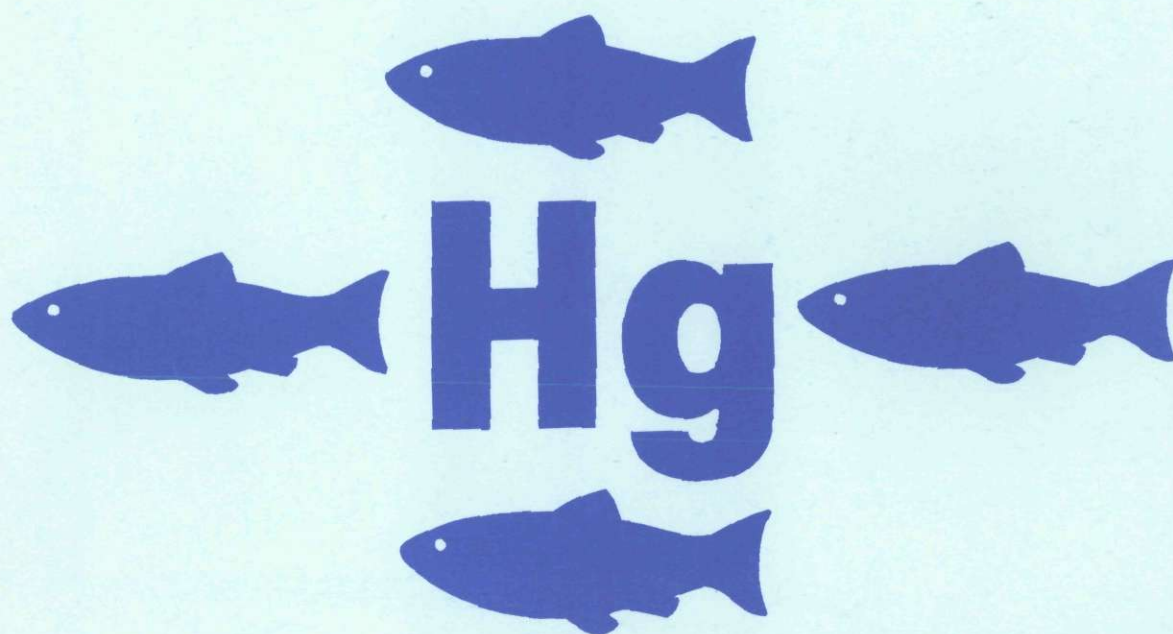


Ribe Amtskommune



Kviksølvundersøgelse

Grindsted - Varde å

INDHOLDSFORTEGNELSE

	<u>SIDE</u>
0. SAMMENFATNING	3
1. INDLEDNING	5
2. UNDERSØGELSENS INDHOLD OG OMFANG	6
3. ANALYSERING	10
4. RESULTATER OG VURDERINGER	11
4.1. Nærværende undersøgelser af rygmuskelvæv	11
4.1.1. Udviklingen i kviksølv-belastningen	11
4.1.2. Den aktuelle belastning i relation til baggrundsbelastningen	18
4.1.3. Den faktiske belastningsudvikling i relation til prognoser herfor	18
4.2. Tidligere undersøgelser af uorganisk og organisk Hg i lever-, muskel- og nyrevæv	21
4.3. Behovet for fremtidige kontrolundersøgelser	22
5. REFERENCER	24
6. BILAG	25
6.1. Bilag 1. Notat vedrørende analysemetoder og analysesammenlignelighed	26
6.2. Bilag 2. Analyserapport fra Biologisk Institut, Odense Universitet	29
6.3. Bilag 3. Længde, vægt, alder og Hg-koncentrationer i muskelvæv af analyserede fisk	37
6.4. Bilag 4. Teststørrelser for aborre, gedde, skalle og skrubbe	41

INDHOLDSFORTEGNELSE

	<u>SIDE</u>
6.5. Bilag 5. Uorganiske og organiske Hg-koncentrationer i lever-, muskel- og nyrevæv fra fisk fanget i Grindsted Engso i 1986	48

ISBN: 87-7342-492-7

0. SAMMENFATNING.

MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning, har i sommeren 1987 for RIBE AMTSRÅD gennemført en ny undersøgelse af kviksølvbelastningen af udvalgte fiskearter fra en række lokaliteter i Grindsted-Varde å.

Ved undersøgelsen er der udført kviksølvanalyser på rygmuskelvæv fra i alt 109 fisk, fortrinsvis aborrer og gedder, indsamlet på de samme 9 lokaliteter, som indgik i en tilsvarende undersøgelse i 1982-1983.

Resultaterne af kviksølvanalyseringen, som er udført af Odense Universitets Biologiske Institut, har muliggjort en vurdering af udviklingen i kviksølvbelastningen og det aktuelle belastningsniveau på 7 af de 9 undersøgte lokaliteter.

Sammenfattende kan det om belastningsudviklingen konstateres:

- at kviksølvbelastningen siden undersøgelsen i 1982-83 med sikkerhed er halveret eller yderligere noget formindsket på 4 af de undersøgte lokaliteter, nemlig Karlsgårde Kanal, Karlsgårde Sø, Øvre Varde Å og Nedre Varde Å, og at det faktiske fald i kviksølv-koncentrationsniveauet i Karlsgårde Sø's skallebestand i perioden 1982 til 1987 stort set svarer til det, der har været prognosticeret, medens faldet i geddebestandens kviksølvbelastning er gået væsentlig hurtigere end prognosticeret, idet belastningen allerede i 1987 lå under den for 1995 forventede,
- at kviksølvbelastningen siden undersøgelsen i 1982 også er mindsket på lokaliteten, Bagvandshullet, hvor aborrer viser et tydeligt fald, medens kviksølvkoncentrationerne i de analyserede store gedder er nogenlunde uændret eller svagt faldende,
- at kviksølvbelastningen antagelig også er faldet en anelse i Ho Bugt, samt
- at kviksølvbelastningen med sikkerhed er forøget på en enkelt af de undersøgte lokaliteter, nemlig Grindsted Engsø, hvilket ikke er umiddelbart forklarligt, da der ikke foreligger oplysninger om nye eller forøgede kviksølvudledninger direkte til eller opstrøms søen.

Sammenfatning.

Hvad angår belastningsniveauet kan det konstateres:

- at kviksølvkoncentrationerne i aborrer og gedder fra Grindsted Engsø, hvor belastningen som nævnt er steget, ligger på et niveau svarende til 5-6 x baggrunds niveauet, og
- at kviksølvkoncentrationerne i såvel aborrer som gedder fra Karlsgårde Sø, Bagvandshullet, Øvre Varde Å og Nedre Varde Å, trods de på disse lokaliteter konstaterede fald, endnu ligger på et niveau svarende til 50-150% over baggrundsbelastningen for disse arter, samt
- at Karlsgårde Sø og Nedre Varde Å er de lokaliteter, hvis aborre- og geddebestande har kviksølvkoncentrationer, som kommer baggrunds niveauet for disse arter nærmest.

På basis af de ovenstående resultater vurderes det, at der er behov for fortsat at følge udviklingen i Grindsted-Varde å's kviksølvbelastning. Dette er især tilfældet for Grindsted Engsø, men også lokaliteterne Karlsgårde Sø og Indre Ho Bugt bør indgå i en fornyet kontrolundersøgelse, som det vil være hensigtsmæssigt at gennemføre i sommeren 1992, således at belastningsudviklingen fortsat kan følges over perioder af 5 års varighed.

1. INDLEDNING.

MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning, gennemførte i årene 1982-1983 en større sammenfattende undersøgelse af kviksølvbelastningen i Grindsted-Varde å og Ho Bugt for RIBE AMTSRÅD, jfr. /1/. Denne undersøgelse viste, at fiskene i dele af Grindsted-Varde å's vandsystem stadig var belastede med kviksølv i uacceptabel grad.

Disse undersøgelsesresultater gav RIBE AMTSRÅD anledning til overvejelser om en mere systematisk overvågning af udviklingen i vandsystemets kviksølvbelastning.

I konsekvens heraf har MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning, i sommeren 1987 efter anmodning fra RIBE AMTSRÅD forestået en ny samlet undersøgelse af kviksølvbelastningen af fisk fra Grindsted-Varde å-systemet og Ho Bugt og dennes tidsmæssige udvikling.

2. UNDERSØGELSENS INDHOLD OG OMFANG.

Undersøgelsen har med mindre justeringer fulgt de retningslinier, som skitseredes i MOHR-MARK-MANN's oplæg hertil /2/.

Der er således søgt indsamlet fisk til kviksølv-analyse på de samme 9 lokaliteter, som anvendtes ved undersøgelsen i 1982-1983, medens antallet af undersøgte fiskearter, af hensyn til analyseomkostningerne, er begrænset til de arter, som egner sig bedst i forbindelse med overvågningsundersøgelser, jfr. /3/. Der er i konsekvens heraf ikke udført analyser på ål. De anvendte lokaliteter fremgår af figur 1.

Ideelt er der søgt indsamlet 9 fisk af hver af de valgte arter, fordelt på 5 ens store, forholdsvis unge fisk (lille størrelse) og 4 større, forskelligt store fisk. Denne indsamlingsstrategi indebar et maksimalt antal fisk (og analyser) på 162 stk.

På vandløbs- og sølokaliteterne er der indsamlet både aborrer og gedder, medens der i Ho Bugt kun er indsamlet skrubber. Af hensyn til en vurdering af den faktiske belastning af skallebestanden i Karlsgårde Sø i forhold til tidligere prognoser er der på denne lokalitet tillige indsamlet skaller.

Indsamling af fisk til analyse er gennemført i sommeren 1987 i dagene 29. juni - 3. juli. Prøvetagning på denne årstid indebærer, at variationer i kviksølvkoncentrationerne i fiskenes rygmuskelvæv som følge af variationer i fiskenes kønscyklus i videst mulig udstrækning elimineres. På dette tidspunkt har de undersøgte arter gydt nogen tid forud, således at fedt- og tørstofindholdet i det undersøgte rygmuskelvæv er sammenligneligt mellem kønsmodne og ikke kønsmodne fisk og mellem de enkelte fisk. Den valgte årstid sikrer også størst mulig sammenlignelighed med resultaterne af tidligere undersøgelser, som primært er udført i sommerperioden.

I skema 1 gives en oversigt over de fisk, der har været anvendt i analysearbejdet, fordelt på arter og lokaliteter. Eftersom der ikke på alle lokaliteter har været de søgte størrelser og antal fisk af de forudbestemte arter tilstede, er der foretaget færre analyser end planlagt.

Undersøgelsens indhold og omfang.

Dette har især været tilfældet for gedder, hvilket antagelig kan tilskrives det forhold, at en lokal sportsfiskerforening kort før indsamlingen af fisk til nærværende undersøgelse havde udført såkaldt "bekæmpelsesfiskeri" efter gedder på et par af de ved nærværende undersøgelse anvendte lokaliteter.

