom-indtagelsen.

Det normale, daglige krom-indtag ligger på 20-200 µg.

Krom kan i store doser medføre kræftlidelser i luftvejene (primært ved indånding), tarmforstyrrelser og nyreskader.

Mange krom-forbindelser er ugiftige, og der er da heller ikke fastsat en grænseværdi for maksimalindtagelsen.

5.2.4.3. Nikkel.

Nikkel (Ni) indgår også i en række vigtige humane enzymsystemer – herunder dehydrogenaser, transaminaser og amylase. Nikkel har specielt betydning for sukkerstofskiftet og for omsætningen af fedt. Nikkelbehovet er meget lille, og mangelsymptomer er sjældne.

Nikkel kan i store doser medføre kræftlidelser i luftvejene (primært ved indånding) og nyreskader. Der er dog ikke fastsat grænseværdier for maksimalindtagelsen. Kostens nikkel-indhold har ingen betydning for størsteparten af befolkningen.

For at sikre, at de der har udviklet kontakt-allergi overfor nikkel ikke får anfald udløst af kosten anbefales det dog, at nikkel-indtaget med kosten holdes under 250 µg/dag /LH-11/.

Der synes i første halvdel af perioden 1985-1995 at være sket et fald i gennemsnitlige daglige nikkel-indtag med kosten på omkring 20% /LH-4/. I perioden 1993-1997 udgjorde det gennemsnitlige daglige nikkel-indtag 160 µg, jfr. skema 4.1, hvilket svarer til 60% af det dagsindtag, det anbefales personer med kontaktallergi overfor nikkel, at holde sig under. 5-10% af den danske befolkning har et dagligt nikkel-indtag med kosten, som er lige omkring eller noget over det anbefalede indtag.

Hovedkilden til nikkel-indtaget er drikkevarer, kornprodukter og mælkeprodukter, som bidrager med hhv. omkring 33%, 25% og 16% af det samlede nikkel-indtag med kosten. Fisk bidrager kun med ca. 1%.

5.2.4.4. Zink.

Zink (Zn) indgår også i en række vigtige humane enzymsystemer, hvorfor der er fastsat en DAI-værdi på 15 mg/dag/person (70) kg.

Der er ikke fundet behov for fastsættelse af et maksimalt dagligt zink-indtag.

Zink-indtaget med normalkosten var ved den første kostundersøgelse /LH-1/ 20,1 mg/dag hvoraf kun 1,1% hidrørte fra fisk. Det samlede zink-indtag svarede til 134% af det anbefalede daglige mindste-indtag.

5.3. Levnedsmiddelhygiejniske vurderinger.

De levnedsmiddelhygiejniske vurderinger tager udgangspunkt i de internationalt værdier for

- menneskers maksimale indtag med kosten af en række potentielt skadelige tungmetaller,
- det anbefalede mindste-indtag med kosten af en række essentielle tungmetaller,
- oplysninger om gennemsnitsdanskerens kostvaner samt indholdet af tungmetalindholdet i og
- gennemsnitsdanskerens indtag af tungmetaller via "normal-kosten".

Metal	Person	Årstal	PTWI (mg metal/uge/person(70kg))
Bly	Alle	<1985	3,5
	Voksne	1986-1993	3,5
	Børn	1986-1993	1,75
	Alle	>1993	1,75
Cadmium		Siden 1972	0,49
Kviksølv		Siden 1972	0,35

Skema 5.3:

Værdier for de fastsatte tolerable gennemsnitlige ugentlige indtag, såkaldte PTWI-værdier (Provisional Tolerable Weekly Intake) med kosten af bly, cadmium og kviksølv.

5.3.1. Bly.

Som anført i afsnit 5.2.3.1 ligger gennemsnitsdanskerens samlede bly-indtag lavt i forhold til det tolerable bly-indtag. Selv et fiskekonsum i normalkostkvantum med den højest tilladte grænseværdi vil ikke føre til at bly-indtag, der overstiger ca. 10% af den tolerable mængde.

Det gennemsnitlige bly-indhold i aborrer, gedder, skaller og ål fra Grindsted Engsø er jfr. bilag 1, hhv. <19, <20, <72 og <43 µg/kg vådvægt, hvilket er 6-21 x mindre end den højeste grænseværdi.

