



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Mariager Fjords næringsssaltbalance

Larsen, Torben; Andersen, Finn; Nielsen, Kurt

Published in:
Vand & Miljø

Publication date:
1992

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Larsen, T., Andersen, F., & Nielsen, K. (1992). Mariager Fjords næringsssaltbalance. *Vand & Miljø*, Nr. 2, 46-49.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Mariager Fjords næringssaltbalance

Af Torben Larsen, Aalborg Universitetscenter, Finn Andersen, Nordjyllands Amt og Kurt Nielsen, Århus Amt

Amtskommunernes overvågningsprogrammer har nu skabt mulighed for, at næringssaltenes videre skæbne fra fjordene til de åbne farvande kan beskrives.

Denne artikel omhandler næringssaltbalancen i Mariager fjord, som danner amtsgrænse og derfor overvåges af Nordjyllands og Århus Amter i fællesskab.

Amtskommuners måleprogram dækker både i tid og sted koncentrationsvariationerne i fjorden så godt, at de totale massebalancer for salt, kvælstof og fosfor kan opgøres med god nøjagtighed.

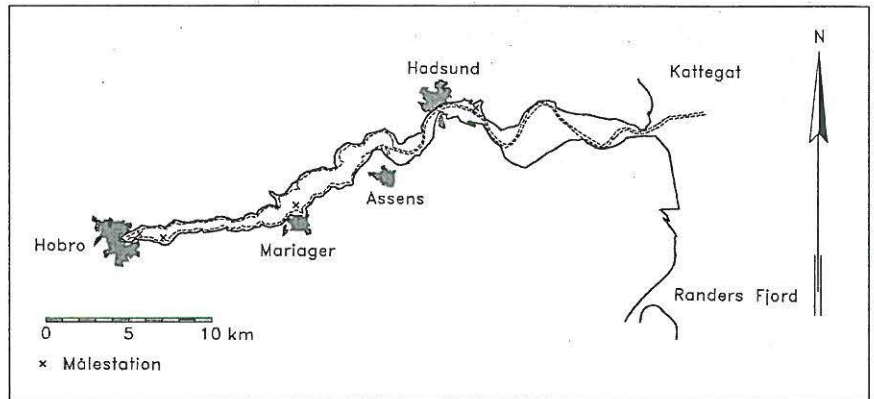
Ca. 50% af det tilførte kvælstof denitrificeres (eller sedimenteres) i fjorden. Om sommeren eksporteres kun ca. 30% af tilførslerne videre til Kattegat.

Der eksporteres mindst 20-30% mere fosfor til Kattegat, end der tilføres fra land. Dette tilskrives en frigivelse fra bundsedimenterne. En markant reduktion af fosfortilførslerne de sidste 5-6 år har kun givet sig udslag i et svagt fald i koncentrationerne i fjorden.