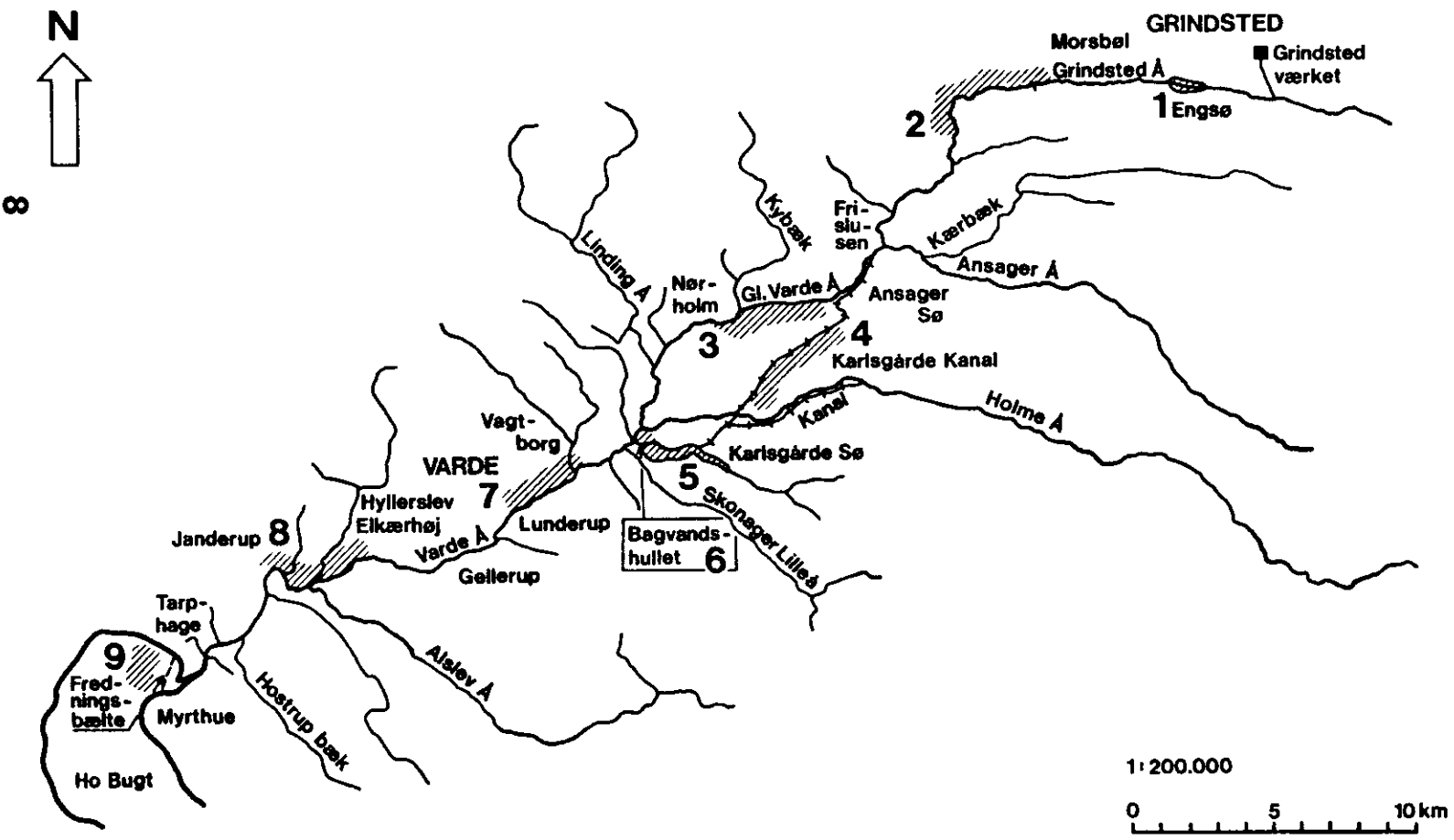
	Aborre	Gedde	Skalle	Skrubbe
Grindsted Engsø	9	9		
Grindsted Å	2	-		
Gl. Varde Å	-	-		
Karlsgårde Kanal	9	1		
Karlsgårde Sø	9	10	10	
Bagvandshullet	9	4		
Varde Å	9	1		
Nedre Varde Å	9	10		
Indre Ho Bugt				8

Skema 1: Oversigt over de i forbindelse med 1987-undersøgelsen analyserede fisk fordelt på arter og lokaliteter.

Med den valgte analyseringsstrategi er der skabt basis for gennemførelsen af statistisk set nogenlunde sikre beregninger af en række "standardiserede" værdier for de forskellige fiskearters kviksølvbelastning, såkaldte teststørrelser. Disse beregnede værdier, der muliggør en sammenligning af de forskellige fiskearters og lokaliteters kviksølvbelastning, har omfattet følgende værdier:

- Den gennemsnitlige belastning af fisk, der er så unge, at de i rimelig grad afspejler lokaliteternes aktuelle belastningsforhold. Disse værdier er beregnet dels for alle fisk < 100 g, dels for grupper af nogenlunde ens store fisk < 100 g, som sandsynligvis også er af samme alder.
- Den gennemsnitlige belastning af alle de fisk, der er analyseret.
- Hældningskoefficienterne for regressionslinier for sammenhænge mellem fiskevægte (x-værdier) og kviksølvkoncentrationer (y-værdier).
- Skæringspunkterne mellem disse regressionslinier og koordinatsystemernes y-akser.

Figur 1
 Lokaltiteter anvendt ved
 undersøgelsen af 1987-
 kviksølvbelastningen
 af fisk fra Grindsted-
 Varde å og Ho bugt.



Undersøgelsens indhold og omfang.

- Den gennemsnitlige kviksølvkoncentration i fisk af standardstørrelse, 1000 g for gedde og 200 g for øvrige arter, såkaldte Y_{1000} - og Y_{200} -værdier.

Længden af de til analysering indsamlede fisk er målt til nærmeste mindre $\frac{1}{2}$ -cm, og fiskene er vejret i aftørret tilstand til nærmeste lige antal gram. Herudover er der for de fleste fisks vedkommende foretaget aldersbestemmelser på skæl med henblik på at forklare/afsløre eventuelle fisk, hvis kviksølvkoncentrationer var "uventet" høje eller lave i forhold til deres vægt og de beregnede korrelationer mellem vægte og kviksølvkoncentrationer. Sådanne fisk har imidlertid ikke optrådt, idet der generelt har været en særdeles god korrelation mellem de analyserede fisks aldre og vægte.

3. ANALYSERING.

Efter udtagning af skælprøver til aldersbestemmelse er hele fisk, inden for få timer efter fangst, emballeret i polyethylenposer og hurtigt nedfrosset. Fiskene er opbevaret i nedfrosset tilstand indtil udpræparering af vævsprøver og analysering kunne finde sted.

Udpræpareringen af vævsprøver og analysearbejdet er udført på Biologisk Institut, Odense Universitet (OU). Analyseringen er gennemført ved såkaldt AAS-metode (Atom-Absorptions-Spektrofotometri).

En indledende orienterende parallelanalyse (omfattende 3 prøver) mellem OU og de institutioner, der har udført langt størsteparten af de hidtidige analyser på muskelvæv fra ferskvandsfisk, nemlig Isotopcentralen under ATV (IC) og Miljø- og levnedsmiddelkontrollen i Varde (MLKV), viste, jfr. bilag 1, betydelige forskelle.

Der blev derfor iværksat en supplerende parallelanalyse for at afklare årsagen til de konstaterede forskelle. Resultaterne heraf, der ligeledes fremgår af bilag 1, viste, at OU's analyser stadig gav resultater, som var lavere end de af IC målte værdier, især for de værdier, der angives på vådvægtsbasis. Det skal dog bemærkes, at resultaterne af analyserne på væv fra den ene gedde, som har været anvendt ved såvel den første som den anden parallelanalyse, ligger omtrent på samme niveau for OU's vedkommende, medens IC ved anden analyserunde målte en værdi, som udgjorde knap 80% af den værdi, IC målte i første runde.

Ribe amtsråds tekniske forvaltning har, jfr. bilag 1, på basis af resultaterne af ovennævnte parallelanalyser og en i 1988 gennemført ICES-interkalibrering, hvori OU har deltaget med tilfredsstillende resultat, jfr. /4/, konkluderet, at variationerne de forskellige analysemetoder imellem er af så forholdsvis begrænset omfang, at de ved nærværende undersøgelse tilvejebragte data for total-kviksølvkoncentrationerne på vådvægtsbasis tillader sammenligninger med de tilsvarende data, der er tilvejebragt ved tidligere undersøgelser i Grindsted-Varde å-systemet.

4. RESULTATER OG VURDERINGER.

4.1. Nærværende undersøgelser af rygmuskelvæv.

Resultaterne af de udførte analyser findes i bilag 2, og i bilag 3 er angivet længde, vægt og alder af de analyserede fisk tillige med koncentrationerne af total-Hg.

4.1.1. Udviklingen i kviksølvbelastningen.

Vurderingerne af udviklingen i de undersøgte lokaliteters kviksølvbelastning er baseret på de beregnede teststørrelser, som gives i bilag 4, sammen med de på basis af tidligere undersøgelser beregnede tilsvarende teststørrelser.

Udviklingen i belastningerne er vist og på figurerne 2-8.

De ved nærværende undersøgelse tilvejebragte data giver ingen mulighed for vurdering af udviklingen i kviksølvbelastningen på 2 af de undersøgte lokaliteter, Grindsted å og Gl. Varde å, fordi der i Grindsted å hverken fangedes aborrer eller gedder, og fordi der i Gl. Varde å kun fangedes 2 aborrer og slet ingen gedder.

For de øvrige 7 lokaliteter kan udviklingen i kviksølvbelastningerne sammenfattes således:

Grindsted Engsø:

Aborre: koncentrationsniveauet svagt forøget siden 1982.

Gedde: koncentrationsniveauet forøget til knap 2 x niveauet i 1982.

Karlsgårde Kanal:

Aborre: koncentrationsniveauet faldet til ca. 1/2 x niveauet i 1982.

Karlsgårde Sø:

Aborre: koncentrationsniveauet faldet til ca. 1/4 x niveauet i 1979.

Gedde: koncentrationsniveauet faldet til ca. 1/2 x niveauet i 1982.

Skalle: koncentrationsniveauet faldet til ca. 1/3 x niveauet i 1982.

Resultater og vurderinger.

Bagvandshullet:

Aborre: koncentrationsniveauet faldet til ca.
1/3 x niveauet i 1982.
Gedde: koncentrationsniveauet forøget til ca.
1,5 x niveauet i 1982.

Øvre Varde Å:

Aborre: koncentrationsniveauet faldet til ca.
1/2 x niveauet i 1982.
Gedde: koncentrationsniveauet måske svagt fal-
dende, data dog uklare.

Nedre Varde Å:

Aborre: koncentrationsniveauet faldet til godt
1/2 x niveauet i 1982.
Gedde: koncentrationsniveauet faldet til godt
1/2 x niveauet i 1982.