Ud fra hensynet til fiskenes bly-indhold er det derfor helt uproblematisk at spise fisk fra Grindsted Engsø.

5.3.2. Cadmium.

Som anført i afsnit 5.2.3.2 ligger gennemsnitsdanskerens samlede cadmium-indtag relativt lavt i forhold til det tolerable cadmium-indtag. Selv et fiskekonsum i normalkostkvantum med den højest tilladte grænseværdi vil ikke føre til at selv de mest fiskespisende 10% af befolkningen når op på et cadmium-indtag, der overstiger ca. 50% af den tolerable mængde.

Det gennemsnitlige cadmium-indhold i aborrer, gedder, skaller og ål fra Grindsted Engsø er jfr. bilag 1, hhv. <10, <7, <12 og <8 µg/kg vådvægt, hvilket er 8-12 x mindre end den højeste grænseværdi. I gennemsnitsværdierne er de formentlig fejlagtigt meget høje værdier endda medregnet.

Ud fra hensynet til fiskenes cadmium-indhold er det derfor uproblematisk at spise fisk fra Grindsted Engsø.

5.3.3. Kviksølv.

Som anført i afsnit 5.2.3.3 ligger gennemsnitsdanskerens samlede kviksølv-relativt højt i forhold til det tolerable kviksølv-indtag. Et fiskekonsum i normalkostkvantum med den højest tilladte grænseværdi (1,0 mg/kg vådvægt) vil føre til, at gennemsnitsdanskeren får et kviksølv-indtag ligger lige omkring PTWI-værdien.

Det gennemsnitlige kviksølv-indhold i aborrer, gedder, skaller og ål fra Grindsted Engsø er jfr. bilag 1, hhv. 121, 75, 28 og 171 µg/kg vådvægt, hvilket er 6-36 x mindre end den højeste grænseværdi.

Såfremt normalkostens fiskekonsum erstattes med fisk med den i Grindsted Engsø fundne højeste gennemsnitlige kviksølv-koncentration (171 µg/kg vådvægt), vil gennemsnitsdanskerens samlede kviksølv-indtag stige med 2 µg, d.v.s. til 6 µg dagligt, hvorved det samlede kviksølv-indtag vil stige fra 12% til 18% af det tolerable indtag af methyl-kviksølv. I teorien skulle der derfor ikke være problemer i at spise selv søens mest kviksølv-holdige fisk i mængder op til ca. 1 kg/uge (svarende til 5-6 gange normalkostkvantum).

Kviksølvindholdet i fiskene i Grindsted Engsø er i dag nede på et så lavt niveau, at det svarer til niveauet i mange ubelastede danske søer. Det kan derfor konkluderes, at det ud fra hensynet til fiskenes kviksølv-indhold er uproblematisk at spise fisk fra Grindsted Engsø, selv i mængder, der ligger 2-3 x over gennemsnitsdanskerens fiskekonsum.

Da fiskespisere jo imidlertid normalt spiser de største fisk, som også er de mest kviksølvholdige, bør det overvejes at orientere søens lystfiskere om, at de ikke gennem længere tid bør spise mere end ca. ½ kg store aborrer eller ½ kg store ål eller ca. 1 kg store gedder ugentligt.

5.2.4. Kobber.

Som nævnt i afsnit 5.2.4.1 ligger gennemsnitsdanskerens indtag af kobber med normal-kosten lidt under det anbefalede daglige mindste-indtag. Selvom kobber-indholdet i fiskene i Grindsted Engsø er lidt højere end i andre danske søer, og lidt højere end i de fisk, der indgik i normalkostberegningerne i 1981 /LH-1/, så vil spisning af Grindsted Engsøs fisk i normalkostkvantum ikke bringe det samlede kobber-indtag op på mere end knapt 5% af det anbefalede daglige maksimal-indtag.

Det kan derfor konkluderes, at kobber ikke udgør noget levnedsmiddelhygiejnisk problem for Grindsted Engsøs fisk.

5.2.5. Krom

Det normale krom-indtag varierer ganske meget, og der er ingen grænseværdi eftersom krom er vanskeligt at overdosere.

Da kromindholdet i Grindsted Engsøs fisk – når bortses fra de 7 formodentlig fejlagtigt høje værdier – ligger på samme niveau (omkring 30 µg/kg vådvægt) som i andre danske søer, så vil ikke et fiskekonsum af fisk fra Grindsted Engsø i normalkostkvantum ikke ændre på gennemsnitsdanskerens samlede nikkel-indtag.

