

MO 88 - 04

bible

BIO-ACCUMILATIE VAN KWIK IN
ZOETWATERVIS.
I: TRENDS IN SNOEKBAARS EN BAARS
UIT HET IJSSELMEER.

Drs. H. Pieters, J. Speur en C. Taai.

MO 88-04

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: MILIEU ONDERZOEK

Rapport: MO 88 - 04 *bio*
BIO-ACCUMILATIE VAN KWIK IN
ZOETWATERVIS.
I: TRENDS IN SNOEKBAARS EN BAARS
UIT HET IJSSELMEER.

Auteur(s): Drs. H. Pieters, J. Speur en C. Taai.

Project: 20.020
Projectleider: Drs. H. Pieters
Datum van verschijnen: Maart 1989

Inhoud:

Samenvatting.....	2
1. Inleiding.....	3
2. Materialen en Methoden.....	3
3. Resultaten.....	3
3.1 De relatie tussen het kwikgehalte en de biologische parameters.	3
3.2 Trends in het kwikgehalte.....	4
4. Discussie.....	5
4.1 Relatie biologische parameters en het kwikgehalte.....	5
4.2 Trends in het kwikgehalte.....	5
5. Conclusies.....	6
6. Referenties.....	7

SAMENVATTING

Vanaf 1981 wordt op het RIVO onderzoek uitgevoerd naar de kwikgehalten in snoekbaars en baars afkomstig uit het IJsselmeer. Data die zijn verzameld in de periode tot en met 1988 zijn in dit rapport verwerkt tot relationele beschrijvingen van kwikgehalten en de biologische parameters. De relatie tussen de lengte en het kwikgehalte is exponentieel. Na logaritmische conversie wordt een lineair verband verkregen, hetgeen gebruikt is voor de trendberekening.

Snoekbaars met een lengte van meer dan 50 cm laat over de bemonsteringsperiode een duidelijk dalende trend zien.

In tegenstelling hiermee kon voor kleinere snoekbaars (leeftijd tot en met drie jaar) geen significante verandering in het kwikgehalte worden aangetoond. Voor baars is eenzelfde beeld naar voren gekomen, waarbij echter ook een dalende trend voor grotere baars afwezig was vanaf 1984.

1. INLEIDING

Sinds 1981 vormt een monitoring programma over kwikgehalten in snoekbaars en baars afkomstig uit het IJsselmeer onderdeel van het onderzoek, dat op het RIVO wordt uitgevoerd naar de kwikverontreiniging van zoetwatervis uit Nederlandse oppervlaktewateren. Dit monitoring-onderzoek is erop gericht veranderingen te signaleren in het kwikgehalte van vis uit het IJsselmeer als mogelijk gevolg van de dalende trend in de kwikbelasting van de Rijn sinds de piek in de kwikverontreiniging van het milieu in de 70-er jaren.

Het kwikgehalte in vis neemt toe met de leeftijd. Oudere vis heeft gedurende een langere tijd kwik in de vorm van methykwik (1) kunnen accumuleren, waardoor de kwikconcentratie in de weefsels verder is kunnen oplopen. De invloed van de groei op het kwikgehalte in vis is in de literatuur op verschillende wijzen beschreven. Zowel lineaire relaties (2,3,4) tussen kwikgehalte en de lengte, leeftijd en het gewicht als ook logaritmische (5) en exponentiele relaties (6,7) zijn bekend. Deze grote verscheidenheid in relationele beschrijvingen wordt ondermeer veroorzaakt door een grote spreiding in deze parameters per individuele vis en door grote verschillen in voedingsgedrag en habitat. In dit rapport worden beschrijvingen gegeven van deze relaties voor snoekbaars en baars uit het IJsselmeer, die dan gebruikt worden om de trend in het kwikgehalte te bepalen.

2. MATERIALEN EN METHODEN

Snoekbaars en baars werden individueel op kwik geanalyseerd. Van de vissen werden de lengte, de leeftijd en het gewicht bepaald. De monstergegevens staan vermeld in Tabel I. Per monster werd 0.9 g homogenaat bij hoge druk en temperatuur (150 °C) gedurende 4 uur gedestruerd in "Uniseal" destructie vaatjes in aanwezigheid van salpeterzuur. De bepaling werd in duplo uitgevoerd. Na destructie en afkoelen van de destructievaatjes werd de inhoud kwantitatief overgespoeld naar een maatkolf van 25 ml en aangevuld met bidest. Voor de analyse werd 1 - 5 ml hiervan in het analysevat gebracht, waarna met behulp van tin(II)-chloride het aanwezige kwik werd gereduceerd. Het vrijgekomen kwik werd geanalyseerd door middel van vlamloze atoomabsorptie met behulp van een LDC/Milton Roy Mercury Monitor. Tijdens de reductie met tin (II) chloride werd niet geroerd. De detektielgrens, berekend als drie maal de ruis, bedroeg 0.25 ng Hg. Uitgaande van 1 gram gehomogeniseerd visweefsel was het laagst detekteerbare gehalte 5 µg/kg.

3. RESULTATEN

3.1 De relatie tussen het kwikgehalte en de biologische parameters.

Het kwikgehalte in vis kan gerelateerd worden aan drie groeiparameters, namelijk de lengte, de leeftijd en het gewicht. Tussen de lengte en het gewicht van een vissoort in een bepaald oppervlaktewater bestaat een vast verband: de groeicurve:

$$G = A * L^B$$

, waarbij B ongeveer gelijk is aan 3.

B kan berekend worden uit de dubbel-logaritmische curve van het gewicht tegen de lengte. De richtingscoëfficiënt van de verkregen lineaire relatie geeft de waarde van B. Voor snoekbaars uit het IJsselmeer is voor de faktor B een waarde van 3.1 bepaald. In figuur 1 zijn deze curven voor vier bemonsteringsperioden weergegeven. Voor baars uit het IJsselmeer bedraagt de waarde van B 3.3.

Voor de relatie tussen het kwikgehalte en de leeftijd bleek een lineaire functie in alle onderzochte oppervlaktewateren een goede beschrijving te zijn. Voor de relatie tussen de lengte en het kwikgehalte zijn vier mogelijke functies onderzocht en daarbij bleek de exponentiele functie de hoogste R^2 (coëfficiënt of determination) te geven (de "best fit").

Het verband tussen het kwikgehalte en het gewicht wijkt af van een lineaire functie. Met stijgend visgewicht treedt een afvlakking op in de curve van deze parameters. De figuren 2a en 2b geven twee voorbeelden voor snoekbaars uit het IJsselmeer voor respectievelijk de bemonsteringen in 1981 en 1987.

Met twee van bovenstaande parameters kan de relatie tussen het kwikgehalte en de groei van vis dus volledig worden beschreven. In ons onderzoek is uitgegaan van de lengte en de leeftijd.

De volgende vergelijkingen voor de relaties tussen het kwikgehalte en de lengte en de leeftijd werden gebruikt:

a) Kwik - lengte relatie: exponentiele functie:

$$[\text{Hg}] = A * 10^{(B * \text{Lengte})}$$

b) Kwik - leeftijd relatie: lineaire functie:

$$[\text{Hg}] = A + B * \text{Leeftijd}$$

In Tabel II zijn de regressie-coëfficiënten, alsmede de R^2 waarden voor een aantal meetseries vermeld. Voorbeelden van de exponentiele relatie tussen het kwikgehalte en de lengte voor snoekbaars afkomstig uit het IJsselmeer worden in de figuren 3a t/m 6a gegeven voor 4 monsterperiodes in respectievelijk 1981, 1984, 1985/86 en 1987. De lineaire curven voor het verband tussen kwikgehalte en leeftijd staan afgebeeld in de figuren 3b t/m 6b. (Voor de coëfficiënten zie tabel II). De gegevens staan vermeld in Tabel III a t/m d. Door de beperkte lengte-range van de monsters baars uit het IJsselmeer kon de exponentiele relatie tussen lengte en kwikgehalte bij deze vissoort niet onderzocht worden. Er is volstaan met een lineaire functie benadering. De relaties voor baars uit het IJsselmeer, bemonsterd in 1984, 1985 en 1987 worden getoond in de figuren 7a t/m 9b, terwijl de gegevens staan vermeld in Tabel IV a t/m c.

3.2 Trends in het kwikgehalte.

Voor elk jaar zijn de meetgegevens gegroepeerd naar lengteklasse en is het gemiddelde kwikgehalte per lengteklasse berekend. De kwikgehalten per lengteklasse tegen de tijd uitgezet, leveren de trends voor het kwikgehalte op. Voor snoekbaars uit het IJsselmeer is de trend vanaf 1981 in figuur 10 weergegeven. In de lengteklassen boven 50 cm blijkt het kwikgehalte in de afgelopen jaren aanzienlijk te zijn gedaald, terwijl in de klassen beneden 50 cm slechts een marginale daling van het kwikgehalte is te zien. De trend voor baars uit het IJsselmeer (figuur 11) vertoont in mindere mate hetzelfde beeld: alleen enige daling in de grotere lengteklasse.

In tabel V staan de kwikgehalten van snoekbaars en baars voor een leeftijd van 5 jaar vermeld.

Tabel V: Vergelijking van het kwikgehalte (mg/kg) van baars en snoekbaars voor een leeftijd van 5 jaar

jaar	baars	snoekbaars
1984	0.75	0.70
1985/86	0.80	0.80
1987	0.75	0.60
1988	0.70	0.70

Verschillen in het kwikgehalte van baars en snoekbaars zijn gering. Alleen in 1987 blijkt het kwikgehalte in snoekbaars lager te zijn.

4. DISCUSSIE.

4.1 Relatie biologische parameters en het kwikgehalte.

Groeiverschillen bij snoekbaars zullen in het gewicht sterker tot uiting komen dan in de lengte. Groeiverdunning van het kwikgehalte met toenemend gewicht wordt bij variaties in de groeisnelheid dan ook duidelijk zichtbaar in de relatie tussen het kwikgehalte en het gewicht in meer of mindere afvlakking van de curve. Bij zeer snelle groei zal de kwikaccumulatie geen gelijke tred kunnen houden met de jaarlijkse gewichtstoename en vult de Hg - gewicht curve af. In langzaam groeiende snoekbaars met een hoge voedselconversie daarentegen zal het kwikgehalte sneller toenemen dan volgens een lineair verband. We zien dan ook een grotere spreiding in de relatie kwikgehalte-gewicht bij groter visgewicht (zie fig. 2a). Zowel de invloed van groeiverschillen als de grotere spreiding geven aan, dat deze relatie minder geschikt lijkt om correcties in gemeten kwikgehalten aan te brengen ten behoeve van trend monitoring.