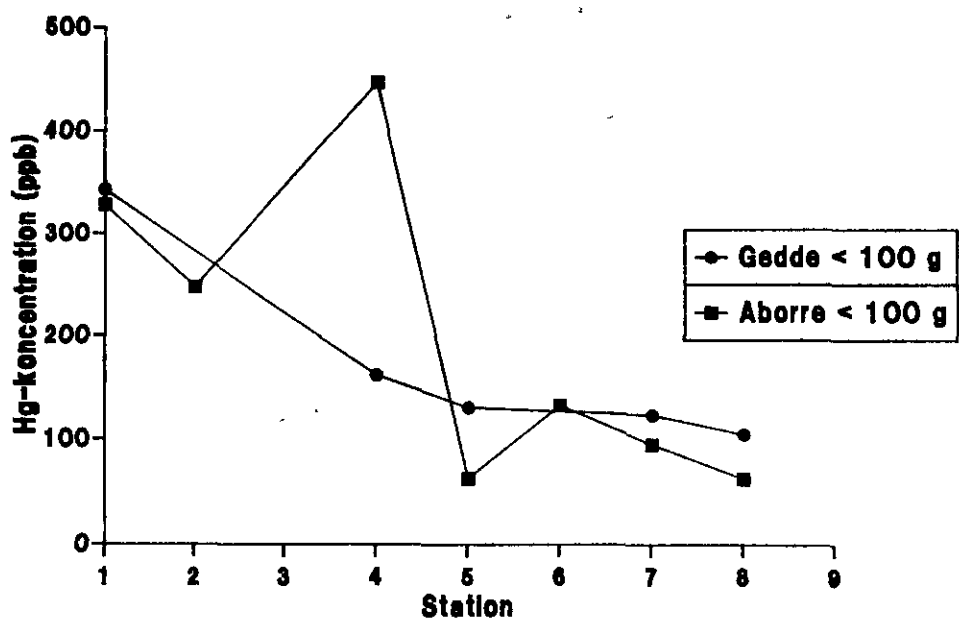
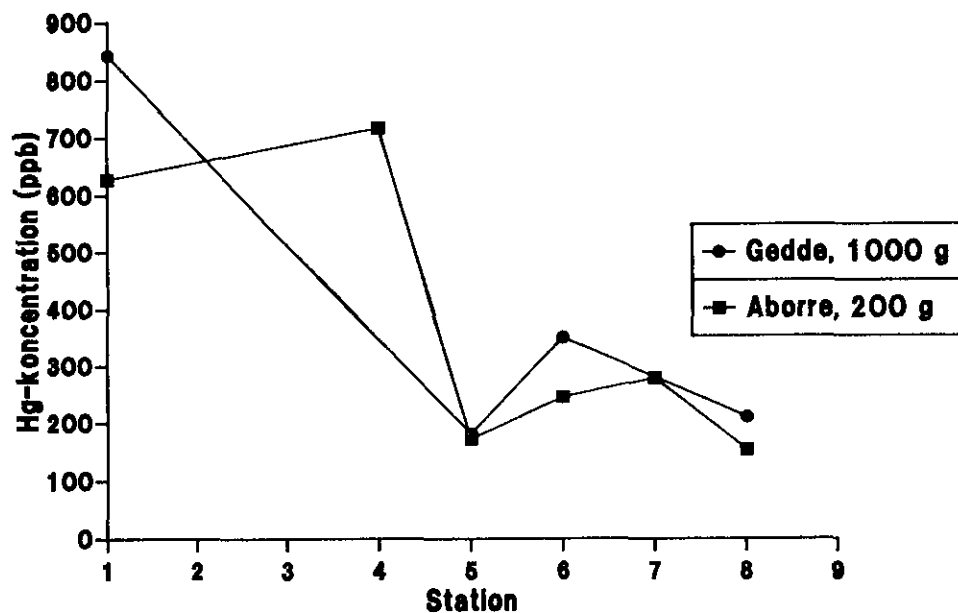
Indre Ho Bugt:

Skrubbe: Koncentrationsniveauet måske svagt fal-
dende, data dog uklare.

Sammenfattende kan det konstateres, at kviksølv-
belastningen siden undersøgelsen i 1982-83

- med sikkerhed er halveret eller yderligere no-
get formindsket på 4 af de undersøgte lokali-
teter, nemlig Karlsgårde Kanal, Karlsgårde Sø,
Øvre Varde Å og Nedre Varde Å, og
- også er mindsket på lokaliteten, Bagvandshul-
let, hvor aborre viser et tydeligt fald, me-
dens kviksølvkoncentrationerne i de analyse-
rede store gedder, hvorfra kviksølvudskillel-
sen tilsyneladende sker forholdsvis langsomt,
er nogenlunde uændret eller svagt faldende, og
- antagelig også er faldet en anelse i Ho Bugt,
medens den
- med sikkerhed er forøget i Grindsted Engsø på
trods af, at der ikke foreligger oplysninger
om nye eller forøgede kviksølvudledninger di-
rette til eller opstrøms søen.

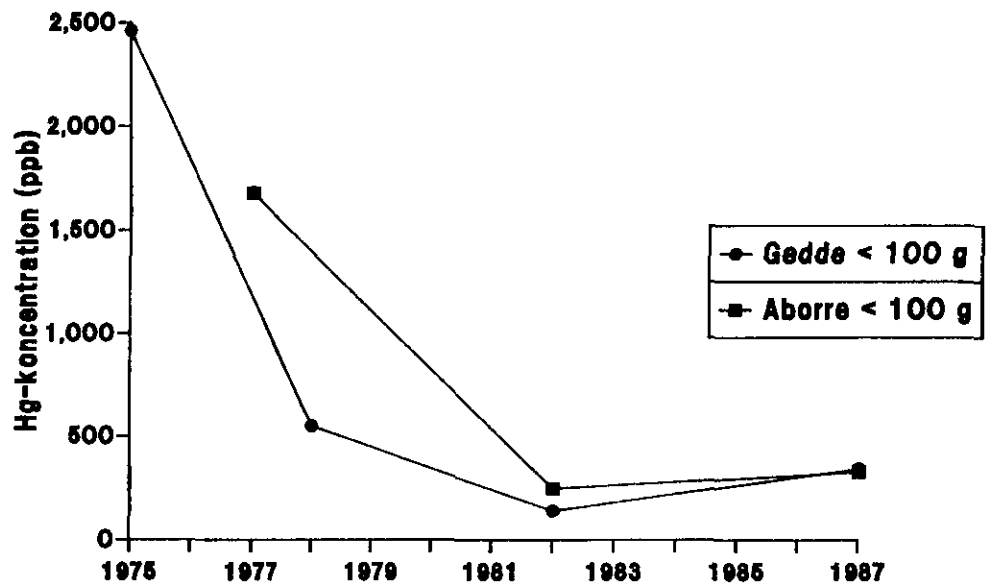
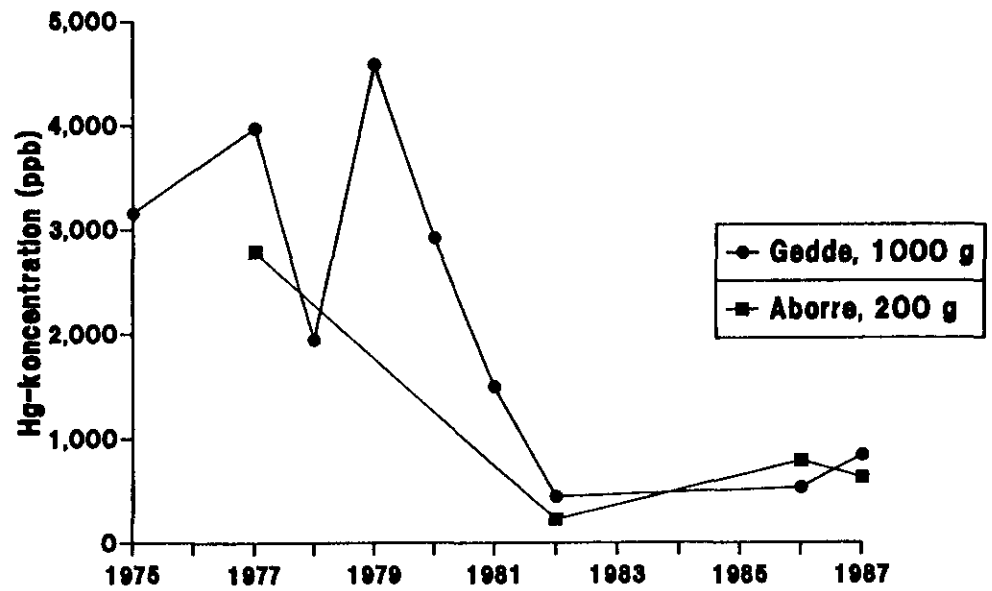
Grindsted-Varde å



Figur 2

Belastningsniveauer i fisk fra Grindsted-Varde å, 1987, for henholdsvis fisk af standardstørrelse (1000 g for gedde og 200 g for aborre) og små fisk (mindre end 100 g). Stationsnumrene refererer til oversigtskortet på figur 1.

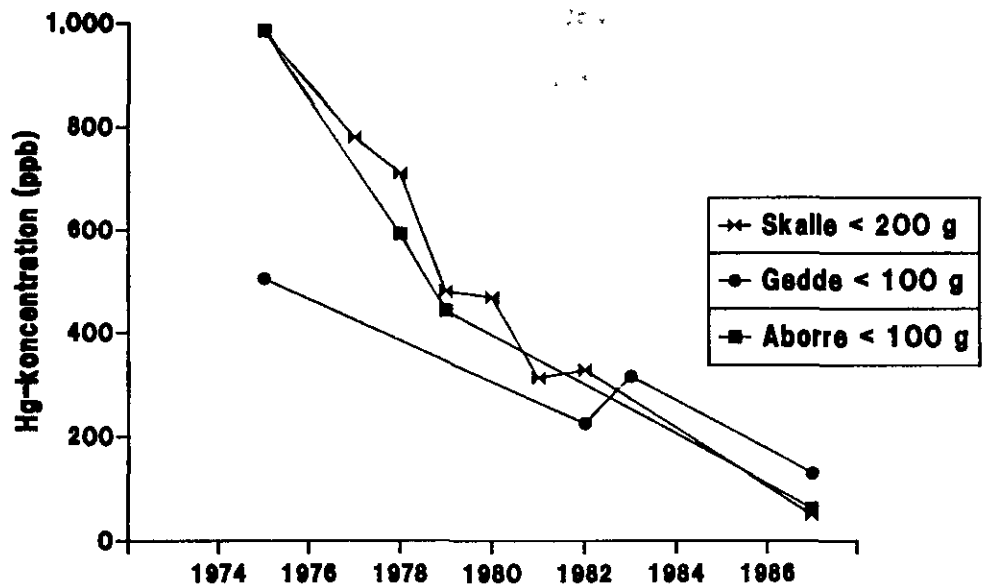
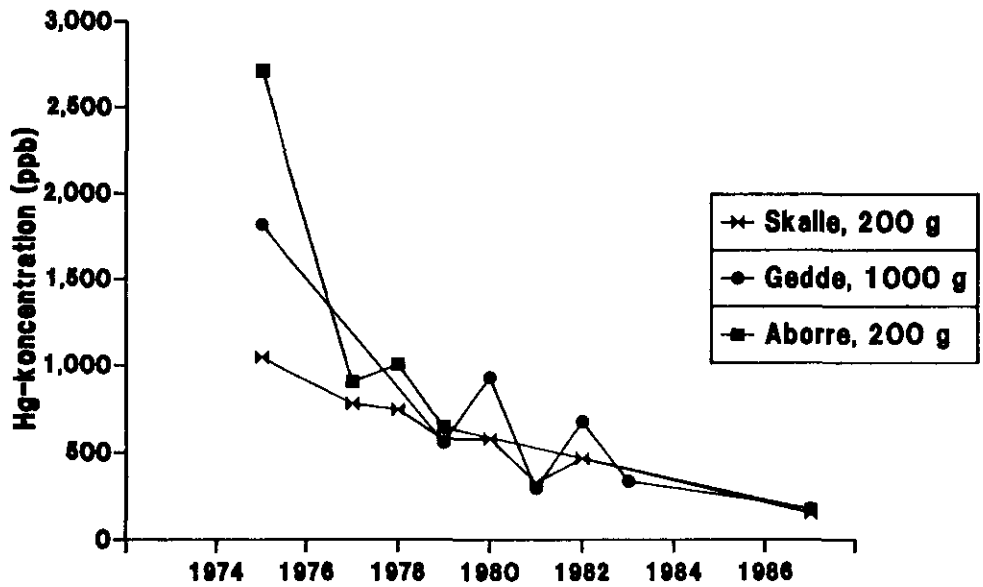
Grindsted Eng sø



Figur 3

Belastningsudvikling for Grindsted Eng sø for henholdsvis fisk af standardstørrelse (1000 g for gedde og 200 g for aborre) og små fisk (mindre end 100 g). Det bemærkes, at datagrundlaget for nederste figur er yderst spinkelt for gedde, jfr. bilag 4.1 og 4.2.