Det må derfor konkluderes, at krom ikke udgør et særligt levnedsmiddelhygiejnisk problem for Grindsted Engsøs fisk.

5.2.6. Nikkel

Som nævnt i afsnit 5.2.4.3 ligger gennemsnitsdanskerens nikkel-indtag ikke så langt fra, den grænseværdi, der anbefales for mennesker med kontakt-allergi overfor nikkel.

Eftersom nikkel-indholdet i Grindsted Engsøs fisk – når bortses fra de 11 formodentlig fejlagtigt høje værdier – ligger på samme niveau (omkring 30 µg/kg vådvægt) som forudsat i ved normalkostberegningerne i 1997 /LH-4/, så vil et fiskekonsum af fisk fra Grindsted Engsø i normalkostkvantum ikke ændre på gennemsnitsdanskerens samlede nikkel-indtag.

Det må derfor konkluderes, at nikkel ikke udgør et særligt levnedsmiddelhygiejnisk problem for Grindsted Engsø fisk.

5.2.7. Zink.

Som nævnt i afsnit 5.2.4.4 ligger gennemsnitsdanskerens indtag af zink med normal-kosten kun ca. 34 % over det anbefalede daglige mindste-indtag. Selvom zink-indholdet i fiskene i Grindsted Engsø er lidt højere end i de fisk, der indgik i normalkostberegningerne i 1981 /LH-1/, vil spisning af Grindsted Engsøs fisk i normalkostkvantum ikke bringe det samlede zink-indtag op på mere end 37% over det anbefalede daglige mindste-indtag.

Det kan derfor konkluderes, at zink ikke udgør noget levnedsmiddelhygiejnisk problem for Grindsted Engsøs fisk.

6. SAMLET VURDERING.

6.1. Bly.

Det kan konkluderes:

- at bly-indholdet ligger under grænseværdierne for de undersøgte fiskearter,
- at koncentrations-niveauet bly generelt er lavt,
- at fiskene fra Grindsted Engsø ikke indeholder mere bly end fisk fra andre danske søer, og
- at bly ikke udgør hverken et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem for fiskene i Grindsted Engsø.

6.2. Cadmium.

Det kan konkluderes:

- at cadmium-indholdet ligger under grænseværdierne for de undersøgte fiskearter,
- at koncentrations-niveauet for cadmium generelt er lavt,
- at fiskene fra Grindsted Engsø ikke indeholder mere cadmium end fisk fra andre danske søer, og
- at cadmium ikke udgør hverken et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem for fiskene i Grindsted Engsø.

6.3. Kviksølv

Det kan konkluderes:

- at kviksølv-indholdet ligger under grænseværdierne for de undersøgte fiskearter,
- at koncentrations-niveauet for kviksølv er forholdsvis lavt, selv for store rovfisk og store ål,
- at fiskene fra Grindsted Engsø ikke indeholder væsentlig mere kviksølv end fisk fra andre danske søer, og
- at kviksølv ikke længere udgør hverken et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem for fiskene i Grindsted Engsø,
- at der dog kan være behov for at oplyse, at særligt fiskespisende lystfiskere om, at de ikke igennem længere tid bør spise mere end ½ kg store ål eller ½ kg store aborrer ugentligt.

6.4. Kobber

Det kan konkluderes:

- at de undersøgte fisk fra Grindsted Engsø indeholder noget mere kobber end fisk fra andre danske søer, men
- at fiskenes kobber-koncentrationer dog ikke på et niveau, hvor fiskenes trivsel er påvirket,
- at kobberindholdet heller ikke er på et niveau, der influerer på fiskenes egnethed til konsum,
- at kobber-indholdet ikke udgør noget miljømæssigt eller levnedsmiddelhygiejnisk problem for Grindsted Engsøs fisk.

6.5. Krom

Det kan konkluderes:

- at krom-indholdet i fisk fra Grindsted Engsø – bortset fra et antal antagelig fejlagtigt høje værdier er lavt og på niveau med krom-indholdet i fisk fra andre danske søer,
- at krom ikke udgør hverken et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem for fiskene i Grindsted Engsø.

