

LAGRING AV SJØVANN TIL ANALYSE AV NÆRINGSSALTER
[Storage of seawater for nutrients analysis]

Av

MAGNAR HAGEBØ og FRANCISCO REY
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

ABSTRACT

HAGEBØ, M. og REY, F. 1984. Lagring av sjøvann til analyse av nærings-
salter. [Storage of seawater for nutrients analysis]. Fisken Hav., 1984-
(4):1-12.

The effects of different storage procedures on the analysis of nitrate, phosphate and silicate in seawater samples have been compared. The storage procedures included freezing and refrigeration of seawater samples, the latter with and without the addition of chloroform as a preservative. Refrigeration of the samples ($1-3^{\circ}\text{C}$) up to 6 days, without preservative, was found to be the most reliable storage procedure. For periods longer than 6 days, addition of chloroform (0.5-1% v/v) will preserve the samples for months without significant losses in accuracy and precision.

INNLEDNING

Det er anerkjent blant forskere at øyeblikkelig analyse (1-2 timer etter innsamling) er den mest sikre metode til bestemmelse av næringsalter i sjøvann. Dessverre er ikke dette alltid mulig, og i mange tilfeller er det behov for å lagre prøvene for senere analyse. Spørsmålet om hvilken lagringsmetode som er best, har vært gjenstand for en lang diskusjon de siste årene, og inntil i dag finnes ingen anbefalt standard metode.

Ved Havforskningsinstituttet har vi siden 1980 analysert store deler av våre næringsaltprøver ombord umiddelbart etter innsamling, men vi er fortsatt i mange tilfeller henvist til å lagre prøver for senere analyse. Lagringstiden kan variere fra noen uker opp til et halvt år.

Sommeren 1980 startet vi en serie forsøk med sikte på å finne frem til en brukbar metode for lagring av sjøvann til analyse av NO_3^- , PO_4^{3-} og SiO_4^{3-} uten å dele opp prøven. Vi begynte med å se på lagringseffekter ved lagring av sjøvann i kjøler ($1-3^{\circ}\text{C}$) og fryser (-18°C). Basert på erfaringene fra disse forsøkene gjorde vi i 1981 to forsøk hvor vi anvendte kloroform som konserveringsmiddel, og da bare ved lagring i kjøler ($1-3^{\circ}\text{C}$).

I denne rapporten vil vi presentere resultatene og erfaringene fra disse forsøkene og gi noen anbefalinger for lagring av sjøvann til næringssaltanalyse.

MATERIALE OG METODER

Sjøvann til alle forsøkene ble samlet inn på tokt i Barentshavet og var fra følgende posisjoner:

Juni 1980	74°00'N, 31°13'Ø
Mai 1981	72°40'N, 30°20'Ø
Juni 1981	71°20'N, 18°50'Ø

Sjøvannsprøvene ble tatt med Niskin eller Nansen vannhentere og tappet på 20 ml polyetylenflasker (flasker vanligvis brukt som scintillasjonstetleglass). Flaskene hadde allerede vært brukt gjentatte ganger til lagring av sjøvannsprøver og ble skyllet minst 3 ganger med sjøvann før prøven ble tappet. Etter tapping ble prøvene øyeblikkelig satt i kjøler (1-3°C) eller fryser (-18°C). En serie referanseprøver ble analysert innen en time etter tapping. Til filtrering av prøver ble brukt Whatman GF/C glassfiberfilter. Filtreringsutstyret var av Pyrex glass, og prøvene ble så snart som mulig fordelt på polyetylenflasker. En serie standardløsninger med KNO_3 , KH_2PO_4 og SiCl_4 (Titrisol Silisium Standardløsning Merck nr: 9947) ble laget i 34% NaCl. Løsningene ble fordelt på 20 ml's polyetylenflasker og delt i to serier som ble lagret i kjøler og fryser.

Bestemmelse av nitrat, fosfat og silikat ble gjort på en autoanalysator utviklet ved Havforskningsinstituttet (FØYN, MAGNUSSEN OG SEGLEM 1981). Følsomheten for de forskjellige analysene er:

Fosfat:	±0,01 µM ved 0,25 µM ±0,03 µM ved 2,50 µM
Nitrat:	±0,05 µM ved 0,63 µM ±0,08 µM ved 6,17 µM ±0,50 µM ved 27,1 µM
Silikat:	±0,01 µM ved 0,80 µM ±0,07 µM ved 6,50 µM

De frosne prøvene ble tint til romtemperatur i varmt vann (60-70°C) og analysert umiddelbart.

