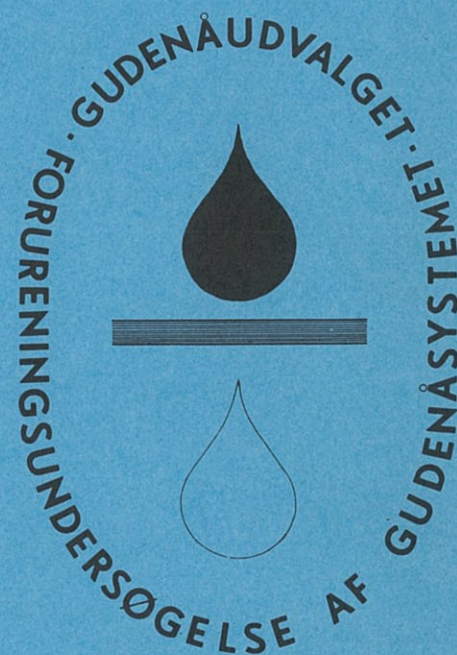


RAPPORT NR. 21



GUDENÅUNDERSØGELSEN
Mossø - eutrofiering

MILJØSTYRELSENS
FERSKVANDSLABORATORIUM
Lysbrogade 52
8600 Silkeborg
Telefon 06 - 81 07 22

8/1278.

Gudenåundersøgelsen 1973-75

EUTROFIERING AF MOSSØ

Limnologiske undersøgelser over søens belastning med næringssalte samt over forekomst af horizontale forskelle i eutrofieringseffekt.

af

BO RIEMANN

Botanisk institut, Aarhus Universitet.

Udført fra:

Botanisk institut
Nordlandsvej 68
8240 Risskov.

Indholdsfortegnelse.

1. Indledning
 - 1.1. Formål
 - 1.2. Undersøgelsens udførelse og omfang
 - 1.3. Relationer til andre projekter
2. Stationsbeskrivelse.
3. Prøvetagning.
4. Beskrivelse af Mossø.
5. De termiske forhold i søen.
6. Kvælstof.
7. Silicium.
8. Fosfor.
9. Fosfortransport i Mossø 1974.
10. Primærproduktionen.
11. Belastningsbetragtninger og indgreb.
12. Sammenfatning.
13. Litteratur.

Figurfortegnelse med tekst til:

Fig. 1 - 6

Bilagsfortegnelse med tekst til:

Bilag 1 - 18.

1. Indledning

Som et delprojekt i Gudenåundersøgelsen 1973-75 er der fra Botanisk institut, Århus Universitet udført undersøgelser over den fortsatte eutrofiering af Mossø.

Resultater fra Hans Mathiesen's tidligere undersøgelser i midtjyske søer og fra "Gudenåundersøgelsen 1972" (forundersøgelsen) dannede grundlag for, at man i 1973 kunne foreslå, at en fortsættelse af "Mossø-undersøgelser" skulle prioriteres højt i Gudenåundersøgelsen.

1.1. Formål.

På basis de hidtidige undersøgelser ønskede man at belyse eutrofieringen af Mossø ved særligt at undersøge:

- 1) vandbalance for Mossø (og for Skanderborg søerne).
- 2) stoftransport til Mossø med Gudenå og Tåning Å.
- 3) horizontal og vertikal fordeling af næringsalte, biomasse og primærproduktion.
- 4) strøm- og transportforhold samt sedimenter i Mossø.

Som for Gudenåundersøgelsen som helhed har det også ved eutrofierings-undersøgelserne i Mossø 1973-75 været hovedformålet at registrere sådanne data, som i væsentlig grad kunne anses for betydningsfulde forudsætninger for den fremtidige naturforvaltning i sø-systemet. Og der tillægges Mossø stor værdi med henblik på anvendelse til f.eks. erhvervs- og sportsfiskeri samt andre fritidsaktiviteter.

Spørgsmålene om henholdsvis Gudenå's og Tåning Å's betydning for eutrofieringsforholdene i Mossø har haft en central placering i undersøgelserne.

Umiddelbart efter Klostermølle gennemløber Gudenå vestenden af Mossø, og der er kun ca. 500 m mellem åens indløb i søen og åens afløb fra søen. Det er således kun en meget lille del af Mossø, som direkte gennemløbes af Gudenå.

Tåning Å udmunder derimod helt i den østlige ende af Mossø, som således belastes af de næringssalte, som tilføres med Tåning Å fra Skanderborg søerne, som endnu i 1976 forurenes af dårligt rensset spildevand.

1.2. Undersøgelsernes udførelse og omfang.

De anvendte målestationer, prøvetagningshyppighed m.v. omtales nærmere i afsnit 2, 3 og 4, hvor også Mossø's dybdeforhold gennemgås.

For så vidt angår de anvendte analysemetoder henvises for vandanalysernes vedkommende til delrapporten om Botanisk institut's undersøgelser i vandløb (ved Ulrik B.Jensen) samt til de metodiske afsnit i "Gudenåundersøgelsen's" rapporter om interkalibrering. Der henvises også til afsnit om metodik i delrapporten om Botanisk institut's undersøgelser af sedimenter (ved Hans-Henrik Schierup).

Endvidere henvises, bl.a. vedrørende målinger af biomasse m.v. til den litteratur-oversigt, som bringes i afsnit 13. Her henvises også til sådanne faglige publikationer (ved forfatteren), som enten er under udgivelse, eller som endnu er under udarbejdelse.

I perioden april - oktober 1973 er undersøgelserne udført af Flemming Christensen i forbindelse med et speciale-projekt.

Fra januar 1974 er undersøgelserne udført af forfatteren i forbindelse med et licentiat-projekt.

Standard-programmet for de udførte vandanalyser har omfattet:

pH, alkalinitet, ledningsevne, PO_4 -P, total-P, NO_3 -N, NO_2 -N, NH_3 -N, total-N, SiO_2 , samt temperatur- og gennemsigtighedsmålinger. I enkelte prøveserier er desuden målt: Ca, Mg, Na, K, Cu, Pb, Mn, Fe og Zn.

De biologiske undersøgelser har omfattet målinger af bl.a. planteplanktonets primærproduktion, chlorophyll a, (phaeopigmenter) og ATP (ikke alle parametre er målt som standardprogram).

Endvidere er der udført kvalitative og kvantitative planktonundersøgelser- samt iltmålinger - i forbindelse med nogle udvalgte forsøgsserier.

Vandføringsmålinger er særligt udført i Gudenå og Tåning Å (ved "Det danske Hedeselskab" og VKI) samt i tre mindre tilløb (VKI og Botanisk institut).

Der er endvidere, i forbindelse med andre projekter, delvis som indledte og ikke-afsluttede - udført undersøgelser over: sedimentation, sedimentudveksling, strømforhold (ved VKI), sedimentkarakteristik (Botanisk institut ved Hans-Henrik Schierup).

Data fra de vandkemiske undersøgelser bringes i skemaform som bilag 18. Disse data er i 1975 indsendt til Gudenåundersøgelsens centrale dataregistrering (ved VKI). Tilsvarende gælder visse af de øvrige data, som er indsamlet under Mossø-undersøgelserne 1973-75.

En række enkelt-resultater fra undersøgelserne 1973-75 er af praktiske grunde ikke medtaget i den her foreliggende rapport, ligesom visse måleresultater fra 1975 endnu kun delvis er behandlet.

Det er hovedformålet med denne rapport at give en samlet, men ret koncentreret, redegørelse dels for Mossø's belastning med næringssalte og dels for de forskelle, der er mellem de forskellige afsnit af søen.

1.3. Relationer til andre projekter.

Gudenåundersøgelsen har gjort det muligt i perioden 1973-75 at fortsætte og intensivere registreringen af en lang række data, som er nødvendige for en vurdering af søens fremtid.

I undersøgelsesperioden har Mossø-undersøgelserne i videste forstand tillige kunnet indgå som et del-projekt i det fælles nordiske forskningsprogram om sø-eutrofiering. Dette NORDFORSK-projekt, "Det Nordiska Insjöprojektet", indgår i det internationale OECD-program vedrørende "eutrofiering".

Botanisk institut har i undersøgelsesperioden 1973-75 koncentreret den igangværende forskningsaktivitet vedrørende emnet sø-eutrofiering omkring Mossø og Skanderborg søerne (samt Knudsø-Ravnsø).

For Mossø's vedkommende er der især (ved forfatteren) udført biomasseundersøgelser, idet det bl.a. som et licentiatprojekt er forsøgt at udvikle en kombination af forskellige metoder til registrering af planktonalgens biomasse.

Som nævnt er der i litteraturfortegnelsen medtaget publikationer som er under udgivelse (resp. udarbejdelse). Disse publikationer, som også vil indeholde data, der ikke er medtaget i nærværende rapport, vil senere blive tilstillet Gudenåudvalget.

I forbindelse med de udførte Mossø undersøgelser vil jeg rette en tak til cand.scient. Flemming Christensen for mange værdifulde diskussioner, samt for tilladelse til at benytte data fra 1973. Til fisker Norberth Olesen rettes en hjertelig tak for lån af bådplads samt lån af hus og fryser i forbindelse med en døgnundersøgelse. Botanisk Institut har i undersøgelsesperioden velvilligt stillet apparatur enheder, data samt båd til min rådighed, og Teknisk forvaltning, Århus Amtskommune har i perioder ligeledes udlånt båd. Til sidst en tak til afdelingsleder H. Mathiesen for kritisk gennemlæsning af denne rapport.

2. Stationsbeskrivelse.

På fig. 1 ses de stationer, hvor der efter en revision 1/1-1974 har været udtaget vandprøver og målt primærproduktion indtil 31/12-1975. Symbolerne svarer til symbolerne i nedenstående liste, hvor også en nærmere geografisk beskrivelse er medtaget.

MOS 420	Midt i søen mellem Hem Odde og campingpladsen ved Boes.
MOS 424	Midt i søen mellem Emborg Odde og Lindholm Hoved.
MOS 425	Mellem Gudenåens tilløb og afløb.
ALK 445	Alken Å efter dambruget umiddelbart ved udløbet til søen.
ILP 445	Illerup Å, 50 m før udløbet, ved landevejen mellem Alken og Fulbro Mølle.
TNG 442	Tåning Å ved Fulbro Mølle (oven for Stemmeværk).
BSK 445	Bjergskovbæk ved landevejen Skanderborg/Brædstrup.
GUD 472	Gudenå, 50 m før tilløbet til Mossø
GUD 473	Gudenå, 50 m efter afløbet fra Mossø.

I forbindelse med referencemålinger udført efter 1/1-74 på ældre stationer skal nævnes MOS 422, beliggende ca. 150 m vest for indløbet af Tåning Å. Denne station blev anvendt fra 1/4-73 til 31/12-73 som fast station, men er siden kun benyttet uregelmæssigt i forbindelse med specielle situationer.

3. Prøvetagning.

Vandprøver er i standard-prøveserierne blevet udtaget på alle stationer undtagen station ALK 445 og ILP 445. I disse prøveserier måltes i almindelighed samtlige de parametre, som er nævnt i indledningen vedrørende vandanalyser. Prøvetagningsfrekvensen har størstedelen af undersøgelsesperioden 1/4-73 til 31/12-75 været 14 dage, dog er prøver udtaget i visse intensive perioder med 1 uges interval og i nogle vinterperioder med større interval. Således er der gennemført:

18		prøvetagningsserier i 1973
28	"	" 1974
20	"	" 1975

Herudover er der i 1974 gennemført yderligere 15 prøvetagningsserier med henblik på målinger af enkelte parametre fra enkelte stationer i perioder, hvor bevægeligheden af de pågældende parametre syntes særlig interessant.

4. Beskrivelse af Mossø.

Mossø er orienteret med sin længdeakse i øst-vestlig retning. Den maximale længde er ca. 10 km og med en maximal bredde på ca. 2 km udgør den et langstrakt bassin på langs i en stor tunneldal. Dybdeforholdene er meget varierede og medvirker til en naturlig inddeling af søen i tre bassiner. På fig. 1 er de tre bassiner afgrænset med stiplede linier.

Bassin 1: omfatter det store østlige hovedbassin med maximaldybder på 22 m. Bassinet er mod vest afgrænset af en tværgående sandbanke med en temporær ø. Den maximale vanddybde over sandbanken er 2 m, og dette er kun et smalt stræde nord for den temporære ø. Tilmed er sandbanken bevokset med store bestande af Potamogeton perfoliatus, P. pectinatus og Myriophyllum spicatum, der i sommerperioderne virker "dæmpende" på vandudvekslingen bassinerne imellem.

Bassin 2: omfatter området vest for sandbanken til Lindholm Hoved. Den maximale vanddybde er her 7 m.

Bassin 3: omfatter området vest for Lindholm Hoved og repræsenterer egentligt ikke et søbassin, men nærmest en større udvidelse af Gudenåen. Dette bassin er dog blevet opretholdt som et selvstændigt bassin, da det afviger væsentligt fra bassin 2 med hensyn til en række fysisk-kemiske og biologiske faktorer både i sedimentet og i vandfasen. Således er der registreret stærkt afvigende primærproduktionsforhold i dette bassin, og disse ting sammenholdt med spørgsmålet om Gudenåens indflydelse på Mossø, har gjort det hensigtsmæssigt at behandle dette bassin selvstændigt. Den maximale vanddybde er 3,7 m.

Bassin 1 modtager vand fra Alken Å, Illerup Å, Tåning Å og Bjergskovbæk, hvor Tåning Å rent vandføringsmæssigt er det væsentligste. Tåning Å fungerer som forbindelsesled mellem Skanderborgsøerne og Mossø. 2 mindre dambrug er placeret ved henholdsvis Bjergskovbæk og Alken Å. Dambruget ved Alken Å er lagt så tæt ved Mossø, at en oppumpning af søvand, til supplerung af den ringe vandføring i Alken Å, er muliggjort.

I tabel 1 ses vandføringen i mill. m³ pr. år fra 1974 i samtlige tilløb og afløb. Vandføringen i Tåning Å (ved Fulbro Mølle), Gudenåens tilløb (ved Voervadsbro) og Gudenåens afløb fra Mossø (ved Ry Mølle), er dagligt målt af Det Danske Hedeselskab, mens vandføringen i Alken Å, Illerup Å og Bjergskovbæk i perioder er målt med 14 dages intervaller med propel.

Tabel 1. Vandføring i tilløb og afløb til Mossø 1974.

	<u>mill. m³ vand pr. år</u>
Gudenå tilløb	148,7
Bjergskovbæk	1,6
Tåning Å	39,7
Illerup Å	18,9
Alken Å	1,1
Gudenå afløb Salten å fratrukket	202,9

Tabel 2. Morfometriske data fra Mossø.

	<u>Bassin 1</u>	<u>Bassin 2</u>	<u>Bassin 3</u>	<u>Hele søen</u>
Areal ha	1311	341	36	1688
Volumen 10 ⁶ m ³	135,6	14,5	1,0	151,1
Max. dybde m	22,0	7,0	3,7	22,0
Gennemsnitsdybde m	10,3	4,2	2,9	8,9
Teoretisk opholdstid dage	803	ca.87	ca.2	?

Bassin 2 modtager ingen direkte tilløb i form af åer eller bække. Bassin 3 modtager vand fra Gudenåen, der ca. 500 m fra indløbet fungerer som Mossø's afløb. Den teoretiske opholdstid

for vandet i Mossø er beregnet for de enkelte bassiner og ikke for søen som et hele, idet Gudenåens vandmasser kun direkte berører en mindre del af søen, således at i hvert fald bassin 1 slet ikke er i kontakt med det væsentligste tilløb i søen. Jfr. tabel 2.

Den teoretiske opholdstid er beregnet ud fra formlen $T_h = \frac{V}{Q}$, hvor V er søens volumen og Q den gennemstrømmende vandmængde per tidsenhed. Som Q -værdi er anvendt tilløbsvandet. Det vil sige, at den beregnede opholdstid repræsenterer den teoretiske opholdstid for vand. T_h beregnet på basis af afløbsvandet gav i 1974 næsten samme værdi. I tabel 2 er der tillige med total-areal og max. dybde angivet andre beregnede morfometriske data. Opholdstid er baseret på målinger udført i 1974. Vandstanden var den samme januar og december 1974, således at der ikke i måleperioden er sket ændringer i vandmagasinet.

Bilag 1 viser den hypsografiske kurve fra Mossø, optegnet på basis af planimetrering af dybdekurverne på søkortet.

5. De thermiske forhold i søen.

Med 22 m som største vanddybde er Mossø en af de dybere, danske søer. Et normalt fænomen for disse søer med dybder omkring 20 m er en årlig tilbagevendende temperaturstratifikation af kortere eller længere varighed i sommerperioden. Esrom sø, der både i størrelse og dybde ligner Mossø, har således normalt udviklet en thermoklin i 3-4 måneder. I Mossø er der endnu ikke, bortset fra den ekstreme vejr-situation i sensommeren 1975, observeret egentlig thermoklin af længere varighed.