Met toenemende leeftijd neemt de lengte van snoekbaars (8,9) exponentieel af (fig. 12). Indien de relatie tussen het kwikgehalte en de leeftijd als een lineaire functie beschreven kan worden, zal de relatie tussen het kwikgehalte en de lengte daardoor een exponentiele curve functioneel het dichtst naderen, ongeacht de hoogte van de kwikbelasting van het betreffende oppervlaktewater. In een oppervlaktewater met zeer lage kwikbelasting zoals de Fluessen blijkt dan ook eveneens een exponentieel verband op te treden (fig 13), echter met een geringere stijging bij toenemende lengte en op een lager niveau (3).

Phillips (6) vond voor roofvisachtigen uit de Tongue rivier in Montana, een gebied met veel mijnbouw, ook een exponentieel toenemend kwikgehalte met de lengte. Ook voor zwaardvis uit de Atlantische Oceaan is de relatie tussen de lengte en het kwikgehalte nauwkeurig beschreven kunnen worden door een exponentiele functie (7). Voor vissoorten uit de kustzone, zoals bot (10,11) en puitaal (12), maar ook bij rode aal uit de binnenwateren (13) wordt meer een lineair verband tussen de lengte en het kwikgehalte gevonden en neemt het kwikgehalte niet lineair toe met de leeftijd. De laatstgenoemde vis species zijn alle benthos en plankton feeders, in tegenstelling tot snoekbaars, dat tot de roofvisachtigen behoort (fish feeders).

De relatief lange halfwaardetijd voor de uitscheiding van methykwik (14) is een belangrijke oorzaak voor de hoge kwikaccumulatie in zoetwatervis. Opslag van methykwik in de weefsels overtreft daardoor in hoge mate de uitscheiding ervan. Roofvissen (predatoren) zullen echter via hun voedsel meer methykwik consumeren dan niet-roofvissen. Het gehalte aan methykwik in prooivis ligt hoger dan in benthische organismen en plankton. Grotere predatoren consumeren daarnaast ook grotere prooidieren, zodat de opname van methykwik extra wordt gestimuleerd. Verder wordt bij een hogere voedselconversie bij grote predatoren per gram gewichtstoename ook nog eens meer voedsel geconsumeerd (15,8), waardoor de kwikconsumptie eveneens stijgt. Tenslotte neemt bij oudere vissen de excretie van methykwik verder af (16).

Bovenstaande aspecten vormen dus een duidelijke verklaring voor de bij predatoren optredende lineaire stijging van het kwikgehalte met de leeftijd, samengaan met een exponentiele kwik-lengte relatie.

4.2 Trends in het kwikgehalte.

Door middel van statistische verwerking van de meetwaarden van de tabellen III is een berekende trend voor het kwikgehalte in snoekbaars uit het IJsselmeer verkregen, waaruit ook de significantie kon worden afgeleid. Na logaritmische transformatie van de kwikgehalten werden van de exponentiele relaties met behulp van regressie-analyse lineaire functies bepaald (fig. 14). Hiermee werden kwikgehalten berekend voor standaardlengten snoekbaars. Voor de lineaire functies konden ook de 95 % betrouwbaarheidsintervallen worden berekend, die samen met de kwikgehalten per standaardlengte snoekbaars in figuur 15 weergegeven zijn. Alleen voor de grootste lengten blijken de betrouwbaarheidsintervallen elkaar niet of nauwelijks te overlappen en kan er dus van een significante afname ($p < 0.05$) van het kwikgehalte gesproken

worden. Snoekbaars met een lengte van 50 cm of kleiner laat vanaf 1981 geen significante daling van het kwikgehalte zien.

In figuur 16 zijn de relaties tussen de leeftijd en het kwikgehalte voor 1981 en 1987 vis met elkaar vergeleken. Snoekbaars tot een leeftijd van 3 a 4 jaar heeft geen significante daling van het kwikgehalte doorgemaakt (95 % intervallen overlappen elkaar volledig). Voor oudere snoekbaars is de overlap slechts gering en is de afname in het kwikgehalte waarschijnlijk significant.

Sinds 1979 is het kwikgehalte van het Rijnwater met een faktor 5 gedaald (17). Alleen in oudere snoekbaars is na 1980 sprake van een dalende trend. Voor 0 tot 3 jarige snoekbaars (maximaal 45 cm) neemt het kwikgehalte tussen 1981 en 1988 niet significant af. De daling van het kwikniveau in de Rijn na 1980 heeft (nog) geen effect gehad op de bio-accumulatie van kwik in 3 jarige snoekbaars. Mogelijkerwijs is de produktie van methyلكwik in het IJsselmeer nog niet beperkend ten aanzien van de kwikaccumulatie in jonge snoekbaars.

Er zijn twee routes bekend, waarlangs kwik in vis kan accumuleren, namelijk via het water en via het voedsel. Het voedselketeneffect wordt voor oudere snoekbaars relatief belangrijker (6). Een licht dalend kwikgehalte in prooivis werkt dus meer door in de accumulatie bij oudere predatorvis, terwijl gedurende de eerste levensfase van snoekbaars ook bentische organismen en zooplankton (met lagere percentages methyلكwik) als voedsel benut kunnen worden.

Andere aspecten, die genoemd kunnen worden als oorzaak voor het uitblijven van een daling van het kwik niveau in jonge snoekbaars zijn nalevering vanuit de vervuilde waterbodem en de invloed van andere bronnen dan de aanvoer door de Rijn. Te denken valt nog aan depositie vanuit de lucht en andere diffuse kwikbronnen. Deze aspecten kunnen op het sterk verlaagde niveau van kwikbelasting een belangrijker rol zijn gaan spelen. Door Essink (12) is de mogelijkheid, dat diffuse kwikbronnen een verdere daling van het kwikgehalte op het lagere niveau kunnen vertragen reeds gesuggereerd ten aanzien van de afname van het kwikgehalte in puitaal langs de Nederlandse kust.

5. CONCLUSIES.

a. Het verband tussen het kwikgehalte en de leeftijd is lineair. Het verband tussen het kwikgehalte en de lengte van snoekbaars en baars kan daardoor het meest optimaal beschreven worden door een exponentiele functie.

b. Tussen 1981 en 1987 blijkt het kwikgehalte van IJsselmeer snoekbaars groter dan 50 cm significant te zijn afgenomen.

c. De daling van het kwikgehalte van het Rijnwater na 1979 ($\times 1/5$) heeft in de periode na 1980 geen merkbare invloed gehad op de bio-accumulatie van kwik in jonge snoekbaars.

6. REFERENTIES.

1. G. Westoo, Methylmercury as percentage of total mercury in flesh and viscera of salmon and sea trout of various ages.
Science 181(1973)567
2. A.G. Johnels et al, Pike and some other aquatic organisms in Sweden as indicators of mercury contamination in the environment.
Oikos 18(1967)323
3. H. Pieters et al, Total mercury contents in fish species from Dutch surface waters in relation to biological parameters and pollution level.
ICES report CM 1983/E:19
4. K.R. Bull et al, Growth and mercury content of roach (*Rutilus Rutilus L.*), perch (*Perca Fluviatilis L.*) and pike (*Esox Lucius L.*) living in sewage effluent.
Environmental Pollution 25(1981)229
5. C.R. Forrester, Mercury content of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in the Strait of Georgia, British Columbia.
J. Fish. Res. Board of Can. 29(1972)1487
6. G.R. Phillips et al, Relation between trophic position and mercury accumulation among fishes from the Tongue River Reservoir, Montana
Environmental Res. 22(1980)73
7. R.T. Barber and P.J. Whaling, Mercury in marlin and sailfish.
Marine Pollution Bulletin 14(1983)395
8. J. Willemsen, In: Rapport werkgroep evaluatie beheersmethoden, 1984.
9. H. Hoogendoorn et al, Growth and production of the African catfish, *Clarius Lazera*. II. Effects of body weight, temperature and feeding level in intensive tank culture.
Aquaculture 34(1983)265
10. J.B. Luten et al, Mercury in flounder, cod and perch in relation to their length and Environment.
Bull. Env. Contam. Toxicol. 38(1987)3183
11. E. Stutterheim and W. Zevenboom, Joint Monitoring Programme 1987,
National comment of the Netherlands, Report No. : GWWS-88.011, blz. 40,41
12. K. Essink, Decreasing mercury pollution in the Dutch Wadden Sea and Ems estuary.
Marine Pollution Bulletin 19(1988)317
13. H. Pieters, niet gepubliceerde resultaten.
14. T. Jarvenpaa et al, Methylmercury: half-time of elimination in flounder, pike and eel.
Suomen Kemistilehti B43(1970)439
15. J. Willemsen, Population dynamics of percids in Lake IJssel and some other lakes in the Netherlands.
J. Fish. Res. Board of Can. 34(1977)1710
16. H.L. Windom and D.R. Kendall, Accumulation and biotransformation of mercury. In: The biogeochemistry of mercury in the environment, ed. J.O. Nriagu, 1979. Elsevier, Amsterdam.
17. W.G. van Gogh, Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland 1987.
Nota nr. 88.045, DBW/RIZA, 1988

Tabel I: Monstergegevens:

Locatie	Monsterdatum	Vissoort	Aantal	Jaar
IJsselmeer	10/27/81	snoekbaars	34	1981
IJsselmeer	12/31/84	snoekbaars	43	1984
IJsselmeer	11/27/85	snoekbaars	40	1985
IJsselmeer	11/15/86	snoekbaars	38	1986
IJsselmeer	5/15/87	snoekbaars	42	1987
IJsselmeer	9/15/87	snoekbaars	23	1987
IJsselmeer	10/5/84	baars	64	1984
IJsselmeer	11/27/85	baars	39	1985
IJsselmeer	5/15/87	baars	25	1987

Tabel II: Coefficienten.			Funkties:			
			exponentieel: $[Hg] = A \cdot 10^{(B \cdot Lengte)}$ lineair: $[Hg] = A + B \cdot Leeftijd$ $R^2 =$ coefficient van aanpassing			
Snoekbaars uit het IJsselmeer						
			kwikgehalte - lengte			kwikgehalte - leeftijd
Jaar:	A	B	R ²	A	B	R ²
1981	0.083	0.017	0.64	0.063	0.131	0.77
1984	0.187	0.010	0.74	0.184	0.107	0.83
1985/86	0.229	0.009	0.79	0.169	0.130	0.86
1987	0.132	0.011	0.88	0.085	0.099	0.86
Baars uit het IJsselmeer						
1984	- -	- -	- -	0.346	0.088	0.58
1985	0.121	0.028	0.56	0.271	0.111	0.48
1987	0.319	0.013	0.44	0.064	0.141	0.61