Alle kjemikalier var av pro analysi kvalitet og vann til standarder var glassdestillert og ionebyttet. Ved samtlige forsøk ble prøvene lagret mørkt.

RESULTATER OG DISKUSJON

Et av de første problemene man støter på ved lagring av sjøvannsprøver for næringssaltanalyse, er valg av lagringsflasker. Det har vært diskutert om polyetylenflasker tar opp fosfat, men HERON (1962) viste at dette ikke er tilfelle og konkluderte med at en eventuell nedgang i fosfatkonsentrasjonen må

skyldes bakteriell aktivitet. Ved Havforskningsinstituttet har man siden 1975 brukt 20 ml polyetylenflasker, og i de siste 5-6 årene har vi brukt flaskene om igjen. MORSE et al. (1982) anbefaler også polyetylenflasker som har vært brukt gjentatte ganger.

Det ble i alt gjennomført tre lagringsforsøk. Det første ble startet i juni 1980 og tok sikte på å kartlegge lagringseffekter på filtrerte og ikke filtrerte prøver, lagret i kjøler (1-3°C) og fryser (-18°C) uten konserveringsmiddel. En serie standardprøver med forskjellige mengder NO_3 , PO_4 og SiO_4 ble også testet.

Sjøvannsprøvene ble samlet inn fra to dyp, 50 m og 250 m, og bare prøvene fra 50 m ble filtrert. Prøvene ble delt som vist i Fig. 1.

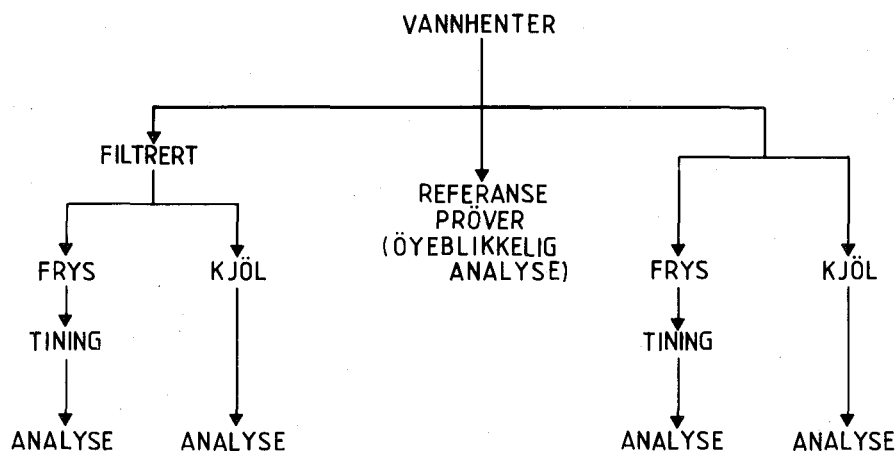


Fig. 1. Skjema for oppdeling og behandling av prøvene. ["Flow" chart showing sample treatment.]

Tabellene 1-3 viser resultatene for fosfat, nitrat og silikat. Presisjonen er gitt ved ett standard avvik og antall replikater var 3 unntatt etter 6 dager hvor det var 6. For alle sjøvannsprøvene er nøyaktigheten gitt som prosent av konsentrasjonen målt i referanseprøvene, men for standardprøvene er den gitt som prosent av tilsatt mengde.

A) Fosfat (Tabell 1):

Presisjonen var god i inntil 11 dager ved lagring i kjøler og gikk betydelig ned etter 52 dager, mens den var relativt god for prøver i fryser etter 57 dager. Dette indikerte at det i de prøvene som var lagret lengst (i kjøler), hadde vært bakteriell aktivitet. Nøyaktigheten var god i inntil 28 timer og relativt god etter 6 og 11 dager. Etter 52 dager i kjøler og 57 dager i fryser var nøyaktigheten svært varierende og gjennomgående dårlig. For standardprøvene synes resultatene å vise samme tendens når det gjelder presisjon, men noe varierende mhp nøyaktigheten. Dette skyldes i noen grad at enkelte av verdiene var så lave ($0,13 \mu\text{M KH}_2\text{PO}_4$ tilsatt) at følsomheten i analysen ($0,01 \mu\text{M}$) utgjorde en relativt stor feil, slik at det her er like mye den analytiske presisjon som variasjonen som følge av lagringen som bidrar til unøyaktigheten.