I 1973 blev der i juli måned registreret en begyndende lagdeling af vandmasserne, der dog maximalt varede 14 dage (bilag 2). I bilag 3 ses uddrag af den vertikale temperaturfordeling fra det dybe bassin 1 i 1974. Den maximale forskel mellem overflade og bund blev målt den 7/6 til $3,7^{\circ}\text{C}$. 7 dage efter skiftede vejret til jævn vestenvind, og på den samme station (MOS 420) var forskellen den 26/6 $0,5^{\circ}\text{C}$ fra top til bund. I 1975 blev der i slutningen af den usædvanlige varme og stille sommer registreret en veludviklet thermoklin i august måned, med en maximal temperatur-

forskel fra top til bund på station MOS 420 på $7,5^{\circ}\text{C}$. Den 23/8 var forskellen på denne station 5°C , og den 13/9 var temperaturen ens i hele vandsøjlen (bilag 4). Årsagen til den manglende stabilisering af vandmasserne i Mossø skyldes primært søens orientering i øst-vestlig retning, således at den i sin længdeakse er udsat for den fremherskende vestenvind. Ydermere er det sandsynligt, at det meget urolige bundrelief er medvirkende til strøm-dannelser, der ligeledes hindrer en stabilisering af vandmasserne.

6. Kvælstof.

Mossø ligger i et landbrugsområde. Således er 80% af søens opland landbrugsarealer, og det er derfor ikke unaturligt, at der i de perioder, hvor afstrømningen er stor, forekommer et stort indhold af kvælstof. Med den ringe opholdstid i alle tre bassiner, er det til stadighed muligt for vandløbenes kvælstoftransport at holde trit med kvælstof-forbruget i søen, selv i de perioder, hvor forbruget er stort og afstrømningen lille. (Jfr. dog i det følgende om sept. 1974).

I bilag 5 ses årstidsvariationen af total kvælstof og nitrat kvælstof fra de tre søstationer i 1974. De tre nederste kurver er nitrat kvælstof. De tre øverste total kvælstof. I bilag 6 og 7 ses henholdsvis vandføringen i Gudenåens tilløb (ved Voervadsbro) og afløb (målt ved Ry Mølle) og i Tåning Å 1974.

Det ses af bilagene 5, 6 og 7, at der er en meget nøje sammenhæng mellem vandføringen i åerne og indholdet af kvælstof i søens forskellige bassiner. De laveste værdier nåes i september, hvor nitrat-indholdet i bassin 3 når ned på 35 ug/l . Samtidigt nåes et minimum for total N. På st. MOS 420 i bassin 1 er der dog ikke målt nitrat-indhold under ca. 200 ug/l på noget tidspunkt i 1974. Vandføringen er forholdsvis stor i september måned i forhold til juni, juli og august, men koncentrationen af N når et minimum i september måned i Gudenåen (bilag 8), hvorved stoftilførslen ligeledes når et minimum. Den samme situation forekom påny i 1975, hvor nitrat koncentrationen i slutningen af august måned nåede ned på ganske få ug/l i hele søen. Dette må ses i sammenhæng med stratifikationsperioden, hvor tilførslen af kvælstof

fra de dybere liggende vandmasser hævnes. Det er dog ikke muligt ud fra observationerne i aug.-sep. 1974 og 1975 at udlede, at kvælstof på noget tidspunkt har begrænset produktionen af plan-teplankton på nogen af målestationerne i Mossø. Således er situationen med de lave værdier på MOS 424 og MOS 425 ganske kortvarig og synes ikke at falde sammen med et fald i primærproduktionen. Og for det østligste bassin (MOS 420) er der ikke målt helt tilsvarende lave N-værdier.

I bassin 2 og 3 er det Gudenåen, der er den væsentligste kvælstofkilde. I bilag 9 ses årstidsvariationen af den samlede kvælstoftransport i Gudenåen. Sammenlagt beløber den sig til 586 tons total kvælstof i tilløbet og 684 tons i afløbet. Gudenåen blev således beriget med 98 tons kvælstof i 1974 ved passagen gennem Mossø.

Der er ikke forsøgt opstillet en nøjere kvælstofbalance for hele søen. Men det kan som et foreløbigt skøn anslås, at der i søen akkumuleres (min.) ca. 100 t kvælstof (total-N) pr. år af den kvælstoftransport, som tilføres Mossø (jfr. i øvrigt tabel 3). x)

I bassin 1 er forholdene noget mere komplicerede. Fire tilløb fører kvælstof til dette bassin, og selv om man umiddelbart ville tillægge Tåning Å den største betydning p.g.a. den større vandføring, er de øvrige kvælstofkilder ikke uden betydning. Således er dels nedbørens indhold af stigende betydning (der er sket en fordobling af nedbørens indhold af kvælstof i de sidste 30 år i Danmark), dels er kvælstofkoncentrationerne i de øvrige tilløb normalt væsentligt højere end i Tåning Å. I Illerup Å er der i forbindelse med motorvejsbyggeri sket periodevis udledninger af store mængder jord og slam, men også af ajle. Således målt der 3/3-1974 et $\text{NH}_3\text{-N}$ indhold på over 20 mg/l.

I nedenstående tabel 3 er vandløbenes kvælstoftransport beregnet for juni måned 1974. Til denne beregning er anvendt gennemsnitsværdier for vandføring og stofkoncentration i perioden. Alken å er udeladt p.g.a. manglende data, men fører sandsynligvis en kvælstofmængde, der i størrelsesorden svarer til Bjergskovbæk.

x) Denitrifikationsprocesser indgår dog ikke i denne størrelse.

Tabel 3. Tilførsler af total kvælstof i juni måned 1974 til bassin 1.

<u>Bjergskovbæk</u>	<u>Illerup Å</u>	<u>Tåning Å</u>	
12	182	351	Vandføring l/sek.
3615	1395	2334	Total N ug/l
112	647	2306	Total N kg/måned (juni)
4	21	75	% af samlet tilførsel (excl. Alken Å).

Af tabellen ses det, at Tåning Å bidrager med 75% af tilløbnes kvælstoftilførsler. Forholdet mellem tilløbnes kvælstoftilførsler synes at være nogenlunde konstant året igennem. I 1974 førte Tåning å 130 tons total kvælstof.

Nedbørens indhold af kvælstof er baseret på resultatet af målinger udført på 15 stationer fordelt over hele landet i perioden 1/6-70 til 1/6-72. Gennemsnitsværdierne er:

5 kg $\text{NO}_3\text{-N}$ / ha / år

7 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ / ha / år

Disse værdier ville svare til, at der i 1974 blev tilført ca. 15 tons kvælstof til bassin 1 med nedbøren. Antages det, at de 130 tons kvælstof fra Tåning Å udgør 75% af de samlede tilførsler med vandløbene, udgjorde nedbørens kvælstoftilførsel i 1974 9% af de total kvælstoftilførsler til bassin 1. Det kan som et foreløbigt skøn antages, at en væsentlig del af den til bassin 1 tilførte kvælstofmængde akkumuleres i dette afsnit af Mossø.

7. Silicium.

Diatomeerne (kiselalgerne) anvender som den eneste algegruppe silicium til opbygning af deres cellevægge. I mange danske søer er det almindeligt, at kiselalgerne særligt er dominerende som koldtvandsformer, og at der i det tidlige forår forekommer meget markante diatomé-maksima. I Mossø spiller diatomeerne desuden en væsentlig rolle året rundt. Udover masseforekomst i begyndelsen af marts måned, udgør de resten af året sammen med blågrøn-algerne hovedparten af planteplanktonet i Mossø. Derfor spiller forekomsten af silicium en stor rolle i Mossø.

Fig. 2 viser silicium koncentrationen i 1974 i de tre bassiner i Mossø, målt i 1 m²s dybde. De store horizontale forskelle skyldes primært store forskelle i tilløbenes indhold af silicium. Således fører Gudenåen året rundt store mængder af silicium. Koncentrationen varierer mellem 2 og 15 mg SiO₂/l, og dette betyder, at koncentrationen i bassin 3 i 1974 ikke nåede længere ned end til ca. 1 mg/l på trods af en meget stor produktion af diatomeer der. I den østlige ende af søen fører det vandrigeste tilløb, Tåning Å, i perioder meget små mængder silicium. Således er koncentrationen i marts/april omkring 8 til 450 ug/l. Dette skyldes, at der i marts/april måned ligeledes er diatome-maximum i Skanderborgsøerne, hvorved størsteparten af den tilgængelige siliciummængde bliver brugt op der. Desuden er Tåning Å meget kort, hvorved der kun er en kort strækning med mulighed for indsivning af SiO₂-holdigt vand. Ydermere er strømhastigheden, i den nedre del af Tåning Å meget langsom, hvorved åen får søkarakter med større mulighed for diatomeerne til at producere organisk stof og forbruge silicium i selve åløbet.

I nedenstående tabel 4 er vandløbenes SiO₂ transport til bassin 1 beregnet for marts måned 1974. Værdierne er gennemsnitsværdier.

Tabel 4. Tilførsel af silicium i marts 1974 til bassin 1.

<u>Alken Å</u>	<u>Bjergskovbæk</u>	<u>Illerup Å</u>	<u>Tåning Å</u>	
18	48	637	1640	Vandføring l/sek.
5580	5700	6100	240	SiO ₂ ug/l
207	733	10407	1054	SiO ₂ kg/måned
1,7	5,9	83,9	8,5	% af samlet tilførsel

Det ses af tabel 4, at det er et helt andet billede end det der fremgik af tabel 3. Her er Tåning Å's betydning i samme størrelsesorden som Bjergskovbæk, mens Illerup Å alene giver næsten 84% af de samlede SiO₂-tilførsler.

Forbruget af silicium er i marts og april måned meget stort i Mossø. Tilførslerne slår ikke til, og det betyder, at koncentrationen når ned under 30 ug/l. I modsætning til de andre næringsstoffer, kan diatomeerne ikke længere optage silicium, når koncentrationen når under 30 ug/l.

I slutningen af juni måned stiger koncentrationen i alle tre bassiner. Udvekslingen fra sedimentet spiller en stor rolle i denne periode. Senere i oktober og november stiger både koncentration og vandføring i vandløbene, hvorved disses SiO_2 transporter igen bliver afgørende for indholdet i søen. Koncentration af silicium i bassin 2 følger i februar og marts måned meget nøje koncentrationen i bassin 1. Selv om Gudenåens SiO_2 -rige vandmasser til stadighed påvirker indholdet i bassin 2, er forbruget i denne periode langt større. Derfor når SiO_2 koncentrationen også her under 30 ug/l , men dog i kortere tid end i bassin 1. Allerede i april måned stiger koncentrationen langt over den kritiske grænse i bassin 2. Temperaturen er da steget så meget, at blågrønalgerne er begyndt at gøre sig gældende i phytoplanktonet, hvorved det samlede SiO_2 -forbrug er faldet.

I bassin 3 formår Gudenåens vandmasser at holde koncentrationen over 1 mg/l selv i marts måned, hvor forbruget er størst.

8. Fosfor.

Hovedparten af Mossø's totale forfor-tilførsel transporteres til søen med Tåning Å og med Gudenå.

Fig. 3 viser orto-fosfat koncentrationen i de tre bassiner i 1974, målt i 1 m 's dybde. De tre kurvers ensartede forløb afspejler et resultat af de samme mekanismer, der gjaldt for sæsonvariationen af silicium-koncentrationen i søen. Det kraftige forårs-diatomemaximum i bassin 1 og 2 falder sammen med meget lave værdier af $\text{PO}_4\text{-P}$. Koncentrationen er højere i bassin 3 i februar til april, hvilket hænger sammen med et mindre forbrug samtidigt med, at Gudenåens vandmasser formår at opretholde koncentrationen i bassinet.

Fra midten af juli stiger koncentrationen i alle tre bassiner. Mineralisering og især udvekslingen fra sedimenter er af afgørende betydning og da sedimentet i bassin 3, er af meget sandet struktur, er frigørelsen meget ubetydelig her i forhold til de to andre bassiner. Koncentrationsstigningen bliver ikke så stor i bassin 3, som jo i øvrigt er stærkt influeret af Gudenå.

I 1974 blev der målt $0 \text{ ug PO}_4\text{-P/l}$ i to af prøveserierne, henholdsvis i marts og april måned og det kan ikke udelukkes, at fosfatkoncentrationen indenfor perioden marts/april sammen med SiO_2 er begrænsende faktorer for primærproduktionen. Fig. 4 viser fosfatkoncentrationen i de tre bassiner i Mossø 1975. Billedet er her lidt anderledes. P.g.a. den store fosfortransport ved den store vandføring i tilløbene i vinteren 1974/75, blev koncentrationen af fosfat meget høj i bassin 1. Diatome-maximaet i marts måned formåede ikke, i lighed med situationen i 1974, at opbruge fosfatet. Derimod er perioden med lave fosfatkoncentrationer forskudt helt hen i juni måned. Og der blev målt 0 ug/l flere gange i løbet af sommeren indtil midten af august, hvor koncentrationen igen steg, p.g.a. mineralisering i og en stor frigørelse fra sedimentet.

I tabel 5 ses, at Tåning Å alene bidrager med 77% af den samlede fosfortilførsel i marts 1974. Den samme udregning baseret på tal fra andre måneder synes i det store og hele at bekræfte dette tal. Således synes det enkelte vandløbs betydning i forhold til den samlede fosfortilførsel ikke at svinge væsentligt med årstiden. Alken Å er udeladt, idet der kun er udført relativt få fuldstændige måleserier her.

Tabel 5. Tilførsel af fosfor i marts 1974 til bassin 1.

<u>Bjergskovbæk</u>	<u>Tåning Å</u>	<u>Illerup Å</u>	
48	1640	637	Vandføring l/sek.
308	265	181	Total P ug/l
40	1164	311	Total P kg/måned
3	77	20	% af samlet tilførsel.

Årsagen til at Tåning Å transporterer så store mængder fosfor (i 1974: 9811 kg total fosfor) er, at den fungerer som afløb fra de stærkt forurenede Skanderborg søer. Disse har i de sidste 10 år været udsat for en alvorligt stigende spildevandsbelastning fra det hidtil kun mekanisk rensede spildevand fra Skanderborg centralrensningsanlæg. Udledningen sker til Sortesø og herfra via Lillesø og Dagmar Bro til Skanderborg Sø i den nordlige del "Storesø". Afløbet til Tåning Å - og hermed til Mossø - er i den vestligste og sidste af Skanderborg søernes afsnit. Fosfor-

transporten i Tåning Å udgør i månederne (oktober, november, december, januar og februar) 80% af den samlede fosfortransport til bassin 1 i 1974 (bilag 10). Den relative store fosfortransport i sommermånederne set i relation til den ringe vandføring (bilag 6) skyldes de meget store fosfor koncentrationer. Således blev der i august 1975 målt 750 ug/l total P. Fig. 5 viser total P koncentrationen i Tåning Å i årene 1970-75. Selv om den største koncentration blev målt i 1975, synes dette ikke at afspejle en tendens. Det er dog værd at bemærke, at koncentrationen i månederne januar, februar, september, oktober og november er stigende de sidste tre år. Det er netop i disse måneder, hvor hovedparten af den samlede fosfortransport foregår. Toppunkterne i juli, august og september afspejler som sådan størrelsen af planteplanktonets biomasse i Skanderborgsøerne, og evt. tillige fosforudveksling fra sedimenterne. Begge disse størrelser er underkastet store variationer fra år til år.

Bilag 11 viser sæsonvariationen i fosfortransport 1974 for stationerne GUD 472 og GUD 473, sammenlignet med koncentrationen af fosfor for de samme stationer, altså Gudenå før og efter Mossø. I modsætning til Tåning Å, afspejler koncentrationen af total fosfor i Gudenåen en for et vandløb mere typisk sæsonvariation med næsten konstant koncentration gennem året, hvorved transporten af fosfor i det store og hele er en funktion af vandføringen. Fig. 6 viser den samlede fosfortransport i tilløbene og afløbet i 1974 udregnet som tons total fosfor. Differencen mellem fosfortransporten i afløbet (GUD 473) og tilløbene (GUD 472, BSK 445, TNG 442, ILP 445 og ALK 445) viser, at der i 1974 blev akkumuleret 5472 kg total P i Mossø.

9. Fosfortransport i Mossø 1974.

I forsøg på at klarlægge Gudenåens direkte indflydelse på Mossø, er der fra 1974 opstillet et budget for fosfortransporten imellem de tre bassiner.

På baggrund af vandføringsmålinger i samtlige permanente tilløb og afløb, er der ligeledes opstillet en vandbalance for Mossø

Tabel 6. Fosfortransport i tilløb og afløb til
Mossø 1974 tons/år.