Tabel IIIa: Data voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1981

datum	kwikgehalte (mg/kg)	lengte (cm)	leeftijd	gewicht (kg)
27-Oct-81	1.21	73.5	11	3.80
27-Oct-81	1.52	66.5	9	2.60
27-Oct-81	0.76	61.1	7	2.40
27-Oct-81	1.12	69.6	7	3.40
27-Oct-81	1.12	58.6	7	2.20
27-Oct-81	0.96	60.0	6	2.20
27-Oct-81	0.87	55.0	6	1.60
27-Oct-81	0.90	64.7	6	2.60
27-Oct-81	0.60	47.7	4	1.00
27-Oct-81	0.31	43.6	4	1.10
27-Oct-81	0.61	43.7	4	1.00
27-Oct-81	0.65	49.6	4	1.20
27-Oct-81	0.55	45.5	4	0.90
27-Oct-81	0.65	48.0	4	1.00
27-Oct-81	0.54	43.5	4	0.80
27-Oct-81	0.29	43.7	3	0.70
27-Oct-81	0.51	43.6	3	0.75
27-Oct-81	0.55	46.5	3	0.90
27-Oct-81	0.28	44.1	3	0.75
27-Oct-81	0.23	41.8	3	0.70
27-Oct-81	0.28	43.9	3	0.70
27-Oct-81	0.41	42.5	3	0.70
27-Oct-81	0.37	42.1	3	0.65
27-Oct-81	0.47	47.3	3	0.90
27-Oct-81	0.44	43.1	3	0.70
27-Oct-81	0.42	43.0	3	0.70
27-Oct-81	0.37	41.0	3	0.60
27-Oct-81	0.57	44.7	3	0.80
27-Oct-81	0.53	42.6	3	0.70
27-Oct-81	0.48	43.7	3	0.75
27-Oct-81	0.66	42.8	3	0.70
27-Oct-81	0.59	42.5	3	0.70
27-Oct-81	0.58	41.6	3	0.65
27-Oct-81	0.56	40.7	3	0.60

Tabel IIIb: Data voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1984

datum	kwikgehalte (mg/kg)	lengte (cm)	leeftijd	gewicht (kg)
31-Dec-84	1.45	64.2	11	2.57
31-Dec-84	1.44	66.4	9	2.61
31-Dec-84	1.14	64.0	6	2.84
31-Dec-84	0.90	73.6	9	4.39
31-Dec-84	0.86	65.3	9	2.99
31-Dec-84	0.81	64.5	5	2.70
31-Dec-84	0.80	59.6	5	2.21
31-Dec-84	0.78	64.2	6	2.58
31-Dec-84	0.77	66.5	6	3.46
31-Dec-84	0.77	57.6	4	2.05
31-Dec-84	0.71	70.0	6	3.67
31-Dec-84	0.69	55.9	4	1.84
31-Dec-84	0.66	55.6	4	1.68
31-Dec-84	0.57	40.8	3	0.70
31-Dec-84	0.53	41.9	3	0.88
31-Dec-84	0.51	45.2	3	0.87
31-Dec-84	0.50	42.9	3	0.80
31-Dec-84	0.50	48.5	3	1.12
31-Dec-84	0.50	46.4	3	0.95
31-Dec-84	0.50	42.3	3	0.89
31-Dec-84	0.49	45.0	3	0.98
31-Dec-84	0.48	43.0	3	0.88
31-Dec-84	0.48	38.3	3	0.65
31-Dec-84	0.48	41.6	3	0.74
31-Dec-84	0.48	45.8	3	0.99
31-Dec-84	0.48	46.6	3	0.89
31-Dec-84	0.47	49.5	3	0.95
31-Dec-84	0.47	30.9	2	0.29
31-Dec-84	0.47	28.8	2	0.24
31-Dec-84	0.47	46.0	3	1.00
31-Dec-84	0.47	47.2	3	1.07
31-Dec-84	0.46	43.6	3	0.81
31-Dec-84	0.45	30.7	2	0.38
31-Dec-84	0.44	31.5	2	0.29
31-Dec-84	0.44	46.9	3	1.00
31-Dec-84	0.44	29.6	2	0.25
31-Dec-84	0.43	45.1	3	0.84
31-Dec-84	0.41	40.7	3	0.65
31-Dec-84	0.40	29.0	2	0.22
31-Dec-84	0.37	27.0	2	0.16
31-Dec-84	0.36	33.4	2	0.32
31-Dec-84	0.35	30.8	2	0.26
31-Dec-84	0.33	30.1	2	0.24

Tabel IIIc: Data voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1985/86

datum	kwikgehalte (mg/kg)	lengte (cm)	leeftijd (jaren)	gewicht (kg)
27-Nov-85	0.68	52.8	4	
27-Nov-85	0.68	54.6	4	
27-Nov-85	0.64	53.0	4	
27-Nov-85	0.54	49.4	4	
27-Nov-85	0.74	41.8	3	
27-Nov-85	0.70	44.6	3	
27-Nov-85	0.67	41.3	3	
27-Nov-85	0.67	41.0	3	
27-Nov-85	0.66	44.5	3	
27-Nov-85	0.64	42.6	3	
27-Nov-85	0.64	41.2	3	
27-Nov-85	0.64	41.4	3	
27-Nov-85	0.63	44.1	3	
27-Nov-85	0.63	44.4	3	
27-Nov-85	0.62	40.8	3	
27-Nov-85	0.61	43.3	3	
27-Nov-85	0.61	40.6	3	
27-Nov-85	0.60	45.3	3	
27-Nov-85	0.60	41.7	3	
27-Nov-85	0.59	41.0	3	
27-Nov-85	0.59	42.0	3	
27-Nov-85	0.58	42.8	3	
27-Nov-85	0.57	42.5	3	
27-Nov-85	0.57	41.0	3	
27-Nov-85	0.54	45.5	3	
27-Nov-85	0.54	42.6	3	
27-Nov-85	0.53	41.3	3	
27-Nov-85	0.53	45.4	3	
27-Nov-85	0.53	42.7	3	
27-Nov-85	0.52	41.5	3	
27-Nov-85	0.52	43.4	3	
27-Nov-85	0.52	47.1	3	
27-Nov-85	0.51	44.4	3	
27-Nov-85	0.50	42.2	3	
27-Nov-85	0.50	45.0	3	
27-Nov-85	0.49	42.1	3	
27-Nov-85	0.47	44.3	3	
27-Nov-85	0.46	37.0	3	
27-Nov-85	0.44	41.5	3	
27-Nov-85	0.37	40.8	3	

Tabel IIIc: Data voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1985/86

datum	kwikgehalte (mg/kg)	lengte (cm)	leeftijd	gewicht (kg)
15-Nov-86	1.70	86.0	11	6.25
15-Nov-86	0.41	40.5	3	0.72
15-Nov-86	0.45	31.0	2	0.29
15-Nov-86	0.44	29.0	2	0.22
15-Nov-86	0.42	30.0	2	0.29
15-Nov-86	0.42	31.0	2	0.28
15-Nov-86	0.41	29.0	2	0.27
15-Nov-86	0.40	30.0	2	0.27
15-Nov-86	0.40	30.5	2	0.27
15-Nov-86	0.40	30.5	2	0.25
15-Nov-86	0.38	32.0	2	0.31
15-Nov-86	0.38	29.5	2	0.26
15-Nov-86	0.37	29.5	2	0.24
15-Nov-86	0.37	28.5	2	0.22
15-Nov-86	0.37	28.5	2	0.20
15-Nov-86	0.37	29.5	2	0.24
15-Nov-86	0.33	28.0	2	0.22
15-Nov-86	0.33	32.0	2	0.32
15-Nov-86	0.29	28.5	2	0.23
15-Nov-86	0.38	16.0	1	0.04
15-Nov-86	0.35	16.5	1	0.04
15-Nov-86	0.35	15.0	1	0.03
15-Nov-86	0.35	16.0	1	0.03
15-Nov-86	0.35	13.5	1	0.02
15-Nov-86	0.34	16.5	1	0.04
15-Nov-86	0.34	16.0	1	0.03
15-Nov-86	0.34	15.5	1	0.03
15-Nov-86	0.34	14.0	1	0.02
15-Nov-86	0.34	15.5	1	0.03
15-Nov-86	0.33	16.5	1	0.03
15-Nov-86	0.33	15.0	1	0.03
15-Nov-86	0.33	15.5	1	0.03
15-Nov-86	0.33	14.5	1	0.03
15-Nov-86	0.33	17.0	1	0.05
15-Nov-86	0.32	16.5	1	0.04
15-Nov-86	0.32	14.0	1	0.02
15-Nov-86	0.32	16.0	1	0.03
15-Nov-86	0.28	17.0	1	0.04

Tabel IIIId: Data voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1987

Datum	kwikgehalte (mg/kg)	lengte (cm)	leeftijd (jaren)	gewicht (kg)
15-May-87	0.93	77	8	5.10
15-May-87	0.66	60	6	2.17
15-May-87	0.62	57	5	1.90
15-May-87	0.52	49	5	1.18
15-May-87	0.36	45	3	0.98
15-May-87	0.40	44	3	0.80
15-May-87	0.38	44	3	0.96
15-May-87	0.41	41	3	0.72
15-May-87	0.44	46	3	0.86
15-May-87	0.40	42	3	0.72
15-May-87	0.43	45	3	0.92
15-May-87	0.48	41	3	0.80
15-May-87	0.42	41	3	0.78
15-May-87	0.36	42	3	0.79
15-May-87	0.39	41	3	0.69
15-May-87	0.44	43	3	0.78
15-May-87	0.42	40	3	0.68
15-May-87	0.39	41	3	0.93
15-May-87	0.38	44	3	0.85
15-May-87	0.39	43	3	0.90
15-May-87	0.37	40	3	0.67
15-May-87	0.39	41	3	0.69
15-May-87	0.37	45	3	0.94
15-May-87	0.43	43	3	0.80
15-May-87	0.39	43	3	0.79
15-May-87	0.37	41	3	0.74
15-May-87	0.40	44	3	0.76
15-May-87	0.40	39	3	0.65
15-May-87	0.34	31	2	0.31
15-May-87	0.32	34	2	0.37
15-May-87	0.33	32	2	0.33
15-May-87	0.26	30	2	0.26
15-May-87	0.30	30	2	0.27
15-May-87	0.32	30	2	0.27
15-May-87	0.30	29	2	0.22
15-May-87	0.32	30	2	0.25
15-May-87	0.28	27	2	0.20
15-May-87	0.31	29	2	0.26
15-May-87	0.28	29	2	0.23
15-May-87	0.30	30	2	0.26
15-May-87	0.25	28	2	0.19
15-May-87	0.31	25	2	0.15