Tabell 1. Resultater fra lagringsforsøk i kjøler og fryser uten konserveringsmiddel. Fosfat. [Results of storage-experiment in refrigerator and freezer without preservative. Phosphate.]

		Kjøøl 1-3°C						Frys -18°C					
		0 timer	7 timer	20 timer	28 timer	6 dager	11 dager	52 dager	57 dager				
		n = 3	n = 3	n = 3	n = 3	n = 6	n = 3	n = 3	n = 3				
		µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	%	%	%	%
50 m		0,70 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,70 ± 0,02	0,70 ± 0,02	0,67 ± 0,02	0,67 ± 0,22	0,51 ± 0,05	0,44	73	96	73	63
50 m filtret		0,72 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,66 ± 0,02	0,66 ± 0,02	0,26 ± 0,01	0,51 ± 0,03	36	92	36	71
250 m		0,87 ± 0,01	0,88 ± 0,10	0,85 ± 0,01	0,84 ± 0,01	0,80 ± 0,02	0,79 ± 0,03	0,60 ± 0,29	0,57 ± 0,05	69	91	69	66
Tilsatt KH ₂ PO ₄	%												
0,13 µM	100	0,13 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,10 ± 0,01	108	100	108	77
0,25 µM	100	0,25 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,25 ± 0,02	0,23 ± 0,02	0,24 ± 0,01	0,16 ± 0,03	0,17 ± 0,06	0,21 ± 0,02	68	96	68	84
0,50 µM	102	0,51 ± 0,00	0,54 ± 0,00	0,50 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,47 ± 0,01	0,45 ± 0,01	0,36 ± 0,16	0,39 ± 0,04	72	94	72	78

Tabell 2. Resultater fra lagringsforsøk i kjøler og fryser uten konserveringsmiddel. Nitrat. [Results of storage-experiment in refrigerator and freezer without preservative. Nitrate.]

		Kjøøl 1-3°C										Frys-18°C									
		0 timer n = 3		7 timer n = 3		20 timer n = 3		28 timer n = 3		6 dager n = 3		11 dager n = 3		52 dager n = 3		57 dager n = 3					
	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%				
50 m		7,3 ± 0,1	101	7,8 ± 0,1	107	8,0 ± 0,0	110	7,7 ± 0,1	105	7,4 ± 0,1	101	6,7 ± 0,9	92	4,5 ± 0,4	62						
50 m filtreert		7,0 ± 0,1	104	7,9 ± 0,1	113	7,8 ± 0,2	111	7,6 ± 0,1	109	7,5 ± 0,1	107	6,7 ± 0,7	96	4,1 ± 0,4	59						
250 m		9,0 ± 0,1	110	10,0 ± 0,1	111	10,1 ± 0,1	112	9,8 ± 0,1	109	9,5 ± 0,1	106	8,7 ± 0,8	97	5,7 ± 0,3	63						
Tilsatt KNO ₃	%																				
1,3 µM	85	1,1 ± 0,0	100	1,3 ± 0,1	100	1,3 ± 0,1	100	1,3 ± 0,1	100	1,3 ± 0,1	100	1,3 ± 0,0	100	1,0 ± 0,2	77						
2,5 µM	104	2,6 ± 0,1	104	2,7 ± 0,0	104	2,8 ± 0,1	108	2,6 ± 0,0	112	2,6 ± 0,1	104	2,5 ± 0,1	100	2,0 ± 0,1	80						
5,0 µM	106	5,3 ± 0,0	104	5,3 ± 0,1	106	5,5 ± 0,1	110	5,3 ± 0,1	106	5,2 ± 0,1	104	5,0 ± 0,1	100	3,9 ± 0,9	78						

Tabell 3. Resultater fra lagringsforsøk i kjøler og fryser uten konserveringsmiddel. Silikat. [Results of storage-experiment in refrigerator and freezer without preservative. Silicate.]