Tilløb

Tåning Å	9.811
Illerup Å	1.277
Alken Å	0.324
Bjergskovbæk	0.276
Gudenå	25.865

Afløb

Gudenå	32.081
--------	--------

i samarbejde med Hedeselskabet. Der henvises til skrivelse af 23/5-75, bilag 12, hvorfra der her gengives vandføringen i (Alken Å, Illerup Å, Tåning Å og Bjergskovbæk).

	Vandføring i 1974 <u>mill. m³ vand</u>
Tåning Å	39,3
Illerup Å	18,9
Bjergskovbæk	1,6
Alken Å	1,1

I 1974 blev der ialt tilført 11688 kg total P til bassin 1. (tabel 6). Denne værdi er beregnet ved multiplikation af de registrerede koncentrationsmålinger med vandføringen i tilløbene. I 1974 blev der tilført bassin 1 64,9 mill. m³ vand. Denne værdi er baseret på grundlag af vandføringerne i tilløbene til bassin 1 samt en skønnet afstrømning fra det umålte opland (se bilag 12).

Det antages, at der transporteres mindst 64,9 mill. m³ vand fra bassin 1 mod bassin 2. Den manglende stratifikation af vandmasserne i Mossø har bevirket, at der kun i ganske enkelte tilfælde er registreret væsentlige forskelle i koncentrationen af total fosfor mellem 0 m og 20 m på station MOS 420. Cirkulationen i bassinet har muliggjort anvendelse af gennemsnitsværdier. Den månedlige transport af vand er derfor blevet multipliceret med den gennemsnitlige koncentration af total fosfor målt i vertikalsnittet på station MOS 420, og derved er den samlede fosfortransport beregnet til 9121 kg (bilag 13). På samme måde er stoftransporten fra bassin 2 mod bassin 3 beregnet til 8662 kg total fosfor, idet der her er anvendt koncentrationsmålinger fra station MOS 424 og vandføring som for transporten mellem bassin 1 og bassin 2.

Foruden fosfortransporten med den beregnede afstrømning fra bassin 1 mod bassin 2, og videre fra bassin 2 mod bassin 3, er der i beregningerne medtaget en belastning fra Gudenå på bassin 2.

Differencen mellem fosfortransporten i Gudenåens afløb og tilløb udgjorde i 1974 (32081 - 25865) = 6216 kg total P. Det antages, at denne difference stammer fra tilførslerne til bassin 1 (11688 kg),

der mellem bassin 2 og 3 er reduceret til 8662 kg total P. Det antages ligeledes, at differencen mellem den beregnede stoftransport mellem bassin 2 og 3 (8662 kg) og den målte difference mellem Gudenåens afløb og tilløb (6216 kg), repræsenterer en netto-udveksling mellem bassin 3 og 2. Under de nævnte antagelser udgør denne 2446 kg og repræsenterer Gudenåens minimale belastning på bassin 2 i 1974, svarende til 9,5% af den samlede fosfortransport i Gudenåens tilløb til Mossø i 1974 (fig. 7).

Transporten af fosfor fra bassin 1 mod 2 er beregnet som en nettotransport ud fra koncentrationer og vandføring. En eventuel bruttoudveksling mellem bassin 1 og 2 er ikke kendt, men de målte koncentrationsforskelle de to bassiner imellem, støtter den antagelse, at Gudenåens fosforbelastning er begrænset til bassin 2.

10. Primærproduktionen.

Planteplanktonets primærproduktion er blevet målt i perioden 1/4-73 til 31/12-75 ved anvendelse af ^{14}C -teknikken (in situ eksperimenter med 6 timers eksponering). I tabel 7 er angivet antal forsøgsgage i årene 1973 til 1975, målestationerne, samt det tidsrum af året målingerne har omfatter.

Tabel 7.

<u>År</u>	<u>Antal prøvetagninger</u>	<u>i tidsrum</u>	<u>stationer</u>
1973	12	10/4-24/10	MOS 420,422,424,425
1974	21	23/1-2/12	MOS 420,424,425
1975	19	13/1-26/10	MOS 420,424,425

I 1973 blev der registreret store horizontale forskelle i planteplanktonets primærproduktion og biomasse. I 1974 blev der registreret de samme forskelle stationerne imellem. Således var primærproduktionen og biomassen næsten dobbelt så stor i bassin 3 som i bassin 1. Årsagerne til denne variation skyldes flere forskellige faktorer. Således synes både lys, silicium, fosfat og vandets teoretiske opholdstid i perioder at spille en rolle. Disse faktorer påvirker produktionen og biomassen på forskellig måde i de forskellige bassiner.

Om foråret synes årsagen til de horizontale forskelle at være det meget forskellige indhold af silicium og fosfat i tilløbene til søen. Dette, foruden Gudenåens komplicerede tilløbs- og afløbs forhold, hvor kun en mindre del af dette næringsrige vand berører bassin 2, bevirker store forskelle i fordelingen af silicium og fosfat i de tre bassiner.

De horizontale forskelle i primærproduktionen og biomassen øges kraftigt om sommeren. Her er fordelingen af næringssaltene af mindre betydning, hvorimod det er sandsynligt, at vandets opholdstid i bassin 3 på omkring 1 uge stimulerer planktonvæksten, som et resultat af en fortyndingseffekt.

Tabel 8. Bruttoproduktion ($\text{g C/m}^2/\text{år}$) i Mossø 1973 til 1975.

<u>Station</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>
MOS 420	324	235	333
MOS 424	380	298	359
MOS 425	550	373	416

I tabel 8 ses det, at forholdet mellem stationerne i 1973 og 1974 er omtrent identisk. I 1975 er forskellen stationerne imellem betydeligt mindre.

Erfaringer viser, at man ofte får udviklet et meget markant diatome-maximum efter en isvinter, hvorimod en isfri vinter ofte udviser sådanne maxima. Selv om der i vinteren 1973/74 ikke blev registreret isdække på Mossø, udvikledes et diatome-maximum, der var meget markant på station MOS 420 og MOS 424. Bilag 14 viser primærproduktionens variation på station MOS 420 1973 og 1974. ($\text{g C/m}^2/6$ timer). Omkring midten af marts aftager primærproduktionen samtidigt med at kurverne for silicium og fosfat falder stejlt (se fig. 2 og 3). Primærproduktionen på station MOS 425 når ikke særligt høje værdier i marts måned (bilag 15), og hverken silicium eller fosfat når kritiske værdier. Lyset er her sandsynligvis den begrænsende faktor for primærproduktionen, da Gudenåen i vintermånederne, hvor vandføringen er stor, bærer store mængder organiske partikler, som skygger for planktoner. Således blev der også i vintermånederne registreret lave værdier med Secchi-skiven på station MOS 425 (bilag 16). Mens

produktionen og biomassen (bilag 17 A) holdes nede på station 420 på grund af det lille indhold af silicium og fosfat, stiger produktionen voldsomt på station MOS 425 i slutningen af maj måned 1974 (bilag 18). Denne stigning falder sammen med et fald i Gudenåens vandføring, og dermed et fald i vandets bæreevne, således at der er mindre organisk materiale, der skygger for planktonet.

Den teoretiske opholdstid for vandet i bassin 3 er beregnet til ca. 2 dage. Denne værdi er en gennemsnitsværdi for hele 1974. I sommermånederne ligger opholdstiden på ca. 1 uge, og dette synes at have en stimulerende effekt på planktonpopulationen. Således er der i disse måneder registreret en højere chlorofyll a % i forhold til phaeopigment, hvilket afspejler populationens fysiologiske tilstand, og denne synes således at være mere favorabel i bassin 3 end i de 2 øvrige bassiner.

Det synes på dette grundlag vanskeligt at udpege enkelte faktorer, som årsag til disse horizontale forskelle. Der er sandsynligvis et samspil mellem lyset og en eller flere af de nævnte faktorer, der hovedparten af året begrænser primærproduktionens størrelse. Det er imidlertid væsentligt for søens fremtidige status at bemærke, at fosfatkoncentrationen endnu i perioder når ned på 0 ug/l. Et forhold, der atter har vist sig i 1975, blot forskudt i forhold til 1974. Selv om en målt 0-værdi ikke beviser, at fosfat er begrænsende faktor, sandsynliggør det, at en væsentlig reduktion i fosfortilførslerne vil kunne nedsætte produktionen - eller i hvert fald modvirke en yderligere stigning.

11. Belastningsbetragtninger og indgreb.

I Skanderborgsøerne er der særligt i de sidste 5 år konstateret en markant forværring af vandkvaliteten på grund af udledning af dårligt rensset spildevand via de øvre, små søer. Spildevandet har med den mekaniske rensning et uacceptabelt højt indhold af N- og P-komponenter. Stofferne akkumuleres i søerne og bidrager dels til en generel forværring af vandkvaliteten og dels til en forøgelse af primærproduktionen. Således også i Mossø. Udregnes primærproduktionens forbrug af fosfor for 1974 i bassin 1, viser

det sig, at alene bidraget fra Tåning Å (9811 kg total P) udgør 30% af det samlede forbrug, under forudsætning af, at algerne kun bruger denne fosformængde en gang. Disse forhold er helt uacceptable. En lignende situation fandtes i Furesøen i 1950-54. Her forudsagedes en forværring af situationen, og man kunne efter 10-15 år påvise en markant stigning i primærproduktionen.

Fosfortilførslerne med Tåning Å er meget sæsonbetonet. Selv om total P koncentrationen i 1975 nåede op på over 700 ug/l, er det ikke disse måneder, der kvantitativt spiller den største rolle. Fosfortransporten i maj, juni, juli, august, september og oktober udgjorde således kun 15% af den samlede fosfortransport i 1974. Det er de relativt små koncentrationsstigninger i vintermånederne, der f.eks. er vist for de sidste tre år (fig. 5), der kvantitativt betyder mest.

Der blev i året 1974 akkumuleret 5,5 tons total fosfor i Mossø. En opretholdelse af eller eventuelt en vedvarende stigning i fosfortilførslerne vil bevirke, at også den akkumulerede mængde fosfor vil vokse. Der vil da opstå en alvorlig fare for, at der sker en generel stigning i fosfatkoncentrationerne i søvandet i Mossø. En sådan stigning er indtruffet f.eks. i Furesø og i Skanderborg Sø, hvor niveauet 0.10 ug PO_4 -P nu ikke længere forekommer i søvandet, ikke på nogen dybde eller på noget tidspunkt om året. Ved en sådan fortsat eutrofiering af Mossø vil der tillige opstå en fare for en øget sedimenttilvækst. Sedimentforholdene kan da efterhånden antage en sådan karakter, at selv et fuldstændigt ophør for al form for spildevandstilførsel kun vil kunne medføre en relativt begrænset forbedring i Mossø's vandkvalitet. Og et omfattende indgreb i form af fjernelse af det næringsrige sediment må vel anses for utopisk i Mossø.

Ved passagen gennem Mossø i 1974 blev vandføringen i Gudenå forøget med 36% samtidig med at den totale fosfortransport steg med 24% og kvælstoftransporten med 7%. Koncentrationsændringen for fosfor og kvælstof fremgår af forholdet mellem N og P. Således er forholdet P:N i Gudenå inden Mossø 1:24, medens forholdet i Gudenå efter Mossø er 1:18.

I Tåning Å var forholdet P:N i 1974 1:11. Det ville være fordelagtigt, om dette forhold kunne ændres ved en reduktion af fosforindholdet.

I alt blev der i 1974 akkumuleret 5472 kg total fosfor i Mossø, hvoraf Gudenå i henhold til de foretagne transportberegninger belastede bassin 3 og bassin 2 med ca. 10% af den samlede fosfortransport i tilløbet (2446 kg total P), og Tåning Å (+ øvrige østlige tilløb i 1974) belastede bassinerne 1 og 2 med ialt 3026 kg total P.

Selv om fosfortransporten i Tåning Å på årsbasis er væsentlig mindre end i Gudenå, udgør fosforindholdet i Tåning Å dog umiddelbart den væsentligste fare for vandkvaliteten i Mossø. Dels udgør transporten med Tåning Å (9811 kg total P i 1974) en helt uacceptabel andel af planteplanktonets samlede forbrug, og dels indgår denne andel i den fosfortransport og -akkumulering, som foregår gennem hele Mossø fra øst mod vest, inden en del kan borttransporteres med afløbet, d.v.s. Gudenå's videre løb mod Ry Mølle.

Det ville således være et særdeles hensigtsmæssigt indgreb, om man kunne reducere fosfortransporten i Tåning Å.

Størst effekt ville kunne opnås for størrelsen af den årlige total transport af fosfor, hvis en fosforreduktion i de 4 vinter måneder (november, december, januar og februar) kunne opnås i Skanderborg Søerne og Tåning Å.

12. Sammenfatning

- 12.1. Den foreliggende undersøgelse over Mossø's eutrofiering er centreret om søens belastning med næringsalte og de tidligere konstaterede forskelle mellem søens vandkvalitet i de forskellige afsnit.
- 12.2. Der er både ved placeringen af målestationerne og ved beregninger anvendt en opdeling af Mossø i tre bassiner:
Bassin 1. Det store østlige hovedbassin med maximaldybder på ca. 22 m. Her findes tilløb fra bl.a. Tåning Å, som afvander de stærkt forurenede Skanderborg søer.
Bassin 2. Vandområdet vest for den tværgående sandbanke, som er grænsen mod det østlige bassin 1. Mod vest afgrænses dette midterste bassin ved Lindholm Hoved.

Bassin 3. Vandområdet vest for Lindholm Hoved. I dette afsnit af Mossø findes inden for en strækning af ca. 500 m både tilløb og afløb for Gudenå.

- 12.3. Der er ikke - bortset fra den ekstreme vejr-situation i sensommeren 1975 - observeret nogen egentlig thermoklin i Mossø. Årsagen til den manglende stratifikation skyldes særligt søens orientering i øst-vest retningen.
- 12.4. 80% af Mossø's opland er landbrugsarealer. Under store vinter-afstrømning er kvælstofindholdet i tilløbene og i søen særligt højt. Men også under sommer-forhold med ringe afstrømning og med et stort forbrug af kvælstof til planteplanktonets primærproduktion er der altid over 0,2 mg NO₃-N i alle vanddybder i Mossø (bassin 1).
- 12.5. Der er ikke forsøgt opstillet en total kvælstofbalance for Mossø, men det må antages, at der akkumuleres anseelige mængder kvælstof i søen. (min. 100 tons i 1974). For Gudenå er fundet, at der alene med dette ene tilløb tilførtes Mossø 586 tons total kvælstof i 1974. Samtidig var borttransporten 684 tons.
- 12.6. I Mossø er kiselalger en vigtig bestandel af planteplanktonet gennem hele året, samtidig med at der forekommer store kiselalge-maksima om foråret. I det østlige bassin 1 falder koncentrationen af silicium kraftigt under forårest maksima. Samtidigt er siliciumindholdet i Tåning Å meget lavt, på grund af det samtidigt indtræffende kiselalge-maksimum i Skanderborg søerne. I det vestlige bassin 3, som gennemstrømmes af Gudenå, tilføres - med Gudenå - store mængder af silicium hele året igennem.
- 12.7. Hovedparten af Mossø's totale fosfor-tilførsel sker med Gudenå og Tåning Å:
- | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|----|-------|---|
| Med Tåning Å; årlig tilførsel i 1974 | | 9811 | kg | total | P |
| " Gudenå; " " " " " " " " | | 25865 | " | " | " |
| Ialt for Mossø; " " " " " " " " | | 32081 | " | " | " |
| Der akkumuleredes i Mossø i 1974: | | 5472 | " | " | " |

- 12.8. De udførte beregninger viser en årlig belastning fra Gudenå på Mossø's midterste afsnit (bassin 2), som udgør ca. 2500 kg total P i 1974, eller ca. 10% af Gudenå's samlede fosfortransport ind i Mossø.
- Af den fosfortilførsel, som foregår med tilløbene til Mossø's østlige hovedafsnit, bassin 1, akkumuleredes i 1974 ca. 3000 kg total P.
- Belastningen fra de østlige tilløb, særligt Tåning Å, har i særlig grad mulighed for at forårsage en eutrofi-eringseffekt i Mossø. Dels foregår der således herfra en transport gennem alle søens forskellige afsnit fra øst mod vest - og dels kan der akkumuleres fosfor i søsedi-menterne, inden der sker en borttransport via Gudenå's afløb i det vestlige afsnit.
- 12.9. Planteplanktonets bruttoproduktion er i tre på hinanden følgende år blevet målt på de tre hovedstationer, som er placeret midtsøs i hver af de tre bassiner.
- Der er alle tre år målt en tiltagende primærproduktion fra øst mod vest. Der er således fundet den højeste pro- duktion i de lavvandede, vestlige afsnit, hvor Mossø direkte gennemstrømmes eller indirekte påvirkes af Gudenå.
- 12.10. Den alvorligste fare for en fortsat og hurtigt stigende eutrofiering af Mossø må herefter antages at bestå i en eventuel fortsat (resp. stigende) fosfortilførsel med Tåning Å.
- En sådan tilførsel belaster den del af Mossø, som endnu har den bedste vandkvalitet - herunder også samtidigt har den største gennemsigtighed. Tillige indebærer en belastning af Mossø's østlige afsnit tillige de største risici for at belastningen skal influere på hele søen.
- 12.11. En eventuel fosfor-reduktion i vintermånedernes store tilførsel - med den relativt høje vandføring i Tåning Å førende vand fra de forurenede Skanderborg søer - har størst mulighed for at forbedre vandkvaliteten i Mossø. En væsentlig forbedring af vandkvaliteten i Skanderborg søernes afløb om vinteren vil således kunne få en gavnlig effekt i Mossø.