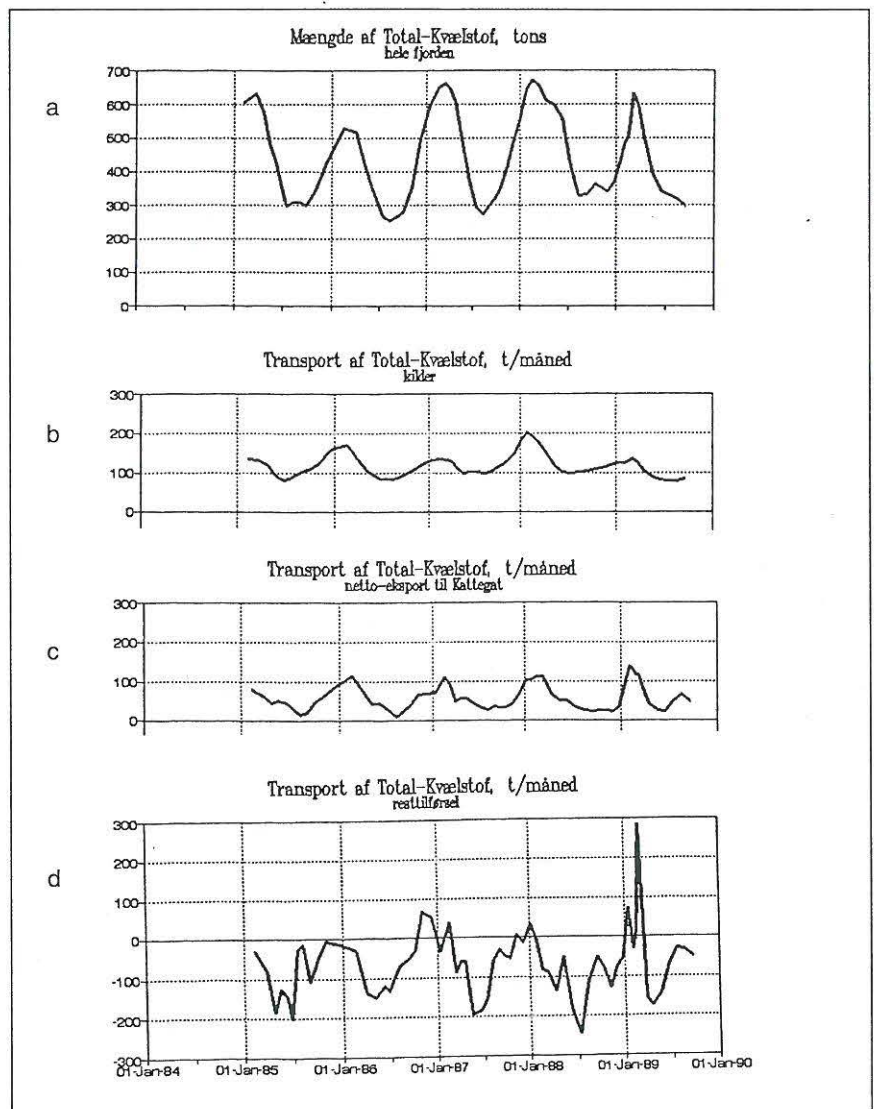
Mariager fjord

Mariager fjord udgør i geologisk henseende en af de karakteristiske øst-vestgående tunneldale i denne del af det jyske landskab, hvortil også hører f.eks. Tjele Langsø. Den centrale del af fjorden er dyb med en maksimum dybde på 28 m ud for Mariager. Yderfjorden mellem Dania og Kattegat er derimod lavvandet med vanddybder overvejende under 1 m undtagen i den smalle sejlrønde, som er 6 til 10 m dyb, men som volumenmæssigt er ubetydelig. Til trods for at yderfjorden og inderfjorden er nogenlunde lige store, ligger 90% af fjordens vandvolumen i inderfjorden.