	Kjøøl 1 - 3°C						Frys - 18°C									
	0 timer n = 3		7 timer n = 3		20 timer n = 3		28 timer n = 3		6 dager n = 3		11 dager n = 3		52 dager n = 3		57 dager n = 3	
	µM		µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%	µM	%
50 m	3,6 ± 0,0		3,5 ± 0,0	97	3,6 ± 0,2	100	3,5 ± 0,0	97	3,3 ± 0,0	92	3,3 ± 0,0	92	3,7 ± 0,1	103	2,5 ± 0,2	69
50 m filtrert	3,8 ± 0,2		3,6 ± 0,2	95	3,5 ± 0,1	92	3,6 ± 0,1	95	3,3 ± 0,1	87	3,3 ± 0,1	87	3,7 ± 0,2	97	2,3 ± 0,2	61
Tilsatt SiCl ₄	%															
0,7 µM	0,7 ± 0,1	100	0,6 ± 0,1	86	0,8 ± 0,1	114	0,8 ± 0,1	114	0,6 ± 0,1	86	0,7 ± 0,1	100	0,8 ± 0,1	114	0,8 ± 0,2	114
1,4 µM	1,5 ± 0,2	107	1,5 ± 0,0	107	1,4 ± 0,2	100	1,5 ± 0,0	107	1,4 ± 0,1	100	1,4 ± 0,0	100	1,7 ± 0,2	121	1,3 ± 0,1	93
2,7 µM	2,9 ± 0,0	107	2,9 ± 0,1	107	2,6 ± 0,1	96	2,8 ± 0,0	104	2,6 ± 0,1	96	2,7 ± 0,0	100	2,9 ± 0,1	107	2,4 ± 0,5	89

B) Nitrat (Tabell 2):

Ved lagring i kjøler var presisjonen god i 11 dager, men gikk betydelig ned etter 52 dager. For frosne prøver (57 dager) var presisjonen ikke god, men klart bedre enn for prøver i kjøler. Nøyaktigheten var noe variabel og syntes dårligst etter 20 og 28 timer. Etter 52 dager i kjøler var nøyaktigheten fortsatt innenfor $\pm 10\%$ av opprinnelig verdi. For frosne prøver var nøyaktigheten klart dårligere enn for prøver lagret i kjøler i samme tidsrom. Standardprøvene viste bedre presisjon og nøyaktighet enn sjøvannsprøvene, men også her kom de frosne prøvene dårligst ut.

C) Silikat (Tabell 3)

Presisjonen var god i inntil 52 dager (silisium brukes ikke av bakterier), men nøyaktigheten var noe variabel. Prøver lagret i kjøler viste bedre nøyaktighet og presisjon enn prøver lagret i fryser. Standardprøvene viste noe varierende nøyaktighet, men god presisjon. Det var en klar tendens til at verdiene for prøver lagret i kjøler lå over 100% av opprinnelig verdi.

Et gjennomgående trekk for disse resultatene var den dårlige presisjon og nøyaktighet ved lagring i fryser ved -18°C . Ved frysing av sjøvann til -18°C vil tungtløselige salter falle ut. Disse vil være vanskelige å løse ved tining, noe som utvilsomt vil skape problemer for analysene. Et enkelt forsøk gjennomført med sjøvann fra Byfjorden i Bergen illustrerer dette. Sjøvannet ble fordelt på 10 stk. 250 ml polyetylenflasker. Sjøvannets refraktiv indeks og saltholdighet (konduktivitet) ble målt før og etter at prøvene hadde vært lagret i fryser (-18°C) i 14 dager (Tabell 4). Prøvene ble tint til romtemperatur som beskrevet.

Tabell 4. Variasjoner i refraktiv indeks og saltholdighet i frosne prøver.
(Refractive index and salinity in frozen samples, before and after storage for 14 days at -18°C)

	Refraktiv indeks	Standard avvik	Saltholdighet S%	Standard avvik
Før frysing	1,33882	0,000006	34,783	0,0003
Etter frysing	1,33712	0,000008	27,006	0,500

Det framgår at både saltholdigheten og refraktive indeks har gått ned, saltholdigheten med hele 23%, samtidig som standard avvik for saltholdighetsmålingene har økt sterkt. Dette tyder på at sjøvannsprøver forandrer karakter ved frysing og tining, og at de opprinnelige fysiske egenskaper er vanskelig å føre tilbake til utgangspunktet. MacDONALD and MCLAUGHLIN. (1981) har vist at det skal svært kontrollerte betingelser til ved tining av prøvene dersom man skal oppnå skikkelig nøyaktighet ved analyse av prøver som har vært lagret i fryser. Presisjonen avtar imidlertid med lagringstiden.

Basert på resultatene fra lagringsforsøket uten konserveringsmiddel, bestemte vi oss for følgende:

1. Å bruke lagring i mørke ved $1-3^{\circ}\text{C}$ for kortere perioder (inntil 1 uke).