12.12. Den højeste værdi for planteplanktonets primærproduktion i Mossø's store hovedbassin, det østlige bassin 1, er registreret for 1975, hvor der tillige er fundet de højeste koncentrationer for fosfortilførsel fra Tåning Å og tillige en yderst lav gennemsigtighed under højsommerens planktonmaksima.

Det kan næppe på grundlag af dette ene, sidste års særligt høje eutrofieringsniveau i det østlige afsnit afgøres, om der her er registreret en virkning af den stigende belastning fra Tåning Å - eller om forholdet skyldes den helt extreme vejr-situation i sensommeren 1975. Men de udførte Mossøundersøgelser viser tydeligt, at det er af stor betydning fortsat at udføre kontrol-observationer vedrørende vandkvaliteten i sø-systemet Skanderborg Sø - Tåning Å - Mossø.

13.

Anvendt litteratur

- Berg et al. (1958): Furesøundersøgelser 1950-54. Limnologiske studier over Furesø's kulturpåvirkning. (Investigations on Fure-lake 1950-54, Limnological studies on cultural influences). - Folia Limnol. Scand. 10:1-189.
- Christensen, F. (1973): Horizontale forskelle i phytoplanktonets primærproduktion i Mossø i relation til chlorophyll-a mængden og næringssalte. - Unpubl. dissertation. Bot. Inst. Århus Universitet.
- Gudenåudvalget - Forundersøgelse 1972 - Fællesrapport - Rapport nr. 2.
- Jonasson, P.M. and Mathiesen, H. (1959): Measurements of primary production in two Danish eutrophic lakes, Esrom sø and Furesø. Oikos 10: 137-156.
- Jørgensen, E.G. (1957): Diatom periodicity and silicon assimilation. - Dansk Bot. Arkiv. 18: 1-54.
- Mathiesen, H. (1970): Miljøændringer og biologisk effekt i søer. - Vatten 26: 149-173
- (1971): Summer maxima of algae and eutrophication. - Mitt. Internat. Verein. Limnol. 19: 161-181.
- Mathiesen, H. & H.-S.Schierup, (1973): Undersøgelser over koncentration af næringssalte i vandløb og søer samt sedimentundersøgelser m.v. - Gudenåundersøgelsen 1972. Delrapport fra Botanisk Institut, Århus Universitet.
- Moss, B. (1967a): A spectrophotometric method for the estimation of percentage degradation of chlorophyll to pheopigments in extracts of algae. - Limnol. Oceanogr. 12: 335-340.
- (1967b): A note on the estimation of chlorophyll a in freshwater algal communities. - Limnol. Oceanogr. 12: 340-342.
- Riemann, B. (1974): Primærproduktion og næringssalte i Skanderborgsøerne og Mossø, forår 1974: Intern report, July 1974. - Bot. Inst., Århus Universitet.
- (1976a) Phosphorus budget for a non stratified Danish lake and horizontal differences in phytoplankton growth. - Arch. Hydrobiol. ? Antaget til trykning i januar 1976.
 - (1976b): The biomass of the phytoplankton. Rep. Bot. Inst. No 1 ser. A. ISBN 87-87600-00-5. Forventes publiseret oktober 1976.
- Steemann Nielsen, E. (1952): The use of radio-active Carbon (¹⁴C) for measuring organic production in the sea. J. Cons. Perm. int. Explor. Mer. 18: 117-140.

Stemann Nielsen, E. (1965): On the determination of the activity
in C^{14} - ampoules for measuring primary production. -
Limnol. Oceanogr. 10. suppl.

VKI 1972: Gudenåen forundersøgelse + bilag.
Vandkvalitetsinstituttet 1972.

Figurer 1 til 6

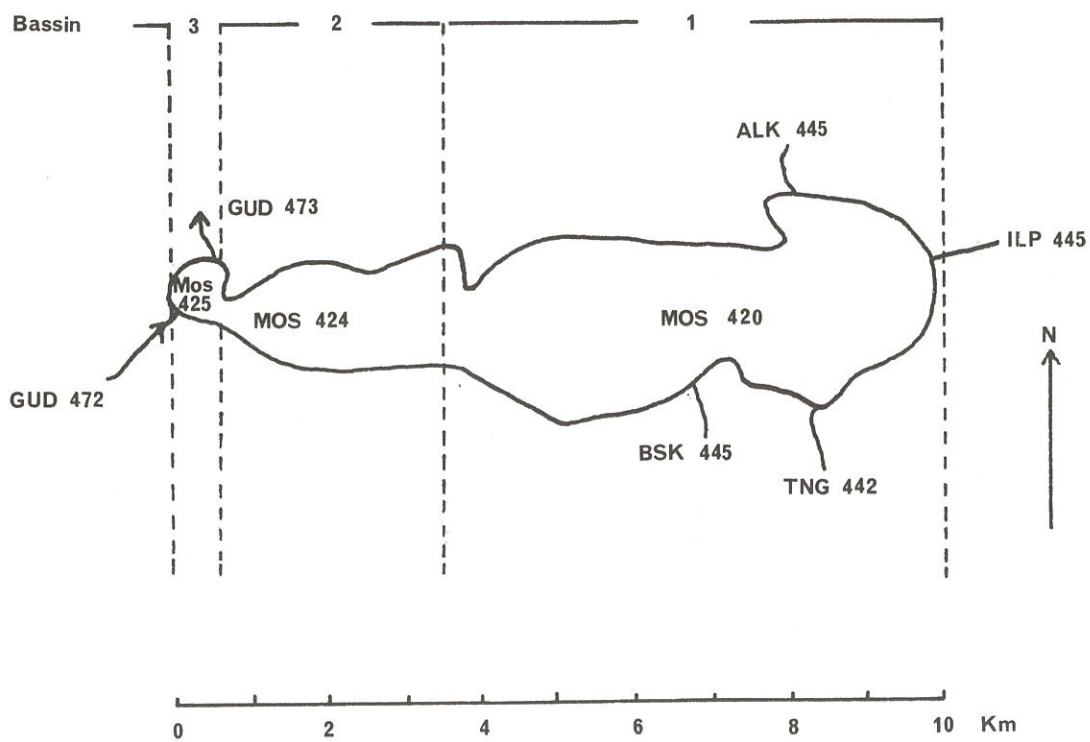


Fig. 1. Mossø, oversigtskort med stationsangivelse og bassininddelinger.

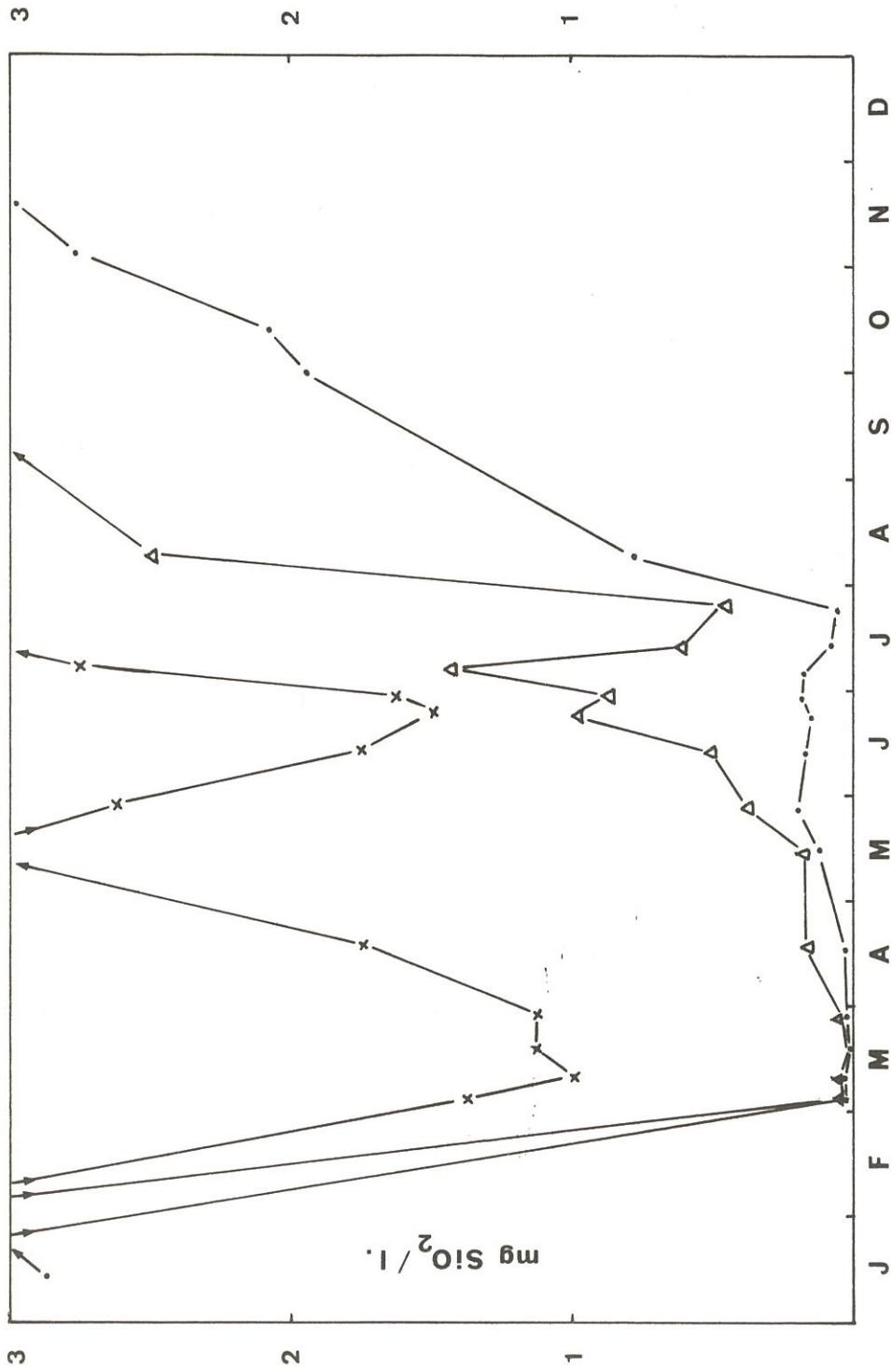


Fig. 2. Årstidsvariation af silicium 1974. Koncentrationsmålninger fra 1 m' s dybde. • —• MOS 420, Δ —Δ MOS 424, x —x MOS 425.

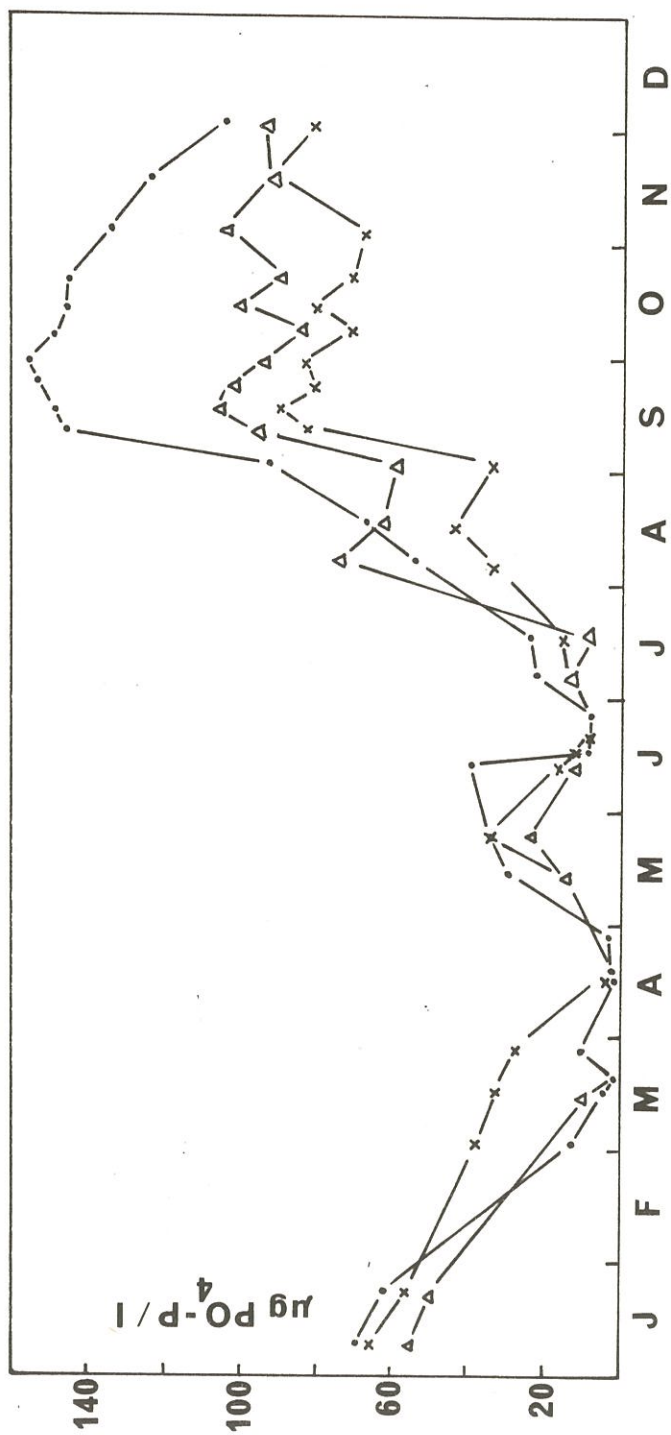


Fig. 3. Årstidsvariation af fosfat 1974 i Mossø. Koncentrationsmålinger fra 1 m's dybde. • ---• MOS 420, Δ --- Δ MOS 424, x --- x MOS 425.

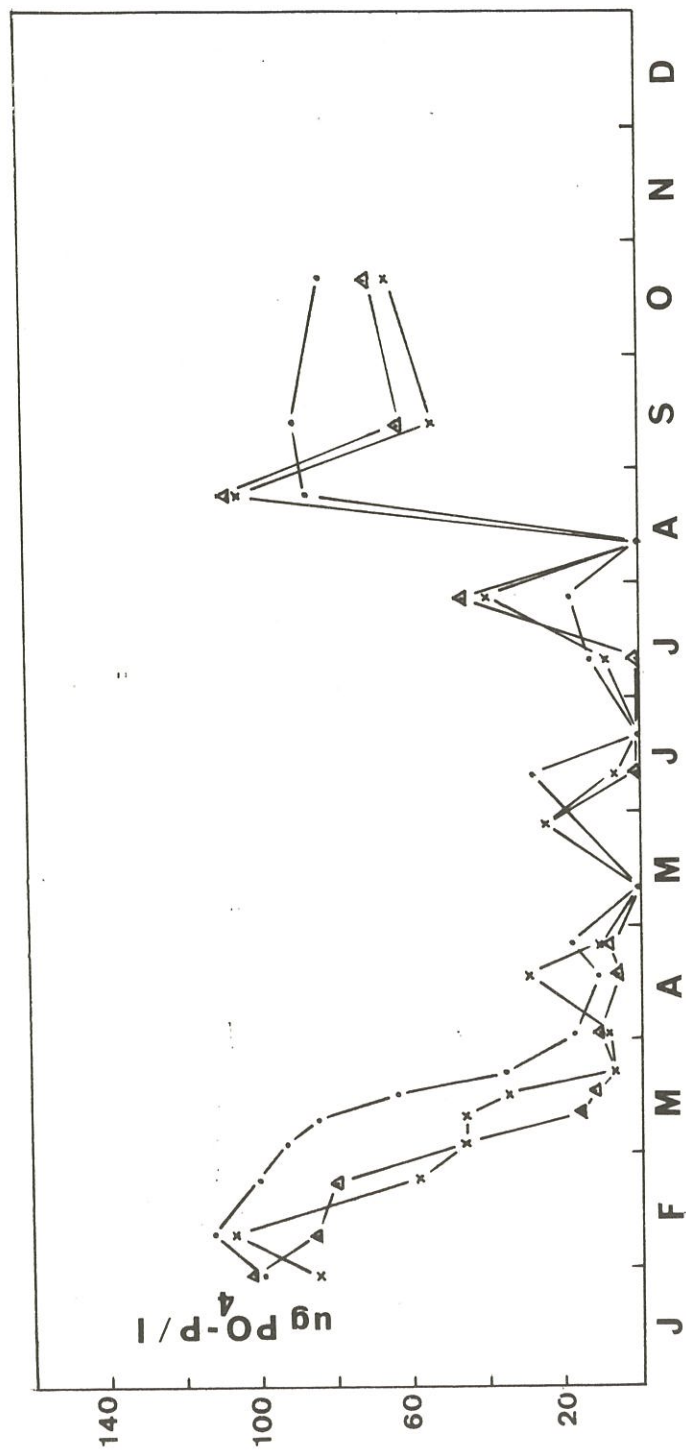


Fig. 4. Årstidsvariation af fosfat i Mossø 1975. Koncentrationsmålinger fra 1 m's dybde. •—• MCS 420, Δ — Δ MCS 424, x—x MCS 425.