Tabel IIIId: Data voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1987

datum	kwikgehalte (mg/kg)	lengte (cm)	leeftijd	gewicht (kg)
15-Sep-87	0.18	11.5	1	
15-Sep-87	0.20	10.7	1	
15-Sep-87	0.14	10.3	1	
15-Sep-87	0.17	11.1	1	
15-Sep-87	0.16	11.7	1	
15-Sep-87	0.17	9.6	1	
15-Sep-87	0.17	9.5	1	
15-Sep-87	0.17	8.8	1	
15-Sep-87	0.17	7.5	1	
15-Sep-87	0.10	8.1	1	
15-Sep-87	0.17	6.6	1	
15-Sep-87	0.14	6.2	1	
15-Sep-87	0.10	6.2	1	
15-Sep-87	0.24	5.5	1	
15-Sep-87	0.16	6.1	1	
26-Nov-87	0.30	51.0	5	1.36
26-Nov-87	0.42	45.0	3	0.89
26-Nov-87	0.35	44.0	3	0.75
26-Nov-87	0.32	43.0	3	0.79
26-Nov-87	0.32	41.0	3	0.68
26-Nov-87	0.37	42.0	3	0.71
26-Nov-87	0.37	43.0	3	0.77
26-Nov-87	0.36	43.0	3	0.77

Tabel IVa: Kwikgehalten in baars uit het IJsselmeer (1984), uitgedrukt op produktbasis

datum	kwikgehalte (mg/kg)	Lengte (cm)	Leeftijd (jaren)	Gewicht (kg)
5-Oct-84	1.24	36.7	9	0.88
5-Oct-84	0.83	24.9	6	0.26
5-Oct-84	0.59	26.0	5	0.29
5-Oct-84	0.88	27.2	5	0.37
5-Oct-84	0.67	24.2	5	0.22
5-Oct-84	0.83	30.6	5	0.56
5-Oct-84	0.85	22.7	5	0.17
5-Oct-84	0.84	29.1	5	0.35
5-Oct-84	0.87	27.3	5	0.32
5-Oct-84	0.66	26.7	5	0.30
5-Oct-84	0.74	27.6	5	0.35
5-Oct-84	0.59	25.3	5	0.22
5-Oct-84	0.88	23.1	5	0.19
5-Oct-84	0.72	32.9	5	0.62
5-Oct-84	0.77	22.0	4	0.15
5-Oct-84	0.69	24.0	4	0.24
5-Oct-84	0.60	25.1	4	0.26
5-Oct-84	0.80	26.6	4	0.28
5-Oct-84	0.77	27.2	4	0.30
5-Oct-84	0.73	26.4	4	0.28
5-Oct-84	0.73	25.9	4	0.27
5-Oct-84	0.64	23.3	4	0.26
5-Oct-84	0.78	25.1	4	0.26
5-Oct-84	0.64	24.2	4	0.21
5-Oct-84	0.71	21.7	4	0.16
5-Oct-84	0.79	24.5	4	0.25
5-Oct-84	0.67	23.9	3	0.21
5-Oct-84	0.68	23.6	3	0.23
5-Oct-84	0.69	24.2	3	0.22
5-Oct-84	0.46	24.5	3	0.23
5-Oct-84	0.64	24.3	3	0.25
5-Oct-84	0.71	25.0	3	0.17
5-Oct-84	0.67	22.0	3	0.16
5-Oct-84	0.71	22.6	3	0.17
5-Oct-84	0.61	22.7	3	0.17
5-Oct-84	0.66	20.5	3	0.11
5-Oct-84	0.51	22.0	3	0.16
5-Oct-84	0.52	20.0	3	0.10
5-Oct-84	0.47	21.2	3	0.14
5-Oct-84	0.56	23.3	3	0.22
5-Oct-84	0.65	23.5	3	0.18
5-Oct-84	0.60	21.6	3	0.13
5-Oct-84	0.53	21.7	3	0.15
5-Oct-84	0.41	23.1	3	0.18
5-Oct-84	0.54	22.2	3	0.16
5-Oct-84	0.69	23.6	3	0.21
5-Oct-84	0.68	23.9	3	0.21
5-Oct-84	0.63	23.4	3	0.20
5-Oct-84	0.69	20.2	3	0.11
5-Oct-84	0.54	21.0	3	0.13
5-Oct-84	0.63	23.3	3	0.19
5-Oct-84	0.54	23.3	3	0.19
5-Oct-84	0.67	22.3	3	0.19

Tabel IVa: Kwikgehalten in baars uit het IJsselmeer (1984), uitgedrukt op produktbasis

datum	kwikgehalte (mg/kg)	Lengte (cm)	Leeftijd (jaren)	Gewicht (kg)
5-Oct-84	0.63	21.3	3	0.14
5-Oct-84	0.61	22.0	3	0.16
5-Oct-84	0.70	22.0	3	0.16
5-Oct-84	0.56	22.1	3	0.16
5-Oct-84	0.64	22.2	3	0.17
5-Oct-84	0.65	21.0	3	0.17
5-Oct-84	0.62	22.6	3	0.20
5-Oct-84	0.66	20.0	3	0.13
5-Oct-84	0.63	23.7	3	0.19
5-Oct-84	0.64	24.2	3	0.24
5-Oct-84	0.59	22.3	3	0.16

Tabel IVb: Kwikgehalten in baars uit het IJsselmeer (1985), uitgedrukt op produktbasis

datum	kwikgehalte (mg/kg)	Lengte (cm)	Leeftijd (jaren)	Gewicht (kg)
27-Nov-85	1.16	34.5	7	0.69
27-Nov-85	0.87	28.7	6	0.37
27-Nov-85	0.53	30.6	6	0.35
27-Nov-85	1.05	31.2	6	0.47
27-Nov-85	0.98	28.1	6	0.33
27-Nov-85	0.74	28.1	5	0.31
27-Nov-85	0.86	28.9	5	9.99
27-Nov-85	0.79	27.8	4	
27-Nov-85	0.82	29.1	4	0.40
27-Nov-85	0.60	25.5	4	0.27
27-Nov-85	0.67	28.3	4	0.40
27-Nov-85	0.65	27.2	4	0.32
27-Nov-85	0.64	30.3	4	0.47
27-Nov-85	0.66	26.8	4	0.31
27-Nov-85	0.78	27.6	4	0.34
27-Nov-85	0.71	28.0	4	9.99
27-Nov-85	0.77	28.0	4	9.99
27-Nov-85	0.68	28.5	4	0.35
27-Nov-85	0.79	29.1	4	0.41
27-Nov-85	0.75	27.6	4	0.37
27-Nov-85	0.66	26.5	4	0.31
27-Nov-85	0.64	28.3	4	0.36
27-Nov-85	0.79	30.7	4	0.51
27-Nov-85	0.71	29.5	4	0.41
27-Nov-85	0.74	28.5	4	9.99
27-Nov-85	0.69	29.2	4	0.44
27-Nov-85	0.78	28.4	4	0.40
27-Nov-85	0.73	26.1	4	0.28
27-Nov-85	0.71	30.4	4	0.45
27-Nov-85	0.88	30.1	4	0.44
27-Nov-85	0.68	25.6	4	0.27
27-Nov-85	0.74	29.3	4	
27-Nov-85	0.76	29.0	4	
27-Nov-85	0.85	29.0	4	
27-Nov-85	0.71	27.5	4	
27-Nov-85	0.80	27.0	4	
27-Nov-85	0.75	29.3	4	
27-Nov-85	0.76	27.5	4	
27-Nov-85	0.30	17.5	2	0.08

Tabel IVc: Kwikgehalten in baars uit het IJsselmeer (1987), uitgedrukt op produktbasis

datum	kwikgehalte (mg/kg)	Lengte (cm)	Leeftijd (jaren)	Gewicht (kg)
15-May-87	0.88	35.0	6	0.72
15-May-87	0.87	30.0	6	0.42
15-May-87	0.91	29.0	6	0.44
15-May-87	1.05	33.0	6	0.59
15-May-87	0.86	35.0	6	0.66
15-May-87	0.84	36.0	6	0.80
15-May-87	0.96	34.0	6	0.57
15-May-87	0.87	31.0	6	0.48
15-May-87	1.06	35.0	6	0.72
15-May-87	0.89	34.0	6	0.69
15-May-87	0.82	29.0	6	0.39
15-May-87	0.92	33.0	6	0.63
15-May-87	0.99	30.0	6	0.46
15-May-87	0.86	31.0	6	0.48
15-May-87	0.93	34.0	6	0.61
15-May-87	0.86	37.0	6	0.84
15-May-87	0.63	28.0	5	0.40
15-May-87	0.94	32.0	5	0.51
15-May-87	0.76	31.0	5	0.43
15-May-87	0.77	28.0	5	0.34
15-May-87	0.75	28.0	5	0.38
15-May-87	0.71	27.0	5	0.30
15-May-87	0.74	29.0	5	0.45
15-May-87	0.66	27.0	4	0.40
15-May-87	0.63	28.0	4	0.38

Fig. 1a: Dubbel-logaritmische plot: Gewicht-Lengte relatie voor snoekbaars uit IJsselmeer in 1981

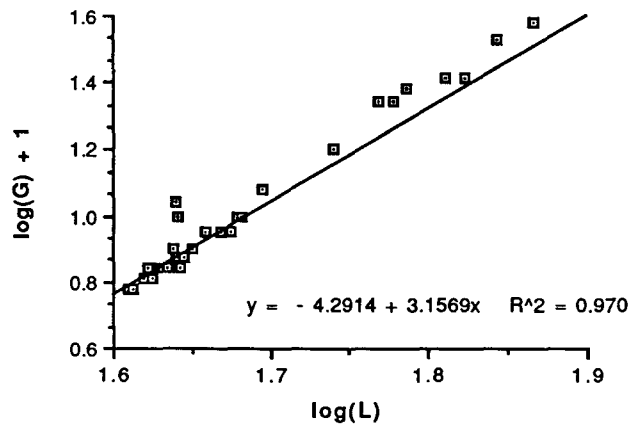


Fig. 1b: Dubbel-logaritmische plot: Gewicht-Lengte relatie voor snoekbaars uit IJsselmeer in 1984

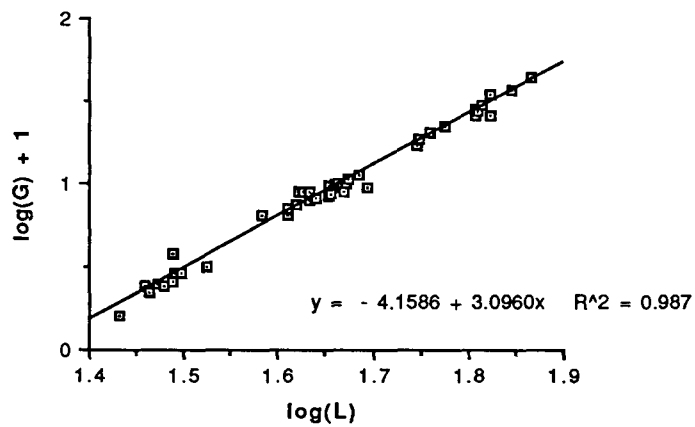


Fig. 1c: Dubbel-logaritmische plot: Gewicht-Lengte relatie voor snoekbaars uit IJsselmeer in 1985/86

