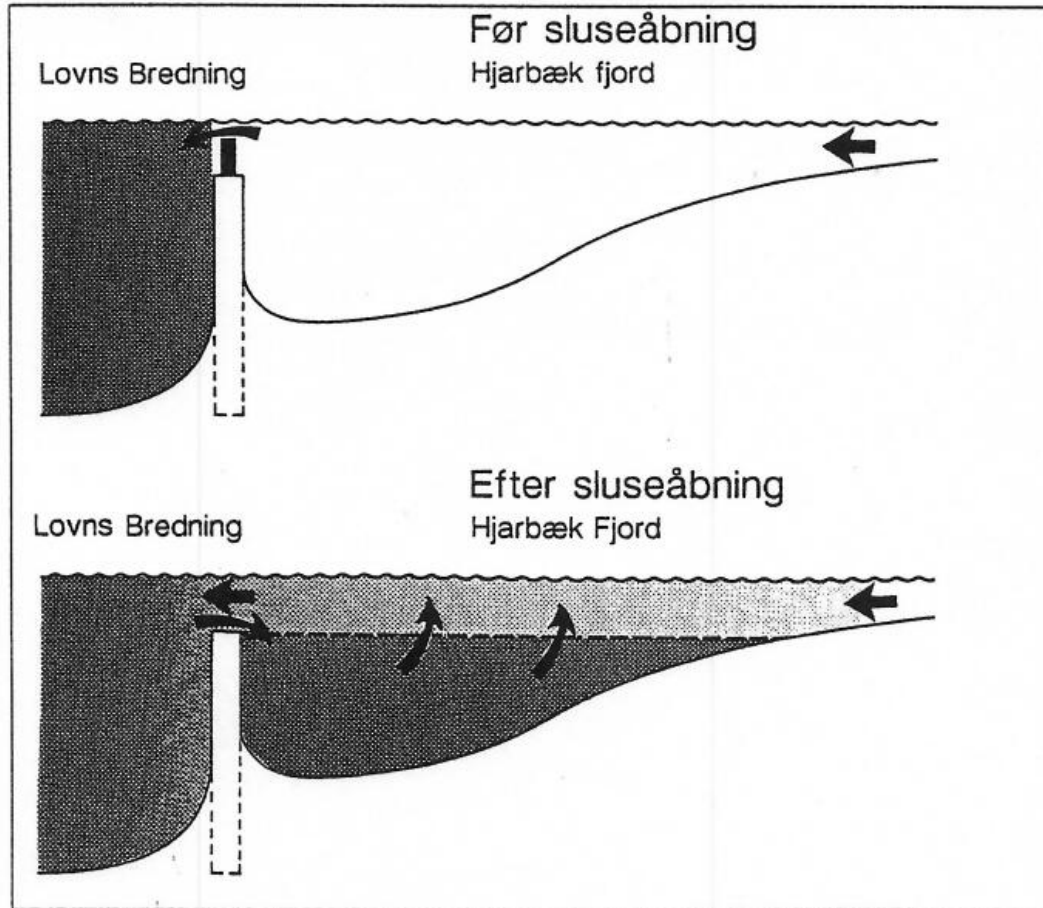


Stofomsætning i fjordbunden og dens betydning for vandkvaliteten Hjarbæk Fjord

Baseret på undersøgelser fra 1992-93, 1995 og 1998

Henning S. Jensen, Syddansk Universitet

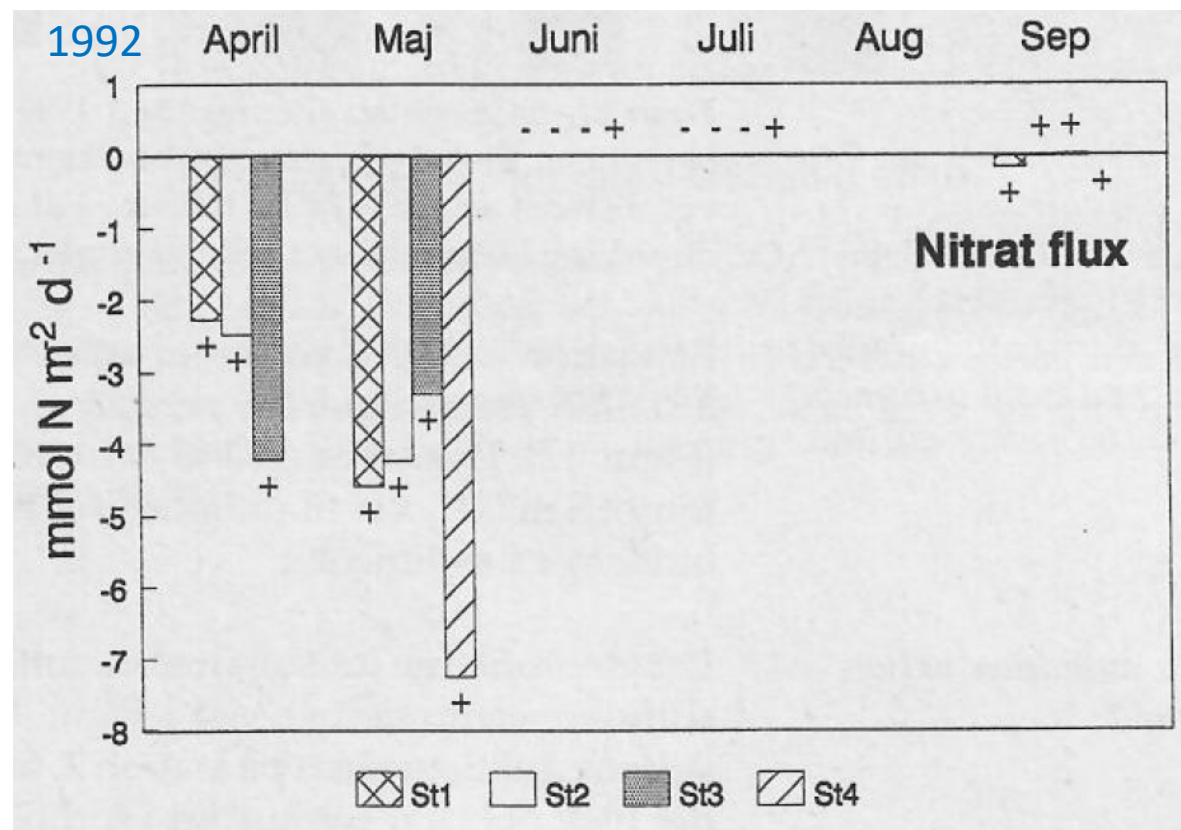
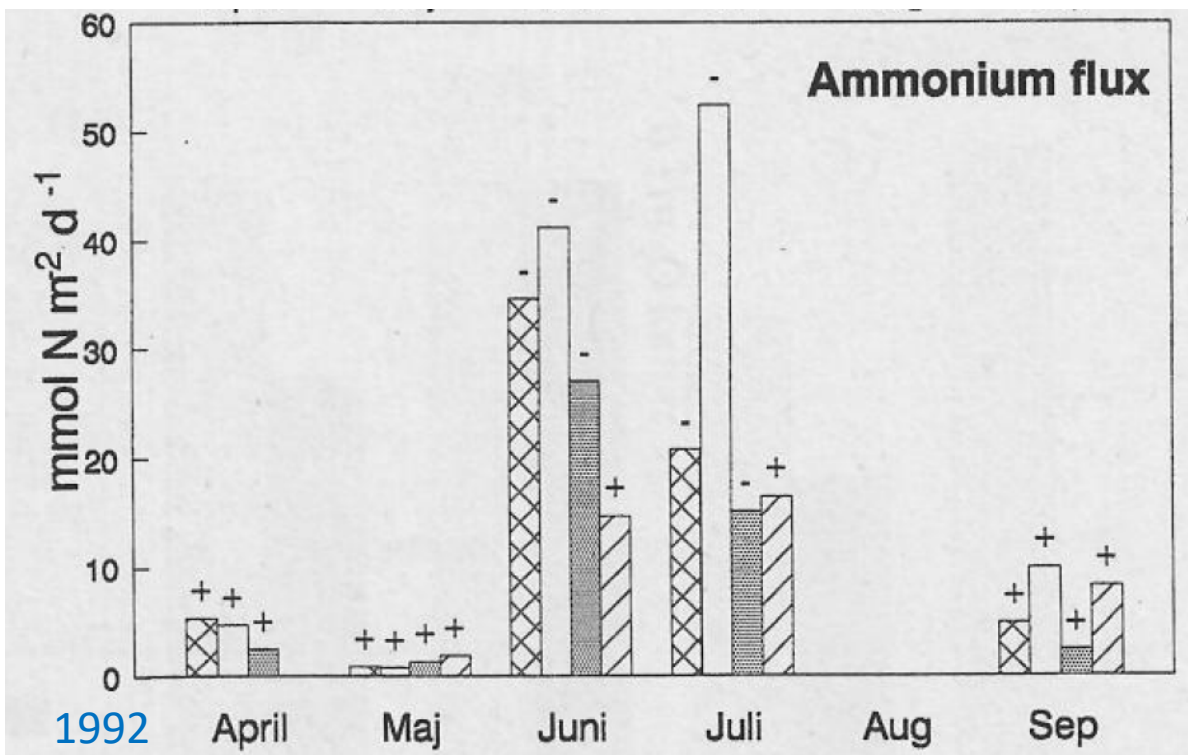


Figur 5. Vandudskiftning og lagdeling i Hjarbæk Fjord før og efter sluseåbningen. I ferskvandsperioden opstod temperaturlagdeling i vindstille perioder; men det førte sjældent til iltvind i bundvandet. Efter sluseåbning danner det indstrømmende tunge saltvand en næsten permanent lagdeling i fjorden. Der er dog en hurtig udskiftning af bundvandet, fordi indstrømmende saltvand ved slusen hele tiden fortrænger "gammelt" bundvand, som blandes med det mindre salte overfladevand længere inde i fjorden.

