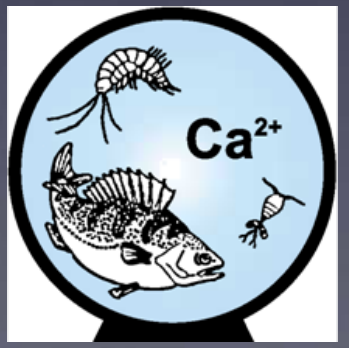
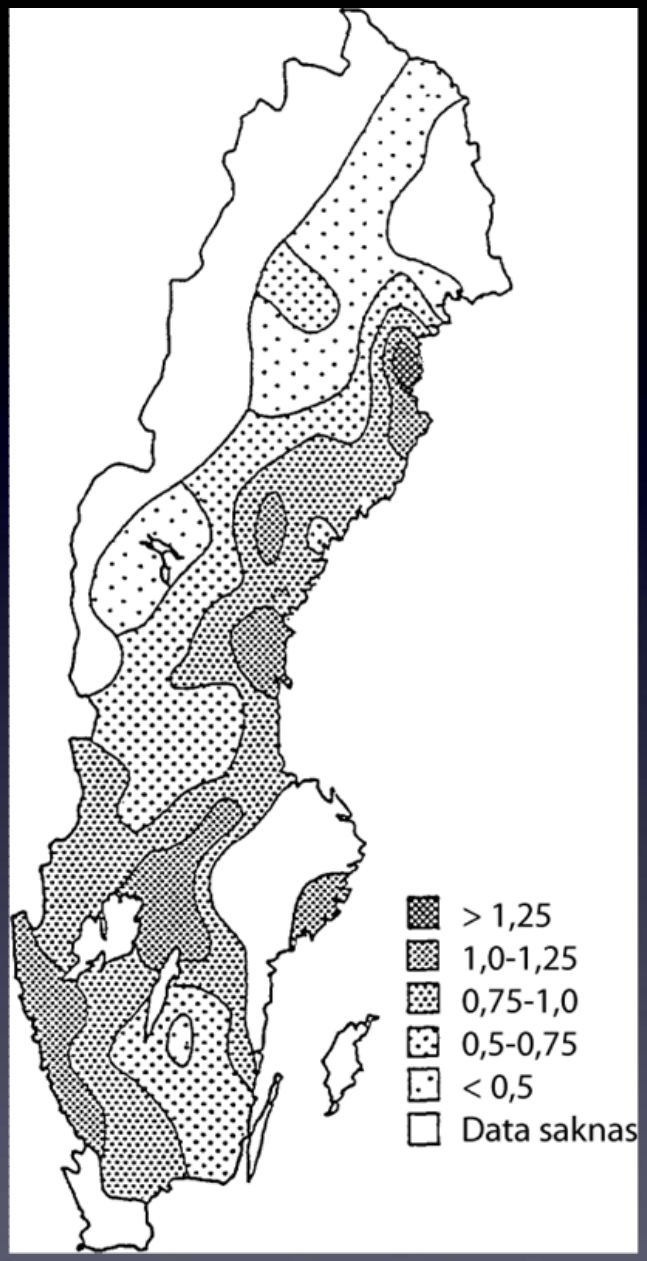
Kvicksilver i kalkade sjöar

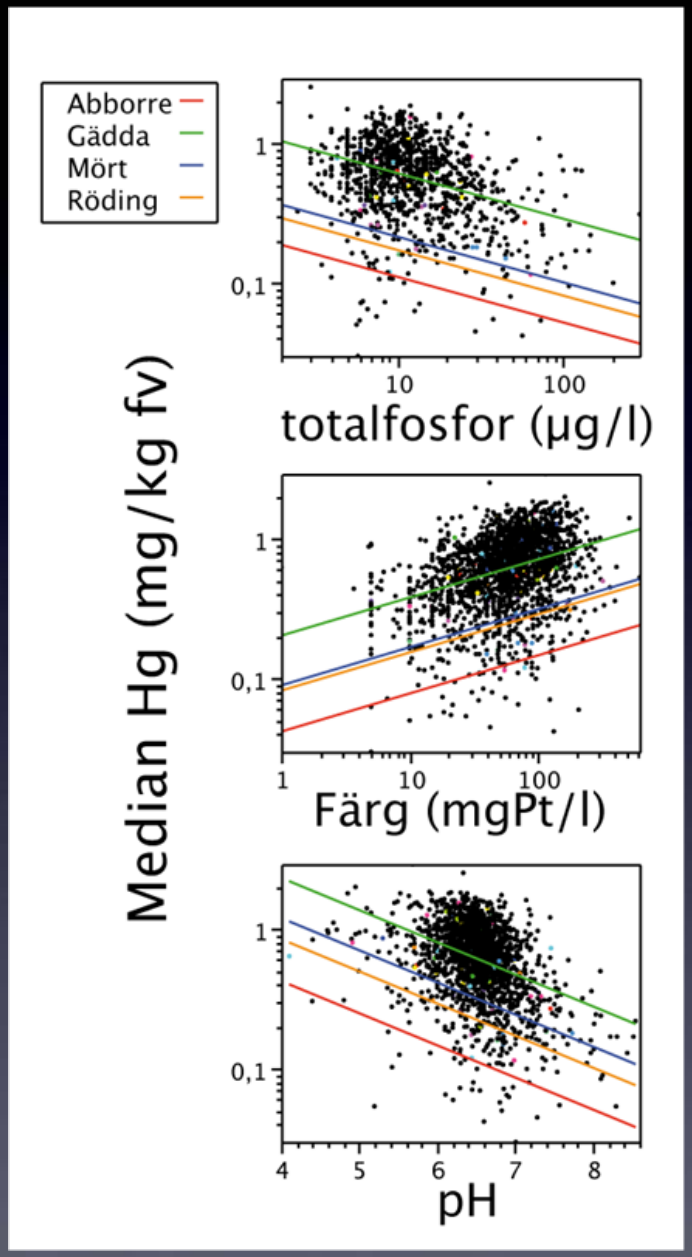
Marcus Sundbom, ITM Stockholms universitet