2. Ved lengre tids lagring å forsøke med et konserveringsmiddel for å unngå bakteriell aktivitet i prøvene.

Det har i de siste 20 år vært forsøkt forskjellige midler til konservering av næringssalter i sjøvann (eks. kvikksølvkorid, kloroform, fenol og syrer). Resultatene har imidlertid vist seg å være sprikende og til dels motstridende. Av disse konserveringsmidlene har vi valgt kloroform pga at kloroform er en god hemmer av bakteriell aktivitet, og fordi den er miljømessig akseptabel samtidig som den praktiske gjennomføring av konserveringen blir enkel. I følge Merck Index 9. utgave 1976, er løsligheten av kloroform i vann 0,5% (vol/vol) ved 25°C. Tatt i betraktning at kloroform vil diffundere gjennom plast og etter en tid forsvinne, var det ønskelig å bruke noe mer kloroform enn metningskonsentrasjonen tilsa. Dette ville sikre at sjøvannsprøvene var mettet med kloroform selv ved lengre tids lagring i kjøler.

I 1981 gjorde vi to forsøk med forskjellige mengder kloroform, tre dråper (ca 0,1 ml) og 0,200 ml pr 20 ml prøve. Tre dråper ble noe upresis mengde og valget av 0,200 ml i det andre forsøket ble gjort for å få en mer presis mengde å arbeide med, og ikke utelukkende på grunnlag av erfaringer fra det første forsøket.

Resultatene er vist i Tabell 5 og 6. Et gjennomgående trekk var at lagring uten kloroform gav vesentlig dårligere nøyaktighet og presisjon enn lagring med kloroform for analysene av nitrat og fosfat, mens det for silikat ikke var særlige forskjeller. Disse resultatene synes å bekrefte påstanden om at nedgangen i nitrat og fosfat i prøver uten konserveringsmiddel skyldes hovedsaklig bakteriell aktivitet siden vi antar at silikat ikke blir tatt opp av bakterier.

For å se nærmere på effektene av lagring med kloroform, har vi plottet verdiene for de forskjellige næringssalter mot lagringstid. For analyse av fosfat (Fig. 2) med tre dråper kloroform var nøyaktigheten bedre enn med 0,200 ml, mens presisjonen var dårligere. Prøvene tilsatt tre dråper viste noe lavere fosfatkonsentrasjon enn den opprinnelige verdi, mens det var en klar tendens til økning i prøvene tilsatt 0,200 ml. Denne økningen syntes å være konstant (ca 0,1 µM) og uavhengig av den opprinnelige konsentrasjon ved lagring lengre enn 60 dager.

Analysene av nitrat (Fig. 3) viste samme tendens, dvs noe bedre presisjon for prøver med 0,200 ml kloroform enn for prøver tilsatt tre dråper. De siste viste også noe lavere konsentrasjoner enn opprinnelig.

Analysene av silikat (Fig. 4) viste svært liten forskjell med tilnærmet lik presisjon og nøyaktighet for begge mengder kloroform.

KONKLUSJONER

Basert på de oppnådde resultater, kan vi konkludere at:

1. Øyeblikkelig analyse (1-2 timer etter innsamling) er den mest pålitelige metode til analyse av fosfat, nitrat og silikat i sjøvann.

Tabell 5. Resultater fra lagringsforsøk med konserveringsmiddel.
 (3 dråper kloroform, ikke filtrerte prøver, lagring på kjøll, 1-3°C).
 [Result of storage-experiment with preservative (3 droplets chloroform,
 not filtered samples, storage in refrigerator, 1-3°C).]