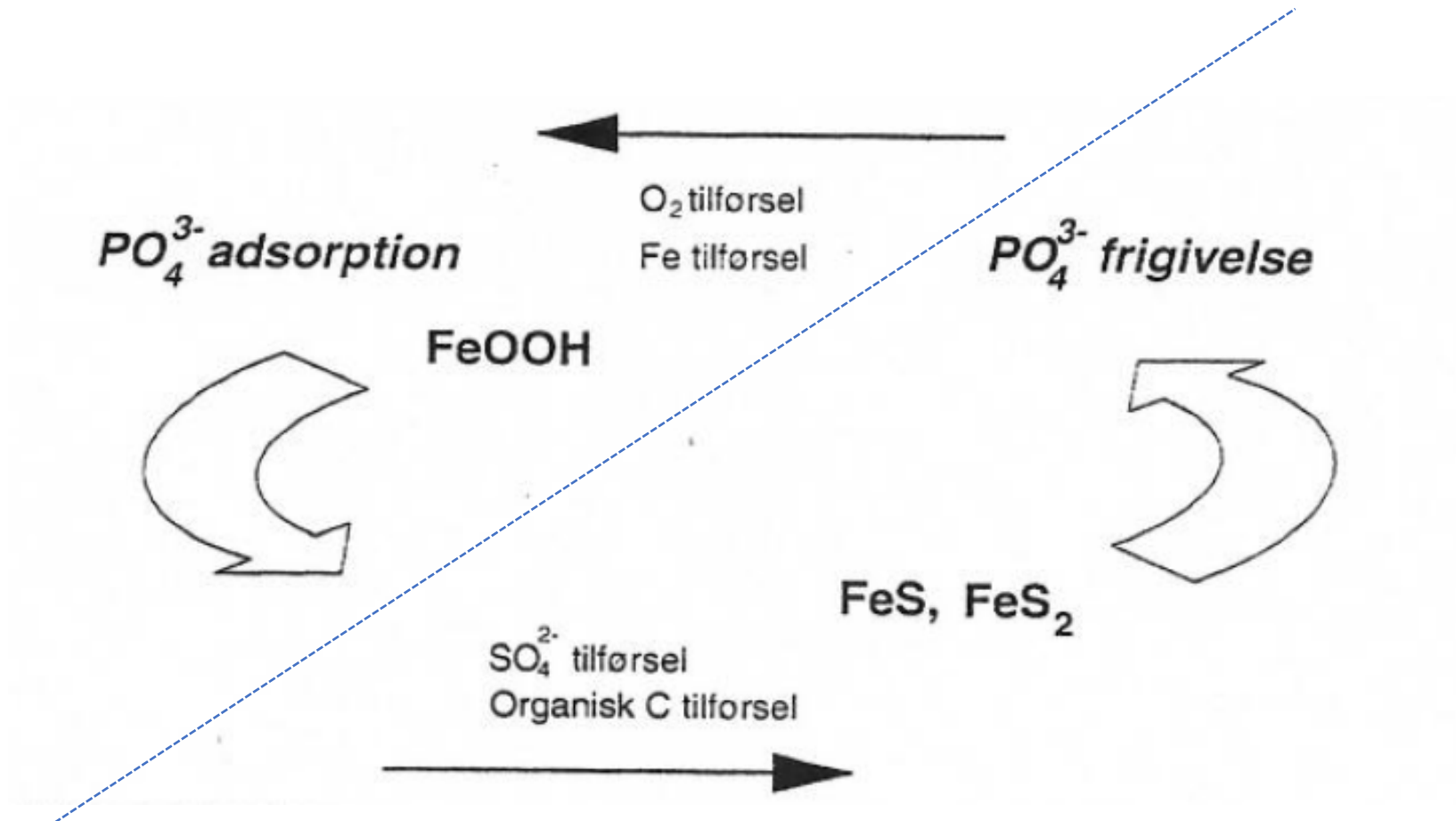
	Vandets opholdstid (dage)	N-tilførsel (t/år)	N-tilbageholdelse (t/år)	N-tilbageholdelse (%)	P-tilførsel (t/år)	P-tilbageholdelse (t/år)	P-tilbageholdelse (%)
1987-1990	45-50	2500-1800	900-1000	43	80-40	5-10	12,5
1992-1993	25-26	1800	0	0	40	-35 (0)	-87 (0)

Ændring i kvælstof-tilbageholdelse:

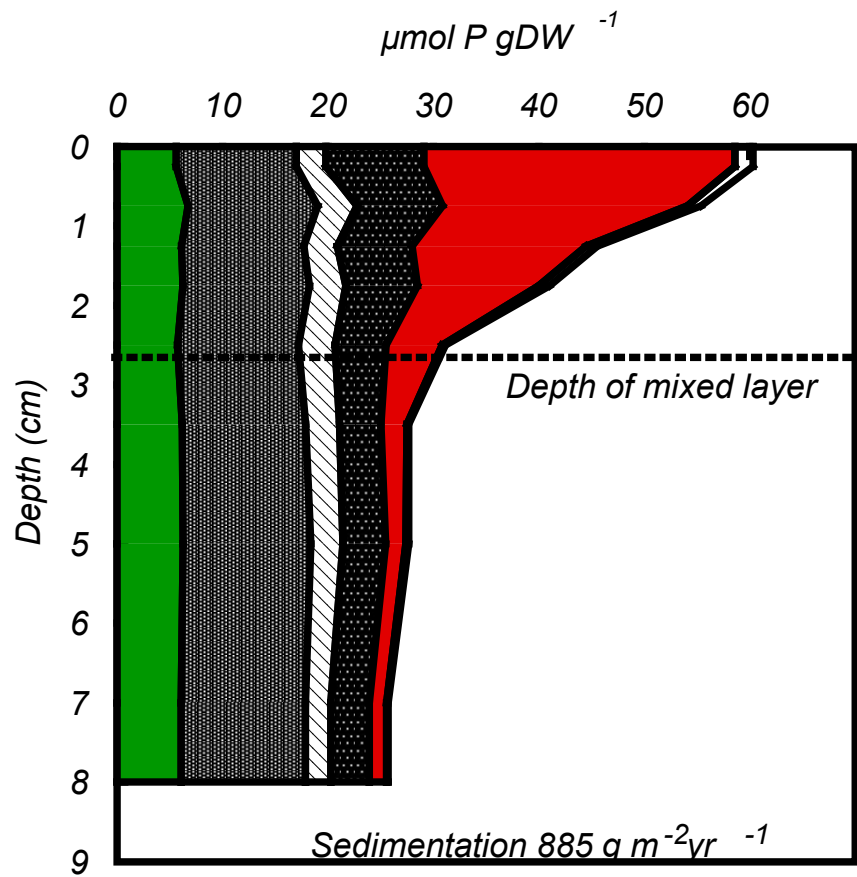
- 1) Kortere opholdstid for vandet samt fortynding med saltvand, så nitratkoncentrationen bliver lavere.
- 2) Ferskvandet har kun kontakt med 60% af bundarealet.
- 3) 40% af bundarealet bliver iltfrit om sommeren, hvilket forhindrer koblet nitrifikation/denitrifikation.