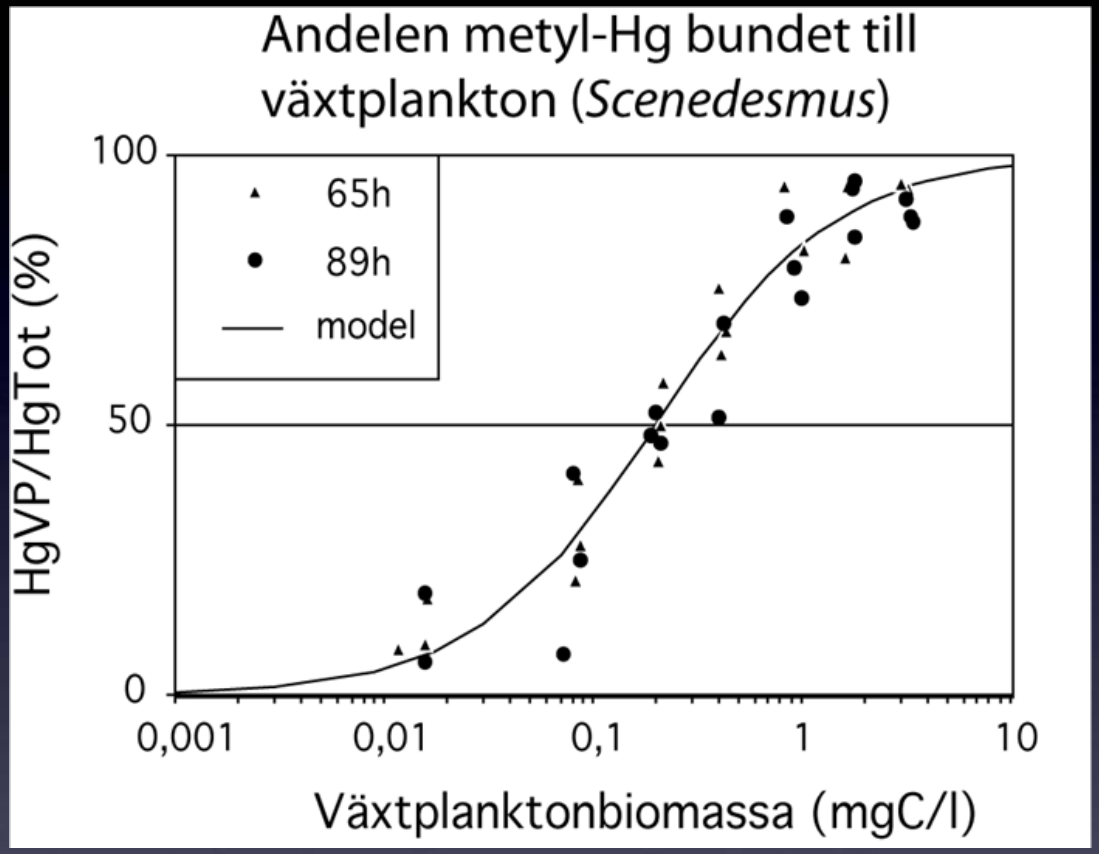
Efter Håkanson et. al 1991

- **När vi var unga:**
  - Höga halter kvicksilver (Hg) i insjöfisk även i områden utan lokala källor
  - Generellt förhöjda halter i mark
  - Över 10000 sjöar > 1 mgHg/kg i gädda = otjänlig människoföda



- **Typiska mönster observerades:**
  - Näringsfattiga skogssjöar uppvisar ofta förhöjda Hg-halter i fisk
  - Positivt samband mellan Hg i fisk och vattenfärg
  - Negativt samband mellan Hg i fisk och pH
  - Stor variation inom och mellan sjöar