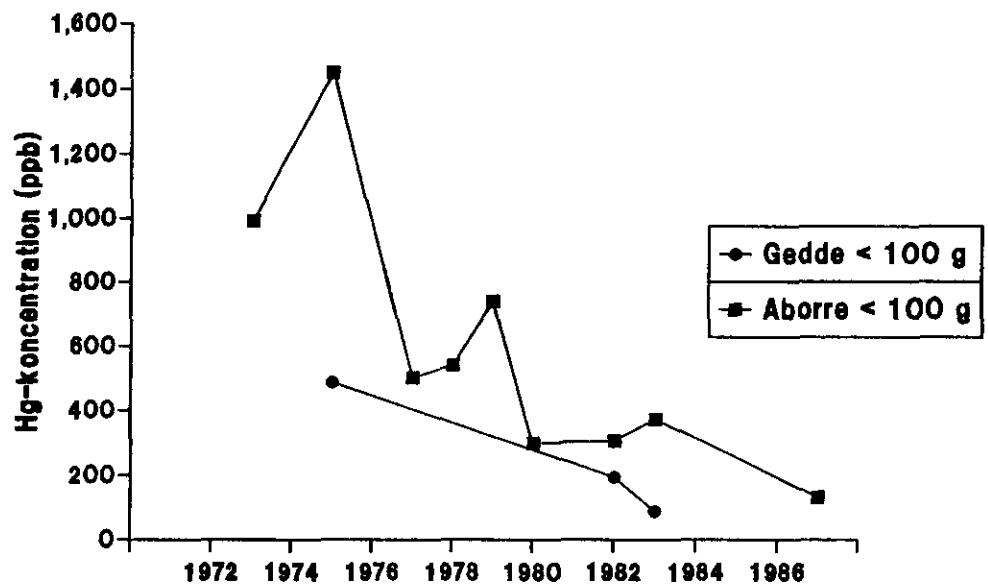
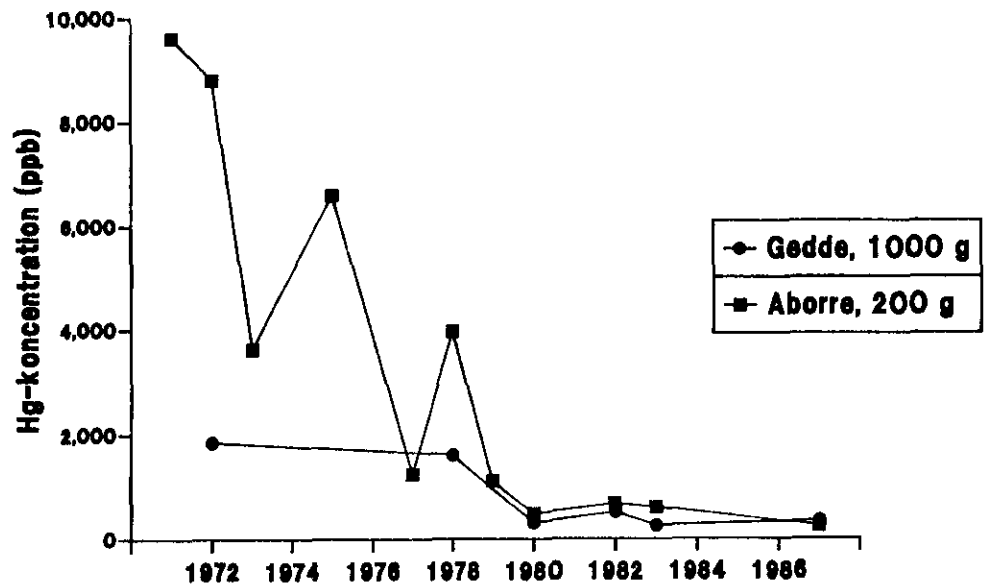
Karlsgårde Sø



Figur 4

Belastningsudvikling for Karlsgårde Sø for henholdsvis fisk af standardstørrelse (1000 g for gedde og 200 g for aborre og skalle) og små fisk (mindre end 100 g for gedde og aborre og mindre end 200 g for skalle).

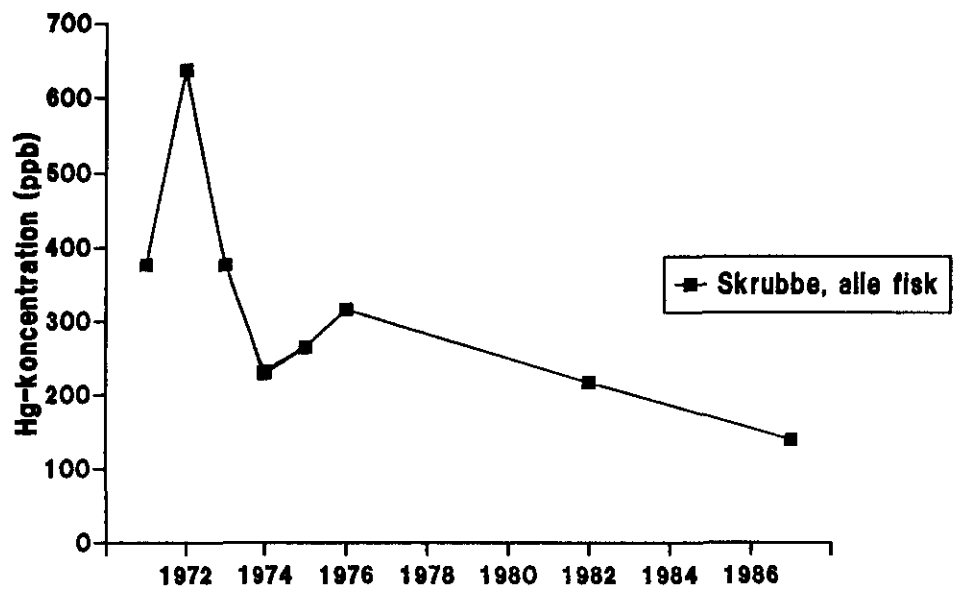
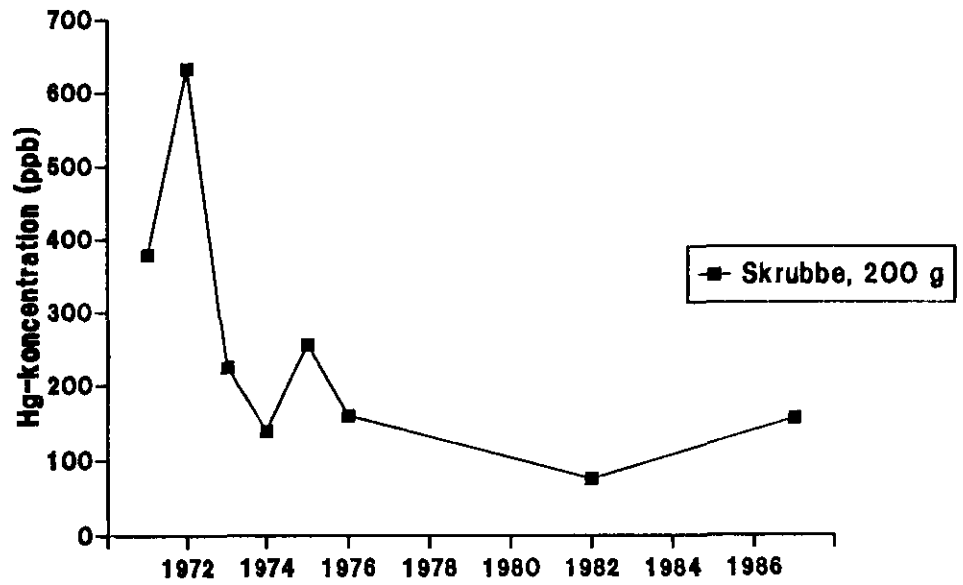
Bagvandshullet



Figur 5

Belastningsudvikling for Bagvandshullet for henholdsvis fisk af standardstørrelse (1000 g for gedde og 200 g for aborre) og små fisk (mindre end 100 g).

Ho Bugt



Figur 6

Belastningsudvikling for Ho Bugt, indre del, for henholdsvis skrubber af standardstørrelse (200 g) og alle analyserede skrubber.

Resultater og vurderinger.

4.1.2. Den aktuelle belastning i relation til baggrundsbelastningen.

Baggrundsbelastningen, d.v.s. kviksølv-koncentrationsniveauet i fisk fra ubelastede eller meget svagt kviksølvbelastede danske søer, angives i /3/ således:

Aborre: 200 grams fisk: < 100 ppb Hg,
500 " " < 250 " "

Gedde: 1000 grams fisk: < 125 ppb Hg,
4000 " " < 250 " "

På basis af disse værdier og de i bilagene 3, 4 og 5 sammenstillede værdier kan det konstateres, at koncentrationsniveauet for kviksølv i såvel aborrer som gedder fra Karlsgårde Sø, Bagvands-hullet, Øvre Varde Å og Nedre Varde Å trods de her konstaterede fald endnu ligger 50-150% over baggrundsbelastningen for disse arter. Af disse 4 lokaliteter har Karlsgårde Sø og Nedre Varde Å aborre- og geddebestande, hvis kviksølvkoncentrationsniveauer kommer nærmest baggrunds-niveauet.