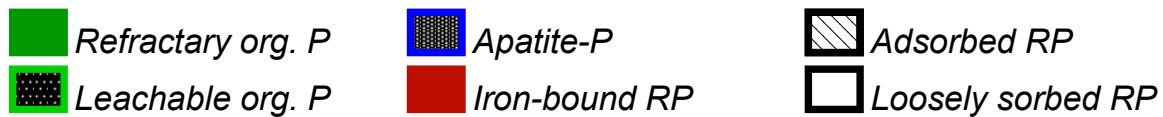
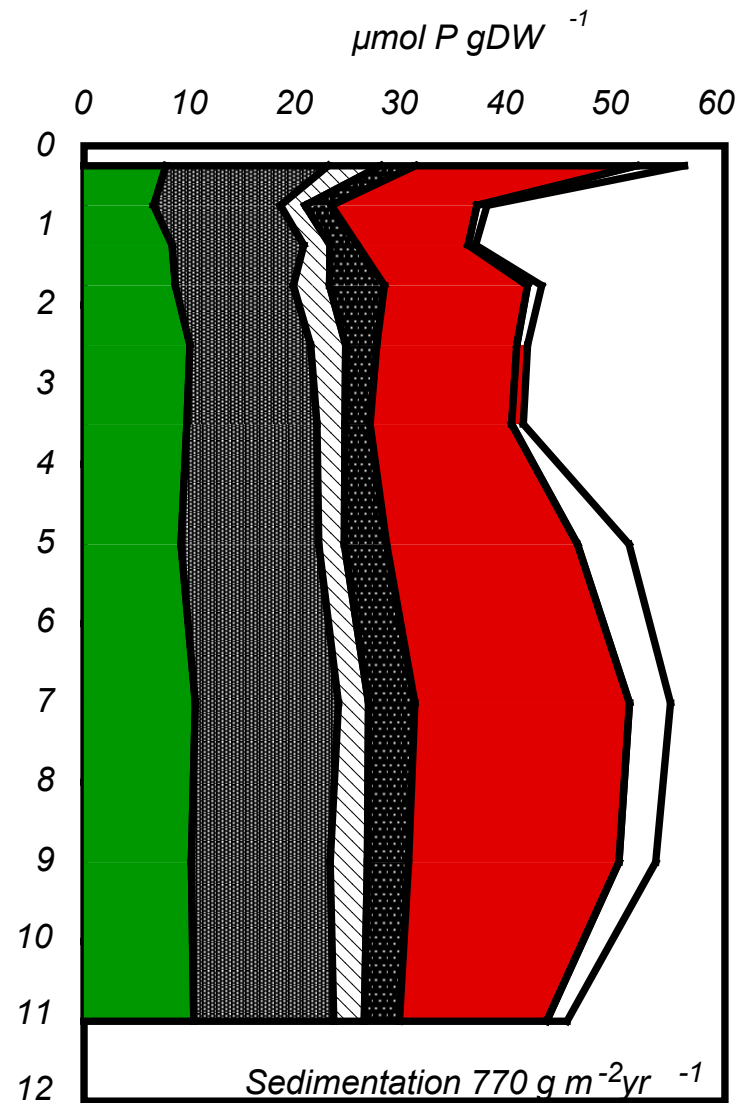
Ændring i fosfor-tilbageholdelse: En uforudset effekt af sulfat i havvand