Sjömedelvärden, c:a 2000 sjöar



Efter Sundbom & Meili 1996

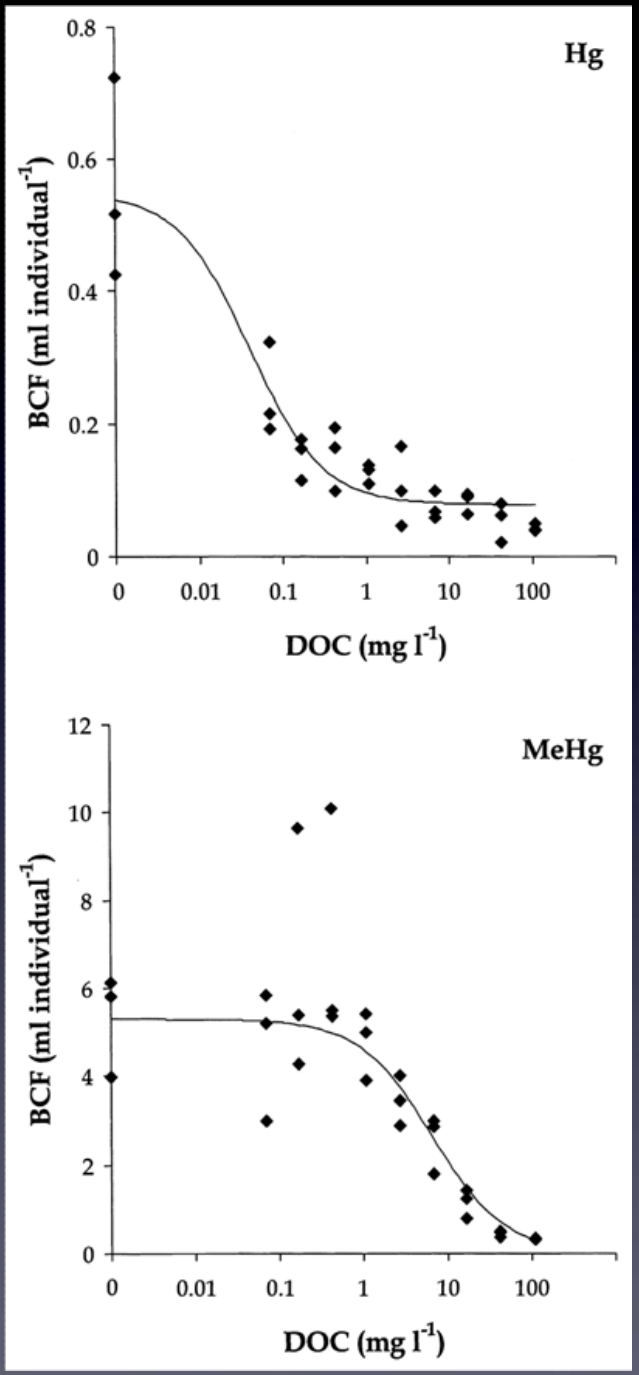
- Andelen metyl-Hg bundet till växtplankton ökar kraftigt med måttliga ökningar i biomassa

↓

- Hög potential för "bioutspädning" av Hg

↓

- Möjlig förklaring till att halterna är högre i fisk från näringsfattiga sjöar.