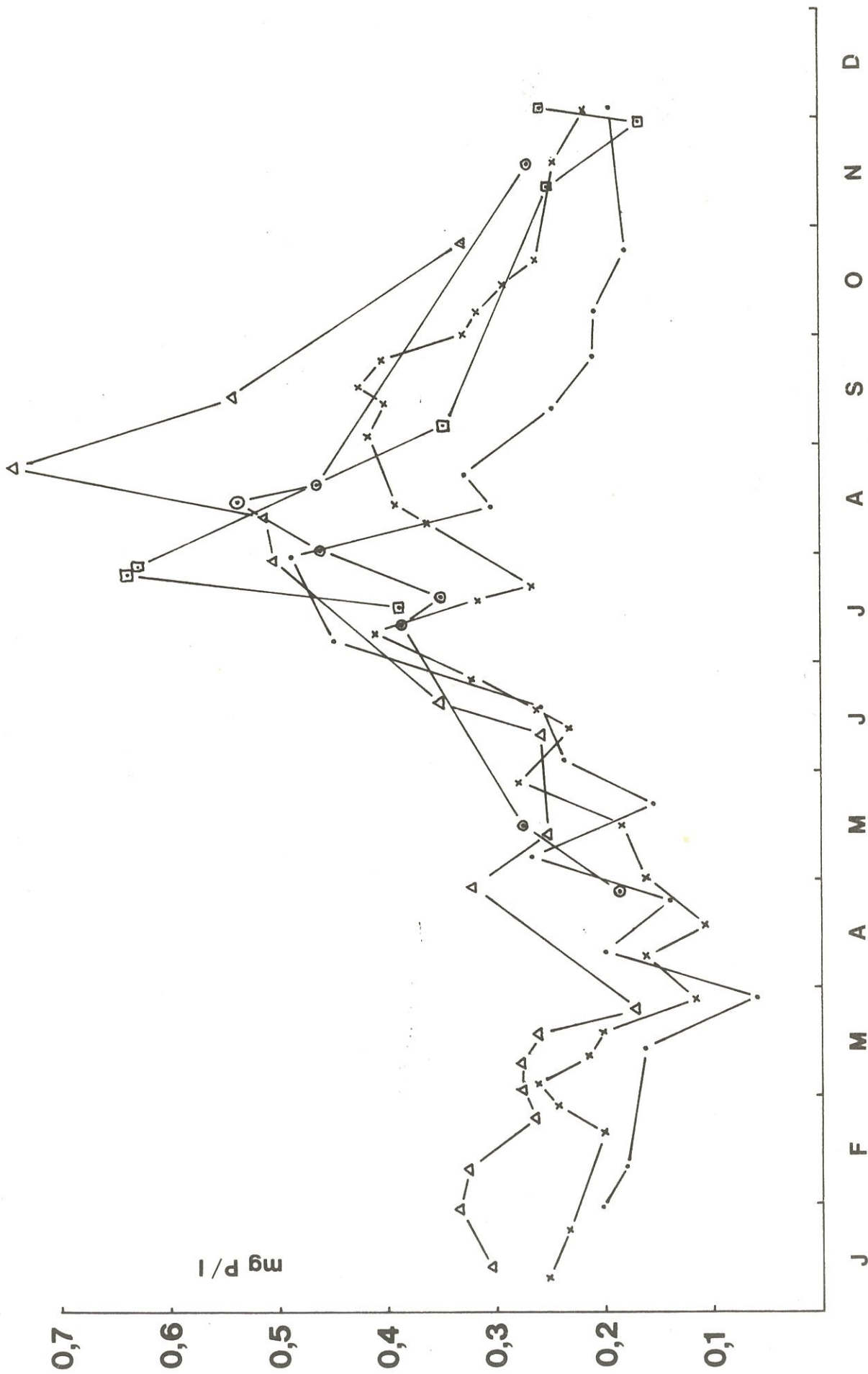


Fig. 5. Tåning å 1971 - 1975. Koncentrationsmålinger af total fosfor.
 ○---○ 1971, ◻---◻ 1972, ●---● 1973, x---x 1974, △---△ 1975.

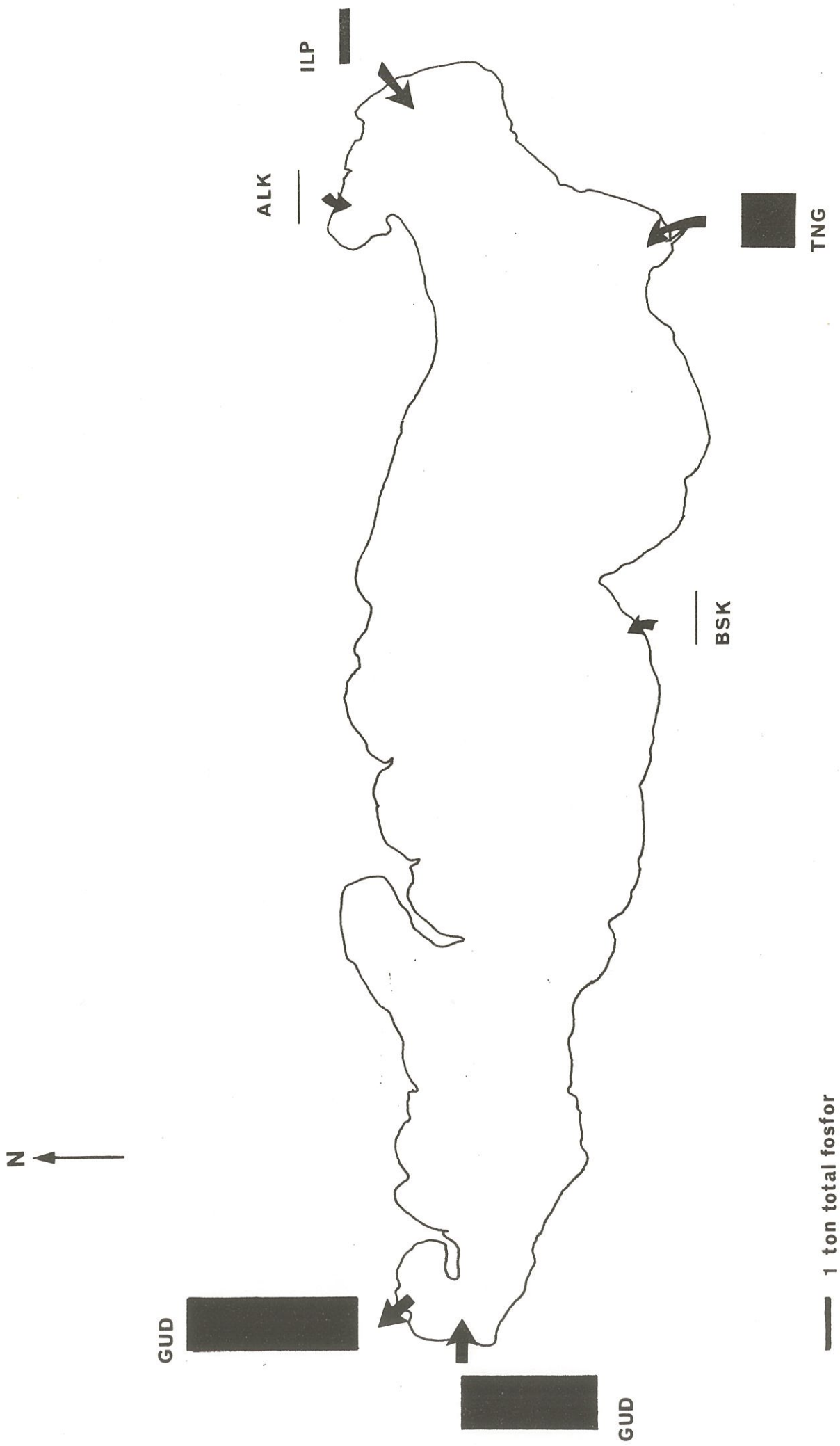
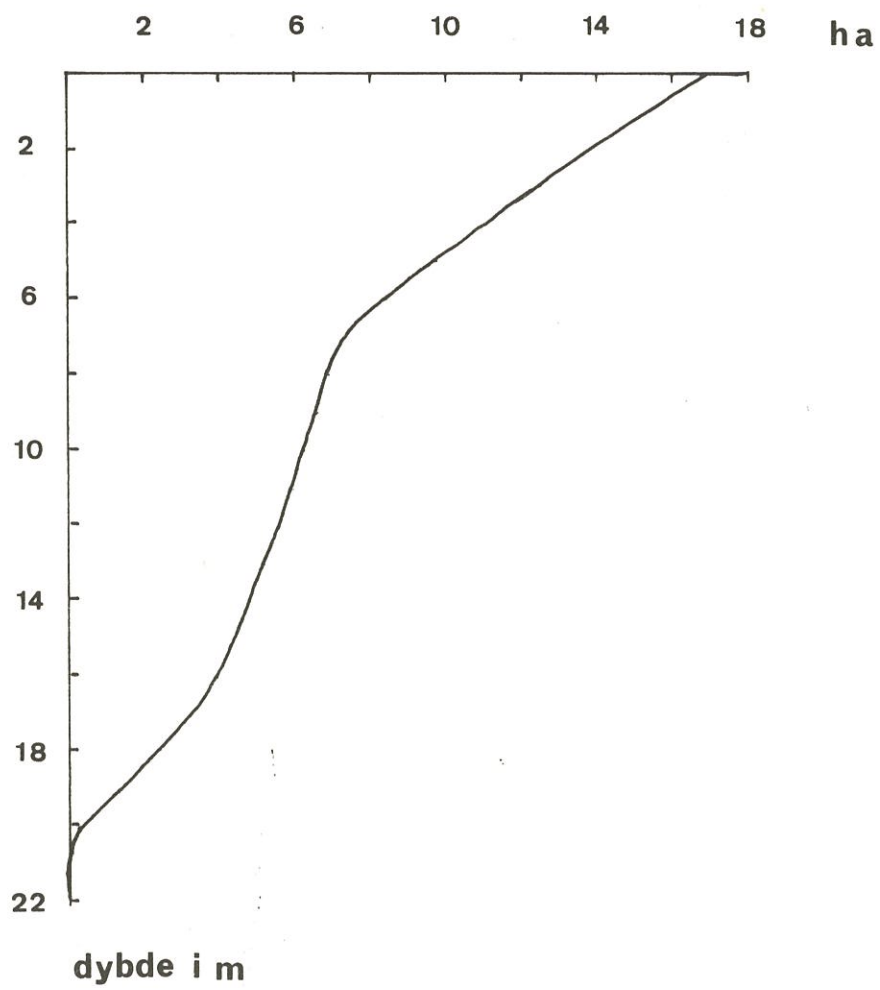
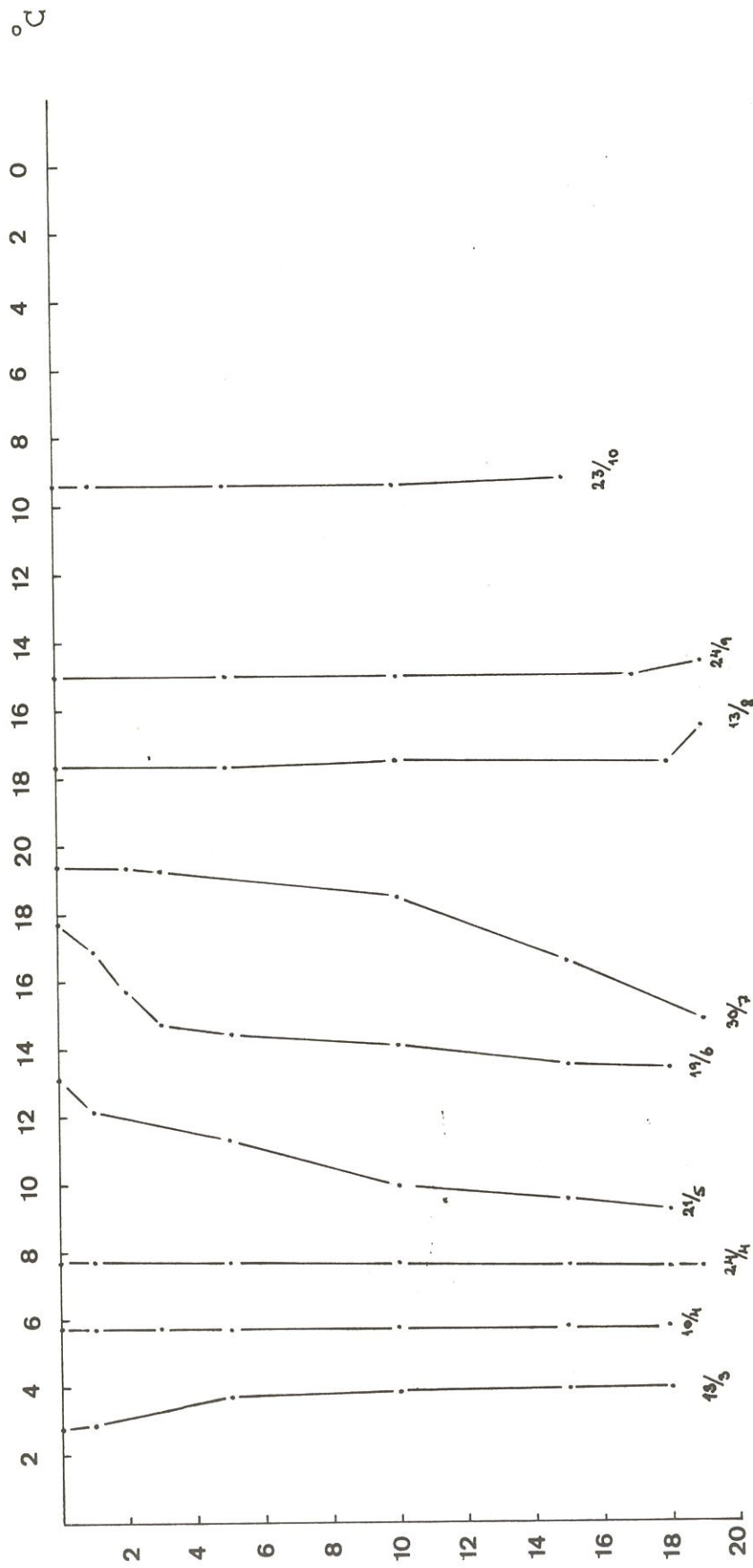


Fig. 6. Mossø fosforbelastning 1974. ALK= Alken å, ILP= Illerup å, TNG = Tåning å, BSK = Bjergskovbæk, GUD = Gudenåen.