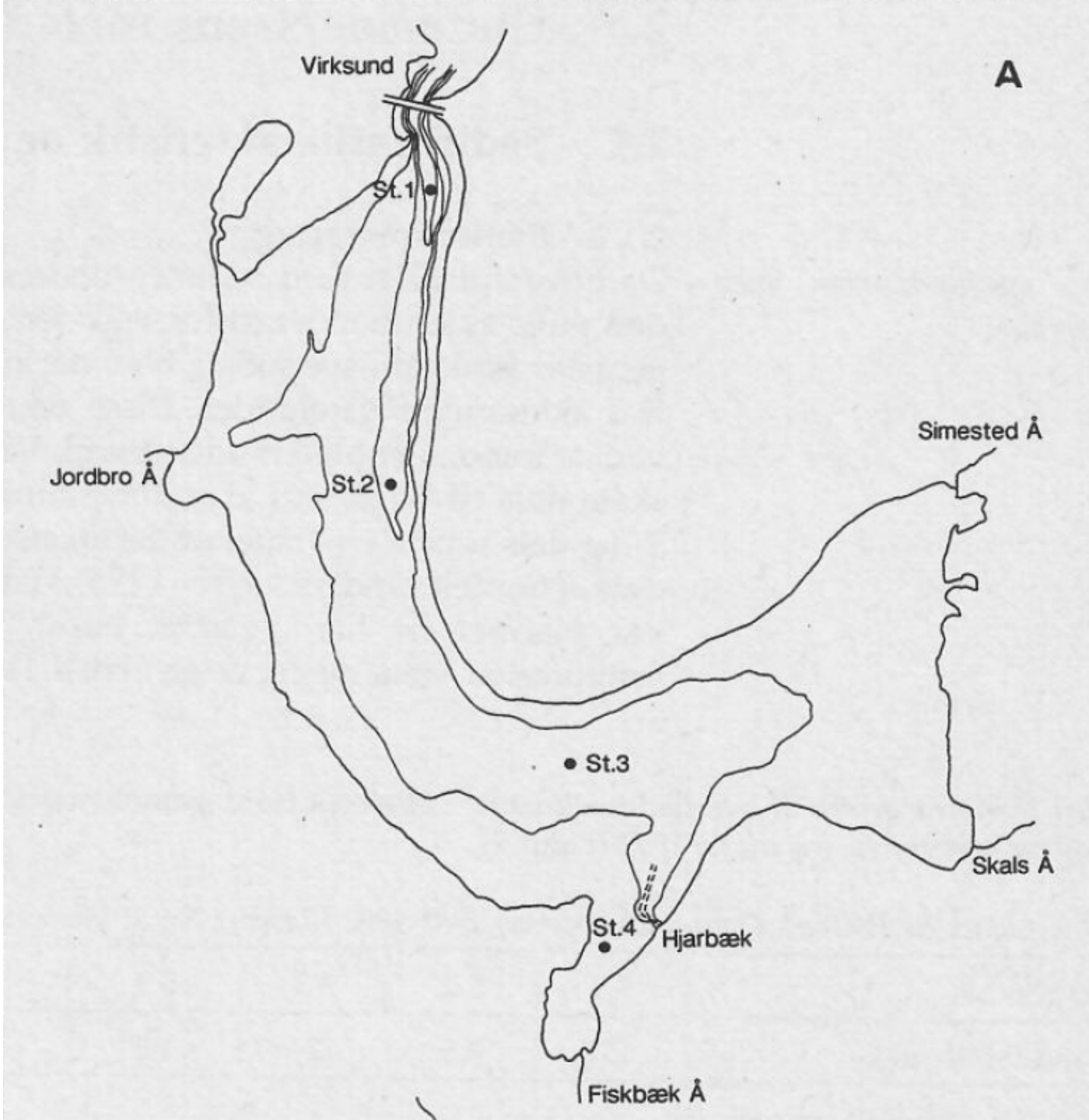
Coastal marine sediment, Århus Bay



Lake sediment, Hjarbæk Fjord, st. 3



Bundforholdene blev undersøgt på 4 stationer i 1992

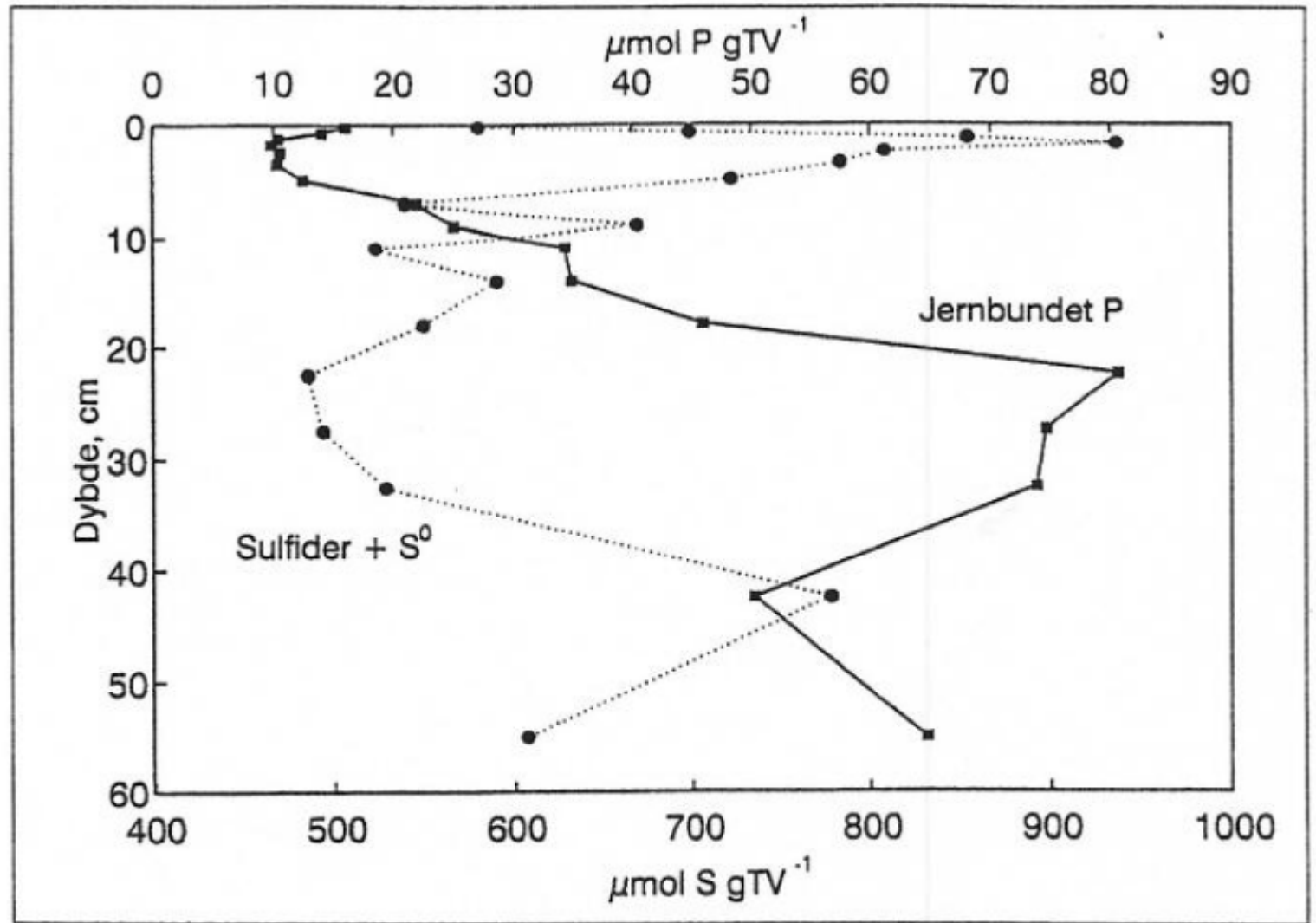


Station 1 – den dybeste station:

I 1992 så vi et "spejlbillede" mellem jernbundet P og sulfider.

I 1995 var sulfidfronten rykket dybere ned i sedimentet.

I 1998 var jernbundet P næsten væk.

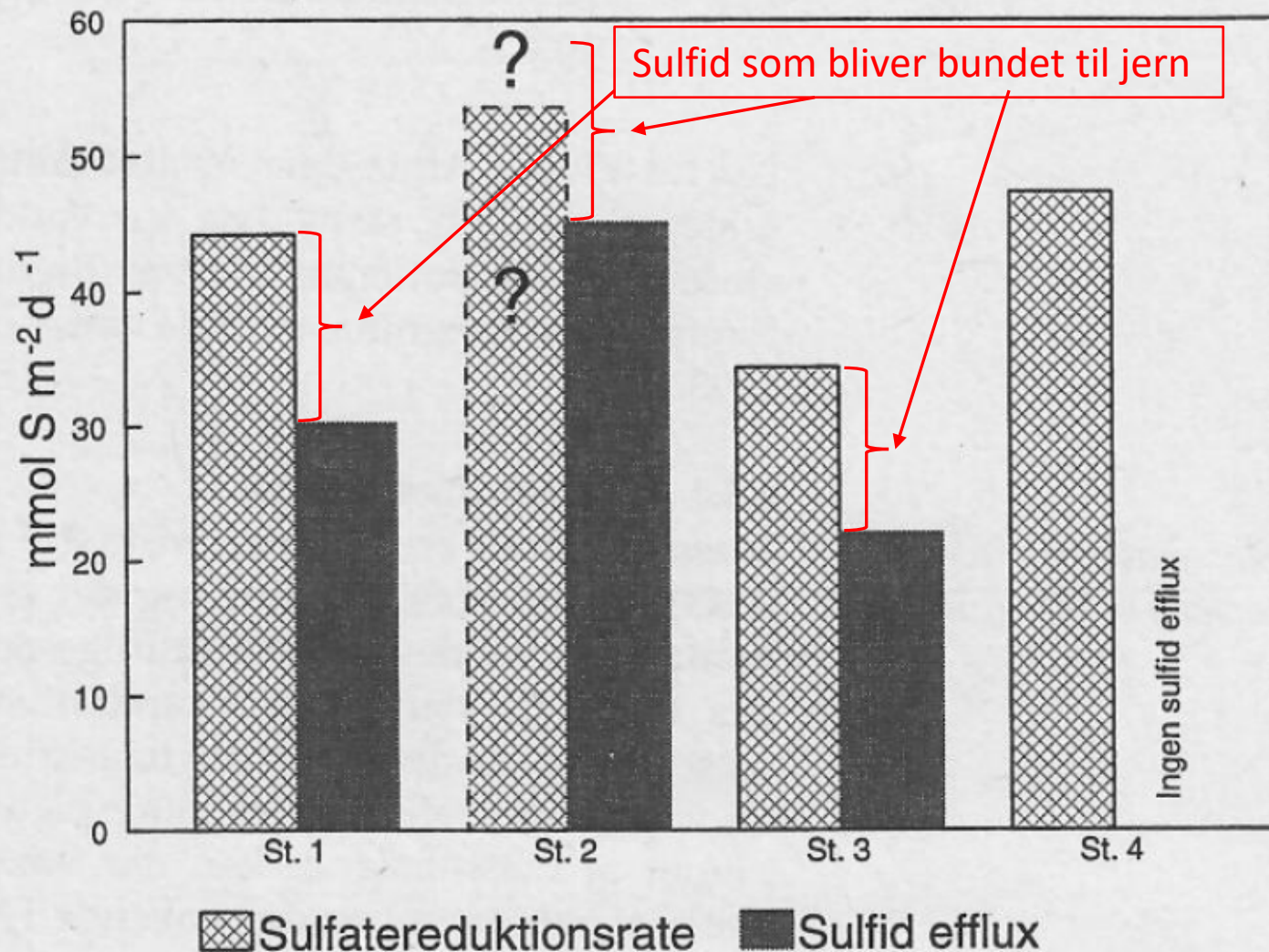


Figur 3. Jernbundet P og reduceret svovl (syreopløseligt sulfid + kromreducerbart svovl) i sedimentet i Hjarbæk Fjord. Dybdeprofilen af jernbundet P er næsten et spejlbillede af dybdeprofilen for total sulfid. Total sulfid består næsten udelukkende af jernbundet sulfid. Dybdeprofilerne kan derfor forklares ved, at i år, hvor meget jern er blevet bundet af sulfider, har der været ringere kapacitet til at binde fosfor i sedimentet. Profilerne illustrerer den tætte kobling mellem svovl-, jern- og fosfor biogeokemien i sedimentet.

I juli 1992 målte vi sulfatreduktions-raterne på 4 stationer.

Raterne var nok de højeste, som endnu var målt i Danmark.

På station 2 blev vores måling så usikker, at vi angav et minimumstal.