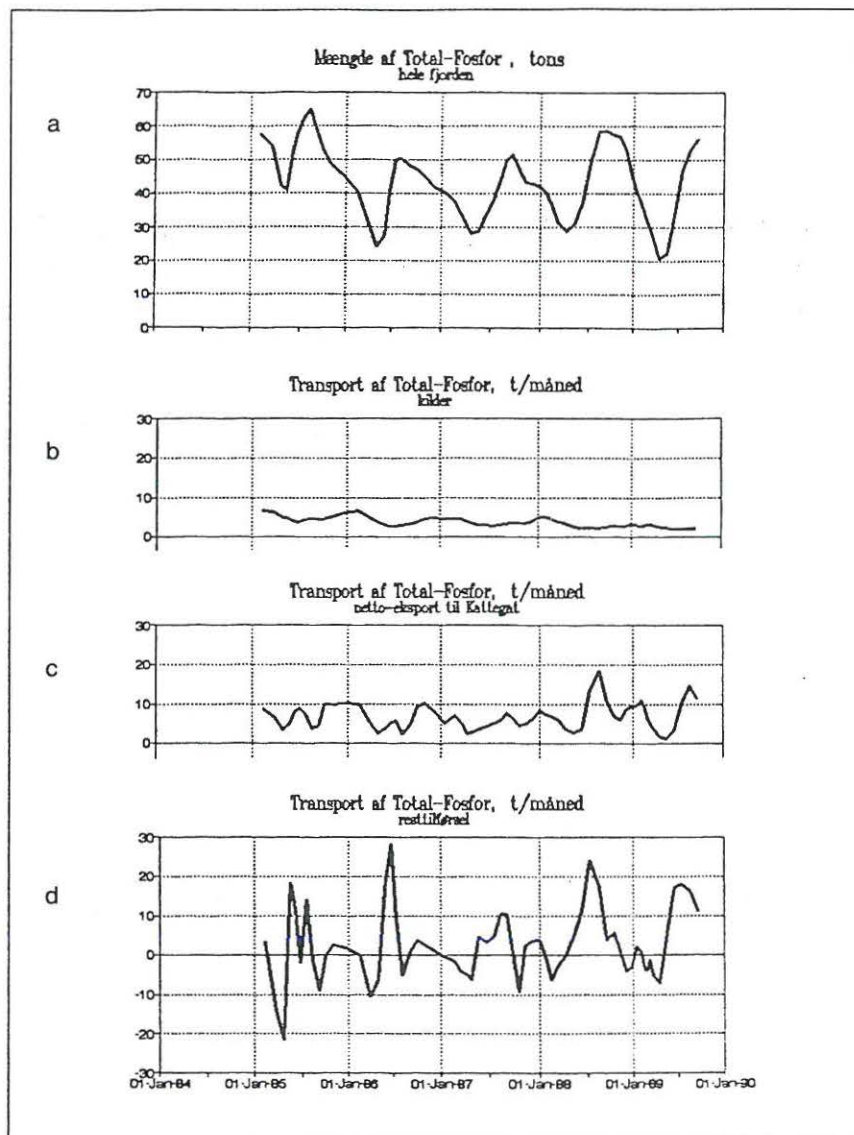
Den samlede ferskvandstilførsel udgør som årgennemsnit 5-6 m³/sec, som fordeler sig omtrent ligeligt mellem inder- og yderfjorden. Den relativt store vanddybde i inderfjorden medfører, at denne del er fagdelte hele året med undtagelse af ekstreme stormsituationer, i størrelsesordenen en gang pr. år, hvor fjorden i kort tid kan være fuldt opblandet i dybden. Normalt har



Figur 1. Oversigtsplan. Placering af målestationer.



Figur 2a-2d. Kvælstof i Mariager fjord.



Figur 3a-3d. Fosfor i Mariager fjord.

øvre lag i inderfjorden en tykkelse på 12-14 m og er oftest homogent med en saltholdighed på 13-17‰, medens nedre lag har stigende saltholdighed med dybden svarende til et gennemsnit på 20‰.

Det er en væsentlig pointe at konstatere, at inderfjordens øvre lag for det første næsten altid er homogent og dernæst, at volumen af dette lag udgør ikke mindre end ca. 80% af fjordens samlede volumen. Man kan derfor konkludere, at fjordens totale indhold af salt og næringsalte i de frie vandmasser stort set befinder sig i inderfjordens øvre lag.

Yderfjordens sejlrunde er under rolige vejrforhold domineret af en tidevandsstrøm på +/- 0,5 m/sec, og er derfor fuldt lodret opblandet. Derimod har

man her en langsgående saltholdighedsvariation, som er nær lineær mellem inderfjorden (øvre lag) på 13-17‰ og Kattégats øvre lag på 20-25‰.

En generel beskrivelse af Mariager fjords vandkvalitet er givet i /1/.