Bilag 1 til 17

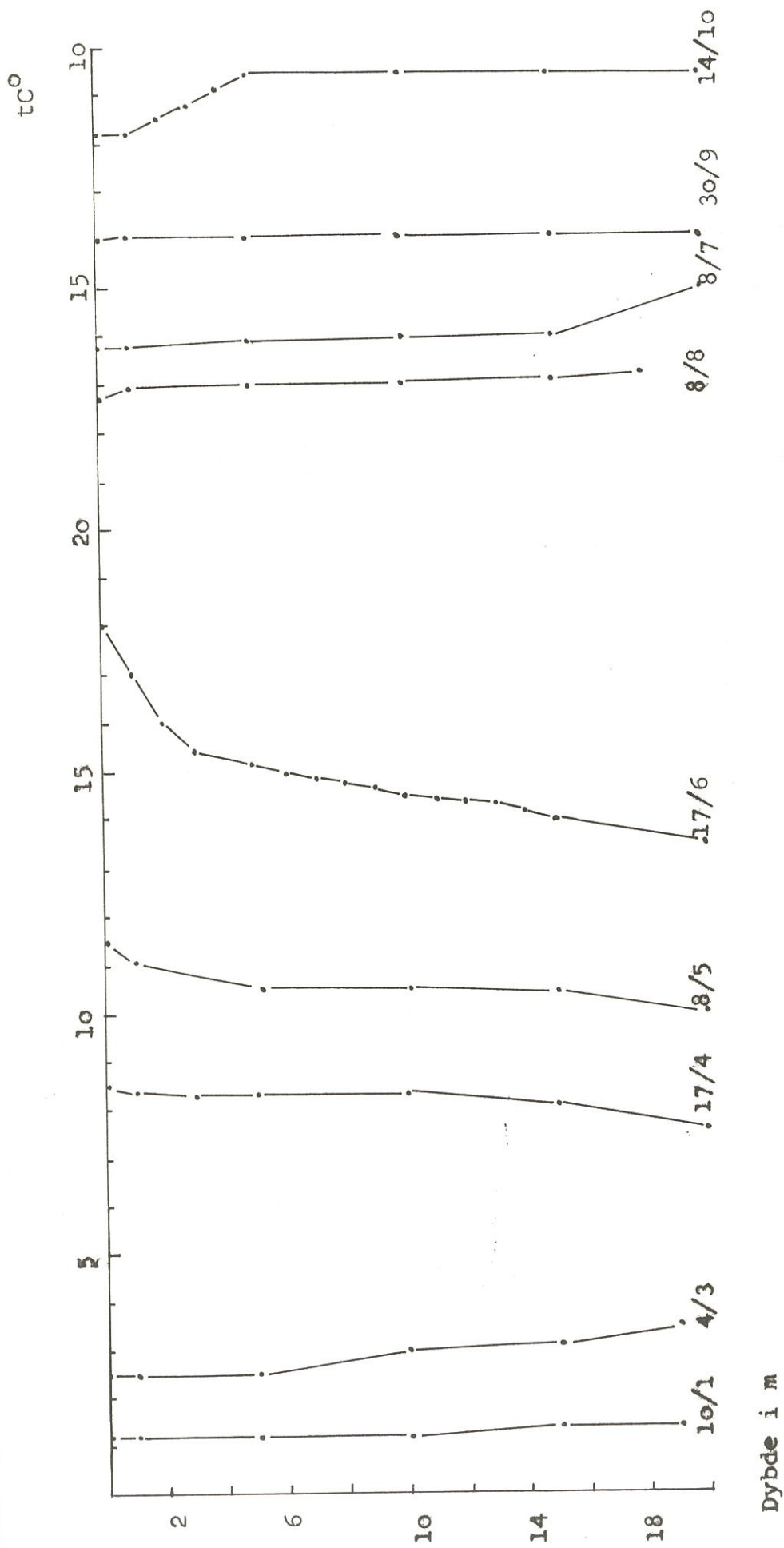


Bilag 1. Hypsografisk kurve over Mossø.

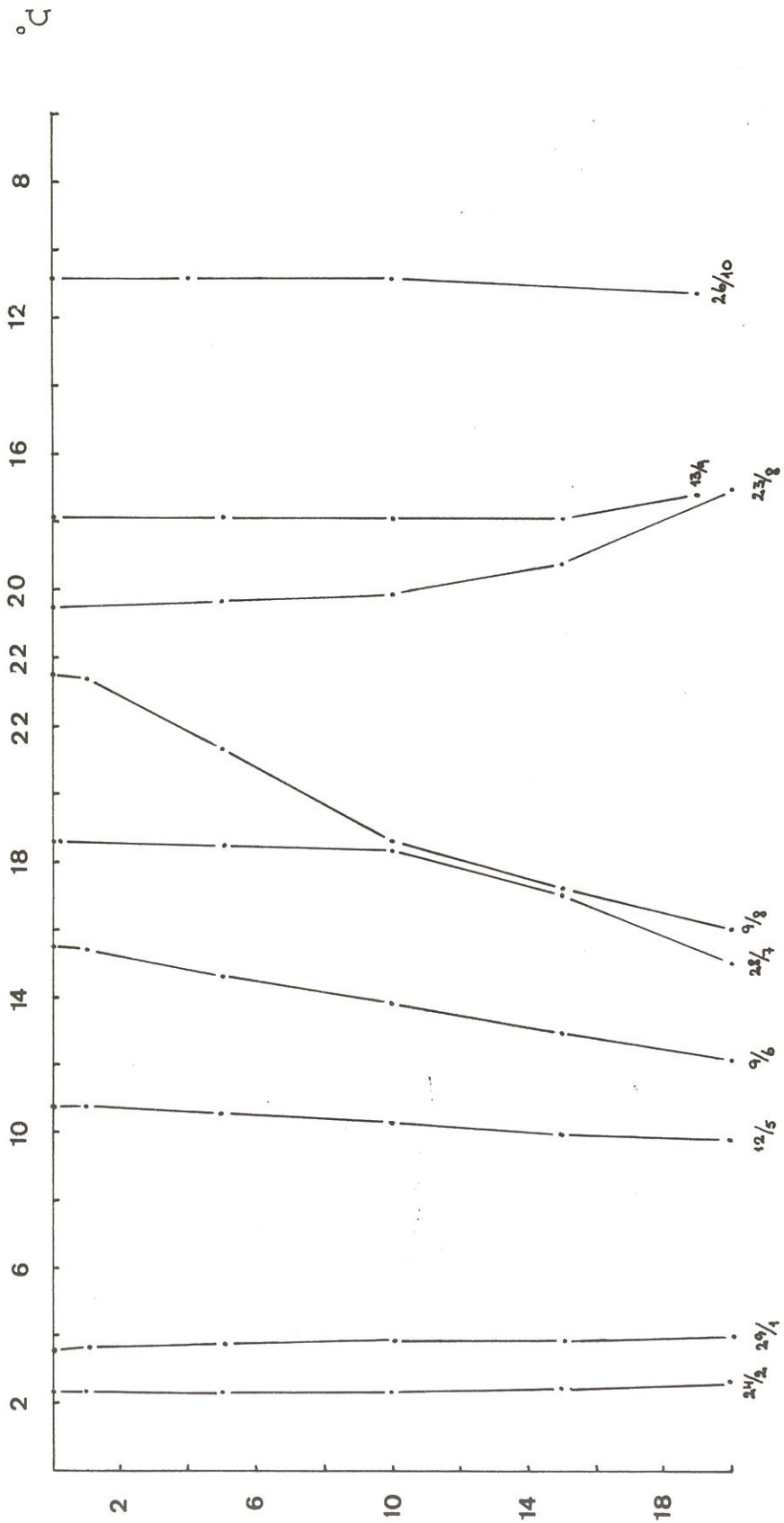


Dybde i m.

Bilag 2. Temperaturkurver fra station MOS 420 1973.



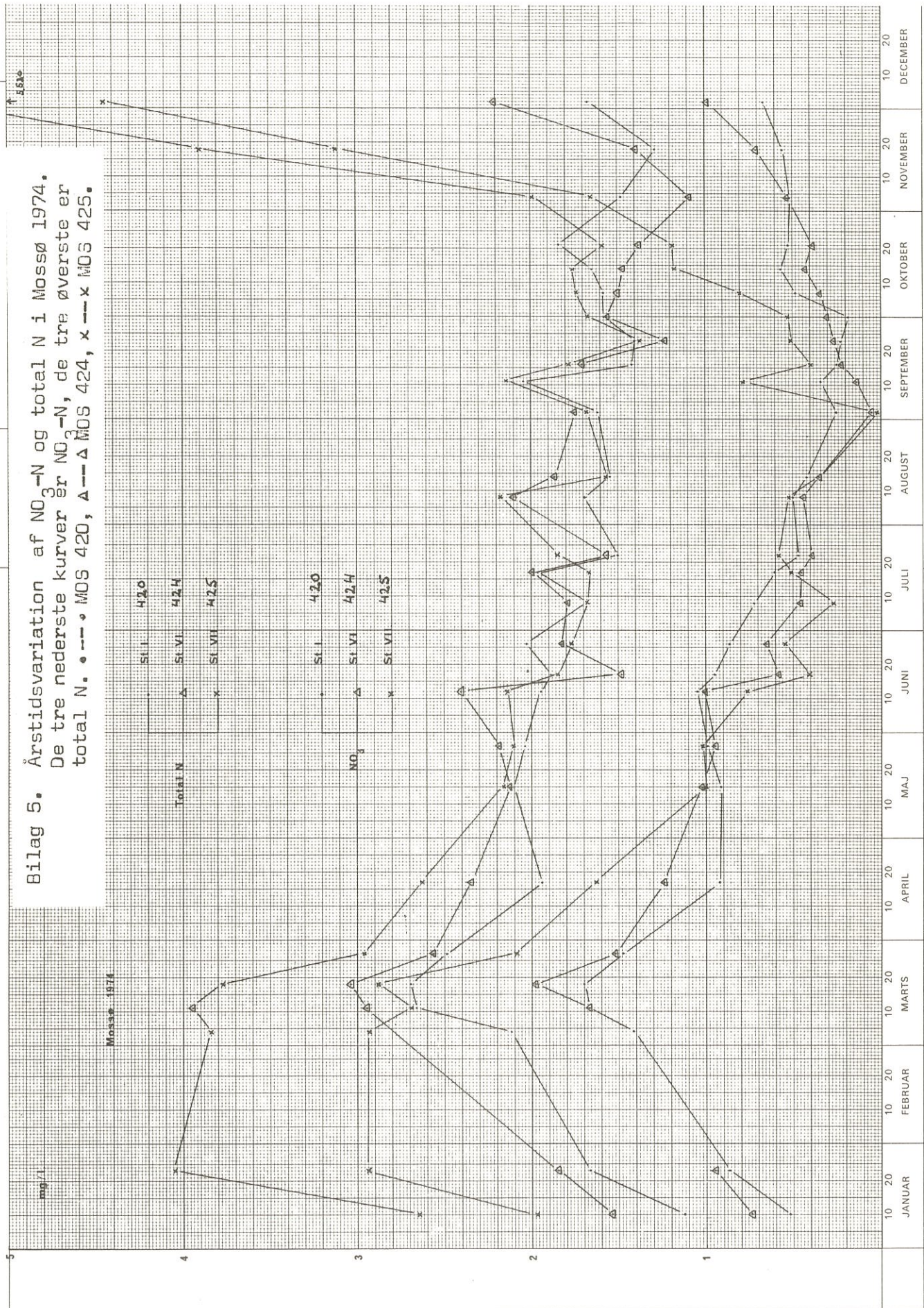
Bilag 3. Temperaturkurver fra station MOS 420 1974.



Dybde i cm.

Bilag 4. Temperaturkurver fra station MOS 420 1975.

Bilag 5. Årstidsvariation af $\text{NO}_3\text{-N}$ og total N i Mossø 1974. De tre nederste kurver er $\text{NO}_3\text{-N}$, de tre øverste er total N. \bullet --- \bullet MOS 420; Δ --- Δ MOS 424; \times --- \times MOS 425.



Vandføringsdata 1974.

Yo-vædrø
Ry Mælle
Ry Bro

2
m/s

20

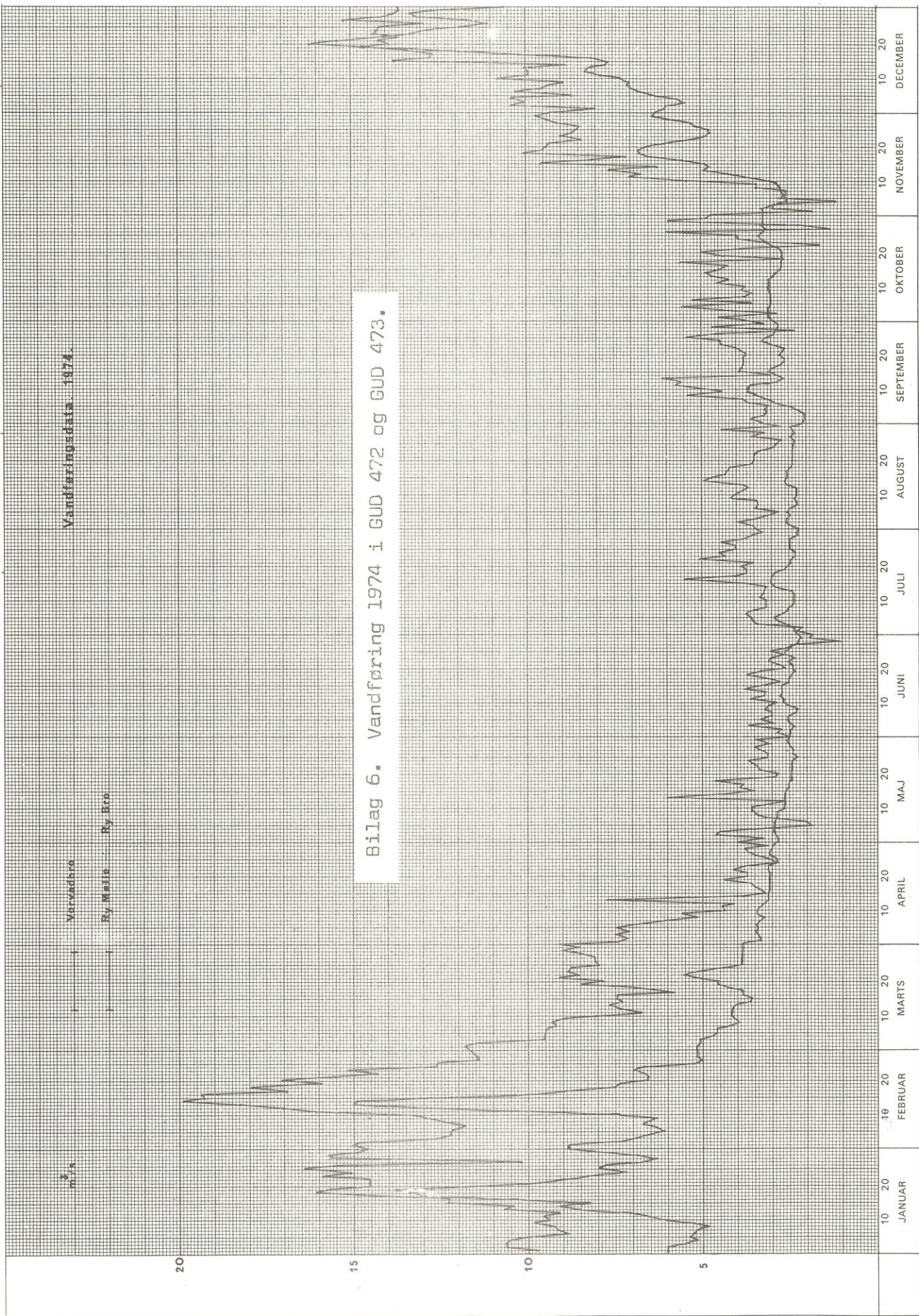
15

10

5

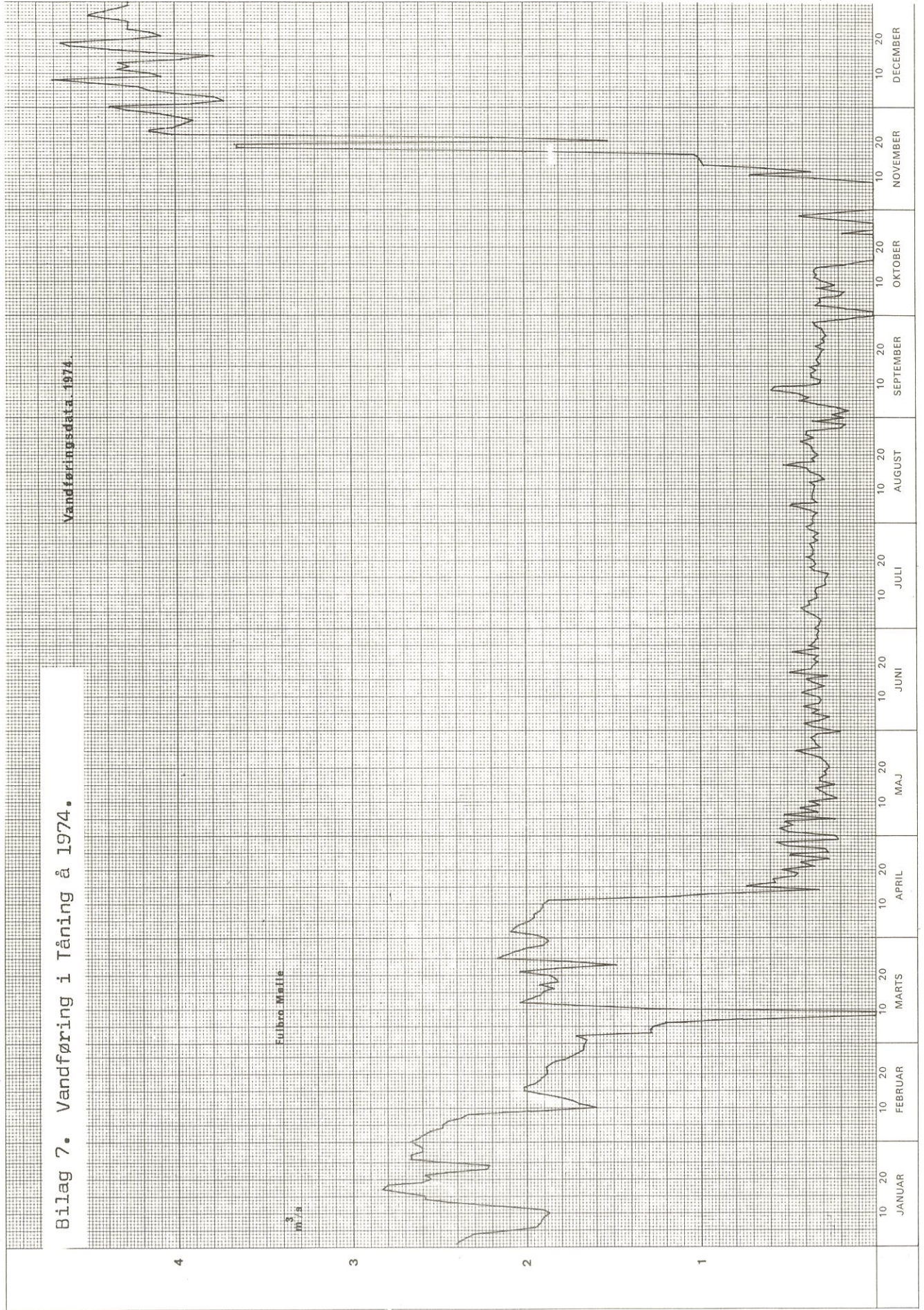
Bilag 6. Vandføring 1974 i GUD 472 og GUD 473.