6.6. Nikkel.

Det kan konkluderes:

- at nikkel-indholdet i fisk fra Grindsted Engsø – bortset fra et antal antagelig fejlagtigt høje værdier - er lavt og på niveau med nikkel-indholdet i fisk fra andre danske søer,
- at nikkel ikke udgør hverken et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem for fiskene i Grindsted Engsø,
- at der, uanset at nikkel-indholdet i Grindsted Engsøs fisk ikke adskiller sig fra fisk fra andre søer, dog kan være behov for at oplyse personer med kontakt-allergi overfor nikkel om, at de bør begrænse deres konsum af fisk fra søen til ¼ kg ugentligt for at være helt sikre på, at de ikke udløser en nikkel-allergisk reaktion.

6.7. Zink.

- at zink-indholdet i fisk fra Grindsted Engsø for alle arter er på niveau med zink-indholdet i tilsvarende arter fra andre danske søer,
- at zink ikke udgør hverken et miljømæssigt eller et levnedsmiddelhygiejnisk problem for fiskene i Grindsted Engsø.

7. REFERENCER.

7.1. Referencer vedrørende Grindsted-Varde å-systemet.

- /1/ ISOTOPCENTRALEN, ATV (1977).
Kviksølv i 1968-72.
4. oplag, april 1977. 73 sider + figurer.
- /2/ ISOTOPCENTRALEN, ATV (1978).
Forekomst af kviksølv i det levende miljø. Grindsted-Varde å-systemet.
Kviksølvundersøgelser 1974-76. Arbejdsrapport nr. 3.
Rapport til Ribe Amtskommune, november 1978. 134 sider + bilagsbind.
- /3/ RIBE AMTSRÅD (1985).
Kviksølvrapport Grindsted-Varde Å, januar 1985. 108 sider.
Optryk af rapporten "Kviksølvkoncentrationer i fisk fra Grindsted-Varde Å's vandsystem, sommeren 1982" udarbejdet af MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning for Ribe Amtsråd.
- /4/ COWIconsult, Rådgivende Ingeniører AS (1988).
Grindsted Engsøs forureningstilstand og fremtidsmuligheder. Rapport til Grindsted Kommune, september 1988.
- /5/ RIBE AMTSRÅD (1989).
Kviksølvundersøgelse Grindsted-Varde Å, november 1989. 49 sider.
Optryk af rapporten "Kviksølvkoncentrationer i fisk fra Grindsted-Varde Å's vandsystem, sommeren 1987" udarbejdet af MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning for Ribe Amtsråd.
- /6/ Mortensen, G.K. & Pedersen, G.A. (1991).
Kviksølv i ål fra Grindsted-Varde Å, 1990. Levnedsmiddelstyrelsen, Centrallaboratoriets afdeling B. Rapport nr. F 91013, september 1991. 22 sider.
- /7/ RIBE AMTSRÅD (1995).
Kviksølvundersøgelse Grindsted-Varde Å, januar 1995. 64 sider.
Optryk af rapporten "Kviksølvkoncentrationer i fisk fra Grindsted-Varde Å's vandsystem, sommeren 1992" udarbejdet af MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning for Ribe Amtsråd, 1993.05.30. 67 sider.
- /8/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning (2003).
Fornytt overvågning af kviksølvbelastningen af fisk fra Grindsted-Varde Å og Ho Bugt.
Oplæg til Ribe Amtsråd af 28. februar 2003. 13 sider.