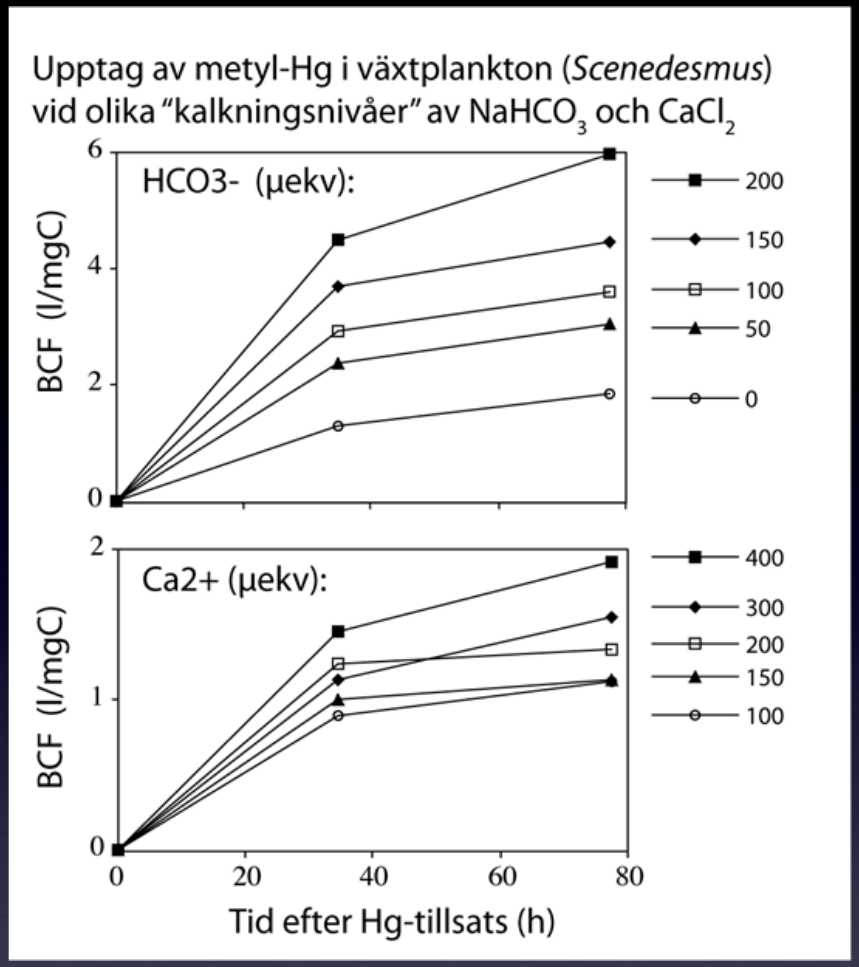


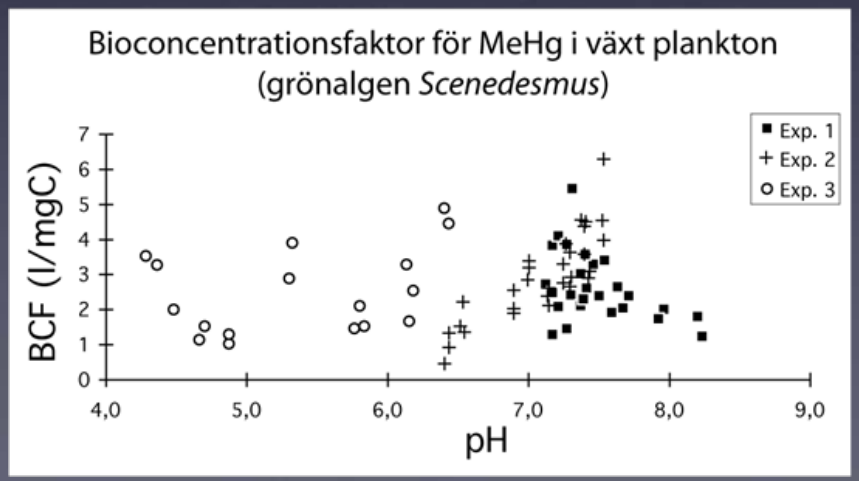
- Biokoncentrationsfaktorer för Hg^{2+} och methyl-Hg i *Chaoborus* minskar med DOC

- DOC binder effektivt Hg, särskilt Hg2+ i MeHg även i klara vatten

- Inget stöd för att biotillgängligheten av Hg vid näringsvävens bas är högre i humösa vatten.

Efter Sjöblom, Sundbom & Meili 2000





- Biokoncentrationsfaktorer för Metyl-Hg i växtplankton minskar inte till följd av ökningar av Ca^{2+}, Alkalinitet eller pH. Snarare tvärtom.