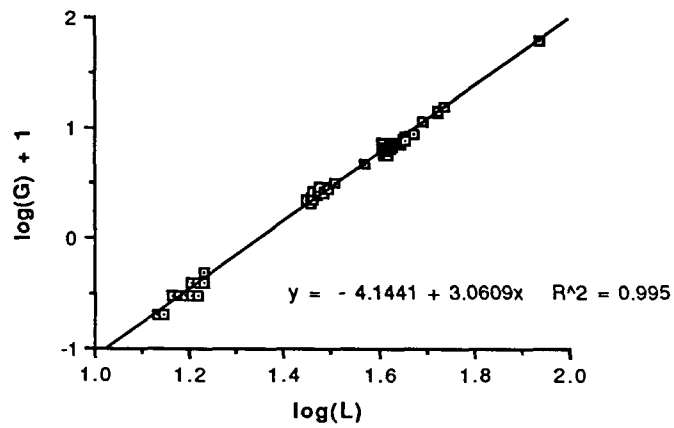


Fig. 1d: Dubbel-logaritmische plot: Gewicht-Lengte relatie voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1987

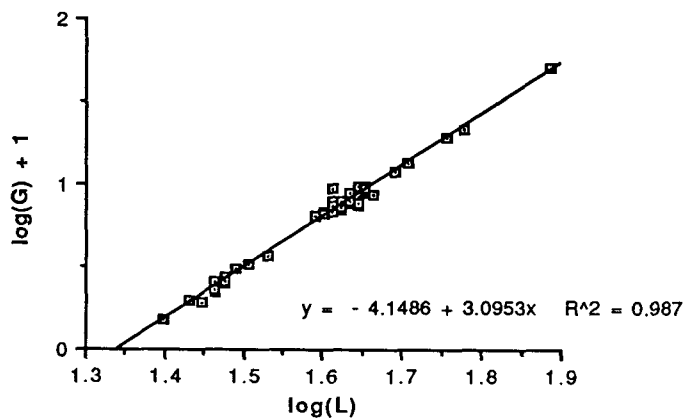


Fig. 2a: Relatie van het kwikgehalte en het gewicht voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1981

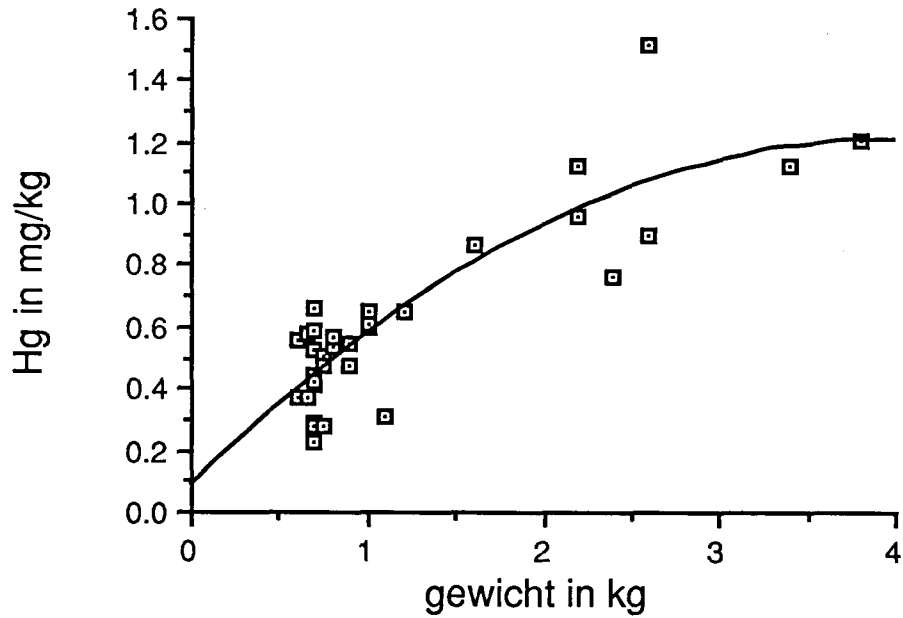


Fig. 2b: Relatie van het kwikgehalte en het gewicht voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1987

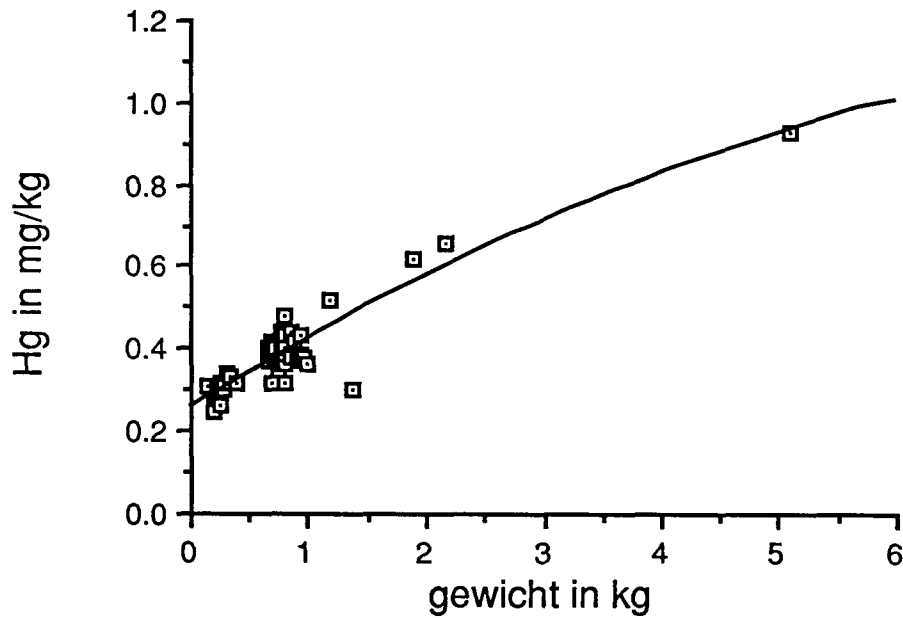


Fig. 3a: De relatie tussen het kwikgehalte en de lengte van snoekbaars uit het IJsselmeer. (1981)

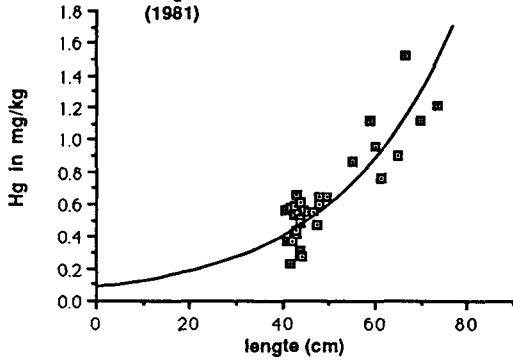


Fig. 3b: De relatie tussen het kwikgehalte en de leeftijd van de snoekbaars uit het IJsselmeer (1981).

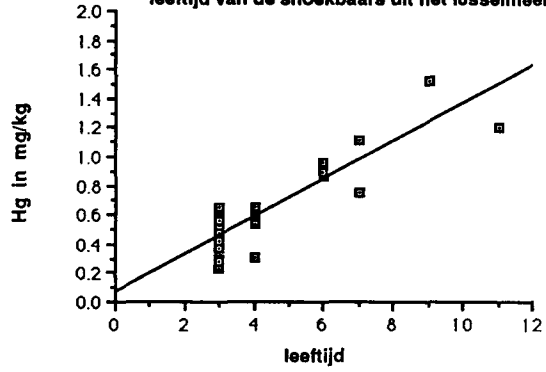


Fig. 4a: De relatie tussen het kwikgehalte en de lengte van snoekbaars uit het IJsselmeer. (1984)

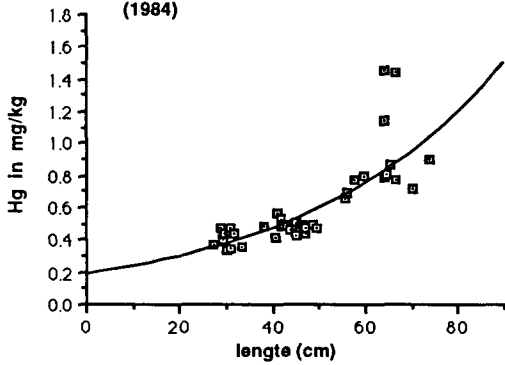


Fig. 4b: De relatie tussen het kwikgehalte en de leeftijd van snoekbaars uit het IJsselmeer. (1984)

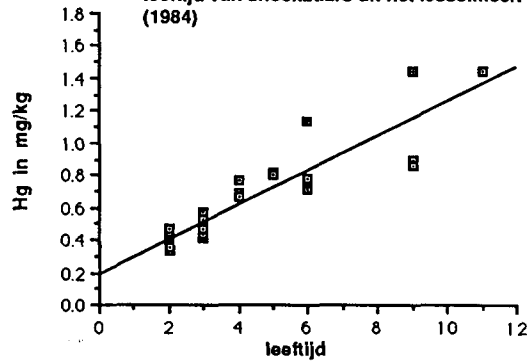


Fig. 5a: De relatie tussen het kwikgehalte en de lengte van snoekbaars uit het IJsselmeer (1985/1986)

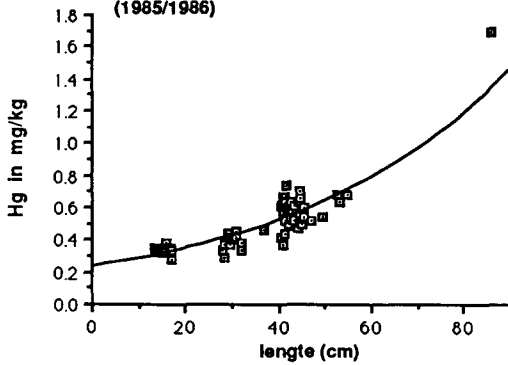


Fig. 5b: De relatie tussen het kwikgehalte en de leeftijd van snoekbaars uit het IJsselmeer (1985/1986)

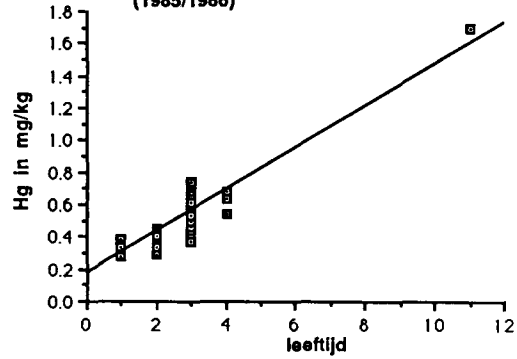


Fig. 6a: De relatie tussen het kwikgehalte en de lengte van snoekbaars uit het IJsselmeer. (87)