	0 n=5	22 dager n=5		38 dager n=5		56 dager n=5	
FOSFAT							
	µM	µM	%	µM	%	µM	%
20 m	0,50 ± 0,02	0,47 ± 0,05	94	0,29 ± 0,13	58	0,27 ± 0,10	54
20m+CH ₃ Cl		0,49 ± 0,03	98	0,47 ± 0,13	94	0,54 ± 0,06	108
200 m	0,79 ± 0,01	0,65 ± 0,03	82	0,57 ± 0,16	72	0,48 ± 0,13	61
200m+CH ₃ Cl		0,74 ± 0,04	94	0,76 ± 0,05	96	0,72 ± 0,02	91
NITRAT							
20 m	6,1 ± 0,0	5,4 ± 0,3	89	3,9 ± 1,8	64	4,5 ± 1,3	74
20m+CH ₃ Cl		5,5 ± 0,2	90	6,0 ± 0,2	98	6,0 ± 0,1	98
200 m	11,9 ± 0,1	10,2 ± 0,4	86	8,5 ± 1,8	71	9,4 ± 1,5	79
200m+CH ₃ Cl		10,7 ± 0,2	90	10,8 ± 0,4	91	11,5 ± 0,4	97
SILIKAT							
20 m	4,8 ± 0,1	4,9 ±	102	4,8 ± 0,2	100	4,8 ± 0,6	100
20m+CH ₃ Cl		5,0 ± 0,1	104	5,0 ± 0,1	104	4,8 ± 0,1	100
200 m	6,0 ± 0,0	6,0 ± 0,2	100	6,1 ± 0,2	102	5,5 ± 0,4	92
200m+CH ₃ Cl		6,1 ± 0,2	102	5,9 ± 0,3	98	5,7 ± 0,1	95

Tabell 6. Resultater fra lagringsforsøk med konserveringsmiddel.
 0,200 ml kloroform, ikke filtrerte prøver, lagring på kjøll, 1-3°C).
 [Results of storage-experiment with preservative. (0,200 ml chloroform,
 not filtered samples, storage in refrigerator, 1-3°C).]

	0 n=5	16 dager n=5		60 dager n=5		165 dager n=5	
FOSFAT							
	µM	µM	%	µM	%	µM	%
30 m	0,16 ± 0,01	0,09 ± 0,02	56	0,15 ± 0,01	94	0,07 ± 0,06	44
30m+CH ₃ Cl		0,21 ± 0,03	131	0,29 ± 0,03	181	0,28 ± 0,04	175
150 m	0,84 ± 0,01	0,72 ± 0,08	86	0,62 ± 0,08	74	0,53 ± 0,19	63
150m+CH ₃ Cl		0,83 ± 0,02	99	0,98 ± 0,01	117	0,95 ± 0,02	113
NITRAT							
30m	0,2 ± 0,04	0,2 ± 0,1	100	0,0 ± 0,0	0	0,1 ± 0,1	50
30m+CH ₃ Cl		0,28 ± 0,04	150	0,18 ± 0,08	100	0,22 ± 0,04	100
150 m	12,2 ± 0,2	13,0 ± 0,1	106	11,6 ± 1,0	95	12,5 ± 1,0	102
150m+CH ₃ Cl		13,2 ± 0,1	108	12,5 ± 0,1	102	13,8 ± 0,1	113
SILIKAT							
30 m	1,9 ± 0,1	2,0 ± 0,1	105	2,2 ± 0,1	116	2,5 ± 0,2	132
30m+CH ₃ Cl		2,1 ± 0,1	111	2,2 ± 0,1	116	2,4 ± 0,2	126
150 m	5,8 ± 0,0	5,8 ± 0,1	100	5,8 ± 0,1	100	5,8 ± 0,3	100
150m+CH ₃ Cl		5,9 ± 0,1	102	5,8 ± 0,1	100	6,3 ± 0,3	109

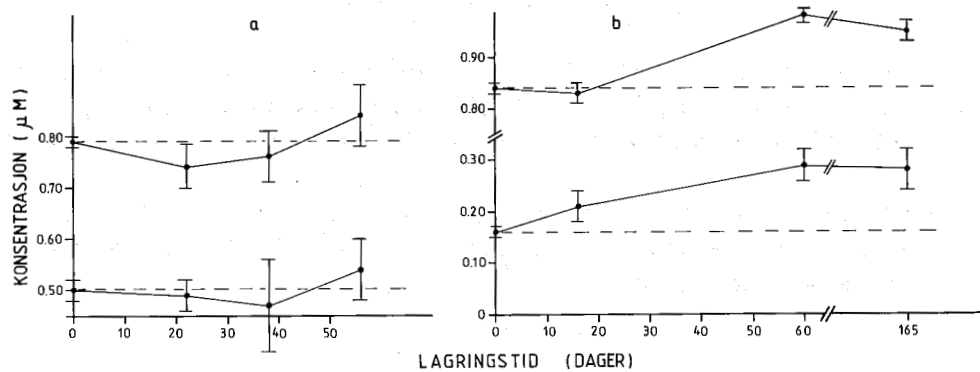


Fig. 2. Fosfat. Lagring ved $1-3^{\circ}\text{C}$ med kloroform tilsatt. a) 3 dråper, b) 0.200 ml. [Phosphate. Storage at $1-3^{\circ}\text{C}$ with chloroform added. a) 3 droplets, b) 0.200 ml.]