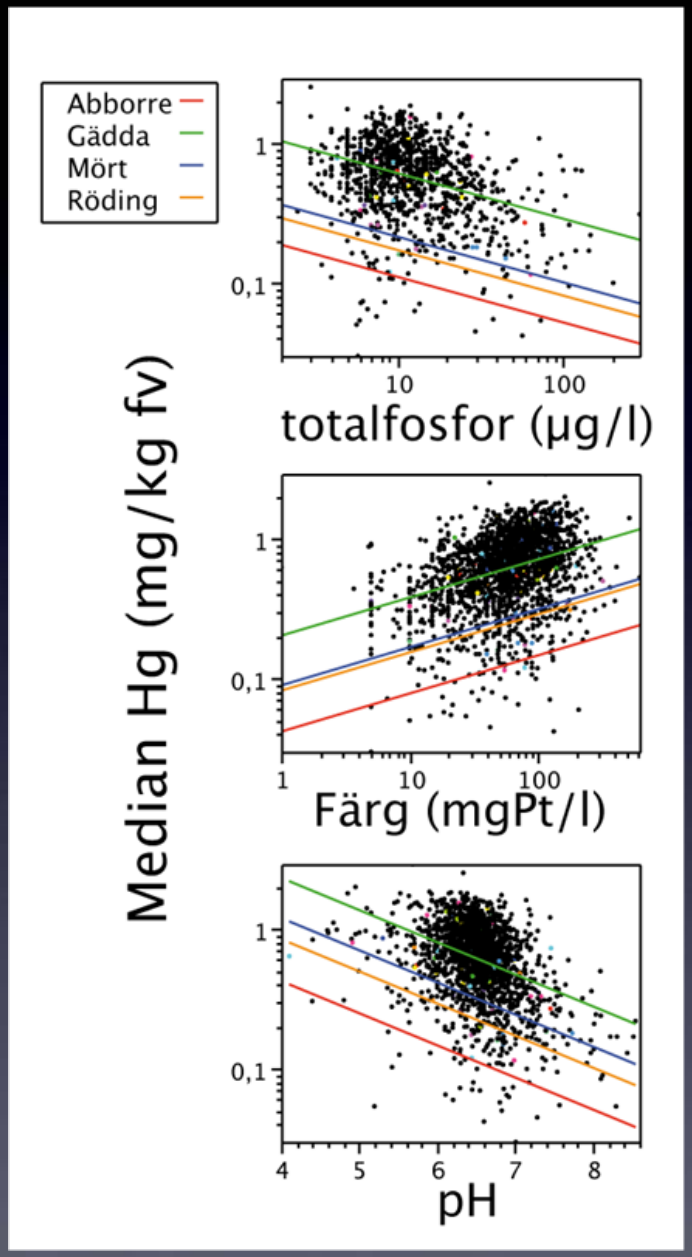
↓

- Inget stöd för en direkt påverkan av kalkning (eller försurning) på biotillgängligheten av metyl-Hg vid näringsvävens bas

↓

- Andra faktorer än direkta vatten-kemiska effekter på biotillgäng-lighet orsak till sambandet mellan pH och Hg i fisk.

Efter Sundbom & Meili 1995



- **Åter till 80-talet...**
  - Näringsfattiga skogssjöar uppvisar ofta förhöjda Hg-halter i fisk
  - Positivt samband mellan Hg i fisk och vattenfärg
  - Negativt samband mellan Hg i fisk och pH
  - Stor variation inom och mellan sjöar

Sjömedelvärden, c:a 2000 sjöar

1986-89: Kalkning – Kvicksilver

Håkansson et al. 1990

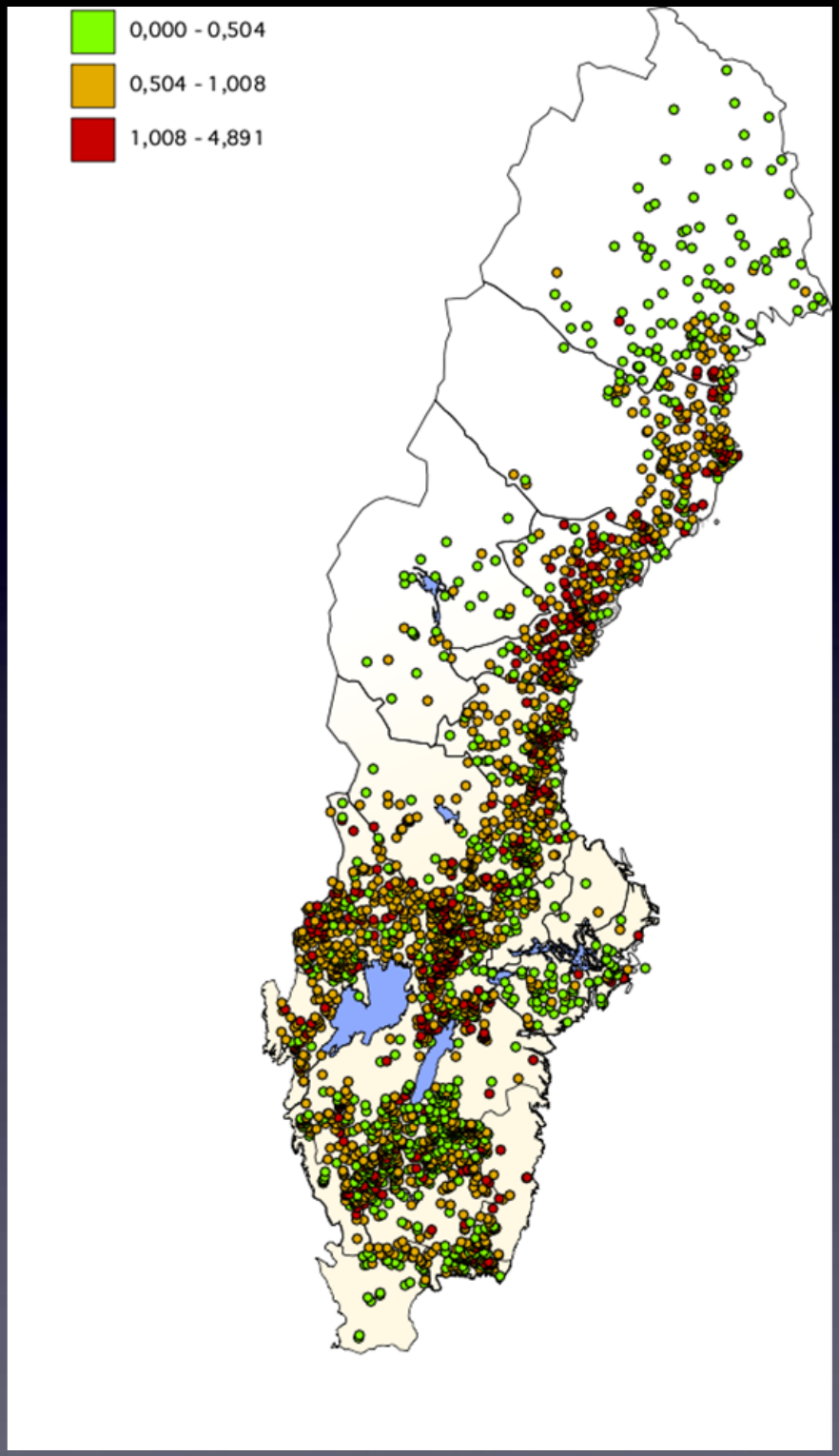
- Kalkning fungerade!
- Hg i småabborre minskade med 30% inom två år
- Gädda spåddes minska 15-40% inom fyra år