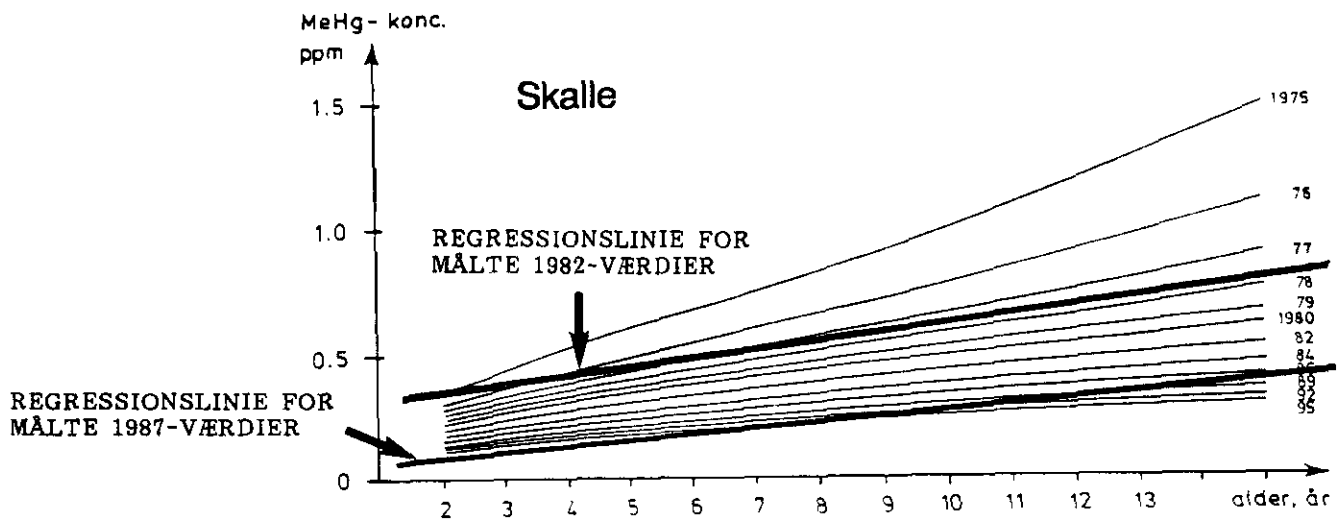
I Grindsted Engsø ligger kviksølvkoncentrationerne i såvel aborrer som gedder på et niveau svarende til 5-6 x baggrunds-niveauet.

4.1.3. Den faktiske belastningsudvikling i relation til prognoser herfor.

De ved tidligere undersøgelser udarbejdede prognoser for det forventede fald i kviksølv-koncentrationsniveauet i Karlsgårde Sø's skalle- og geddebestand, jfr. /5/, fremgår af figurerne 7 og 8, hvori også de ved nærværende undersøgelse beregnede belastningskurver (regressionslinier for sammenhørende værdier af fiskevægt og kviksølvkoncentration, er indtegnet.

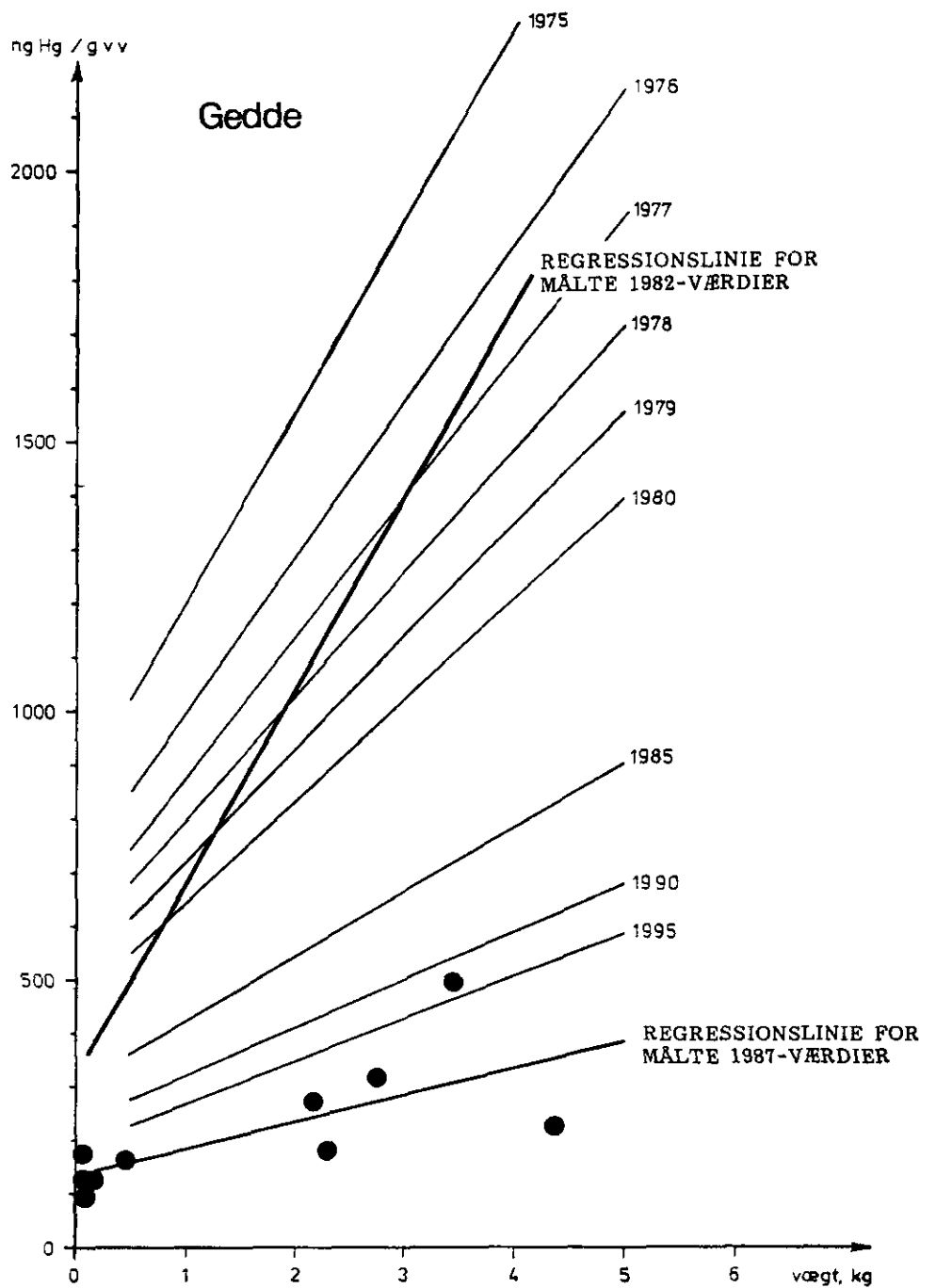
Figur 7 viser det fald, der fra 1982 og frem til 1987 er sket i kviksølvbelastningen af skallebestanden i Karlsgårde Sø. Figuren viser også, at dette faktiske fald i belastningen stort set svarer til det prognosticerede.

Figur 8 viser det fald, der fra 1982 og frem til 1987 er sket i kviksølvbelastningen af geddebestanden i Karlsgårde Sø. Figuren viser samtidig, at der for gedde har været tale om et væsentlig hurtigere fald i kviksølvbelastningen end prognosticeret, idet belastningen allerede i 1987 lå under den for 1995 forventede.



Figur 7

Prognosticerede metylkviksvælv-belastningskurver for skaller fra Karlsgårde Sø tillige med de tilsvarende regressionslinier for målte værdier fra 1982 og 1987.



Figur 8

Prognosticerede kviksølv-belastningskurver /5/ for gedder fra Karlsgårde Sø tillige med de tilsvarende regressionslinier for målte værdier fra 1982 og 1987. Punkterne angiver målte værdier.

Resultater og vurderinger.

4.2. Tidligere undersøgelser af uorganisk og organisk Hg i lever-, muskel- og nyrevæv.

I forbindelse med Grindsted kommunes undersøgelse af Grindsted Engsøs forureningstilstand og fremtidsmuligheder /6/ er der foretaget analyser af koncentrationerne af uorganisk og organisk Hg i lever-, muskel- og nyrevæv fra en række fisk fanget i Engsøen i 1986. Resultaterne af disse analyser findes i bilag 5.

I skema 2 er foretaget en sammenstilling af en række værdier for koncentrationerne af uorganisk og organisk Hg i de tre vævstyper.

FISKEART	muskelvæv			levervæv			nyrevæv		
	tot	uorg	org(%)	tot	uorg	org(%)	tot	uorg	org(%)
Aborre	774	53	742 (96)	564	171	393 (70)	407	79	328 (81)
Gedde	737	78	674 (91)	778	345	433 (56)	493	63	430 (87)
Ål	565	50	515 (91)	1231	618	614 (50)	602	141	461 (77)
Brasen	241	0	241 (100)	-	-	-	-	-	-
Skalle	176	0	176 (100)	-	-	-	-	-	-
Suder	1242	62	1180 (95)	1922	1310	612 (32)	-	-	-

Skema 2: Beregnede middelværdier for koncentrationerne af uorganisk og organisk kviksølv i muskel-, lever- og nyrevæv fra fisk fanget i Grindsted Engsø i 1986. Middelværdierne angiver ppb Hg (ng kviksølv/g vådvægt) og er for alle arter beregnet på basis af 5 fisk.
Data fra /6/.

Det fremgår af skema 2, at organiske Hg-forbindelser udgør 91-100% af det totale Hg-indhold i de forskellige arters rygmuskelvæv, 77-87% af det totale Hg-indhold i de forskellige arters nyrevæv og 32-70% af det totale Hg-indhold i de forskellige arters levervæv. Også 1987-resultaterne viser, jfr. bilag 2, at så godt som alt kviksølv i rygmuskelvævet findes på organisk form, idet indholdet af uorganisk kviksølv for så godt som alle undersøgte fisk har ligget under analysemetodens detektionsgrænse.

Resultater og vurderinger.

De organiske kviksølvforbindelsers procentiske andel af vævenes totale kviksølvindhold falder således i rækkefølgen: muskel - nyre - lever, hvilket jfr. /3/ er helt i overensstemmelse med den foreliggende litteratur på området.

De foreliggende data tillader ingen vurdering af, hvorvidt forskellene i fødevalget hos fredfisk og rovfisk, er betingende for variationerne i forholdet mellem uorganisk og organisk Hg i de forskellige væv hos forskellige fiskearter tilhørende disse to hovedgrupper af fisk.

4.3. Behovet for fremtidige kontrolundersøgelser.

De gennemførte undersøgelser viser, at kviksølv-koncentrationsniveauerne i de undersøgte fiskearter, trods faldet siden 1982 på flertallet af de undersøgte lokaliteter, stadig er forhøjet i forhold til baggrundsbelastningen for alle lokaliteters vedkommende.

Især i Grindsted Engsø er belastningen på ny ret stærkt forhøjet, hvilket indikerer, at kviksølvbelastningen af fiskene på denne lokalitet på langt sigt kun falder langsomt som følge af perioder med "tilbagefald", d.v.s. perioder med forøgede belastningsniveauer.

I Grindsted Engsø har en betydelig del af fiskene kviksølvkoncentrationer i muskelvævet, som ligger i intervallet 500-1000 ppb, d.v.s. i det område, hvor en række lande har valgt at fastsætte faregrænsen for kviksølvindholdet. Også på øvrige lokaliteter optræder et ikke ubetydeligt antal, især større fisk, som har kviksølvkoncentrationer i muskelvævet, der overstiger 500 ppb.

Eftersom der ved nærværende undersøgelse kun har været foretaget analyser på gode "moniteringsarter" som aborre, gedde og skrubbe, der alle er forholdsvis magre fisk med begrænset tilbøjelighed til at ophobe kviksølv i muskelvævet, må det formodes, at der i Grindsted-Varde å-systemet stadig optræder forholdsvis høje kviksølvkoncentrationer i ål, som jo er en federe fisk, i hvis kød kviksølv bindes forholdsvis stærkere end i kødet af magre fisk.