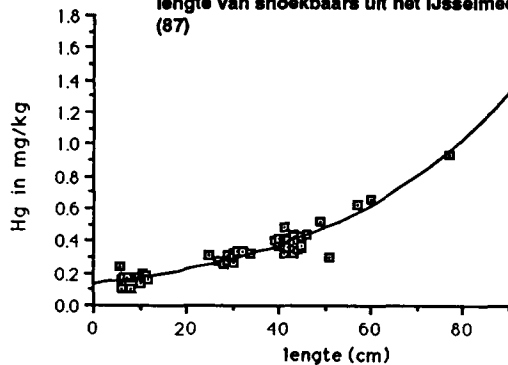


Fig. 6b: De relatie tussen het kwikgehalte en de leeftijd van snoekbaars uit het IJsselmeer. (1987)

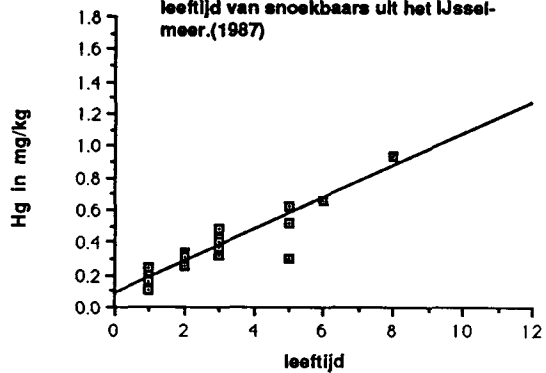


Fig. 7a: Relatie van het kwikgehalte en de lengte van baars uit het IJsselmeer in 1984

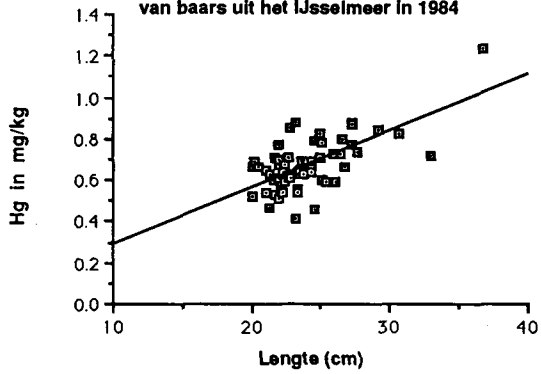


Fig. 7b: Relatie van het kwikgehalte en de leeftijd van baars uit het IJsselmeer in 1984

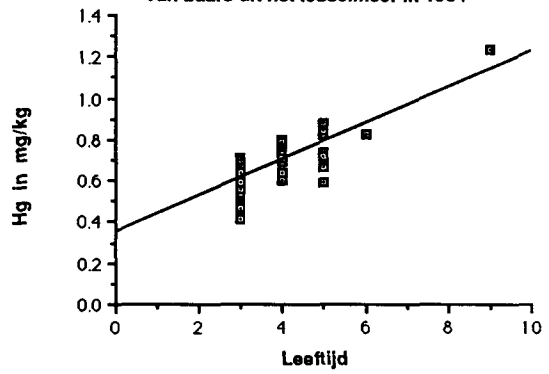


Fig. 8a: Relatie van het kwikgehalte en de lengte van baars uit het IJsselmeer in 1985

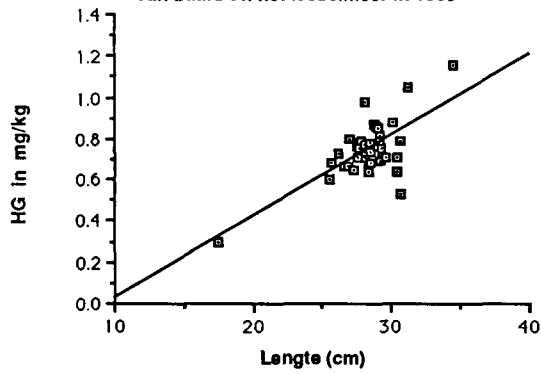


Fig. 8b: Relatie van het kwikgehalte en de leeftijd van baars uit het IJsselmeer in 1985

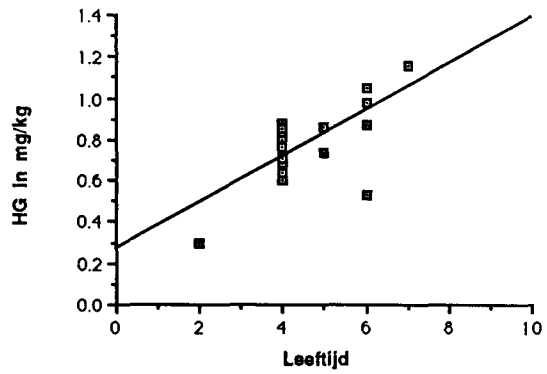


Fig. 9a: Relatie van het kwikgehalte en de lengte van baars uit het IJsselmeer in 1987

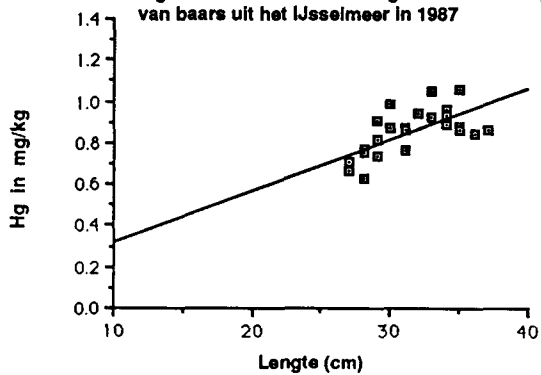


Fig. 9b: Relatie van het kwikgehalte en de leeftijd van baars uit het IJsselmeer in 1987