Förnyad utvärdering av datamaterialet:

Meili 1995

- Kalkning fungerade!?
- Hg i gädda hade minskat med 20% fyra år efter sjökalkning
- Våtmarkskalkning ej effektivt
- Stor och svårförklarad variation i haltutvecklingen

Hur gick det sedan?



Hg i gädda från IVLs databas

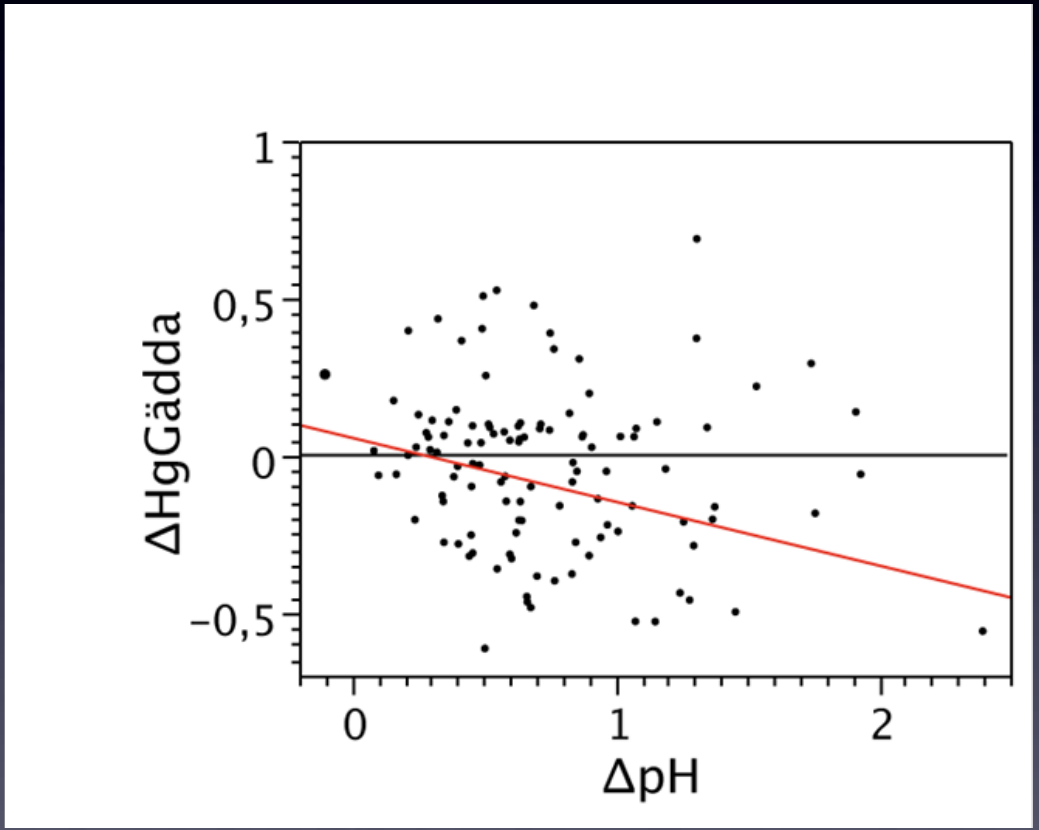
Percentiler och moment	Hg i 1kg gädda 1996-2006 (mg/kg fv)
max	4,54
90.0%	1,22
75.0%	0,89
50.0%	0,58
25.0%	0,36
10.0%	0,25
min	0,07
Mean	0,68
Std Dev	0,43
N	1734