Resultater og vurderinger.

Såvel ud fra et forureningsmæssigt synspunkt som ud fra en mere levnedsmiddelhygiejnisk synsvinkel er der derfor behov for en fortsat overvågning af udviklingen i kviksølvbelastningen af Grindsted-Varde å-systemets fisk. I denne kontrol bør som minimum indgå lokaliteterne Grindsted Engsø, Karlsgårde Sø og Indre Ho Bugt.

5. REFERENCER.

- /1/ RIBE AMTSRÅD (1985).
Kviksølvrapport, Grindsted-Varde å.
Rapport udarbejdet af MOHR-MARKMANN,
Fiskebiologisk Rådgivning, for Ribe
amtsråd. Januar 1985, 108 pp.
- /2/ MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning
(1985).
Oplæg til Ribe amtsråd vedrørende program
for fremtidig overvågning af kviksølv-
belastningen af Grindsted-Varde å og
Ho Bugt.
1985.03.16., 3 pp.
- /3/ MARKMANN, S.M & MARKMANN, P.N. (1989).
Tungmetaller i fisk fra danske søer.
MOHR-MARKMANN, Fiskebiologisk Rådgivning,
Intern rapport 1989 - 1. 52 pp.
- /4/ Thibaud, Y. & Cossa, D. (1988). ICES
first round intercalibration for methyl
mercury in biological tissue. 23 pp.
- /5/ ISOTOPCENTRALEN, ATV (1978)
Forekomst af kviksølv i det levende
miljø.
Grindsted-Varde å-systemet. Kviksølv-
undersøgelser 1974-76.
Arbejdsrapport nr. 3.
Rapport til Ribe amtskommune, november
1978. 134 pp + bilag.
- /6/ COWI-Consult (1988).
Engsøens forureningstilstand og frem-
tidsmuligheder.
Rapport til Grindsted kommune, september
1988.

6. BILAG.

- Bilag 1: Notat vedrørende analysemetoder og analysesammenlignelighed udarbejdet af Ribe amtsråd, teknisk forvaltning.
- Bilag 2: Analyserapport fra Biologisk Institut, Odense Universitet.
- Bilag 3: Længde, vægt, alder og Hg-koncentrationer i rygmuskelvæv af analyserede fisk.
- Bilag 4: Beregnede teststørrelser for
Aborre (bilag 4.1),
Gedde (bilag 4.2),
Skalle (bilag 4.3) og
Skrubbe (bilag 4.4).
- Bilag 5: Uorganiske og organiske Hg-koncentrationer i lever-, muskel- og nyrevæv fra fisk fanget i Grindsted Engso i 1986.

Bilag 1: Notat vedrørende analysemetoder og
analysesammenlignelighed udarbejdet af
Ribe amtsråd, teknisk forvaltning.

Notat vedr. analysemetoder og analysesammenlignelighed.

Analyserne af kviksølvindholdet i de fisk, som indgår i denne undersøgelse, er foretaget af Biologisk Institut, Odense Universitet (OU), ved hjælp af koldtdamp-atomabsorptions-spektrofotometri.

Ved den anvendte metode er målt indholdet af såvel uorganisk som organisk kviksølv i fiskenes rygmuskulatur. Det samlede kviksølvindhold (total kviksølv) er beregnet ved addition af disse 2 værdier.

Analyser i forbindelse med tidligere kviksølvundersøgelser er blevet foretaget af Miljø- og Levnedsmiddelkontrollen i Varde (MLKV) og Isotopcentralen/ATV (IC). Der blev derfor indledningsvis foretaget en orienterende parallelanalysering (omfattende 3 prøver) mellem disse 3 laboratorier for at sikre, at resultaterne fra denne undersøgelse kunne sammenlignes med kviksølvdata fra tidligere undersøgelser.

MLKV har bestemt kviksølvindhold ved hjælp af atomabsorptions-spektrofotometri, mens IC har anvendt en neutronaktiveringsmetode.

Resultatet af parallelanalyseringen fremgår af nedenstående oversigt (resultaterne angivet i ng total Hg/g vådvægt = ppb):

Art (prøve nr.)	IC	MLKV	OU
Aborre (16)	1512	1030	832/893
Gedde (24)	1051/964	720	632/667
Brasen (13)	453	340	213/238

På baggrund af den store spredning på resultaterne bad Ribe amtsråds miljøafdeling IC om at kommentere analyseresultaterne. IC vurderede med forbehold for det spinkle talgrundlag, at der var "kvalitative indikationer på forskelle mellem de tre laboratorier" samt at der både for MLKV og OU var "tydelige tegn på en proportional fejl". IC fandt det desuden tænkeligt, at der var et ekstra variansbidrag fra prøverne, idet der var tale om parallelle prøver.

For at afklare årsagen til de konstaterede forskelle mellem OU og IC foretog OU en række supplerende kviksølvanalyser.

På en homogeniseret, frysetørret prøve af tun målte OU koncentrationen af total kviksølv til 443 ± 107 ppb Hg ($n = 13$). IC havde tidligere på samme prøve målt 480 ± 36 ppb Hg. Der kunne således ikke konstateres nogen systematisk forskel (i.e. proportional fejl som følge af tab under destruktion eller prøvehåndtering).

Der blev endvidere af OU og IC udført analyser på ens prøver af en våd samt en frysetørret, homogeniseret muskelprøve fra gedde nr. 24 (hvor der ved den indledende parallelanalysering var konstateret stor afvigelse) samt gedde nr. 9. Disse analyseresultater findes i følgende skema (resultaterne er angivet ng total Hg/g = ppb):

Art (prøve nr.)	IC		OU	
	tørvægt	vådvægt	tørvægt	vådvægt
Gedde (24)	3241/3013	784	2893 ± 189 ($n = 5$)	629 ± 70 ($n = 8$)
Gedde (9)	1433	416	1260 ± 99 ($n = 5$)	313 ± 15 ($n = 7$)

Ved sammenligning af disse kviksølvanalyser konstateres rimelig god overensstemmelse mellem OU og IC.

Kviksølvanalyser udført af OU på NBS standard referencemateriale (National Bureau of Standards, USA), der er angivet at indeholde 950 ppb Hg, har vist god overensstemmelse, idet OU på dette materiale har målt 968 ppb Hg ($n = 2$).

Endelig har OU i 1988 med tilfredsstillende resultat deltaget i en ICES interkalibrering (International Council for the Exploration of the Sea) jfr. nærværende rapports ref. /4/.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at den af OU anvendte metode på tilfredsstillende vis kan anvendes til bestemmelse af total kviksølv i fiskeprøver, således at de opnåede analysedata direkte kan sammenlignes med tidligere udførte kviksølvanalyser i forbindelse med Ribe amtsråds monitorering af kviksølvbelastningen i Grindsted-Varde å-systemet.

Bilag 2: Analyserapport fra Biologisk Institut,
Odense Universitet.

ODENSE UNIVERSITET
Biologisk Institut

ODENSE UNIVERSITY
Institute of Biology

Peter Mohr Markmann
Fiskebiologisk rådgivning,
Thyborøn alle 19,
2720 Vanløse



J. nr.
(bedes anført ved henvendelse om denne sag)

Ref. No.
(please state when answering)

Dato 7. oktober 1987

Date

Bilag

Enclosure

Hermed fremsendes kviksølv analyseresultaterne
for gedde , aborre , skalle og skrubbe fra Varde å
systemet.

Med venlig hilsen

Susanne Hansen
Susanne Hansen

RIBEPROJEKT

VARDE Å / RIBEAMT

FISK FRA NEDENSTÅENDE LOKALITETER FANGET MAJ/JUNI 1987.

LOKALITET	PRØVE NR.	GEDDE MUSKEL			ABORRE MUSKEL		
		UORG- Hg	ORG- Hg	TOTAL- Hg	UORG- Hg	ORG- Hg	TOTAL- Hg
		ng Hg / g VÅDVÆGT (ppb)					
GR. ENGSØ	1	UD	343 ± 6	343 ± 6	35 ± 49	962 ± 175	996 ± 223
	2	"	999 ± 81	999 ± 81	UD	850 ± 212	850 ± 212
	3	"	903 ± 4	903 ± 4	"	903	903
	4	"	1001 ± 70	1001 ± 70	"	371	371
	5	"	1000	1000	"	489	489
	6	"	854	854	"	192	192
	7	"	925	925	"	343	343
	8	"	793	793	"	271 ± 2	272 ± 2
	9	UD/50	1461 ± 38	1486 ± 67	"	306 ± 27	306 ± 27
GRINDSTED Å	1	-	-	-	UD	193	193
	2	-	-	-	"	300	300
GL. VARDE Å	-	-	-	-	-	-	-

		GEDDE			ABORRE		
KARLSGÅRDE							
KANAL	1	UD	161 ± 4	161 ± 4	UD	962 ± 11	962 ± 11
	2	-	-	-	"	162 ± 4	162 ± 4
	3	-	-	-	"	98	98
	4	-	-	-	"	709	709
	5	-	-	-	"	564	564
	6	-	-	-	"	616	616
	7	-	-	-	"	579	579
	8	-	-	-	"	668 ± 8	668 ± 8
	9	-	-	-	"	105 ± 11	105 ± 11
KARLSGÅRDE							
SØ	1	UD	311	311	-	-	-
	2	"	122 ± 16	122 ± 16	UD	57	57
	3	"	122	122	"	97	97
	4	"	167	167	"	50	50
	5	"	100	100	"	69	69
	6	"	182	182	"	42	42
	7	25/UD	249 ± 1	262 ± 19	"	161	161
	8	22/UD	474 ± 30	485 ± 14	"	145	145
	9	UD	219	219	"	211	211
	10	"	155	155	"	254	254

		GEDDE			ABØRRE			
BAGVANDS- HUL	1	UD	576	576	UD	348±24	348±24	
	2	"	312	312	-	-	-	
	3	"	446	446	UD	191 ± 4	191 ± 4	
	4	30	623	653	-	-	-	
	5	-	-	-	UD	321	321	
	7	-	-	-	"	226	226	
	8	-	-	-	"	215	215	
	10	-	-	-	"	181	181	
	11	-	-	-	"	179	179	
	12	-	-	-	"	130	130	
	13	-	-	-	"	87	87	
	VARDE Å/ LUNDERUP	1	UD	123	123	UD	394±13	394±13
		2	-	-	-	"	210 ± 4	210 ± 4
3		-	-	-	"	232 ± 9	232 ± 9	
4		-	-	-	"	62	62	
5		-	-	-	"	154	154	
6		-	-	-	"	88 ± 0	88 ± 0	
7		-	-	-	"	104±11	104±11	
8		-	-	-	"	78 ± 7	78 ± 7	
9		-	-	-	"	82	82	

		GEDDE			ABORRE		
VARDE Å/ JANNERUP	1	UD	UD	UD	UD	70	70
	2	"	72	72	"	52	52
	3	"	92	92	"	62	62
	4	"	107	107	"	UD	UD
	5	"	152	152	"	68	68
	6	"	104	104	"	109	109
	7	"	155	155	"	203	203
	8	"	178	178	"	207	207
	9	"	211	211	"	238±33	238±33
	10	"	371±47	371±47	-	-	-

LOKALITET	PRØVE NR.	SKALLE MUSKEL			SKRUBBE MUSKEL		
		UORG-	ORG-	TOTAL-	UORG-	ORG-	TOTAL-
		Hg	Hg	Hg	Hg	Hg	Hg
		ng Hg / g VÅDVÆGT (ppb)					
KARLSGÅRDE SØ	1	UD	266	266	-	-	-
	2	"	285	285	-	-	-
	3	"	330 ± 7	330 ± 7	-	-	-
	4	"	143 ± 4	143 ± 4	-	-	-
	5	"	100	100	-	-	-
	6	"	114	114	-	-	-
	7	"	58	58	-	-	-
	8	"	65	65	-	-	-
	9	"	39	39	-	-	-
	10	"	38	38	-	-	-
HOBUGT	1	-	-	-	UD	138	138
	2	-	-	-	"	104	104
	3	-	-	-	"	172	172
	4	-	-	-	"	42	42
	5	-	-	-	"	39 ± 8	39 ± 8
	6	-	-	-	"	120	120
	7	-	-	-	UD/32	348 ± 16	364 ± 6
	8	-	-	-	UD/18	135 ± 6	144 ± 6

BEMÆRKNINGER: HVOR ANALYSE-RESULTATET ER ANGIVET MED STANDARD AFVIGELSE
($\bar{x} \pm SD$), ER DER FORTAGET TO ELLER FLERE UAFHÆNGIGE VÆVS-
DESTRUKTIONER.