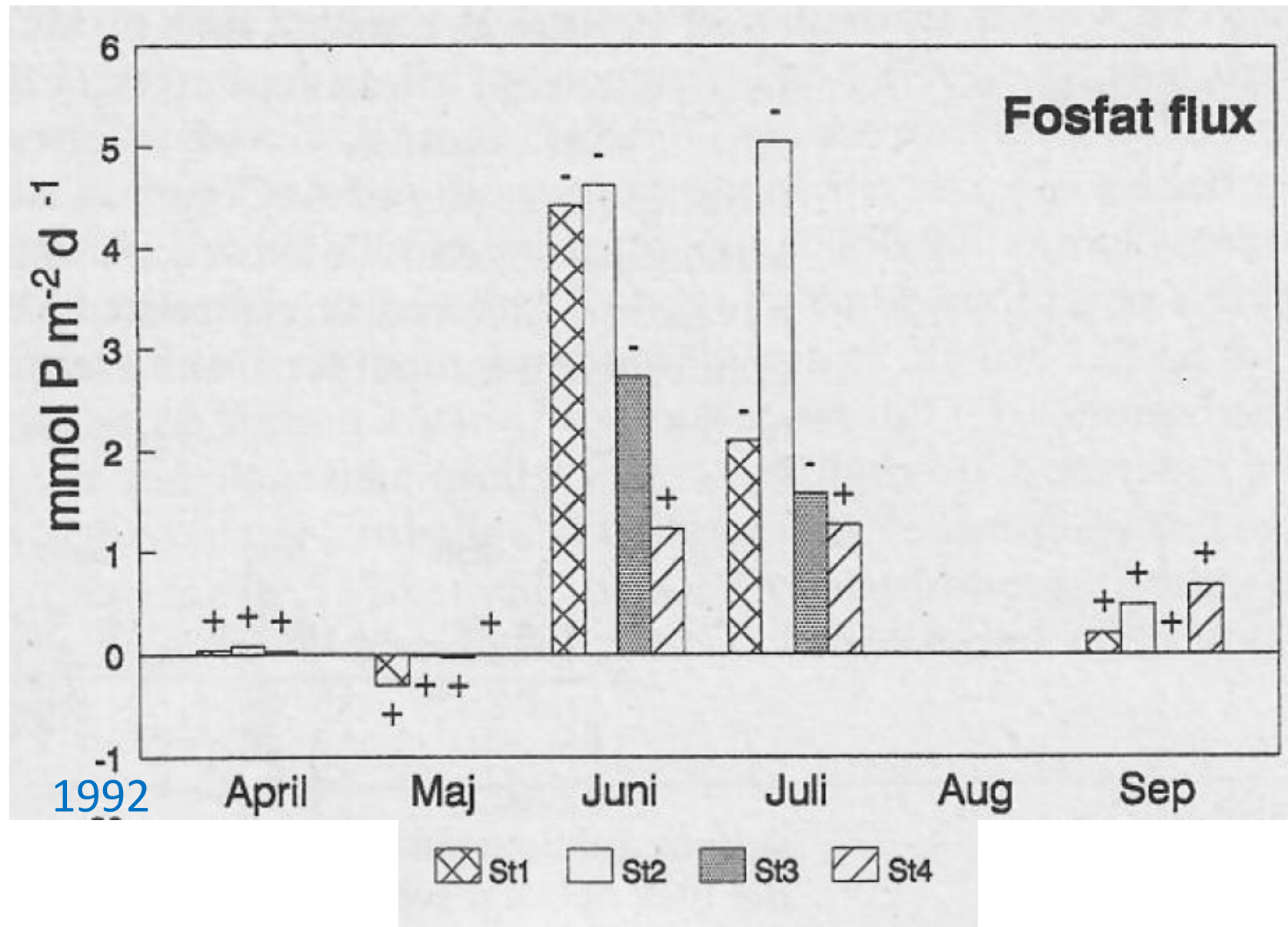


Figur 12. Sulfatreduktionsrater bestemt ved $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ -injektionsteknik og målte rater af sulfid frigivelse fra sedimentet i juli 1992 på de 4 stationer. På station 4, hvor der var ilt i bundvandet, var der ingen målelig sulfidfrigivelse. Meget af den dannede sulfid er formodentligt blevet oxideret i sedimentoverfladen på denne station, hvilket kan forklare det meget høje iltforbrug på station 4 i juli (Figur 11).

Opsummering om P-frigivelse:

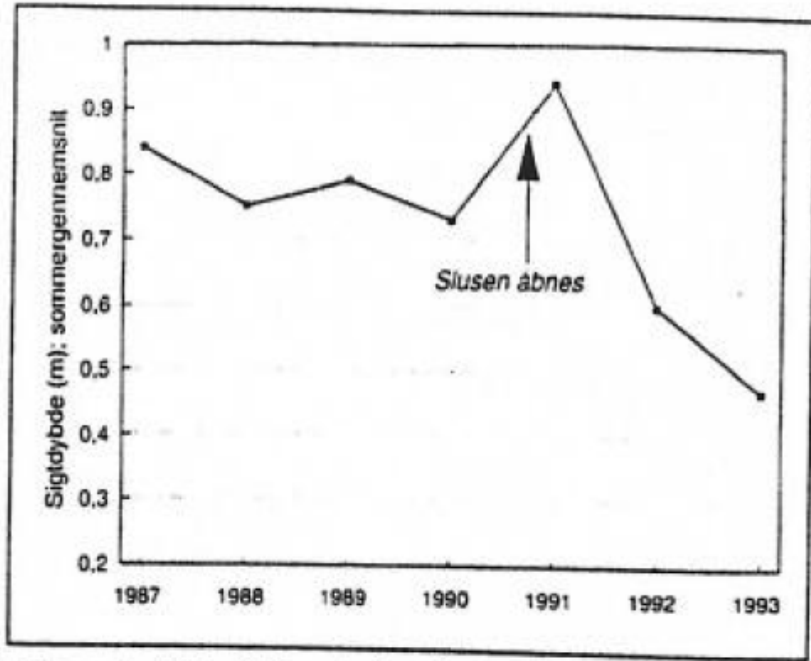
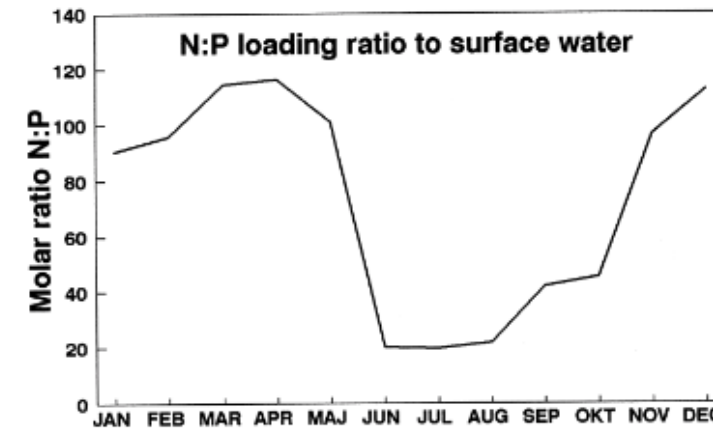
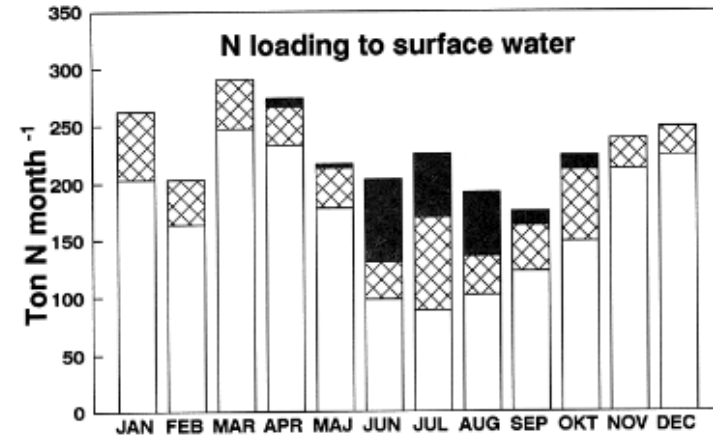
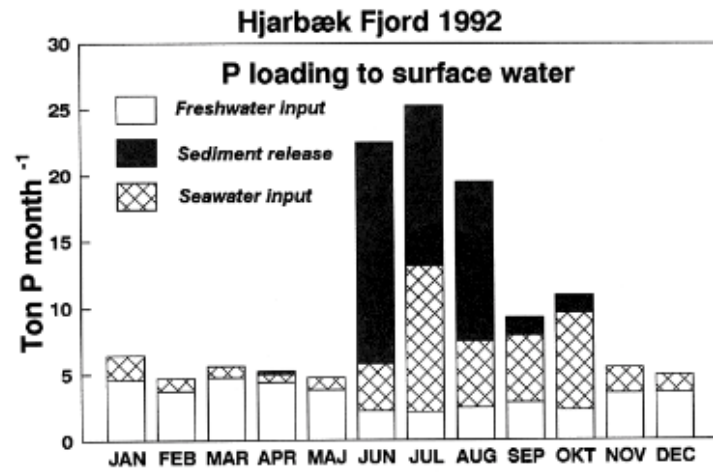
Itfrit bundvand i kombination med 30 gange højere sulfat-koncentrationer førte til høj sulfidproduktion, som "titrerede" puljen af jernbundet P.

Bundens fosforfrigivelse var skyhøj i sommerperioden.



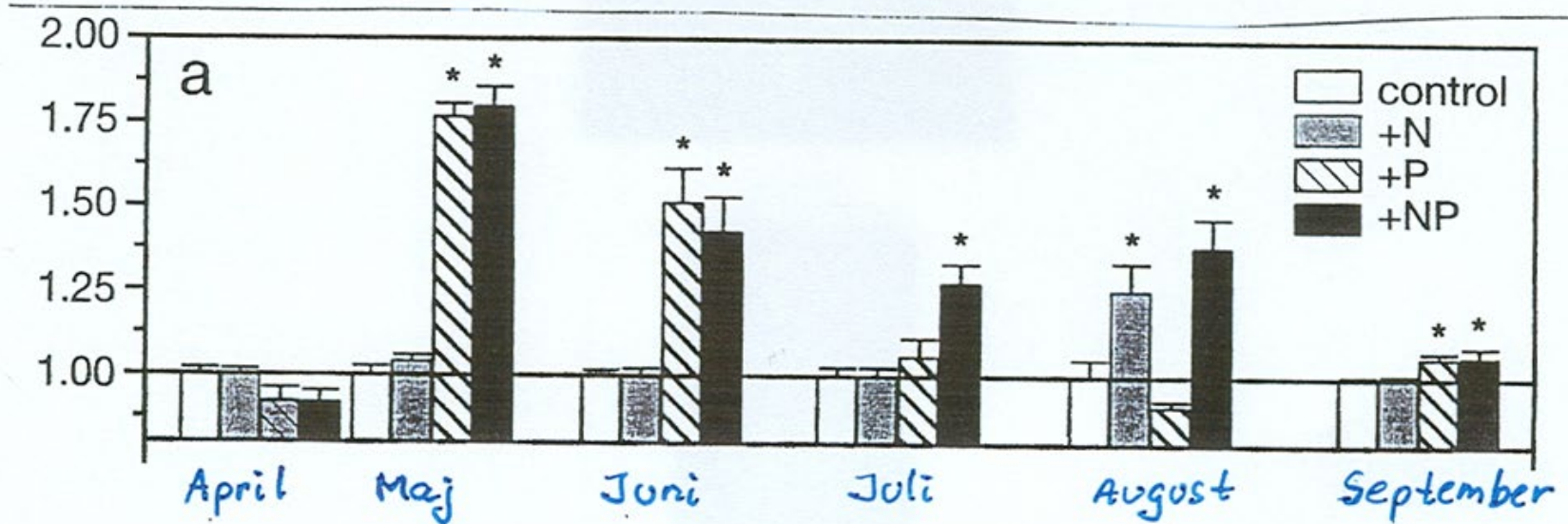
Bundens frigivelse af N og P lagt sammen med tilførsler fra åerne og fra Lovns Bredning.