JANUAR 10 20 FEBRUAR 10 20 MARTS 10 20 APRIL 10 20 MAJ 10 20 JUNI 10 20 JULI 10 20 AUGUST 10 20 SEPTEMBER 10 20 OKTOBER 10 20 NOVEMBER 10 20 DECEMBER 10 20

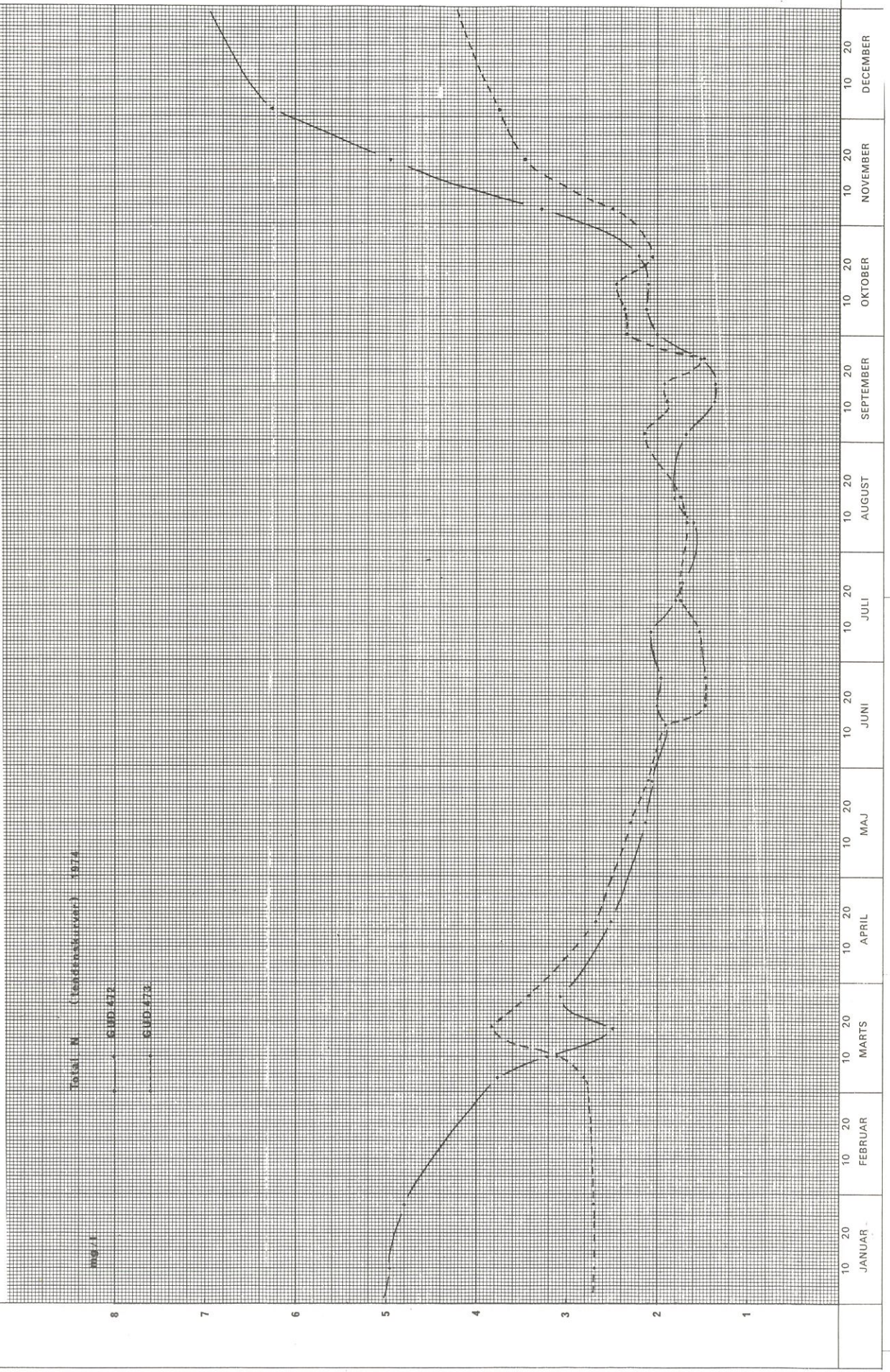


Bilag 7. Vandføring i Tåning å 1974.

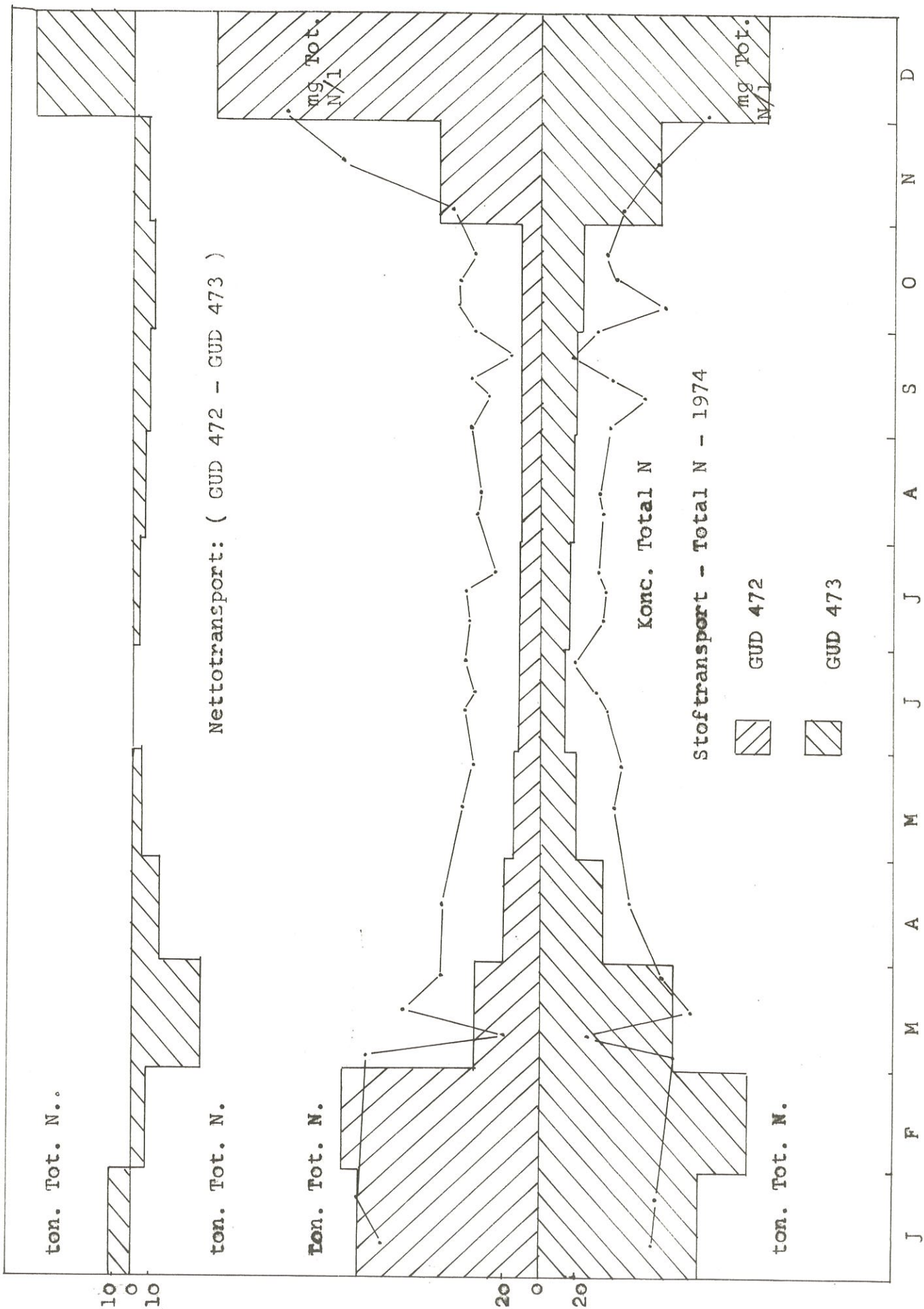
Vandføringsdata 1974.



Bilag 8. GUD 472 og GUD 473 sæsonvariation af total N, tendenskurver.

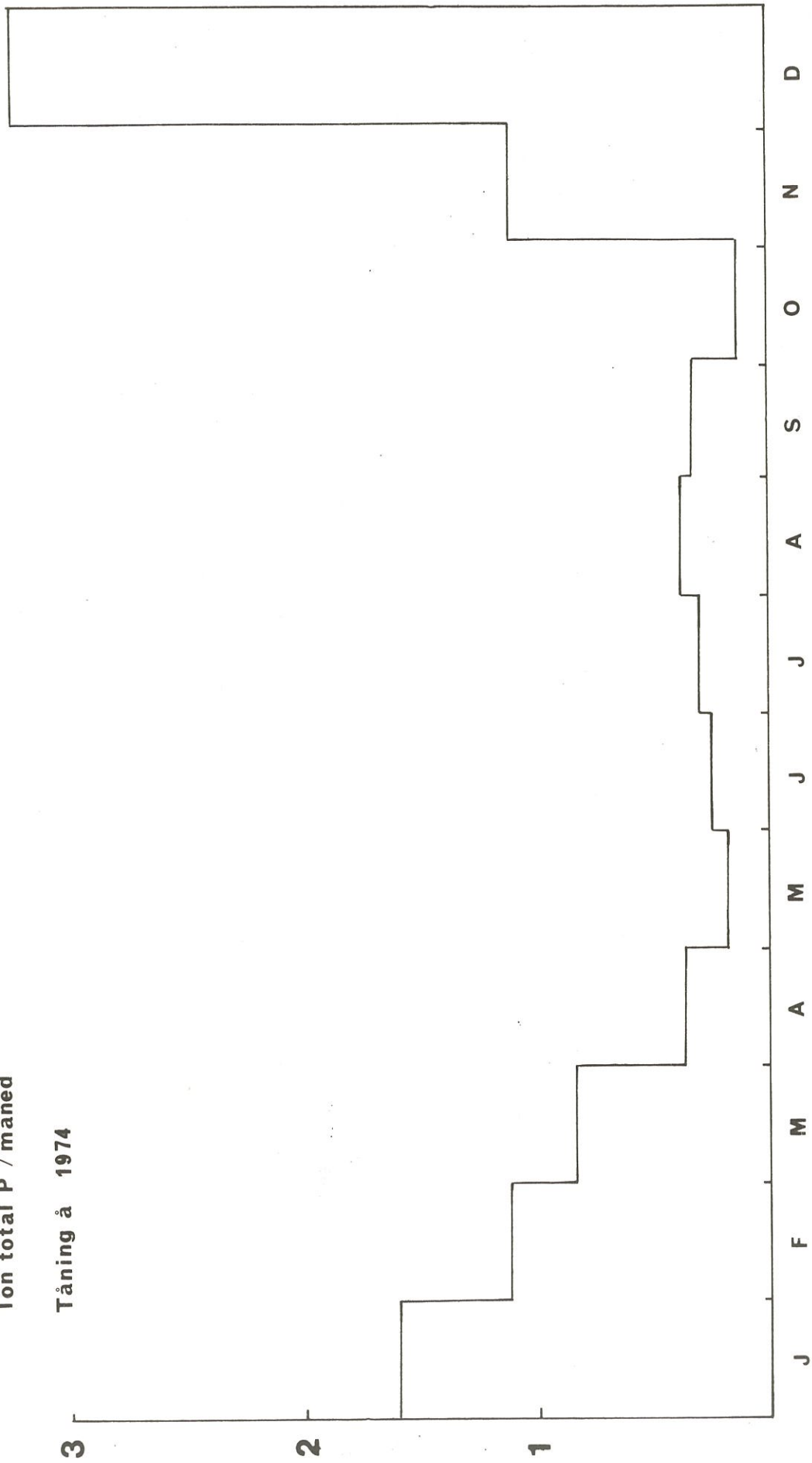


Bilag V. Kvælstoftransport i GUD 472 og GUD 473 i 1974, sammenlignet med koncentrationen af total N.



Ton total P / måned

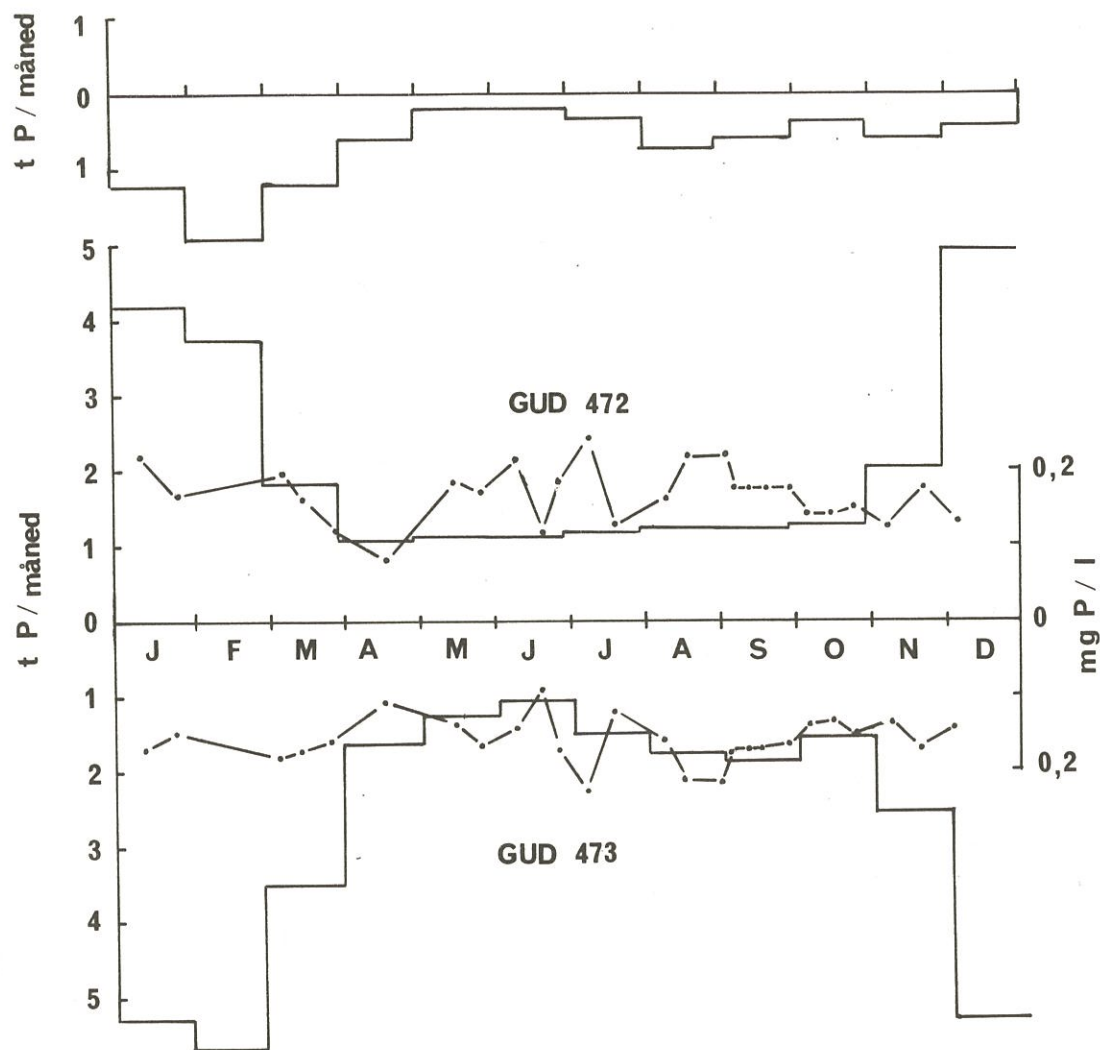
Tåning å 1974



Bilag 10. Tåning å, fosfortransport i 1974, tons/måned.