7.2. Levnedsmiddelhygiejniske referencer.

- /LH-1/ Andersen, A. (1981).
Bly, cadmium, kobber og zink i den danske kost.
Statens Levnedsmiddelinstitut, publikation nr. 52. 52 pp.
- /LH-2/ Berg, T. & Würtzen, G. (1987).
Fisk som levnedsmiddel vurderet ud fra et helhedssyn
Statens Levnedsmiddelinstitut, publikation nr. 150, august 1987. 39 sider.
- /LH-3/ Levnedsmiddelstyrelsen (1996).
Danskernes kostvaner 1995.
Statens Levnedsmiddelinstitut, publikation nr. 235, maj 1996. 39 sider.
- /LH-4/ Jørgensen, K. et al. (2000).
Kemiske forureninger. Overvågningssystem for levnedsmidler 1993-1997. Del 2.
Rapport fra Fødevaredirektoratet under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
1. udg., 1. opl. Januar 2000. 132 sider.
- /LH-5/ Markmann, P. N. og Markmann, S. M. (1989).
Tungmetaller i fisk fra danske søer og vandløb.
MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning, Intern rapport 1989-1. 52 sider.
- /LH-6/ Chant, D.A., DeMarco, F.A. & Robertson, H.R. (1974).
Effect on Human Health of Lead from the Environment.
Ministry of health, Ontario, Canada.
Report, 1974.10.29. 108 sider.
- /LH-7/ Förstner, U. & Wittmann (1979).
Metal Pollution in the Aquatic Environment.
Springer Verlag. 486 sider.
- /LH-8/ Anke, M., Groppel, H., Kronemann, H. & Grün, M. (1984).
Nickel – An essential Element.
In Sunderman Jr., F. W. (Editor-in-chief) Nickel in the Human Environment. Proceedings of a joint symposium held at International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyon, France, 8-11 March 1983.
IARC Scientific Publications No. 53, siderne 339-365.
- /LH-9/ FAO/WHO (1972).
Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead and Cadmium.
Sixteenth Report of the Joint Expert Committee on Food Additives. Geneva, 4-12 April 1972.
FAO Nutrition Meetings Report Series, No. 51, Wld. Hlth. Org. tech. Rep. Ser., No. 505.
32 sider

- /LH-10/ FAO/WHO (1978).
List of maximum levels recommended for contaminants by
the joint FAO/WHO codex alimentarius commission.
CAC/FAL 4-1978. 9 pp.
- /LH-11/ Levnedsmiddelstyrelsen (1993).
Nikkelallergi og mad.
Pjece udgivet af Levnedsmiddelstyrelsen og Danmarks Astma- og Allergiforbund.
- /LH-12/ MILJØMINISTERIET (1985)
Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 447 af 5. september 1985 om grænseværdier for
indhold af visse metaller i levnedsmidler. 7 sider.
- /LH-13/ FØDEVAREMINISTERIET (1999).
Fødevareministeriets bekendtgørelse nr. 57 af 22. januar 1999 om visse forureninger i
fødevarer (hvormed "Rådets Forordning (EØF) nr. 315/93 af 8. marts 1993 om
fællesskabsprocedurer for forurenende stoffer i levnedsmidler" udmøntes i dansk
lovgivning).
- /LH-14/ EU-KOMMISSIONEN (2001).
Kommissionens Forordning (EF) nr. 466/2001 af 8. marts 2001 om fastsættelse af
grænseværdier for bestemte stoffer i levnedsmidler.
- /LH-15/ Weihe, P. et al. (2003).
Miljøepidemiologisk forskning fører til sænkning af grænseværdien for kviksølv.
Ugeskr. Læger 2003, bd. 165, siderne 17-111.

7.3. Referencer om tungmetaller i danske søfisk

- /DS-1/ Reuss, M. (1980).
Orienterende undersøgelse af tungmetalbelastningen i Kimmerslev Sø.
Rapport fra VANDKVALITETSINSTITUTTET, ATV. til Hovedstadsrådet, 1980.11.05. 6 sider.
- /DS-2/ Markmann, P. N. & Reuss, M. (1980).
Orienterende undersøgelse af spormetal-koncentrationer i fisk fra Lyngby Sø og en levnedsmiddelhygiejnisk vurdering heraf.
Rapport fra VANDKVALITETSINSTITUTTET, ATV. til Lyngby-Taarbæk Kommune, 1980.12.17. 18 sider.
- /DS-3/ Markmann, P. N. & Warrer-Hansen, I. (1980).
Forsøg med udsætning af græskarper i vandområder i Albertslund Kommune - maj 1978.
Statusrapport fra VANDKVALITETSINSTITUTTET, ATV. til I/S Vallensbæk Mose, 1980.01.21. 30 sider.
- /DS-4/ Rasmussen, K. (1982).
Indhold af kviksølv i fisk fra Ring Sø, Silkeborg Langsø og Tange Sø, 1981.
Rapport udarbejdet for Gudenåkomiteén af Viborg Amtkommune, Vand- og Miljøvæsenet, 1982.01.10.
GUDENÅKOMITEÉN – rapport nr. 2, 16 sider.
- /DS-5/ Damgaard, B. M. & Mortensen, S. M. (1983).
Levnedsmiddelhygiejnisk vurdering af fisk i Tueholm Sø og Vallensbæk Sø.
Rapport fra VANDKVALITETSINSTITUTTET, ATV. til Albertslund Kommune, 1983.04.21. 10 sider.
- /DS-6/ Hansen, H. H. (1985).
Haraldsted og Gyrstinge Søer. Fiskeribiologiske undersøgelser, driftsplaner.
Rapport fra Ringsted Kommunes Beskæftigelsessekretariat, "Fiskeriprojektet" til Ringsted Sportsfiskerforening, april 1985. 185 sider.
- /DS-7/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning (1985).
Orienterende undersøgelser af fiskebestandene i Bure, Gurre og Kimmerslev Søer samt tungmetalbelastningen af udvalgte fiskearter.
Rapport til Hovedstadsrådet, 1984.09.14. 57 sider.
Trykt som arbejdsdokument fra Hovedstadsrådet, september 1985.
- /DS-8/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning (1985).
Undersøgelse af fiskebestanden i Sjælsø - herunder indholdet af visse tungmetaller i udvalgte fiskearter.
Rapport til COWIconsult A/S, 1985.09.08. 41 sider.
Trykt som delrapport 4 i COWIconsult A/S' rapport til Hovedstadsrådet:
"Recipientundersøgelse af Nive Å-systemet og Nivå Bugt, december 1985.