P tilførslen til overfladevandet mere end fordobles i juni-august.



Figur 1. Udvikling i sigtdybde i Hjarbæk Fjord 1987-1993. Saltvandstilstanden blev etableret i april 1991.

Berigelses-eksperimenter for mikroplankton Hjarbæk Fjord 1995



Forsøget viser øget vækst ved tilsætning af :

- Fosfor (alene) i maj og juni
- Fosfor + kvælstof i juli
- Kvælstof (alene) i august

År 1992-1998:

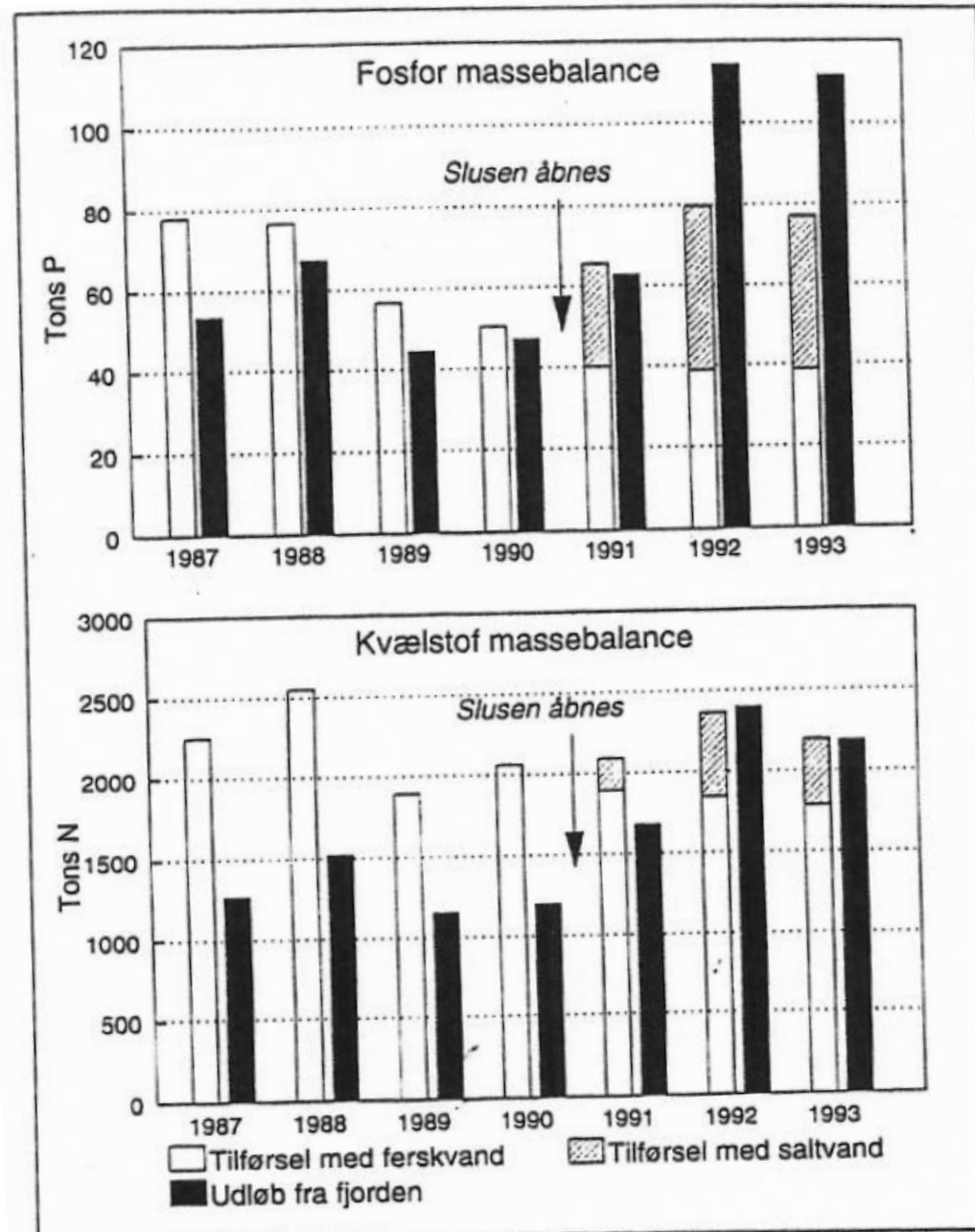
Hjarbæk fjord afgiver mere end 120 tons P til Limfjorden. En stigning på 10% (til hele Limfjorden).

N-tilførslen til Limfjorden er steget med 5,6%

År 1998-2022:

P-puljen fra ferskvandsperioden er udtømt; men P-tilbageholdelsen er ikke genskabt.

N-tilbageholdelsen er formodentlig heller ikke genskabt.

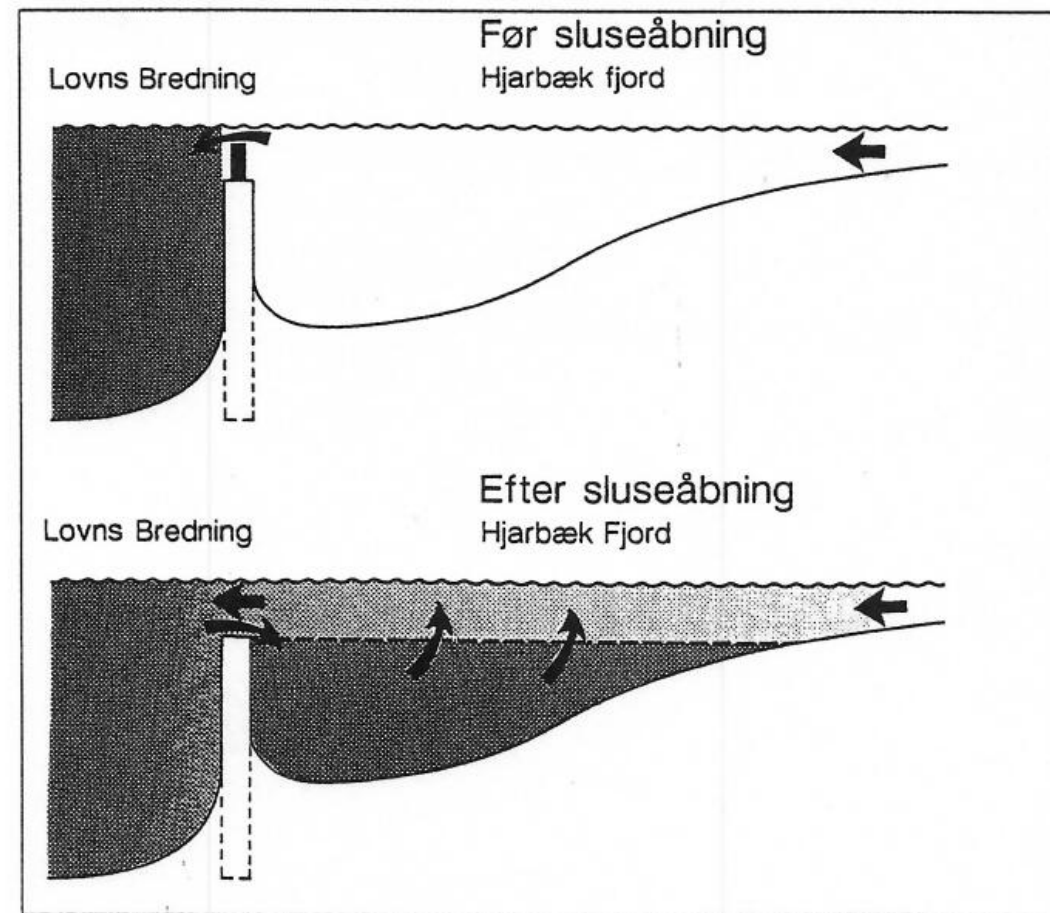


Figur 7. Årlige stoftransporter af P og N i Hjarbæk Fjord 1987-93. Metoden til beregning er beskrevet i boks 1.