UD : UNDER DETEKTIONS GRÆNSEN.

- : INGEN PRØVER.

Bilag 3: Længde (cm), vægt (g), alder (år) og kviksølvkoncentrationer (ppb Hg, vådvægt) i rygmuskelvæv af analyserede fisk.

GRINDSTED ENGSØ

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	1	30,5	404	996	9+
	2	30	370	850	9+
	3	26,5	278	903	7+
	4	20,5	98	371	4+
	5	14,5	40	489	5+
	6	13	28	192	5+
	7	12,5	22	343	5+
	8	12,5	24	272	4+
	9	12	20	306	3+
Gedde	1	19	42	343	2+
	2	58	1330	999	8+
	3	55,5	1120	903	6+
	4	63	1600	1001	8+
	5	56	1170	1000	7+
	6	53	930	854	6+
	7	54,5	1140	925	6+
	8	46	590	793	5+
	9	93	6400	1486	12+

GRINDSTED A

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	1	17,5	78	193	3+
	2	16	60	300	4+

KARLSGARDE KANAL

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	1	27,5	248	962	5+
	2	19	100	162	4+
	3	15	48	98	2+
	4	11	22	709	2+
	5	11	18	564	2+
	6	11	20	616	2+
	7	11	18	579	2+
	8	10,5	16	668	2+
	9	8	6	105	2+
Gedde	1	18,5	42	161	2+

=====

KARLSGARDE SØ

=====

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	2	16,5	56	57	3+
	3	16	50	97	3+
	4	15	48	50	3+
	5	15	38	69	3+
	6	14,5	42	42	2+
	7	21,5	134	161	5+
	8	23,5	184	145	5+
	9	26	226	211	5+
	10	29	344	254	6+

Gedde	1	66	2760	311	9+
	2	28	142	122	
	3	22	68	122	
	4	20,5	46	167	
	5	22,5	72	100	
	6	63	2320	182	
	7	63,5	2180	262	
	8	77	3480	485	
	9	77	4400	219	
	10	42,5	440	155	4+

Skalle	1	32	504	266	9+
	2	33,5	516	285	10+
	3	27	266	330	8+
	4	25	200	143	5+
	5	22	142	100	5+
	6	20,5	108	114	4+
	7	13,5	32	58	2+
	8	10,5	14	65	2+
	9	11	16	39	2+
	10	10	10	38	2+

=====

BAGVANDSHULLET

=====

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	1	30	374	348	
	3	23	148	191	
	5	26	244	321	
	7	23	164	226	
	8	22	152	215	
	10	20	106	181	
	11	20	98	179	
	12	14,5	34	130	
	13	13	26	87	

Gedde	1	67	2300	576	
	2	69	2620	312	
	3	79,5	3790	446	
	4	88,5	5660	653	

39

=====

VARDE A, LUNDERUP

=====

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	1	26,5	297	394	7+
	2	21	120	210	5+
	3	21	140	232	4+ (5+
	4	19,5	96	62	3+
	5	16,5	68	154	4+
	6	15	44	88	3+
	7	15	42	104	3+
	8	13,5	32	78	2+
	9	14,5	40	82	3+

Gedde	1	19,5	48	123	+
-------	---	------	----	-----	---

=====

VARDE A, JANDERUP

=====

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Aborre	1	9	10	70	3+
	2	9	10	52	2+
	3	9,5	10	62	3+
	5	14,5	42	68	5+
	6	22	160	109	6+
	7	24,5	204	203	8+
	8	27,5	314	207	8+
	9	28	388	238	9+

Gedde	2	5,5	1	72	0+
	3	22,5	80	92	2+
	4	23	70	107	2+
	5	23,5	85	152	3+
	6	24,5	95	104	2+
	7	40,5	500	155	6+
	8	50,5	1010	178	7+
	9	57	1160	211	6+
	10	58,5	1940	371	10+

=====

HO BUGT

=====

ART	NR	LÆNGDE	VÆGT	HG-KONC	ALDER
Skrubbe		40	510	138	
		34,5	370	104	
		30	305	172	
		29,5	315	42	
		29,5	260	39	
		29	195	120	
		15	40	364	
		14,5	15	144	

Bilag 4: Teststørrelser for aborre, gedde, skalle og skrubbe.

Aborre (bilag 4.1),
Gedde (bilag 4.2),
Skalle (bilag 4.3) og
Skrubbe (bilag 4.4).

Definitioner for teststørrelserne findes i rapportens side 7.

Bilag 4.1.
Aborre

Lokalitet		Fangstperiode	Parametre for regressionslinier				Y ₂₀₀	$\bar{Y} \pm S.D.$			
Nr.	Navn	() henviser til bemærkn.	Antal data	Hældning	Skæring m/y-akse	Korrelationskoefficient	ppb	Fisk mindre end 100 g		Alle fisk	
			N	a	b	r		N	ppb	N	ppb
1	Grindsted Engspø	Sep. 1977 (1)	7	6,1	1555	0,99	2781	0	-	7	2577±2457
		Sep. 1977 (2)	6	6,12	1568	0,99	2792	5	1680±368	6	2651±2543
		Okt. 1982 (3)	5	-0,153	259	-0,039	228	5	249±44	-	-
		Jul. 1987	9	1,809	267	0,951	628	6	328±100	9	525±306
		? 1986	5	-0,300	849	-0,769	789	-	-	5	774±59
2	Grindsted å	Maj 1978 (2)	2	-11,47	2492	-1,00	198	1	1838	2	1546±414
		Jun. 1979 (2)	1	-	-	-	-	1	1565	-	-
		Okt. 1982 (3)	1	-	-	-	-	-	-	1	983
		Jul. 1987	2	-	-	-	-	2	247±76	2	247±76
4	Karlsgårde kanal	Maj 1978 (2)	10	4,701	675	0,539	1615	10	1007±189	-	-
		Jun. 1979 (2)	6	6,768	582	0,367	1936	6	991±451	-	-
		Okt. 1980 (2)	1	-	-	-	-	-	-	1	223
		Aug. 1982 (3)	5	6,804	324	0,864	1685	2	858±35	5	1062±231
		Jul. 1987	9	1,518	412	0,388	716	7	477±261	9	496±304
5	Karlsgårde sø	Maj 1975 (1)	9	10,6	606	0,954	2726	4	986±535 (4)	-	-
		Okt. 1975 (1)	10	3,84	525	0,975	1293	5	720±152 (4)	10	1159±670
		Sep. 1977 (2)	8	2,2	461	0,94	905	-	-	8	841±292
		Maj 1978 (2)	2	2,73	459	1,0	1005	1	593	2	760±235
		Aug. 1979 (2)	10	1,834	277	0,931	644	5	443±35	10	504±109
		Jul. 1987	9	0,658	41	0,959	173	5	63±21	9	121±76
6	Bagvands-hullet	Jan. 1971 (1)	5	40,8	1461	0,536	9621	0	-	5	12279±3273
		Nov. 1972 (1)	6	-2,12	9232	-0,066	8808	0	-	6	8504±3484
		Okt. 1973 (1)	10	17,3	173	0,946	3633	4	992±409	10	5196±4432
		Feb. 1975 (1)	5	33,9	-185	0,8909	6595	24	1450 (5)	5	4255±3156
		Okt. 1975 (1)	10	5,31	612	0,8646	1683	5	935±377	10	1280±558
		Aug. 1977 (2)	9	4,47	360	0,5596	1254	9	502±115	-	-
		Maj 1978 (2)	10	19,13	147	0,6909	3974	10	541±215	-	-
		Jun. 1979 (2)	3	2,778	570	0,9482	1126	2	739±169	3	777±137
		Okt. 1980 (2)	3	1,308	233	0,9997	494	1	299	3	494±231
		Aug. 1982 (3)	5	1,499	362	0,8207	662	2	305±44	5	683±359
		Aug. 1982 (7)	10	1,124	492	0,5035	717	3	270±68	10	691±336
		Jun. 1983 (3)	10	1,433	328	0,8767	614	5	372±80	10	569±218
		Jun. 1987	9	0,745	97	0,964	246	3	132±46	9	209±83

Bilag 4.1.
Aborre

Lokalitet		Fangstperiode	Parametre for regressionslinier				Y200	$\bar{Y} \pm S.D.$			
Nr.	Navn	() henviser til bemærkn.	Antal data	Hældning	Skæring m/y-akse	Korrelationskoefficient	ppb	Fisk mindre end 100 g		Alle fisk	
			N	a	b	r		N	ppb	N	ppb
7	Varde å Ø f/Varde (Vagtborg)	Feb. 1976 (1)	15	6,81	291	0,6642	1653	8	784±198	15	1042±568
		Sep. 1977 (7)									
		(1)	10	6,8	291	0,66	1344	-	-	10	516±118
		? 1978 (2)	4	5,581	239	0,4336	1355	4	509±241	-	-
		Nov. 1982 (3)	5	1,499	362	0,8207	481	1	131	5	352±201
Jun. 1987	9	1,203	38	0,938	279	6	95±32	9	156±108		
8	Varde å V f/Varde (Janderup)	Maj/Aug. 1976 (1)	15	3,78	255	0,7366	1011	2	287±14	16	748±293
		Sep. 1978 (2)	2	1,079	325	1,00	541	1	405	2	371±48
		Nov. 1982 (3)	3	0,287	194	0,6719	251	2	215±25	3	218±19
		Jun. 1987	9	0,498	55	0,949	154	5	63±8	9	126±77