/DS-9/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning (1986).
Fiskebestanden i Arresø, erhvervsfiskeriet og ålefaringen til søen samt
tungmetalbelastningen af udvalgte fiskearter.
Rapport til Hovedstadsrådet, 1986.09.08. 70 sider.

- /DS-10/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning (1987).
Undersøgelse af ilt- og temperaturforhold, profundalfauna, fiskebestand og erhvervsfiskeri
samt tungmetalbelastning af udvalgte arter i Esrum Sø.
Rapport til Hovedstadsrådet, 1987.09.04. 45 sider + bilag.
- /DS-11/ LEVNEDSMIDDELSTYRELSEN (1986).
Ferskvandsfisk. Indhold af sporelementer, PCB og chlorholdige pesticider.
Publikation nr. 138, december 1986. 51 sider.
- /DS-12/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning (1994).
Kviksølv, cadmium og bly i fisk fra Peblinge Sø, Sankt Jørgens Sø, Sortedams Sø samt
Damhussøen og Utterslev Mose, 1992-1993.
Rapport til Københavns Kommune, 1994.04.08. 49 sider incl. bilag.

7.4. Referencer for tungmetaller i ferskvandsfisk fra udenlandske lokaliteter.

- /UF-1/ Holm, J. (1980).
Blei-, Cadmium-, Arsen- und Zinkgehalte von Fischen aus unbelasteten und belasteten
Binnengewässern.
Fleischwirtsch. 60 (5), siderne 1076-1083.
- /UF-2/ Julshamn, K., Ringdal, O. and Haugsnes, J. (1985).
Minerals and trace elements in fillets of nine freshwater fishes from Norway.
Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring, 2, siderne 185-191.
- /UF-3/ Nuurtamo, M., Varo, P., Saari, E. and Koivistoinen, P. (1980).
Mineral Elements Composition of Finnish Foods. VI, Fish and Fish Products.
Acta Agricultura Scandinavica, Suppl. 22, siderne 77-87.
- /UF-4/ Uthe, J.F. & Bligh, E.G. (1971).
Preliminary Survey of heavy Metal Contamination of Canadian Freshwater Fish.
J. Fish. Res. Bd. Can. 1971(28), siderne 786-788.
- /UF-5/ Weber, Otto. (1985).
Metallkonzentrationen in Fischen aus der Rednitz.
Z. Lebensm. Unters. Forsch., 180, siderne 463-466.

8. BILAG

Bilag 1.