Hvad så nu?

Vandkvaliteten er stadigvæk dårlig – hvorfor?

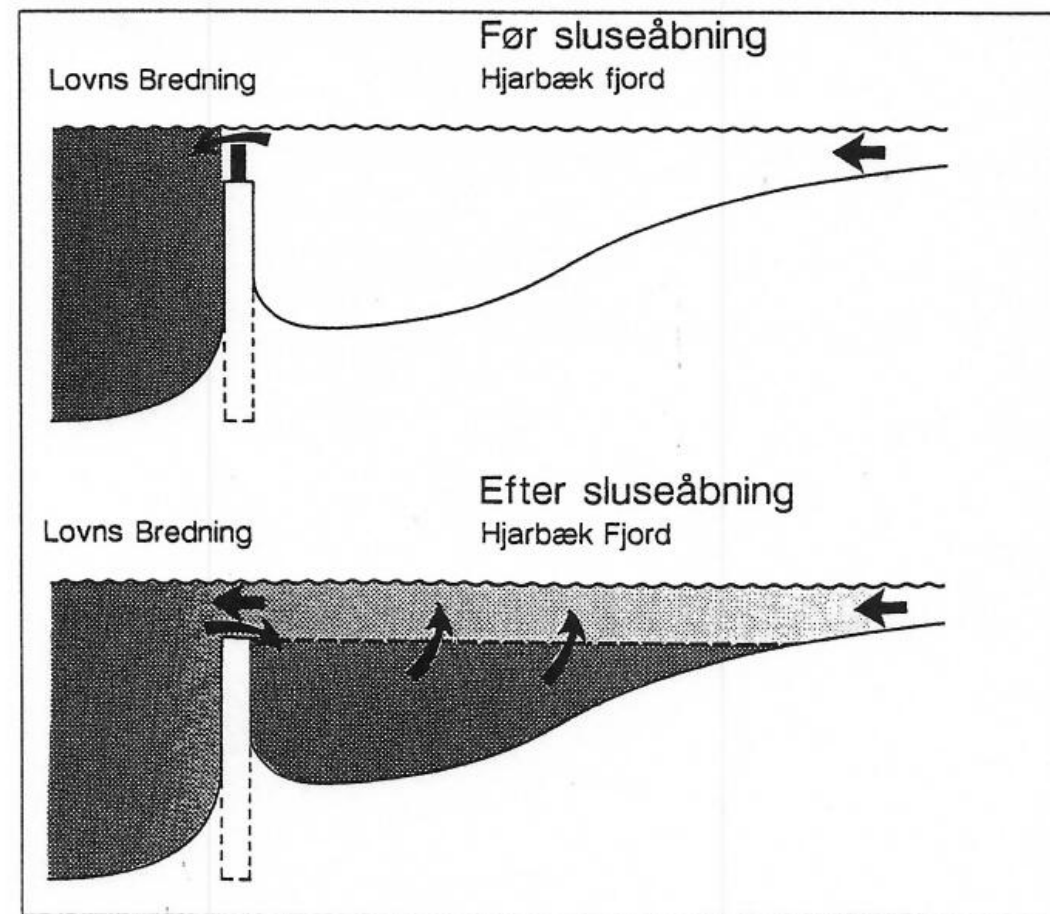
- 1) Nærings salt tilførsel fra land er stadig høj.
- 2) De to meter tærskeldybde skaber kraftig lagdeling og det iltfri bundvand dækker 40% af fjorden.



Hvad så nu?

Man kunne genskabe søen ved at lukke slusen:

- 1) Det ville skabe fuldt opblandet vandsøjle med ilt ved bunden.
- 2) Der ville komme vandplanter igen på lavt vand.
- 3) Måske ville de 20.000 hvinænder komme tilbage hver vinter?
- 4) Der ville komme bundfauna.
- 5) Der ville nok blive mindst 5 år med myggeplage.
- 6) Det ville være en næringsrig sø – uegnet til badning.
- 7) Der ville aflejres meget mudder.
- 8) Det ville blive svært for vandrefisk.
- 9) Men der ville tilbageholdes både N, P og kulstof til gavn for resten af Limfjorden og for klimaet.



Hvad så nu?

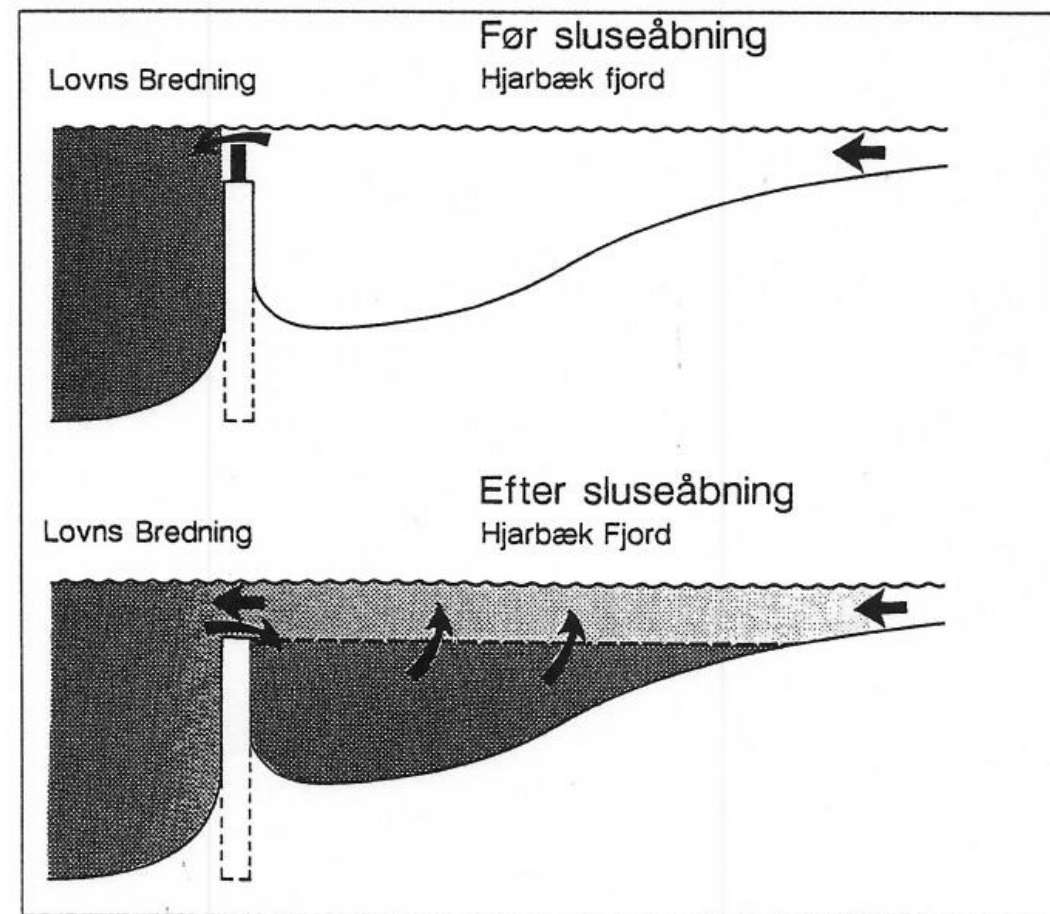
Man kunne sænke tærskeldybden i slusen:

Med 2 m. tærskeldybde udskiftes bundvandet hver 6. dag i månederne juni-august. Det bliver helt iltfrit på 3 dage.

Arealet, som berøres er 9,6 km².

Med f.eks. 3 m. tærskeldybde udskiftes bundvandet på 2-3 dage i månederne juni-august. Det når ikke at blive iltfrit.