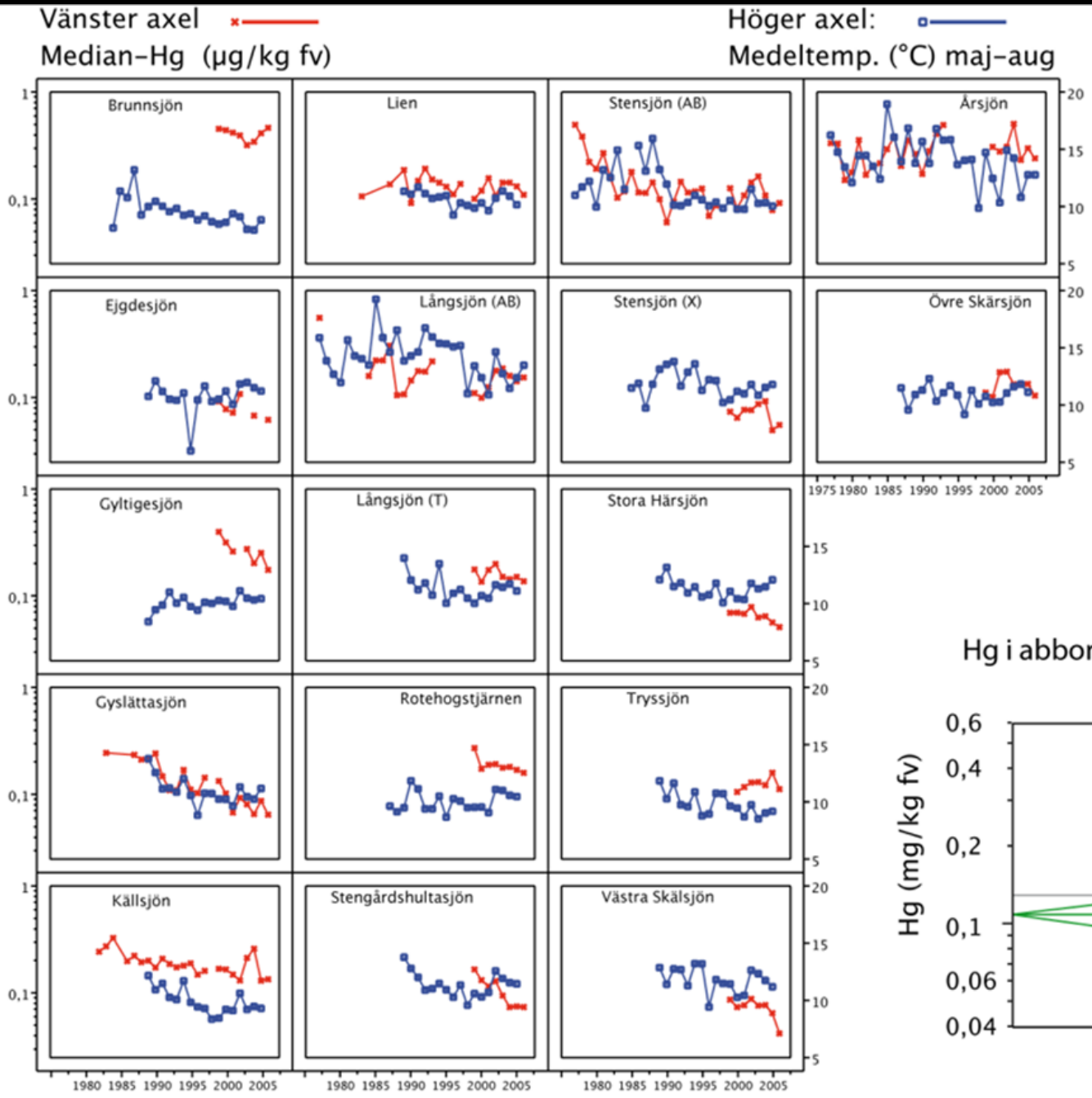
Hg i fisk minskar med 2% per år

Hg i 1kg-gädda före kalkning (FK) och olike perioder efter kalkning (EK)

Period	Hg ± SE (mg/kg fv)	%	N
FK	0,89 ± 0,009	100	1327
<5 år EK	0,81 ± 0,014	91	480
5-10 år EK	0,75 ± 0,021	85	588
>10 år EK	0,80 ± 0,024	90	3439

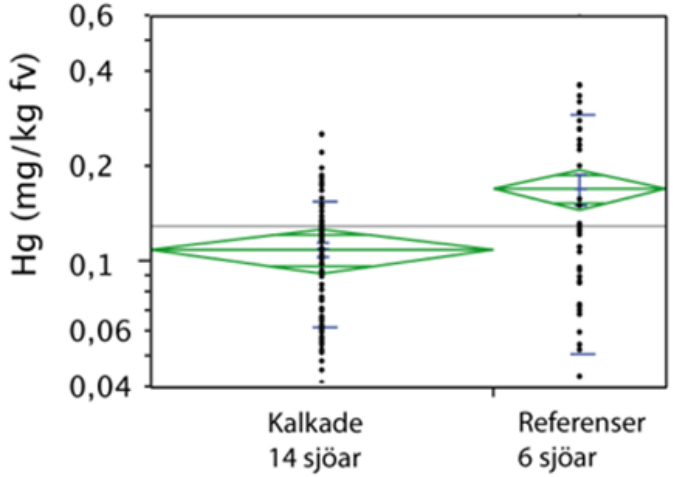
Kalkeffekten förbättras med ökat ΔpH men sambandet är svagt.