Overvågningsprogram

Nordjyllands og Århus Amter har hvert år siden starten af 1985 i fællesskab gennemført et overvågningsprogram af vandkvaliteten af Mariager fjord.

Programmet har omfattet måling af tilførsler fra alle større vandløb og renseanlæg af organisk stof og næringsalte. Månedlige koncentrationmålinger sammen med de kontinuerlige vandføringsmålinger i de vigtigste vandløb giver således de

samlede tilførsler af kvælstof og fosfor på månedsbasis. De summerede værdier for hele fjorden ses på figur 2b og figur 3b.

I selve fjorden har man på de figur 1 angivne målestationer målt den vertikale fordeling af en række fysiske, kemiske og biologiske parametre, herunder saltholdighed og kvælstof og fosfor. Målingerne af disse vertikaler blev udført på 1 til 3 dage i sammenhæng ca. en gang månedligt, dog siden starten af 1990 to gange månedligt.

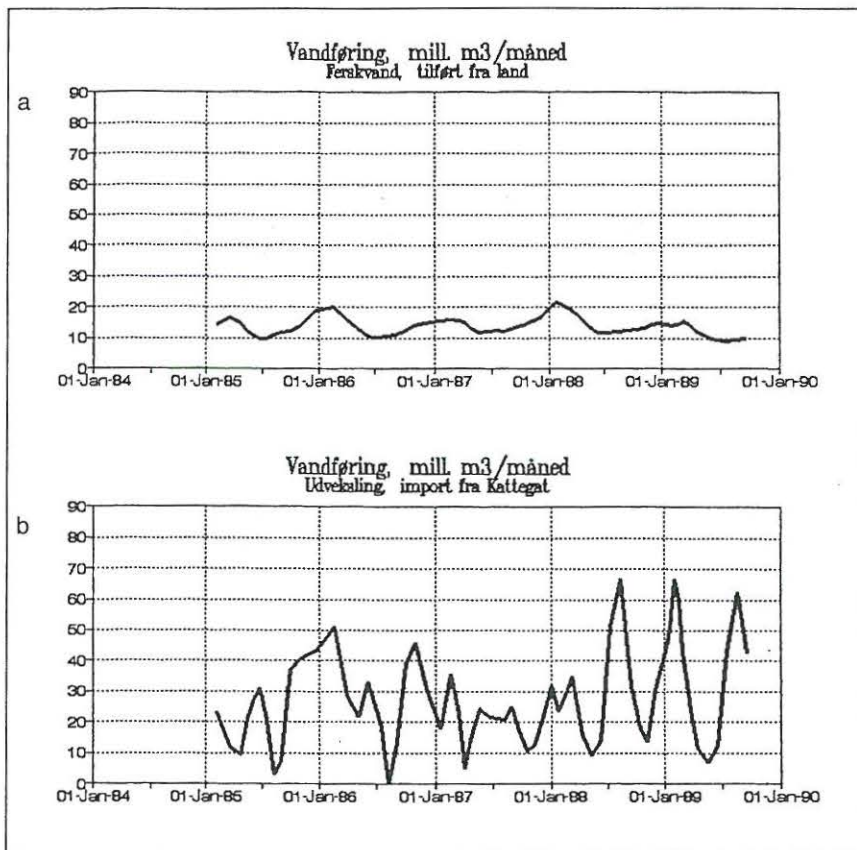
Som senere omtalt benyttes disse målinger til bestemmelse af fjordens samlede stofindhold og den totale middelkoncentration. På figur 2a og figur 3a ses fjordens totale indhold af hhv. kvælstof og fosfor, og det er vigtigt at bemærke, at ovennævnte målehyppighed er tilstrækkelig til at beskrive, hvorledes det samlede stofindhold ændrer sig fra gang til gang. En gang månedligt svarer til 6 gange inden for systemets opholdstid, som er ca. 6 måneder beregnet ud fra saltbalancen. Set i denne sammenhæng er måleprogrammet for Mariager fjord af høj kvalitet sammenlignet med målingerne i de fleste øvrige danske fjorde.