Aborre		Grindsted Engsø					juni-juli 2003	
cm	gram	ppb Pb	ppb Cd	ppb Cu	ppb Cr	ppb Hg	ppb Ni	ppb Zn
9,0	7	29	<0,1	430	36	160	<11	10.000
9,0	10	<9	<1	190	<30	93	<11	7.100
9,5	10	32	12	570	32	41	<11	6.700
9,5	7	62	24	470	<30	27	<10	9.000
9,5	10	<11	<0,1	330	<30	47	<13	12.000
12,5	25	47	64	190	<30	37	<13	5.600
17,5	60	<9	71	200	<30	93	<11	6.600
18,0	70	<11	5	610	<30	86	<13	7.600
18,0	75	<10	7	1.200	<30	110	15	4.300
18,5	70	<10	<0,1	420	<30	65	<12	6.900
19,0	103	<11	5	810	<30	74	<13	6.300
22,5	130	<10	<0,1	610	<30	71	<13	6.100
23,0	190	17	<0,1	2.200	<30	140	170	8.500
25,5	215	<11	2	1.800	75	130	87	8.800
28,5	304	<11	<0,1	930	<30	140	17	7.100
30,0	370	31	5	1.300	31	230	<13	6.300
30,0	385	<11	<0,1	1.100	<30	140	<13	7.200
31,0	465	26	<0,1	860	<30	190	<12	4.900
32,0	420	<11	6	1.800	<30	340	170	9.300
32,0	510	<11	<0,1	520	<30	210	17	5.300
Gennemsnit		<19	<10	827	<33	121	<32	7.280

Gedde		Grindsted Engsø					juni-juli 2003	
cm	gram	ppb Pb	ppb Cd	ppb Cu	ppb Cr	ppb Hg	ppb Ni	ppb Zn
12,5	13	<8	<0,5	440	<30	64	<10	5.800
27,5	145	30	8	720	<30	91	<12	3.700
29,0	155	43	<0,6	1500	2200	84	2100	5.700
41,0	435	<9	<0,6	160	71	92	<11	7.600
41,0	470	<9	<0,6	320	490	74	270	8.700
42,5	450	<10	85	450	<30	120	<12	5.100
49,0	780	<10	5	1000	<30	70	15	9.100
50,0	820	75	1	880	330	34	170	8.300
51,5	890	<10	3	180	<30	61	<12	7.500
52,0	920	<9	2	750	<30	77	<11	8.800
54,0	1.060	<10	<0,6	340	<30	79	<12	12.000
61,0	1.298	82	2	610	230	58	78	14.000
61,0	1.608	<10	3	550	<30	69	<12	14.000
65,5	2.270	<11	6	760	440	65	290	6.800
73,5	2.833	<10	3	280	<30	77	<12	12.000
79,0	3.150	<11	1	200	<30	59	<13	18.000
84,0	4.494	<11	<0,6	370	<30	86	<13	11.000
101,0	7.864	<10	2	550	<30	90	<12	7.600
Gennemsnit		<20	<7	559	<229	75	<170	9.206

Skalle		Grindsted Engsø						juni 2003
cm	gram	ppb Pb	ppb Cd	ppb Cu	ppb Cr	ppb Hg	ppb Ni	ppb Zn
9,5	5	28	75	310	34	45	120	11.000
12,0	10	20	<0,1	1.100	<30	34	650	20.000
14,5	30	150	31	210	<30	24	<13	9.000
18,0	65	89	2	430	<30	22	85	7.300
20,5	105	73	9	2.300	890	18	1.100	6.500
21,5	115	<11	<0,1	480	<30	30	40	8.000
21,5	120	70	2	710	<30	29	<13	9.500
22,0	130	120	<0,1	710	<30	29	<13	4.500
22,5	130	<11	<1	<110	<30	25	18	7.000
26,0	220	150	<0,1	2.000	2.500	19	2.100	6.400
Gennemsnit		<72	<12	<836	<363	28	<415	8.920

AI		Grindsted Engsø					juni-juli 2003	
cm	gram	ppb Pb	ppb Cd	ppb Cu	ppb Cr	ppb Hg	ppb Ni	ppb Zn
28,0	28	100	18	480	600	52	540	25.000
35,5	65	100	37	1.000	1.200	67	970	25.000
43,5	130	<10	1	420	<30	62	<12	18.000
49,0	145	<17	3	430	<50	130	<20	51.000
48,0	190	38	<6	530	<3	63	31	12.000
49,5	195	36	7	1 200	<30	57	71	27.000
67,0	315	<21	<0,9	1.300	<40	400	320	26.000
65,5	533	30	<1	370	<60	340	<22	21.000
67,0	579	12	<0,7	590	<40	220	36	15.000
73,0	580	68	<1	780	<50	320	<22	25.000
Gennemsnit		<43	<8	710	<210	171	<204	24.500