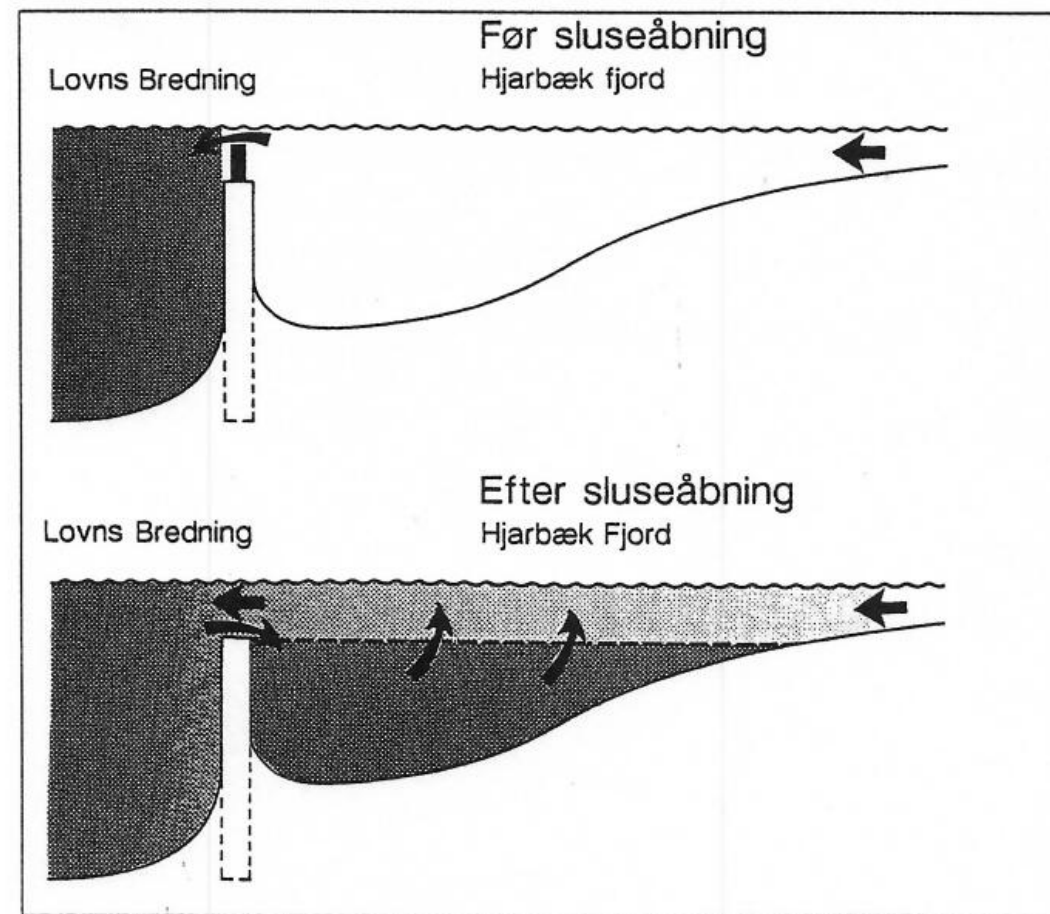
Arealet, som berøres er 6,4 km².



Hvad så nu?

Man kunne sænke tærskeldybden i slusen:

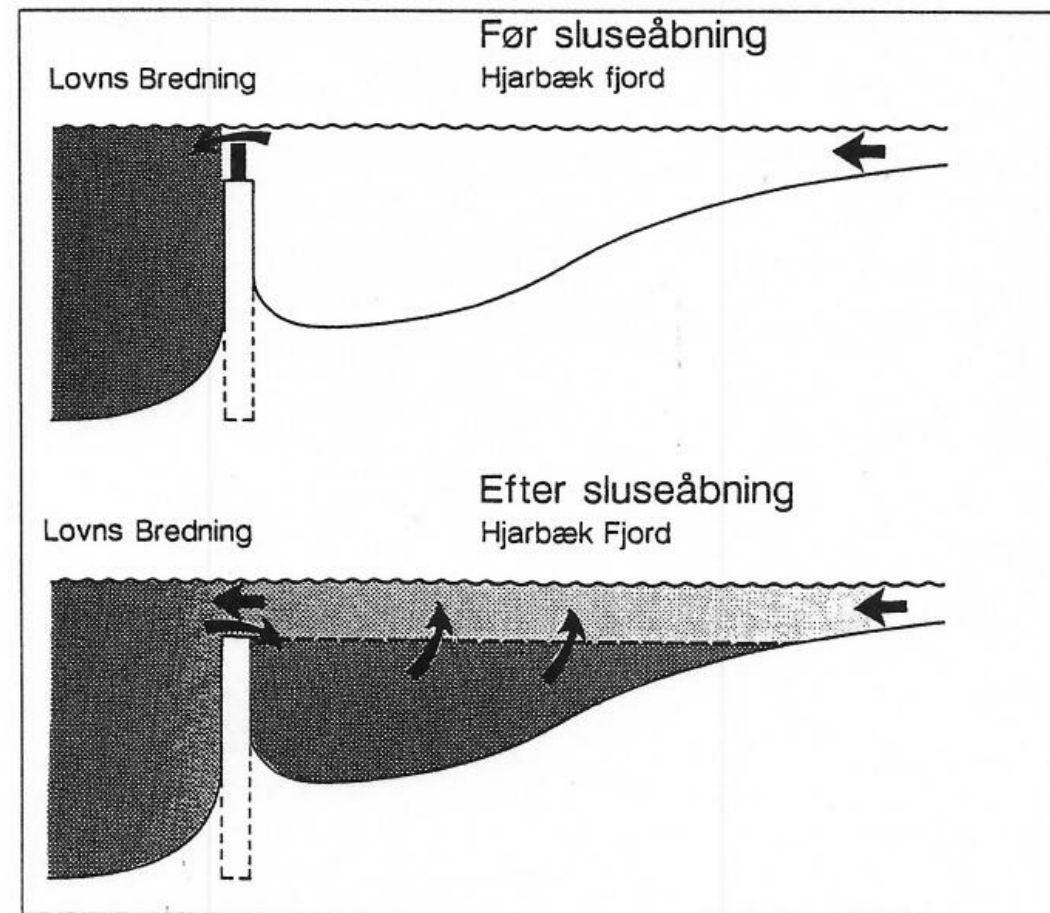
- 1) Der ville strømme mere saltvand ind, så saltholdigheden ville stige.
- 2) Der ville ikke, eller kun sjældent, blive iltsvind og nu på et mindre areal.
- 3) Det ville give gode betingelser for muslinger og anden bundfauna.
- 4) Og en sund fjordbund kan øge tilbageholdelse af N og P.
- 5) Der burde komme flere bundplanter; men der er flere faktorer, som skal falde på plads...



Hvad så nu?

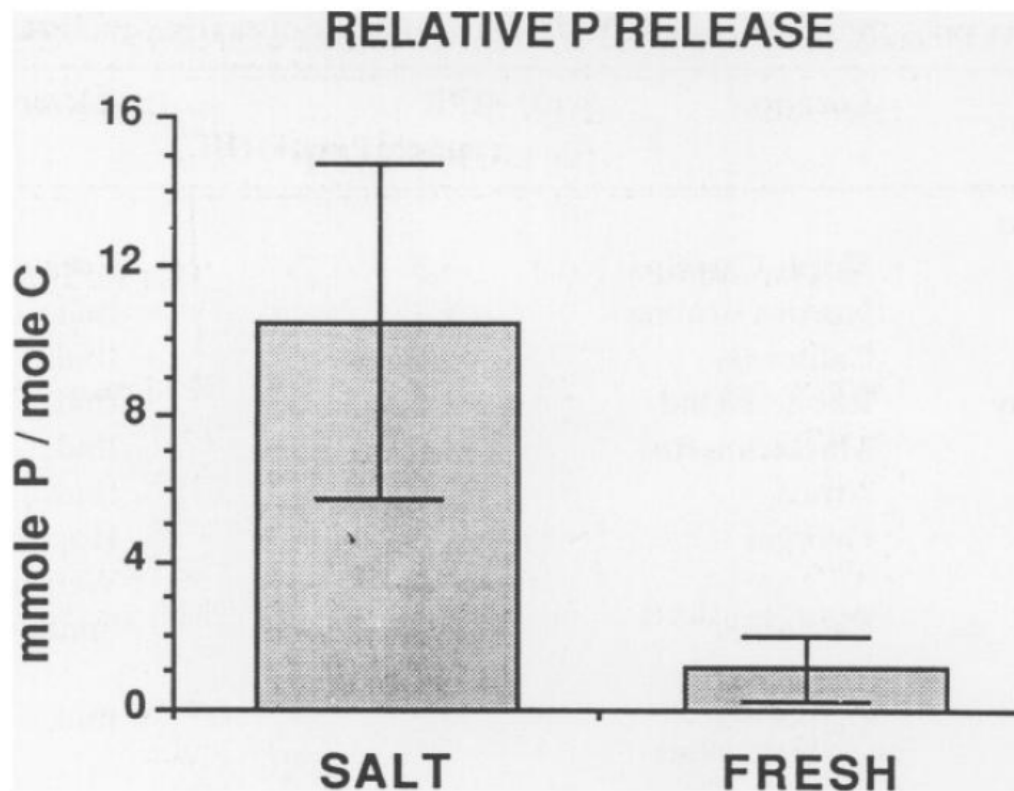
Man kunne også fjerne dæmningen helt:

- 1) Men så forsvinder højvandssikringen.
- 2) Det ville dog føre til genskabelse af strandenge.



Tak for opmærksomheden 😊

Ændring i fosfor-tilbageholdelse: En uforudset effekt af sulfat i havvand



Caraco et al. Biogeochemistry 9: 277-290, 1990