Til bestemmelse af baggrundskoncentrationen af salt og næringsalte i Kattegat har man hidtil benyttet måletransektet ud for Dokkedal mellem Limfjorden og Mariager fjord, hvor der udføres samme målinger som i fjorden, også én gang månedligt. Dette er en relativ lav målehyppighed i forhold til de hurtige ændringer, som ses her. Da næringsaltværdierne imidlertid er små, er dette ikke kritisk, hvorimod en hyppigere måling af saltholdigheden er under overvejelse.

Beregning af vandskifte og næringsaltbalance

Fjordens relative høje saltholdighed viser, at der foregår en betydelig vandudveksling med Kattegat. Da fjordens saltindhold, som omtalt i sidste afsnit, i overvejende grad er samlet i inderfjordens øvre lag, har man i beregningerne af fjordens stofbalance valgt at betragte fjorden som et samlet område, og lade det samlede stofindhold være repræsenteret af en volumen-vægtet middelkoncentration for hele fjorden.

Med udgangspunkt i overvågningsprogrammets målestationer er fjorden opdelt i 4 (evt. 3) delområder. Ved at kombinere disse delområders hypsometriske kurve (dvs. delområdets are-



Figur 4. Ferskvandstilførsel og udveksling i Mariager fjord.

magasinering = tilførsel - fjernelse

eller

$$V \frac{\Delta c}{\Delta t} = [S + q c_K + T] - [(Q_F + q)c] \quad (1)$$

hvor

- V er fjordens volumen
- Δc er ændringen i middelkoncentration fra én måling til den næste
- Δt er tidsafstanden fra én måling til den næste
- S er de samlede tilførsler fra vandløb, renseanlæg mv. over Δt
- T er de ukendte tilførsler fra bund (hvis negativ da fraførsel)
- c_K er baggrundskoncentrationen i Kattegat i middel over Δt
- q er udvekslingsvandføringen med Kattegat
- Q_F er ferskvandstilførslen
- c er middelkoncentrationen i fjorden over Δt .

Box 1.

al som funktion af dybden) med de dybdeafhængige målinger, kan de enkelte delområders samlede stofindhold beregnes. Disse summeres herefter, og fjordens samlede stofindhold og middelkoncentration kan beregnes. Princippet er simpelt, men er alligevel ret omfattende i praksis, og edb må anvendes.

Herefter kan fjordens samlede massebalance opstilles som vist i box 1. Først anvendes ligning (1) på saltbalancen. I dette tilfælde er S og T lig nul og derfor kan udvekslingen q bestemmes, når de øvrige størrelser er målte. Tidsforløbet af ferskvandstilførslen Q_F og udvekslingen q ses på figur 4a og 4b.

Herefter antages det, at nærings-saltene udveksles til Kattegat med den netop beregnede udvekslingsvandføring (q).

For kvælstofs vedkommende skønnes dette at være en god tilnærmelse, fordi kvælstoffet fra land netop følger ferskvandstilførslen. Det er lidt mere usikkert med fosfor, fordi tilførslen ikke i så høj grad er korreleret med ferskvandstilførslen og fordi den vertikale fordeling i perioder med stor afvigelse fra bunden afviger betydeligt fra ferskvandsfordelinger. Men trods usikkerhederne skønnes ligning (1) kalibreret med saltholdigheden at give et godt billede af fjordens totale nærings-saltbalance.

Figur 2c viser herefter de beregnede værdier for kvælstof. Det falder umiddelbart i øjnene, at kun ca. 50% af tilførslerne på årsbasis eksporteres videre til Kattegat og man ser, at denne procent er endnu lavere om sommeren, måske kun 30-40%. Årsagen hertil er utvivlsomt denitrifikation. Man bemærker iøvrigt at belastningen og fjordens samlede indhold af kvælstof ikke har ændret sig i perioden.