Bilag 4.2.
Gedde

Lokalitet		Fangstperiode	Parametre for regressionslinier				Y1000	$\bar{Y} \pm S.D.$			
Nr.	Navn	() henviser til bemærkn.	Antal data	Hældning	Skæring m/y-akse	Korrelationskoefficient	ppb	Fisk mindre end 100 g		Alle fisk	
			N	a	b	r		N	ppb	N	ppb
1	Grindsted Engspø	Feb. 1975 (1)	2	-	-	-	-	-	-	2	4180±1018
		Okt. 1975 (2)	5	0,5771	2580	0,5283	3157	1	2462	5	3215±1041
		Sep. 1977 (3)	3	0,358	3616	0,9921	3974	-	-	3	4983±693
		Aug. 1978 (3)	8	0,421	1522	0,4930	1943	3	550±118	8	2210±1480
		Apr. 1979 (3)	10	0,055	4526	0,1911	4581	-	-	10	4732±728
		Maj 1980 (3)	10	0,707	2207	0,2889	2914	-	-	10	3770±752
		Forår 1981(3)	11	0,402	1096	0,6904	1498	-	-	11	2188±1104
		Okt. 1982 (4)	5	0,256	192	0,8568	447	1	142	5	362±169
		Jul. 1987	9	0,135	707	0,854	843	1	343	9	923±294
		? 1986	5	0,208	323	0,695	532	-	-	5	737±222
2	Grindsted å	Aug. 1977 (3)	5	0,455	1349	0,3928	1805	-	-	5	1642±561
		Sep. 1977 (5)	6	0,7	1267	0,57	1958	-	-	6	1785±612
		Jun. 1979 (3)	2	-0,911	1315	-1,00	405	-	-	2	955±324
		Okt. 1982 (4)	1	-	-	-	-	-	-	1	1375
3	Gl. Varde å	Mar. 1971 (5)	5	0,86	2613	0,504	3473	-	-	5	3861±1633
		Okt. 1975 (5)	14	-0,008	2685	-0,005	2678	-	-	14	2617±1163
		Aug. 1982 (4)	1	-	-	-	-	-	-	1	355
4	Karlsgårde kanal	Sep. 1970 (5)	5	-3,4	11592	-0,754	8192	-	-	5	8711±2771
		Okt. 1973 (5)	11	0,72	1546	0,721	2266	6	1402±160 (7)	11	1987±778
		Okt. 1975 (5)	2	-	-	-	-	-	-	2	1991±91 (6)
		Maj 1978 (3)	2	1,576	545	1,00	2121	1	595	2	688±132
		Jun. 1979 (3)	1	-	-	-	-	-	-	1	986
		Jul. 1987	1	-	-	-	-	1	161	1	161
5	Karlsgårde sø	Apr. 1971 (5)	5	-2,32	12362	0,975	10042	-	-	5	8824±1376
		Jun. 1972 (5)	3	1,08	3541	0,252	4621	-	-	3	3989±1115
		Maj 1975 (5)	10	0,24	1578	0,681	1817	-	-	12	2213±732
		Okt. 1975 (5)	9	0,51	669	0,840	1174	3	505±52 (7)	9	1397±998
		Aug. 1979 (3)	2	0,083	473	1,00	557	-	-	2	542
		Maj-Sep. 1980 (3)	3	-0,009	939	-0,192	931	-	-	3	933±16
		Aug.-Sep. 1981 (3)	5	0,374	114	0,547	297	-	-	5	455±255
		Aug. 1982 (4)	5	0,374	303	0,663	677	2	225±52	5	404±165
		Jun. 1983 (8)	10	-0,004	340	0,069	336	2	316±102	10	336±44
		Jul. 1987	10	0,051	131	0,718	182	3	130±54	10	213±116

Bilag 4.2.
Gedde

Lokalitet		Fangstperiode	Parametre for regressionslinier				Y ₁₀₀₀	$\bar{Y} \pm S.D.$			
Nr.	Navn	() henviser til bemærkn.	Antal data	Hældning	Skæring m/y-akse	Korrelationskoefficient	ppb	Fisk mindre end 100 g		Alle fisk	
			N	a	b	r		N	ppb	N	ppb
6	Bagvands- hullet	Nov. 1972 (2)	7	0,872	987	0,781	1859	-	-	7	2856±953
		Feb. 1975 (5)	1	-	-	-	-	-	1	1308	
		Okt. 1975 (5)	1	-	-	-	-	1	487	-	
		Maj 1978 (3)	2	0,010	1629	-1,000	1619	-	-	2	1582±6
		Jun. 1979 (3)	1	-	-	-	-	-	-	1	744
		Okt. 1980 (3)	3	0,886	-574	0,663	313	-	-	3	478±85
		Aug. 1982 (4)	4	0,337	186	0,870	522	1	194	4	554±274
		Jun. 1983 (8)	3	0,110	148	0,957	258	1	89	3	284±219
Jun. 1987	4	0,056	294	0,571	351	-	-	4	497±150		
7	Varde å ø f/Varde (Vagtborg)	Okt. 1975 (5)	10	0,52	418	0,984	938	1	395	10	987±809
		Feb. 1976 (5)	9	0,40	595	0,994	995	4	560±46	9	1438±1082
		Jul. 1977 (3)	1	-	-	-	-	-	-	1	947
		Jul.-Aug. 1978 (3)	3	0,105	550	0,990	655	-	-	3	700±191
		Nov. 1982 (4)	5	0,979	100	0,806	1079	3	169±17	5	211±80
		Jun. 1987	1	-	-	-	-	1	123	1	123
8	Varde å V f/Varde (Janderup)	? 1976 (1)	6	0,070	583	0,438	653	2	374±92	6	646±249
		Nov. 1982 (4)	5	0,119	222	0,782	341	1	160	5	330±153
		Jun. 1987	9	0,121	90	0,925	211	4	105±29	9	157±89

Bilag 4.3.
Skalle

Lokalitet		Fangstperiode	Parametre for regressionslinier				Y200	$\bar{Y} \pm S.D.$			
Nr.	Navn	() henviser til bemærkn.	Antal data	Hældning	Skæring m/y-akse	Korrelationskoefficient	ppb	Fisk mindre end 100 g		Alle fisk	
			N	a	b	r		N	ppb	N	ppb
5	Karlsgårde sø	Dec. 1970 (1)	3	-	-	-	-	-	-	3	4692±808
		Jun. 1972 (1)	3	-0,567	9001	-0,026	8888	-	-	3	8861±1796
		Maj 1975 (1)	21	0,43	957	0,31	1043	9	985±124 (2)	21	1098±304
		Okt. 1975 (1)	16	1,00	844	0,57	1044	6	874±428 (2)	16	1200±417
		Okt. 1977 (3)	9	-1,207	1020	-0,579	778	5	780±194	10	745±222
		Maj 1978 (3)	10	0,187	707	0,080	744	4	711±131	10	743±127
		Aug. 1979 (3)	10	0,265	522	0,109	575	2	480±305	10	588±218
		Maj 1980 (3)	9	0,937	390	0,456	577	2	468±53	9	631±204
		Aug. 1981 (3)	10	0,458	238	0,647	330	5	313±84	10	392±151
		Aug. 1982 (4)	10	1,102	245	0,767	466	5	328±188	10	462±192
Jul. 1987	10	0,497	54	0,878	153	4	50±14	10	144±110		

Bilag 4.4.
Skrubbe

Lokalitet		Fangstperiode	Parametre for regressionslinier				Y ₂₀₀	$\bar{Y} \pm S.D.$			
Nr.	Navn	() henviser til bemærkn.	Antal data	Hældning	Skæring m/y-akse	Korrelationskoefficient	ppb	Fisk mindre end 100 g		Alle fisk	
			N	a	b	r		N	ppb	N	ppb
6	Bagvands- hullet	Okt. 1975 (1)	3	-1,099	1234	-0,393	1014	-	-	3	1012±133
		Okt. 1980 (2)	2	-0,165	688	-1,00	655	-	-	2	652±13
9	Ho bugt Indre del	Jun.-Jul. 1971 (3)	4	0,077	364	0,065	379	-	-	4	377±40
		Apr. 1972 (4)	5	0,16	601	0,081	633	-	-	5	638±240
		Jun. 1973 (4)	5	-1,10	445	-0,275	225	-	-	5	377±278
		Maj 1974 (4)	5	2,1	-282	0,890	139	-	-	5	230±209
		Sep. 1975 (4)	10	0,36	184	0,633	256	3	179±82 (1)	10	265±128
		Jun.-Okt. 1976 (4)	9	0,79	2	0,798	160	-	-	9	316±121
		Aug. 1982 (5)	5	1,76	-276	0,862	76	1	94	5	217±300
		Jun. 1987	8	-0,299	216	-0,486	156	2	182±257	8	140±102

Bilag 5: Uorganiske og organiske Hg-koncentrationer i lever-, muskel- og nyrevæv fra fisk fanget i Grindsted Engsø i 1986.

Tabel 3 Kvicksølvkoncentrationer i fisk fanget i Grindsted Engø august 1986; nd = ikke påvist.
Målingerne er udført af Biologisk Institut, Odense Universitet. Gennemsnitsværdier og standardafvigelse (SD) er beregnet.

	Længde cm	Total vægt g	Muskel			Lever			Nyrer		
			Total Hg	Uorg. Hg	Org. Hg	Total Hg	Uorg. Hg	Org. Hg	Total Hg	Uorg. Hg	Org. Hg
			ng/g vådvægt (ppb)								
Gedde	59	1647	616	nd	616	496	180	316	580	48	532
	60	1612	800	72	728	724	360	364	428	48	380
	74	3260	948	108	840	1260	484	776	592	100	492
	55	1436	412	48	364	640	276	364	500	72	428
	61	1938	908	84	824	768	424	344	364	48	316
Gns. ± SD	62±7	1979±739	737±222	78±25	674±195	778±289	345±120	433±193	493±98	63±23	430±86
Aborre	32	520	824	nd	824	628	200	428			
	26	260	816	52	764	596	208	388	510	121	389
	25	212	776	36	740	416	108	308	333	57	276
	32	421	675	nd	675	511	150	361	316	60	256
	30	345	777	70	707	671	189	482	468	76	392
Gns. ± SD	29±3	352±124	774±59	53±17	742±57	564±102	171±42	393±66	407±97	79±30	328±72
Suder	46	1226	2080	112	1968	3376	2432	944			
	43	1192	1240	64	1176	1000	728	272			
	36	586	544	44	500	328	196	132			
	43	1207	1244	68	1176	1640	408	1232			
	45	1052	1100	20	1080	3264	2784	480			
Gns. ± SD	43±4	1053±270	1242±550	62±34	1180±523	1922±1359	1310±1207	612±463			
Ål	65	333	448	24	424	2336	1456	880	688	180	508
	55	281	524	60	464	816	288	528	316	60	256
	49	215	528	68	460	928	468	460	582	138	444
	48	168	536	36	500	1076	388	688	515	129	386
	50	195	789	60	729	1000	488	512	911	200	711
Gns. ± SD	53±7	238±67	565±130	50±19	515±122	1231±625	618±475	614±172	602±219	141±54	461±168
Brasen	17	49.3	212	nd	212						
	17	48.1	238	nd	238						
	20	100.0	257	nd	257						
	18	46.5	228	nd	228						
	17	54.1	268	nd	268						
Gns. ± SD	18±1	60±23	241±22		241±22						
Skalle	10	11.6	167	nd	167						
	12	16.0	196	nd	196						
	9	11.9	225	nd	225						
	12	15.4	168	nd	168						
	12	14.3	124	nd	124						
Gns. ± SD	11±1	14±2	176±38		176±38						

Tabellen stammer fra rapporten "Engsøens forureningstilstand og fremtidsmuligheder", jfr. /6/.