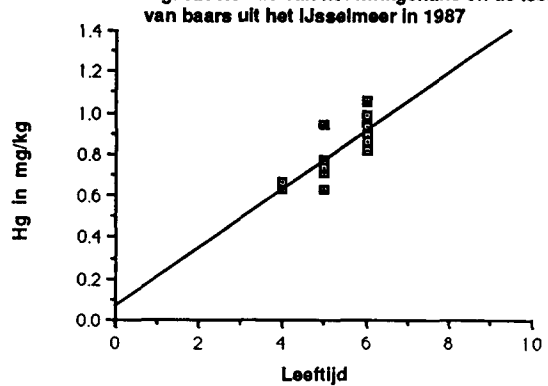


Fig. 10: Trend van het kwikgehalte in snoekbaars uit het IJsselmeer

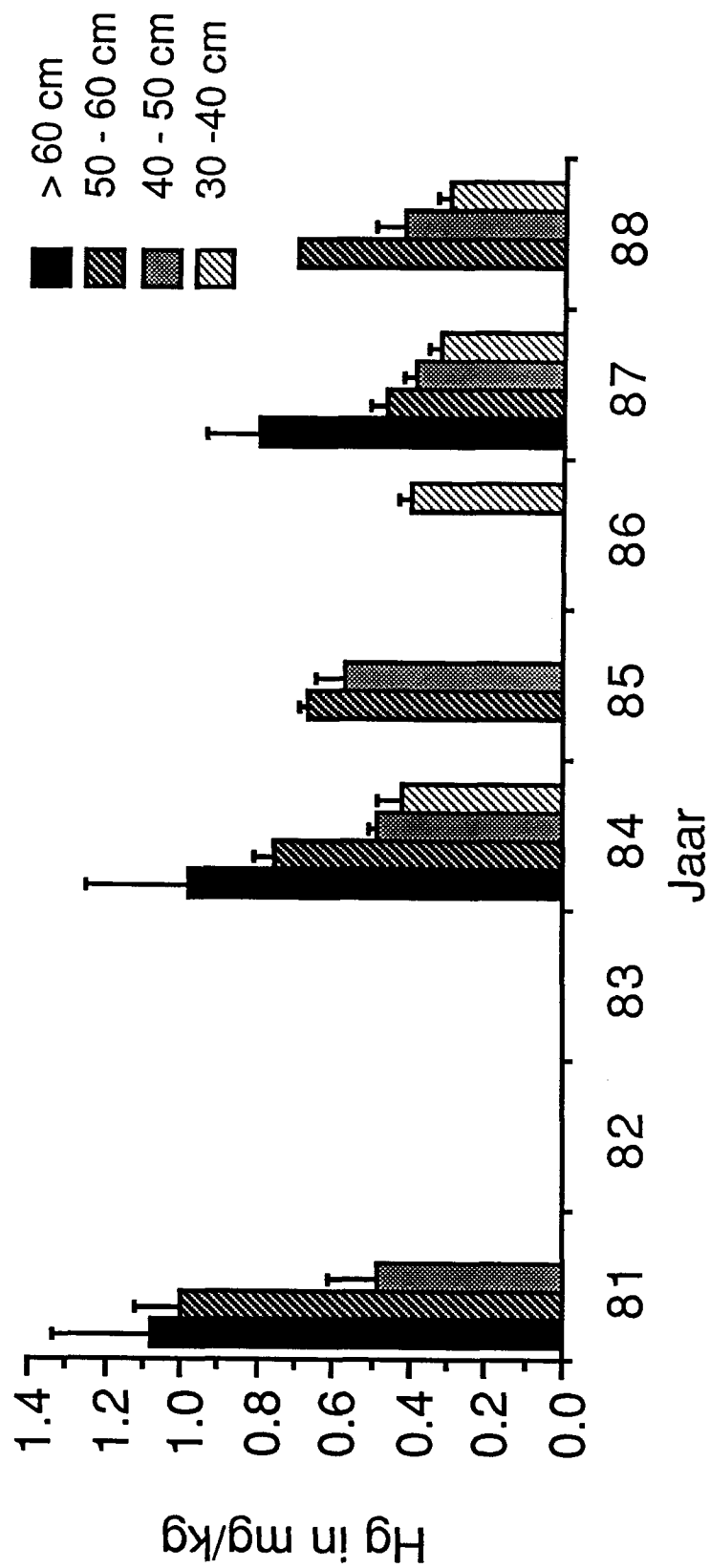


Fig. 11: Trend van het kwikgehalte in baars uit het IJsselmeer

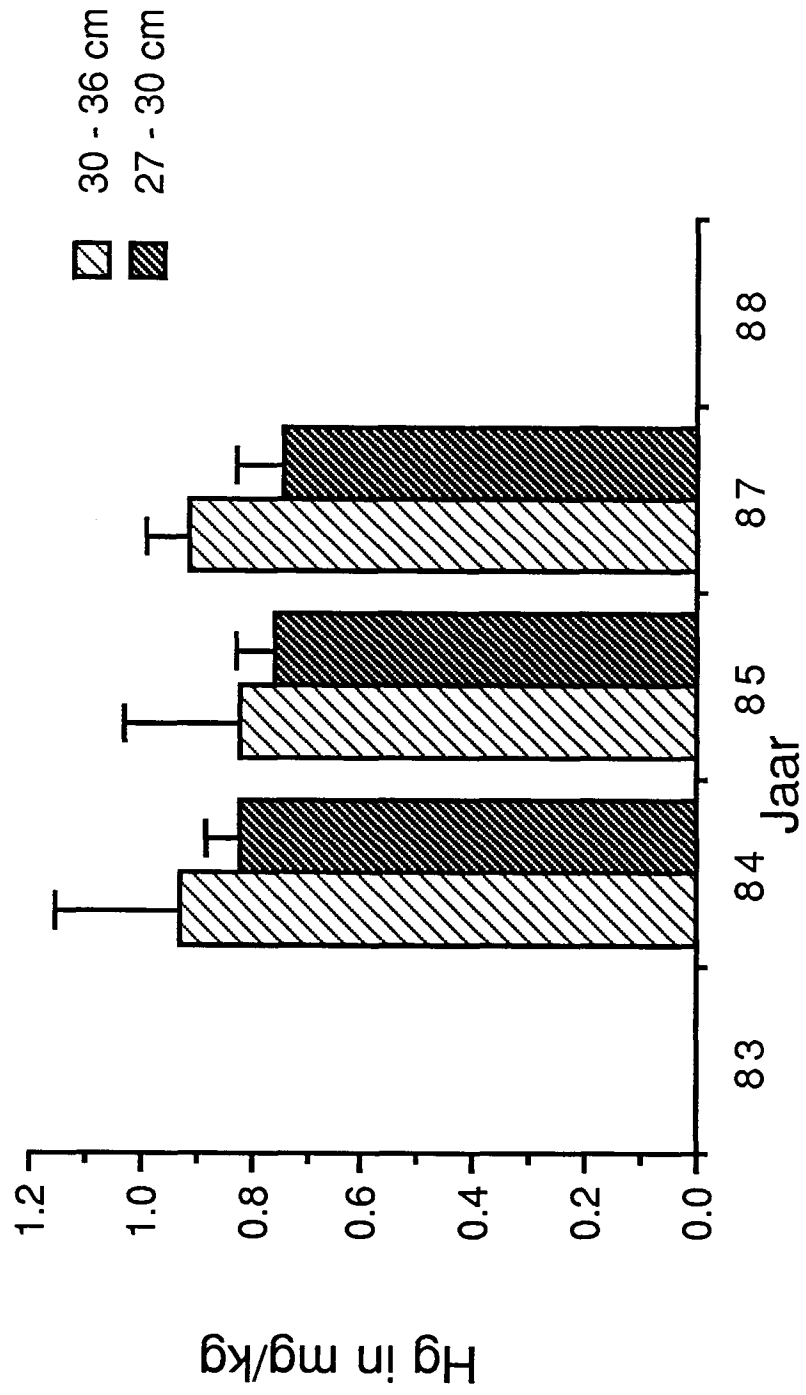


Fig. 12: Relatie tussen de lengte en de leeftijd van snoekbaars uit het IJsselmeer in 1984

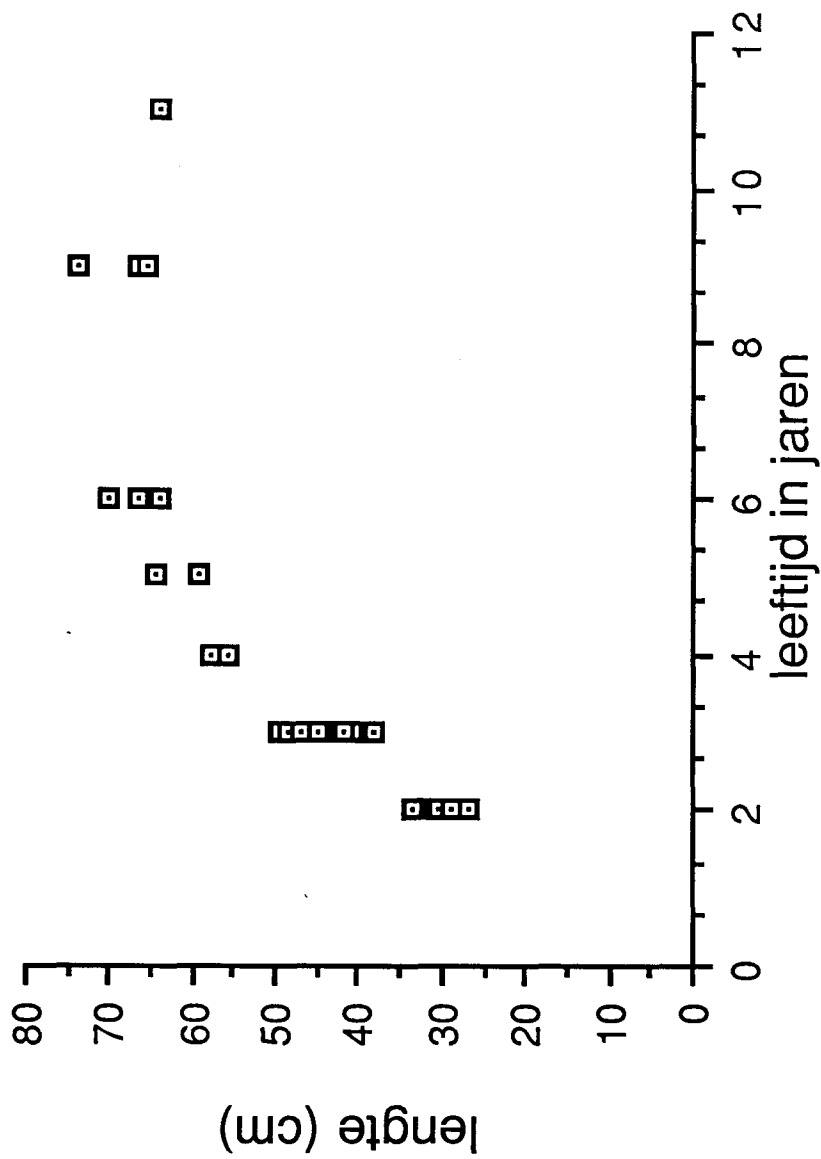


Fig. 13: Relatie van het kwikgehalte en de lengte voor snoekbaars uit de Fluessen in 1981

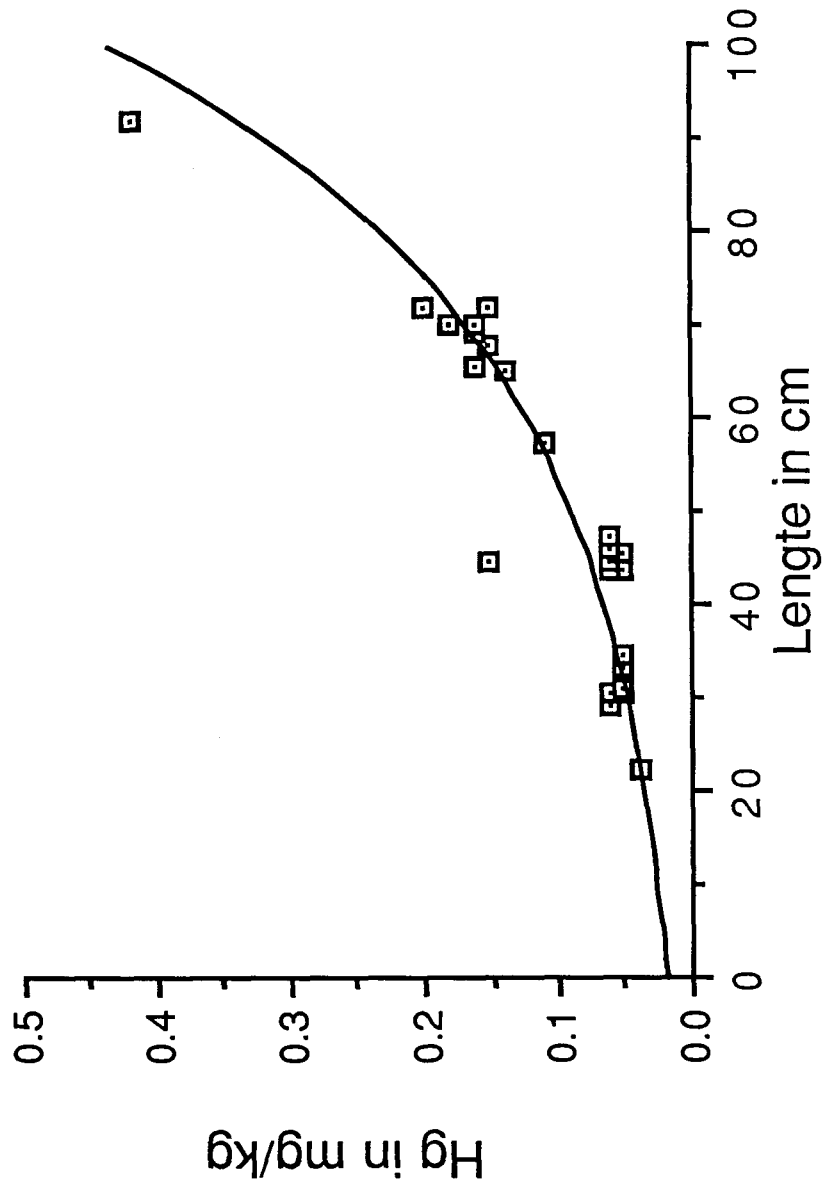


Fig. 14: Berekende kwikgehalten in snoekbaars uit het IJsselmeer over de jaren 1981 tot 1987: lineaire functie