Bilag 11. Fosfortransport i GUD 472 (indløb til Mossø) og GUD 473 (afløb fra Mossø) i 1974, sammenlignet med koncentration af total fosfor.

Nettotransport (GUD 472 ÷ GUD 473)



DET DANSKE HEDESELSKAB

KULTURTEKNISK AFDELING

HYDROMETRISKE UNDERSØGELSER

NYTORV 13 - 4200 SLAGELSE

A 21. Gudenåundersøgelsen

SLAGELSE, den 23. maj 1975
TELF. (03) 52 17 01

mdn/kj

145/1975

Botanisk Institut
Nordlandsvej 68
8240 Risskov.
Att.: Bo Riemann.

Ifølge aftale har vi søgt at kontrollere måleresultaterne for vandtransporten til og fra Mossø ved at opstille en vandbalance for Mossø for perioden 1/1 - 31/12 1974.

Til søen indgår vand fra Gudenå (opland 407 km^2), Tåning å (124 km^2), Illerup å (30 km^2), Bjergskov bæk (17 km^2) og Alken å (8 km^2). Endvidere sker der en diffus tilstrømning fra det opland, der grænser direkte op til Mossø (38 km^2).

Gudenå's vandføring måles af os ved den faste målestation ved Voervadsbro (opland 140 km^2). Tåning å's vandføring måles ligeledes af os ved Fuldbro Mølle. Endvidere har vi fra Dem fået opgivet vandføringen i Illerup å, Bjergskov bæk og Alken å, bestemt på grundlag af periodiske enkeltmålinger af vandføringen i disse åer. Vandtilgangen dels til Gudenåen fra Voervadsbro til Klostermølle, dels til Mossø til dennes umålte opland er skønnet på grundlag af disse målinger.

Nedbøren på søen er skønnet på grundlag af Meteorologisk Institut's målinger i Skanderborg.

Afløbet fra søen findes ud fra resultaterne fra målestationen 21.50 Gudenå, Ry Mølle, idet den målte vandføring ved 21.27 Salten å, Ry bro fratrækkes. Endvidere fratrækkes et skøn for tilstrømningen fra det umålte opland fra Mossø's udløb til Ry mølle, ialt 32 km^2 .

Fordampningen fra søen skønnes til 650 mm.

Magasinændringen er fundet ud fra vandstandsmålinger i Mossø. For den givne periode var magasinændringen så lille, at den kan negligeres.

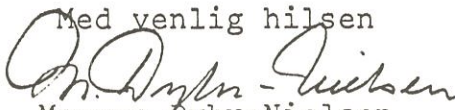
Ud fra ovenstående grundlag har vi fundet følgende værdier for vandtransporten til og fra Mossø i perioden 1/1-31/12 1974.

<u>Tilgang</u>	mill. m ³
Gudenå, Voervadsbro	140,7
Gudenå fra Voervadsbro til Klostermølle	8,0
Bjergskov bæk	1,6
Tåning å	39,7
Illerup å	18,9
Alken å	1,1
Umålt opland til Mossø	4,0
	<hr/>
Tilløb til Mossø, ialt	214,0
Nedbør	11,0
	<hr/>
	225,0
	<hr/>
<u>Afgang</u>	
Gudenå, Ry mølle	276,9
Salten å, Ry bro	64,7
Gudenå fra Mossø til Ry mølle	10,0
	<hr/>
Afløb fra Mossø, ialt	202,2
Fordampning	11,0
	<hr/>
	213,2
	<hr/>

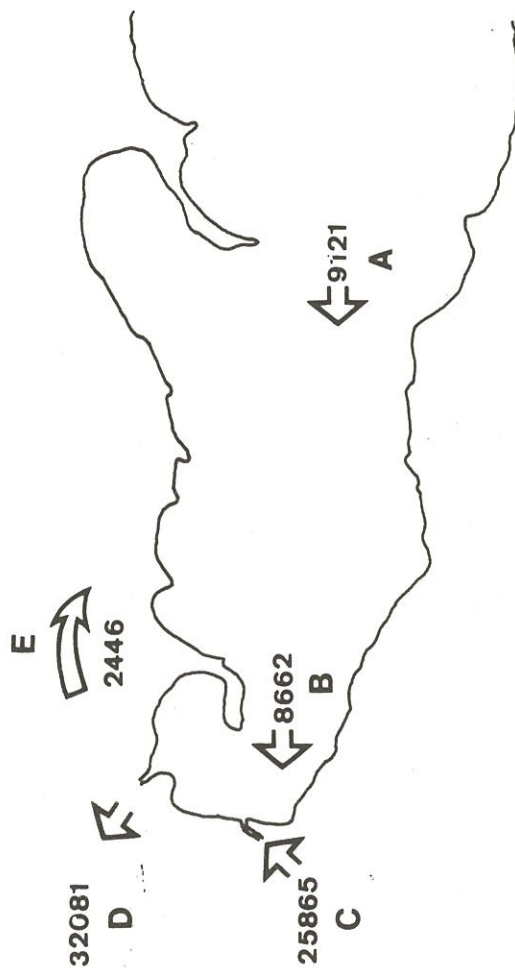
Afvigelsen mellem tilgang og afgang er ca. 5%, hvilket må betragtes som tilfredsstillende, set i relation til måleusikkerheden.

Det skal dog pointeres, at usikkerheden på de enkelte størrelser, f.eks. skønnet på den umålte tilstrømning til Mossø, kan være væsentlig større end 5%. Mest pålidelige er tallene fra de faste målestationer naturligvis.

Med venlig hilsen

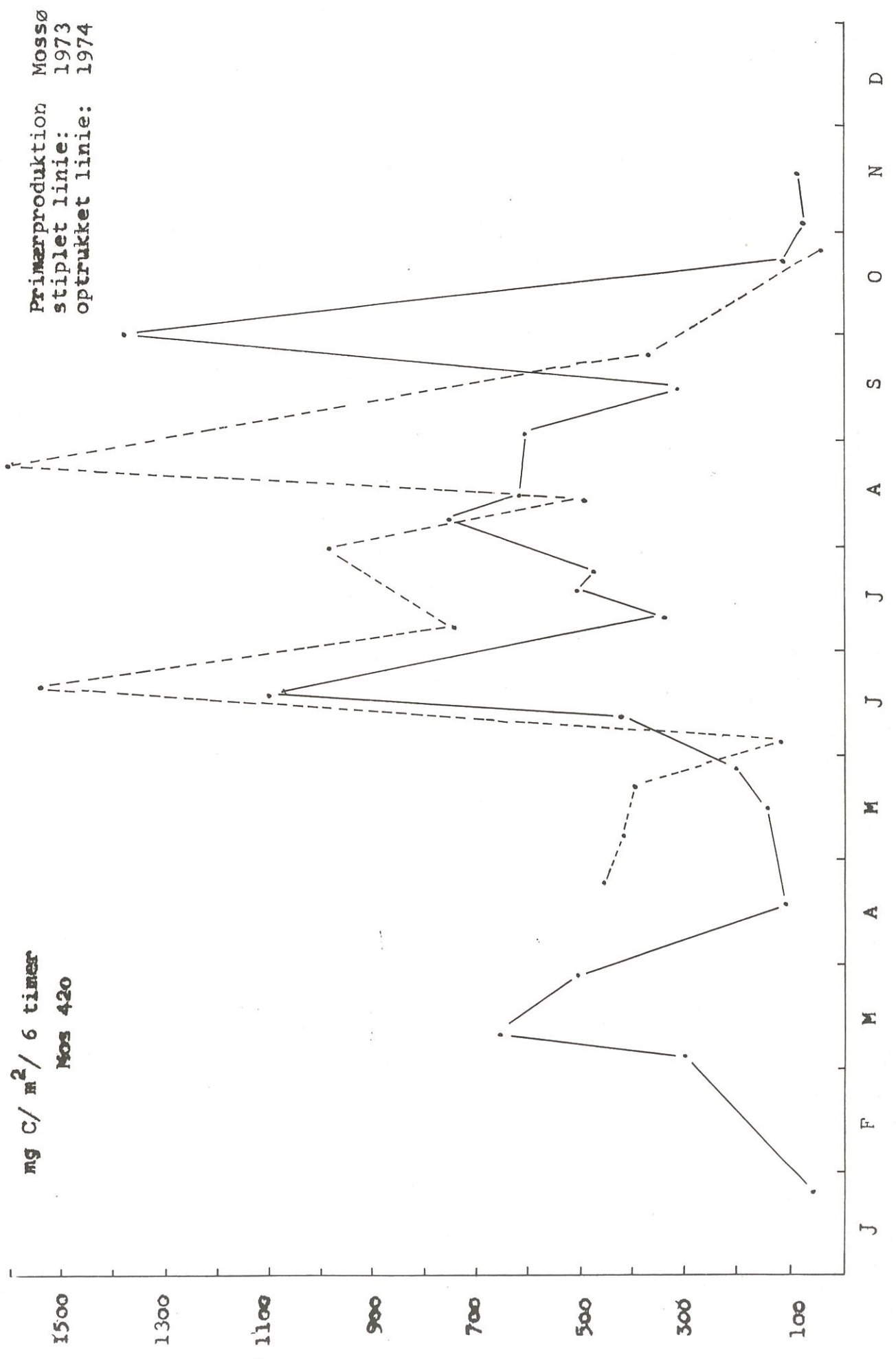

Mogens Dyhr-Nielsen

Kopi tilstillet Gudenåudvalget til orientering.

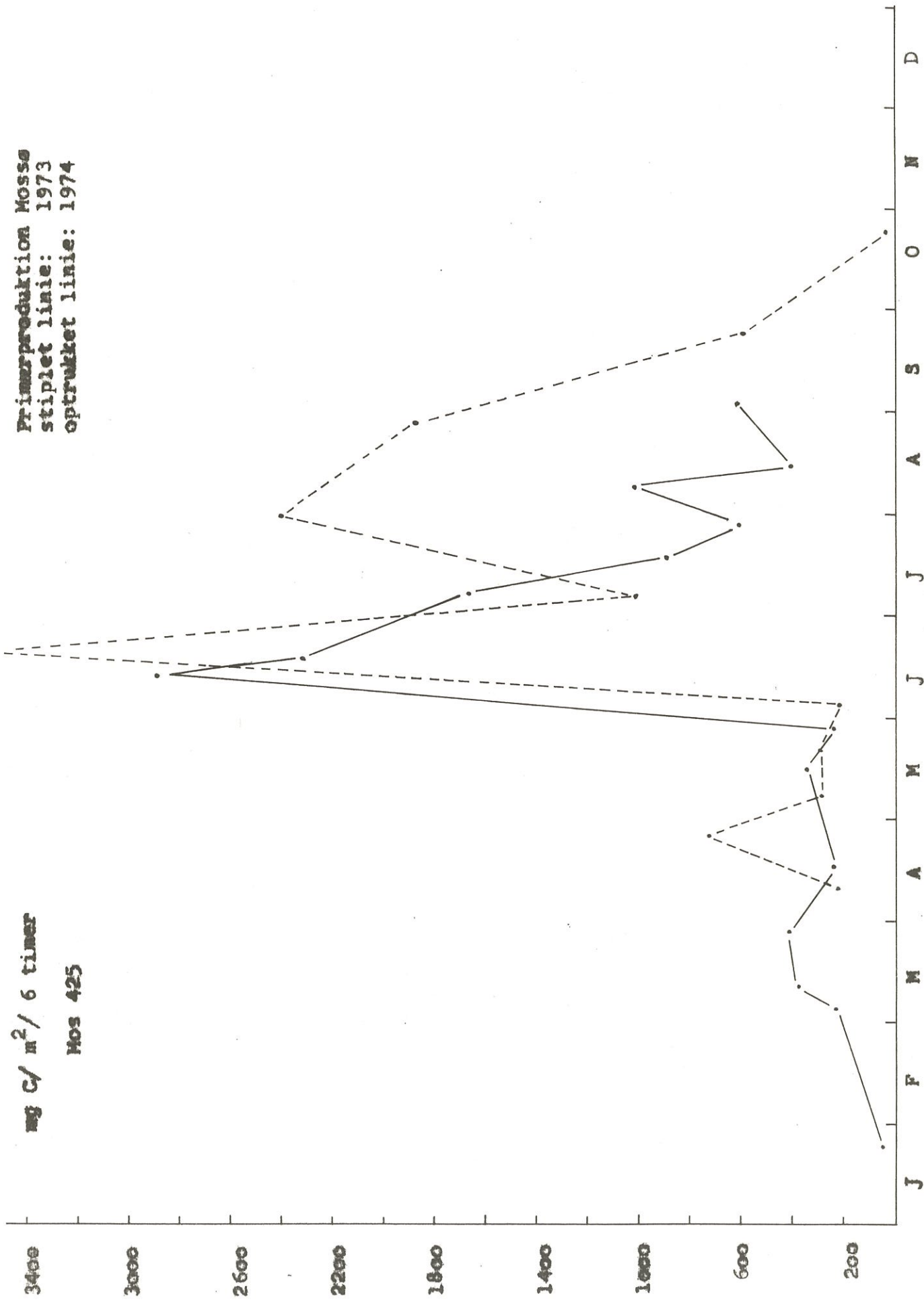


Bilag 13. Fosfortransport i vestenden af Mossø 1974. Tallene angiver kg total fosfor/år. A = transport fra bassin 1 mod bassin 2. B = transport fra bassin 2 mod bassin 3. C = transport i GUD 472. D = transport i GUD 473. E = Gudenåens belastning på Mossø i 1974.

Bilag 14. Primærproduktion (g C/m²/6 timer)
 MOS 420 1973 og 1974.



Bilag 15. Primærproduktion (g C/m²/6 timer), station MOS 425 1973 og 1974, bedste dybde.



Bilag 16. Årstidsvariation af Secchi-skive målinger i 1974. MOS 420,
MOS 424, MOS 425.

Årstidsvariation af secchi-målinger fra Mossø 1974.

Alle målingerne er angivet i cm.

<u>Dato.</u>	<u>MOS 420</u>	<u>MOS 424</u>	<u>MOS 425</u>
10/1	260	205	146
23/1	272	190	147
4/3	150	116	116
11/3	130	105	104
18/3	145	145	140
27/3	185	140	125
17/4	182	130	116
15/5	130	100	105
27/5	175	118	116
12/6	186	118	116
17/6	152	120	80
26/6	151	86	?
8/7	126	88	75
17/7	125	78	80
22/7	122	89	85
8/8	130	120	82
14/8	136	105	102
2/9	108	70	70
11/9	125	120	124
16/9	137	97	90
23/9	107	107	106
30/9	107	106	107
7/10	140	130	130

<u>Dato</u>	<u>MOS 420</u>	<u>MOS 424</u>	<u>MOS 425</u>
14/10	180	144	192
21/10	176	185	185
4/11	238	259	217
18/11	255	260	226
4/12	355	248	175

Bilag 17. Årstidsvariation af klorofyl i Mossø 1974. MOS 420, MOS 424, MOS 425. Koncentrationsmålinger fra 1 m's dybde.

Sæsonvariation af chlorophyll a ($\mu\text{g/l}$) i Mossø 1974. Alle værdierne er korrigeret for phaeopigmenter.

<u>Dato</u>	<u>MOS 420</u>	<u>MOS 424</u>	<u>MOS 425</u>
10/1	24,6	34,8	26,2
23/1	13,2	67,1	30,4
4/3	152,9	175,4	84,4
10/3	93,8	105,7	62,3
18/3	84,5	113,9	50,5
27/3	73,6	77,1	41,8
17/4	34,5	27,2	62,9
15/5	8,9	27,8	41,5
27/5	11,9	48,9	48,8
26/6	37,2	84,6	174,3
8/7	49,7	128,2	288,1
17/7	70,2	145,4	179,4
22/7	82,3	84,2	142,9
1/8	72,6	40,8	93,3
8/8	91,5	73,9	127,3
14/8	72,6	140,1	94,0
2/9	153,6	200,8	249,8
11/9	53,5	69,2	27,7
16/9	30,5	90,8	88,7
23/9	55,2	84,6	62,6
30/9	49,6	32,7	36,5
7/10	36,5	24,0	22,7
14/10	42,0	20,4	11,9
21/10	30,9	24,8	13,4
4/11	20,7	14,9	8,5
18/11	19,8	11,8	7,9
2/12	12,4	6,1	?