Figur 3c viser resultaterne for fosfor, og modsat ved kvælstof ser man, at der sendes mere videre til kattegat end der tilføres fra land, svarende til mindst 20-30% mere. Man ser også, at der i løbet af året sker store interne både tilførsler og fjernelser, utvivlsomt med bundsedimenterne. Konsekvensen af denne frigivelse fra bunden i perioden har været, at til trods for de reducerede kilder fra vandløbet og renseanlæg, har der ikke kunnet registreres en reduktion i det gennemsnitlige koncentrationsniveau i fjorden. Der skal formentlig mindst en yderligere 5-årig periode til at forudsige, hvornår fjorden vil komme i steady state med de reducerede kilder.

Man har således fået bekræftet de store forskelle der er på kvælstofs og fosfors opførsel i systemet. Selv en markant reduktion i fosfortilførslerne kræver formentlig mindst en 10-årig periode for at slå igennem. På grund af denitrifikationen er det modsatte gældende for kvælstof. En reduktion i kvælstoftilførslen vil slå fuldt igennem inden for det år, hvori den finder sted. Om denitrifikationen falder eller stiger relativt set, når tilførslen falder, er der imod uafklaret.

Referencer

/1/ Mariager fjord, 1985-1989. Udvikling og status, Nordjyllands Amt og Århus Amt..



Torben Larsen er docet ved Institutet for Vand, Jord og Miljøteknik ved Aalborg Universitetscenter. Er uddannet som civilingeniør med speciale i vandbygning fra Danmarks Tekniske Højskole fra 1966. Underviser og forsker inden for de hydrauliske sider af miljø- og vandbygningsområdet. Virker som konsulent i forbindelse med hydrografi og vandskifte bl.a. for Mariager fjord, Randers fjord, og Limfjorden.

Finn Andersen er cand.scient fra Københavns Universitet 1986. Arbejder for Nordjyllands Amt med biologiske sammenhænge, næringsaltomsætning og vandskifte i Mariager Fjord og Halkær Bredning.



Kurt Nielsen, cand.scient i biolog i 1982 fra Københavns Universitet. Ansat som havbiolog ved Storstrøms Amt i 1983-87. Siden 1987 ansat ved Århus Amt - fra 1989 som sektionsleder for havsektionen.



Guldhaandtag paa en Dame-Paraply med Spejl, Pudderkvast og Sminke.

Miljøteknik uden grænser:

ENVITEC DÜSSELDORF

25.-29. 5. 1992

Teknik til miljøbeskyttelse
7. internationale messe og kongres

viser miljøteknik på højeste internationale niveau.

Fire centrale emner – fire elementære udfordringer:
Luft, vand, jord og støj står i centrum på ENVITEC '92.
Samt de førende problemløsninger.
Vær med, når fremtiden bliver vist i Düsseldorf.

Deres messerejse køber De hos:

SAS FORRETNINGSREJSER	BENNETT MESSEREJSER
København 33 13 72 77	København/Tåstrup 43 58 78 78
Århus 86 13 12 11	Odense 66 12 21 78
Ålborg 98 16 81 33	Kolding 75 52 37 00
	Århus 86 12 33 11
MAERSK AIR	WAGONS-LITS REJSEBUREAU
København 31 50 52 64	København 33 14 27 47
Billund 75 33 22 44	
LUFTHANSA	WORLD TOURIST REJSEBUREAU
København 33 37 73 33	København 33 15 19 45
Århus 86 13 19 33	Glostrup 42 96 91 44
	Lyngby 45 87 23 13
	Århus 86 19 44 66
	Esbjerg 75 12 02 22

Messe Düsseldorf

Basis for Business

Intermess · Ib Krogdahl
Stockholmsgade 25 · 2100 København Ø
Tel.: 31261411 · Telefax: 35430600