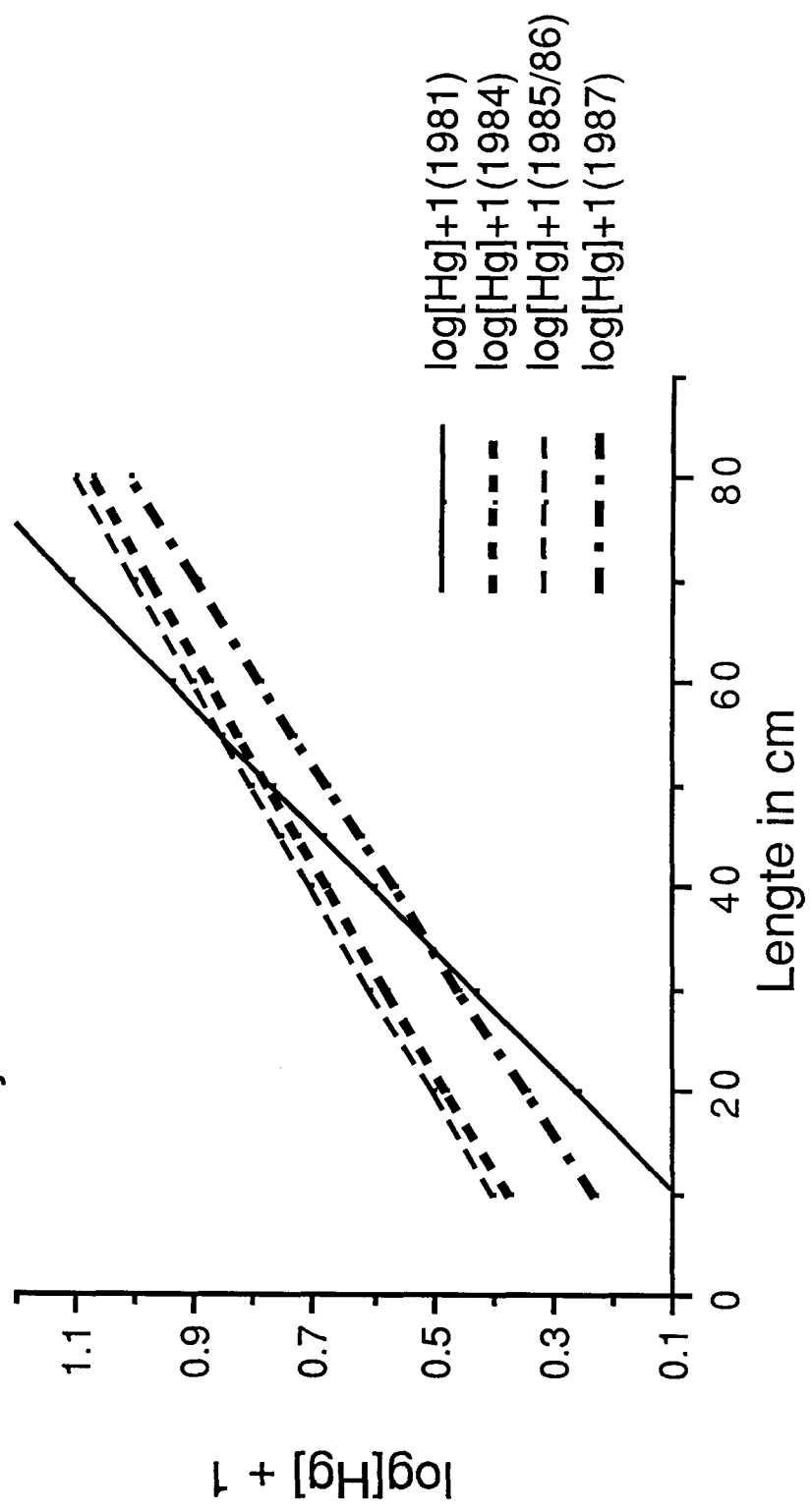


Fig. 15: Trend van het kwikgehalte van snoekbaars uit het IJsselmeer

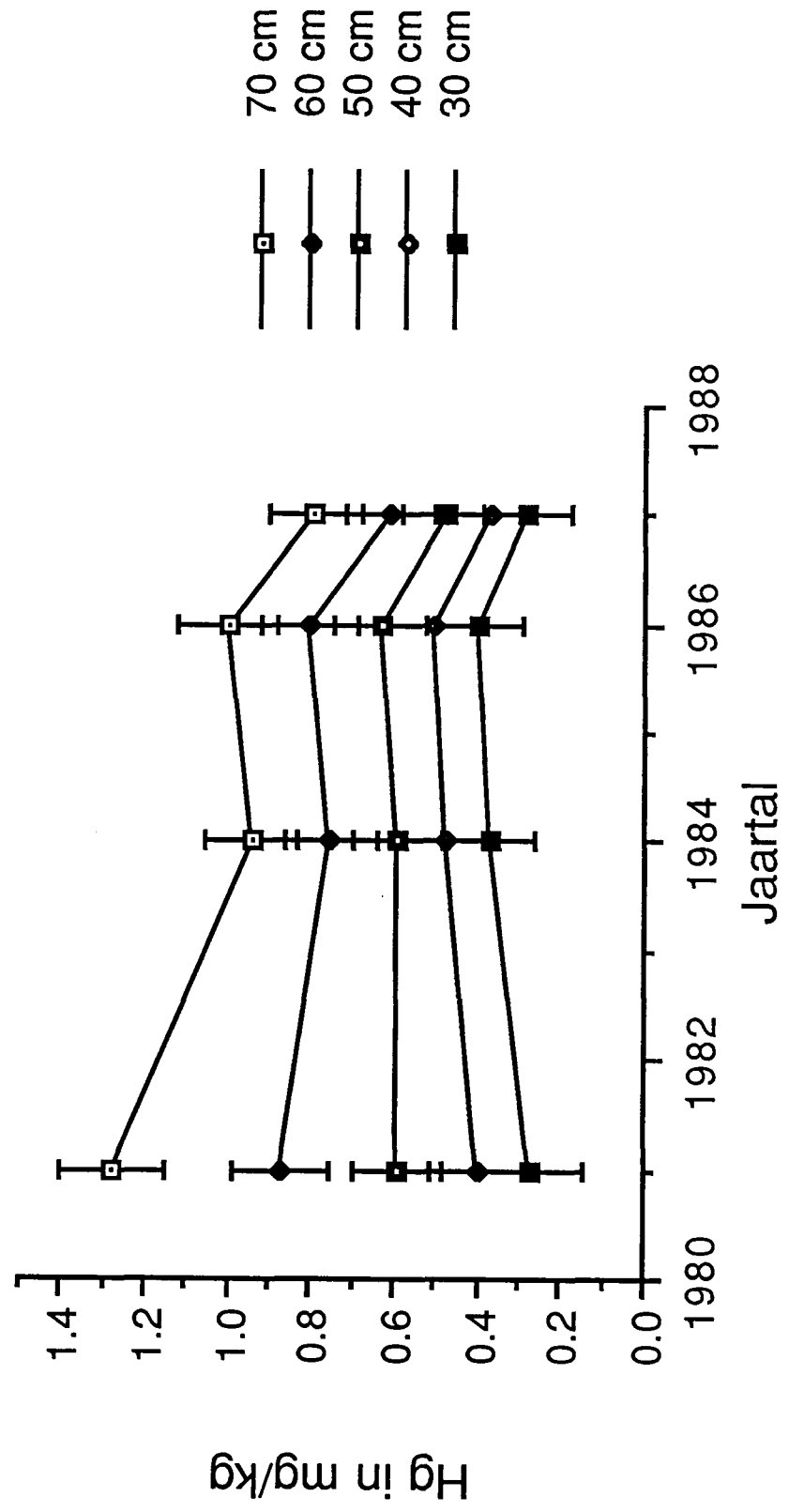


Fig. 16a: Berekende curve van kwikgehalte tegen de leeftijd voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1981

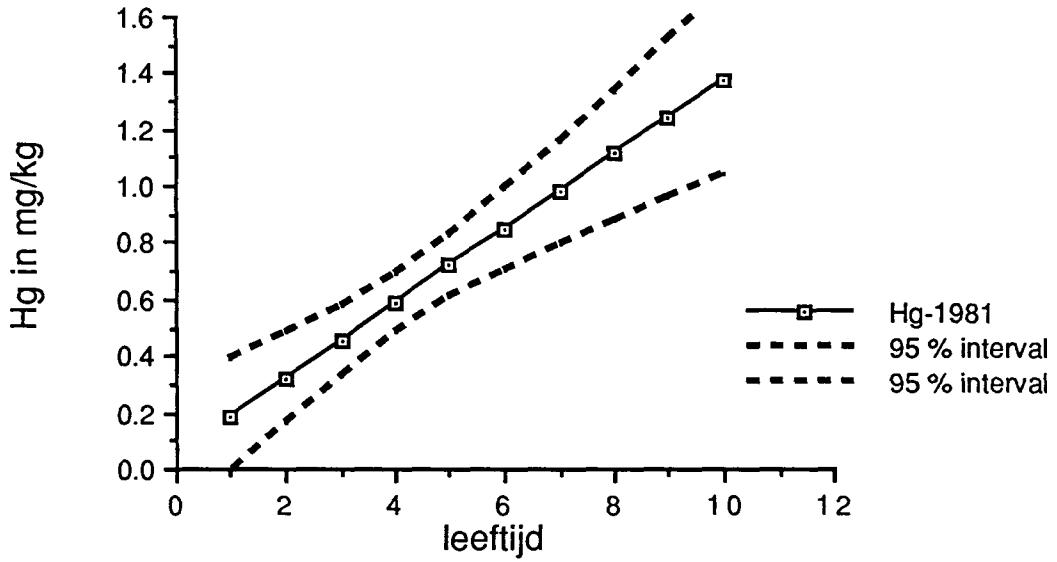


Fig. 16b: Berekende curve van kwikgehalte tegen de leeftijd voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1987

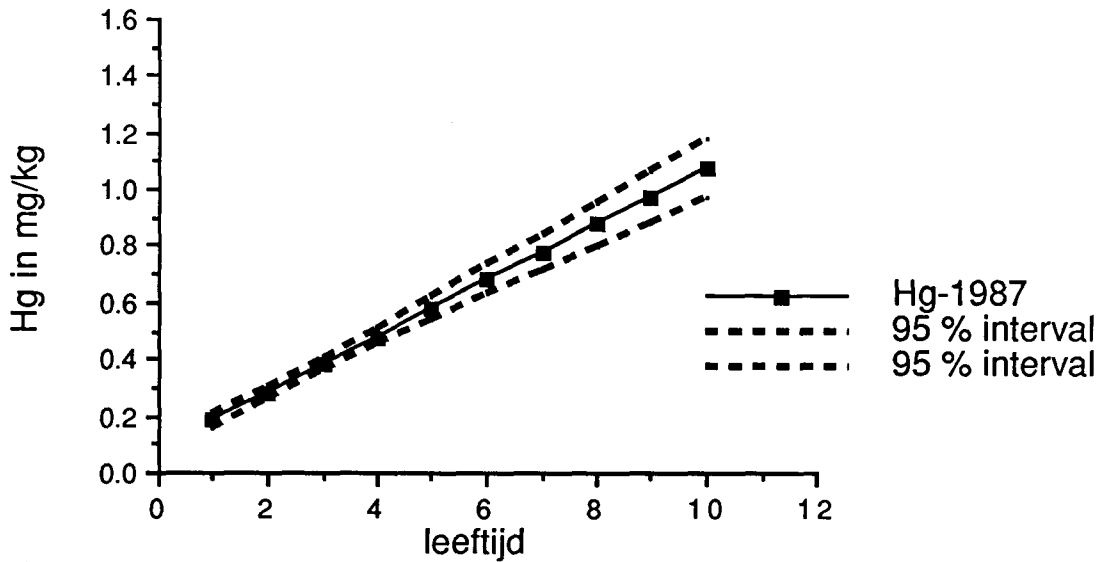


Fig. 16c: Berekende curven van kwikgehalte tegen de leeftijd voor snoekbaars uit het IJsselmeer in 1981 en 1987