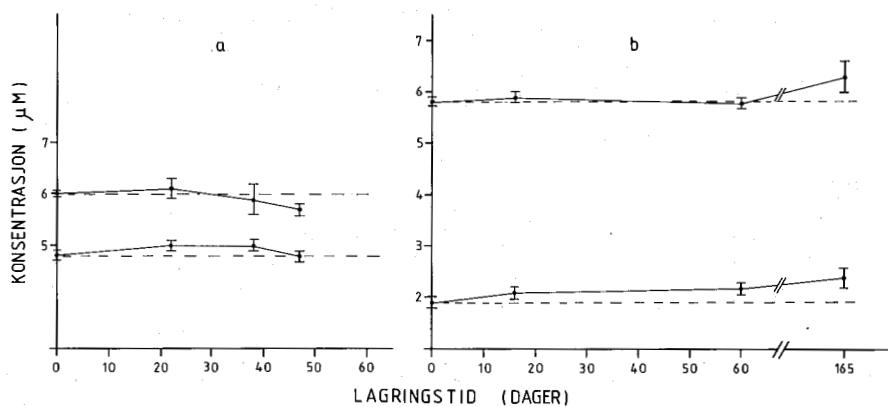


Fig. 3. Nitrat. Lagring ved $1-3^{\circ}\text{C}$ med kloroform tilsatt. a) 3 dråper, b) 0.200 ml. [Nitrat. Storage at $1-3^{\circ}\text{C}$ with chloroform added. a) 3 droplets, b) 0.200 ml.]

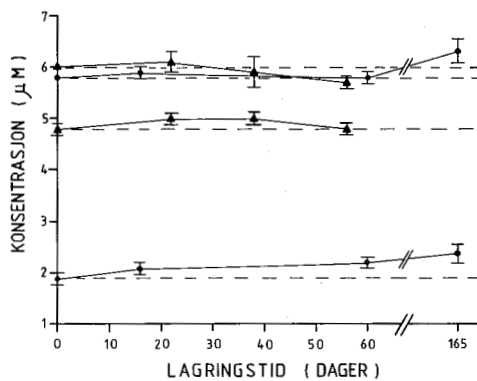


Fig. 4. Silikat. Lagring ved $1-3^{\circ}\text{C}$ med kloroform tilsatt. \blacktriangle 3 dråper, \bullet 0.200 ml. [Silicate. Storage at $1-3^{\circ}\text{C}$ with chloroform added. \blacktriangle 3 droplets, \bullet 0.200 ml.]

2. Lagring av sjøvannsprøver i kjøler (1-3°C) og mørkt inntil 6 dager uten konserveringsmiddel gir god presisjon og brukbar nøyaktighet ($\pm 10\%$ av opprinnelig verdi) for alle parametere.
3. Ved lagring lengre enn 6 dager bør tilsettes kloroform til prøvene (konsentrasjon 0,5-1% vol/vol). En slik konservering gjør lagring mulig i inntil flere måneder uten betydelig tap i presisjon og nøyaktighet.
4. Lagring i fryser gir dårlig og varierende nøyaktighet. Selv om vi mangler en skikkelig tidsserie, viser data fra tilsvarende ikke publiserte forsøk samme resultat.

LITTERATUR:

FØYN, L., MAGNUSSEN, M., og SEGLEM, K. 1981. Automatisk analyse av næringssalter med "on line" databehandling. En presentasjon av oppbygging og virkemåte av systemet i bruk på Havforskningsinstituttets båter og i laboratoriet. Fisken Hav. Ser.B, 1981 (4):1-40.

HERON, J. 1962. Determination of phosphate in water after storage in polyethylene. Limnol. Oceanogr., 7: 316-321.

MacDONALD, R.W. and MCLAUGHLIN, F.A. 1982. The effect of storage by freezing on dissolved inorganic phosphate, nitrate and reactive silicate for samples from coastal and estuarine waters. Water Research, 16: 95-104.

MORSE, J.W., HUNT, M., ZULLIG, J., MUCCI, A. and MENDEZ, T. 1982. A comparison of techniques for preserving dissolved nutrients in open ocean seawater samples. Ocean Science and Engineering, 7: 75-106.