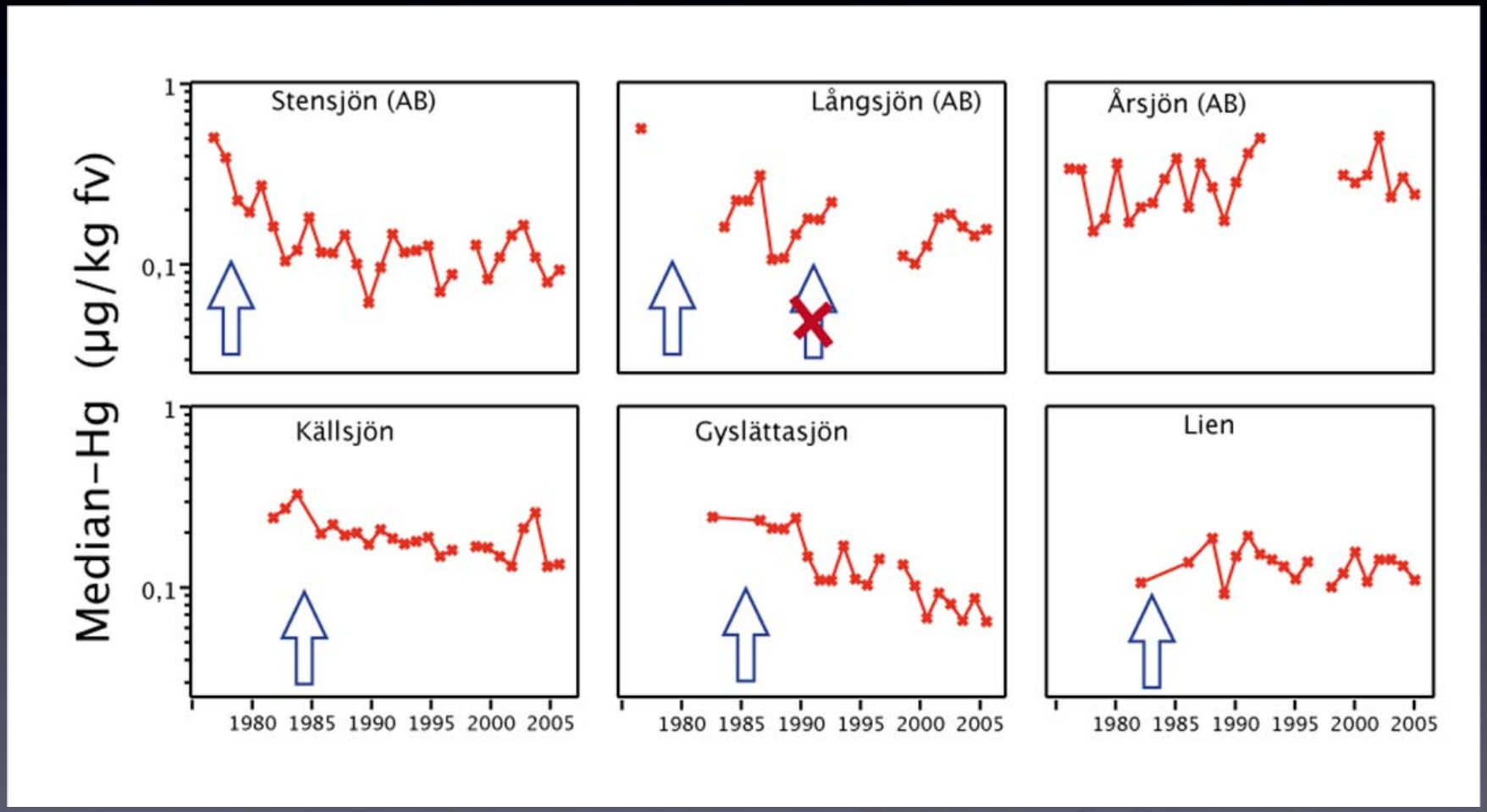


Tidsserier i ytvatten temperatur och Hg i abborre (1+ & 2+) i IKEU-sjöar
från 1977 till 2006.

Hg i abborre (10 gram; 1,5 år) i IKEU-sjöar
Årsmedelvärden



Långa tidsserier



Vilka faktorer orsakar variationen i inom IKEU-sjöarna?

- Signifikanta samband mellan Hg i abborre (aug) och maj-aug-värden av pH, O_2 och ytvattentemperatur, samt mört:
  - Hg minskar med höga pH ($p<0,0001$)
  - Hg ökar med låga min-O_2 ($p=0,0003$)
  - Hg ökar med temp ($p<0,0001$)
  - Hg minskar med relativ mörtbiomassa (?)

Ancova (logHg mot sjö och maj-aug. data av covariabel)

Slutsatser

- Generellt avtagande trend i många sjöar, men stor klimatrelaterad mellanårsvariation
- Hg ofta lägre i kalkade sjöar, även långt efter första kalkning
- Stora lokala skillnader i effekt