

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

O - 34/74

UNDERSØKELSE AV STRAUMVATN
FOR
ELKEM-SPIGERVERKET A/S - SALTEN VERK
(Foreløpig rapport)

16. juli 1975

Saksbehandler Rolf Tore Arnesen
Medarbeider Eigil Rune Iversen

Instituttssjef Kjell Baalsrud

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. STRAUMVATN - GEOGRAFISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	3
3. UNDERSØKELSENE I STRAUMVATN	4
4. STØVETS EGENSKAPER	6
5. KONKLUSJON	7

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Straumvatn, hydrologiske data	4
2. Oversikt over prøvetakinger og temperaturmålinger	9
3. Kjemiske analyseresultater fra Straumvatn, 16. august 1974	10
4. Kjemiske analyseresultater fra Straumvatn, 16. august 1974 - 6. mai 1975	11
5. Målinger i Straumvatn, utført ved Salten Verk	12
6. Vannføring, pH og vanntemperatur gjennom Siso kraftstasjon	13
7. Analyseresultater fra tidligere prøvetakinger i Straumvatn	14

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Straumvatn og omkringliggende vassdrag, Nordland	15
2. Straumvatn. Dybdekart	16
3. Isotermer 1974/75, Straumvatn, Nordland	17
4. Isolinjer for konduktivitet, Straumvatn, Nordland	18
5. Longtube for måling av sedimentasjonshastighet	19
6. Sedimentering i "longtube" 1 % suspensjon	20
7. Sedimentering i "longtube" 5 % suspensjoner	21

1. INNLEDNING

I mai 1974 tok Elkem-Spigerverket A/S - Salten Verk kontakt med NIVA vedrørende deponering av SiO_2 -støv ved en eventuell rensing av røyken fra smelteverket. En aktuell mulighet var utslipp av støvet på dypt vann i Straumvatn, en innsjø nær bedriften. Maksimal støvmengde som skal deponeres, er angitt til 4 t/time.

For å få et bedre grunnlag for å bedømme virkningene av et slikt utslipp, ble det bestemt at NIVA skulle gjøre en undersøkelse av forholdene i Straumvatn gjennom en årssyklus. Instituttet skulle dessuten utføre enkle sedimenteringsforsøk med støvet. Program for undersøkelsen ble oversendt bedriften 5. juli 1974.

Støvetts kjemiske egenskaper ved utluting med vann skulle vurderes ved Elkem-Spigerverket A/S - Fiskå Verk, der forsøk allerede var i gang.

2. STRAUMVATN - GEOGRAFISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD

Figur 1 viser Straumvatnets beliggenhet. Naturlig tilrenning til innsjøen foregår hovedsakelig gjennom Røyrvasselv fra Røyrvatn. I 1969 ble Siso Kraftverk åpnet. Dette medførte en betydelig overføring av vann fra Sisovatn, noe som i høy grad har øket tilrenningen til Straumvatn.

I tabell 1 er det samlet en del hydrologiske data for vassdraget. Opplysningene disse data bygger på, er relativt ufullstendige, og mange av tallene er delvis anslått.

Tabell 1. Straumvatn, hydrologiske data.

Høyde over havet		5 m
Overflateareal	ca.	6 km ²
Største dyp		162 m
Samlet volum	ca.	620·10 ⁶ m ³
Volum av ferskvann	ca.	525·10 ⁶ m ³
Volum av sjøvann	ca.	95·10 ⁶ m ³
Naturlig tilrenning	ca.	2,5 m ³ /s
Overført fra Sisovatn (1974)		19 m ³ /s
Teoretisk oppholdstid før Siso Kraftverk:	ca.	7 år
" " etter " " :		320 døgn

Allerede før NIVAs undersøkelser ble satt i gang var det kjent at det fantes sjøvann på bunnen av Straumvatnet. Kjemoklinen (skillet mellom sjøvann og ferskvann) er ved undersøkelsene funnet å ligge på ca. 120 m. De teoretiske oppholdstider i tabell 1 er beregnet på grunnlag av ferskvannets volum.

Dybdeforholdene i Straumvatn er kartlagt av Salten verk i forbindelse med disse undersøkelsene. Figur 2 viser et dybdekart over en del av innsjøen.

Straumvatn benyttes som drikkevannsforsyning for tettstedet Straumen.

3. UNDERSØKELSENE I STRAUMVATN

Disse undersøkelsene i Straumvatn ble innledet med en befaring 16. august 1974. Temperaturen ble da målt på en rekke dyp, og vannprøver for kjemiske analyser ble tatt ut. Senere er prøvetaking og temperaturmålinger utført av Salten Verk. Tabell 2 viser prøvetakings- og analyseprogram for undersøkelsen. I tabell 3 og 4 er samlet resultatene av kjemiske

analyser utført av NIVA. Tabell 5 viser resultater av de målinger Salten Verk har utført.

Parallelt med undersøkelsene i Straumvatn er temperatur og pH samt vannføring registrert hver uke ved Siso Kraftverk. Disse data er samlet i tabell 6.

Figurene 3 og 4 viser variasjonene i temperatur og konduktivitet i Straumvatn i det tidsrom undersøkelsene hittil har løpt.

De kjemiske analyseresultatene bekrefter stort sett de data som tidligere forelå om Straumvatn (tabell 7). Under ca. 120 meters dyp finnes stagnert sjøvann med høye konsentrasjoner av sulfid. Over kjemoklinen finnes vann med relativt høy kloridkonsentrasjon, noe som kan skyldes nedbørfeltets beliggenhet nær sjøen. Den kjemiske sammensetning av ferskvannet skiller seg imidlertid lite fra det man finner i andre vassdrag med tilsvarende beliggenhet her i landet.

Det ville være av interesse å kunne bestemme alderen på sjøvannet i Straumvatn. Dette er imidlertid generelt vanskelig, og de utførte undersøkelsene gir små muligheter for en slik aldersbestemmelse. De høye sulfidkonsentrasjonene samt det relativt høye forholdet mellom klorid- og natriumkonsentrasjonen, registrert ved befaringen i august, 2,6 mot naturlig sjøvann 1,8, indikerer at sjøvannet neppe er av ny dato. Kloridanalysene er utført etter vanlige metoder. På grunn av de spesielle kjemiske forhold i sjøvannssjiktet er det relativt stor usikkerhet i disse analyseresultatene.

For å kunne vurdere om det har vært noen utskifting mellom sjøvannssjiktet og det overliggende ferskvannslaget i Straumvatn, kreves meget nøyaktige observasjoner. Mangel på oksygen og høye konsentrasjoner av sulfid har gjort oppbevaring og analyser av prøver fra sjøvannssjiktet meget vanskelig. Analyseresultatene fra dette området er derfor ikke helt pålitelige. Skillet mellom ferskvann og sjøvann er meget skarpt, og en forskjell i prøvetakingsdyp fra gang til gang på 1-2 m kan spille stor rolle for resultatet. Med så vidt lang line på prøvetakeren kan

en liten avdrift gi betydelige utslag i dybdeangivelsen.

Med et visst forbehold om slike feil viser observasjonene at det i løpet av vinteren 1974-75 har vært en bevegelse i sjøvannssjiktet. Dette ses først og fremst av figurene 3 og 4. Den brå og relativt store temperatursenkningen som fant sted i sjøvannet fra november til mars (figur 3) kan neppe forklares uten ved en omrøring. Samtidig viser figur 4 at vann med høyere konduktivitet føres opp i ferskvannslaget.

Denne observasjon er noe overraskende, idet innsjøer av denne type normalt er meget stabile. En mulig forklaring på en slik utskifting er den betydelige økning i tilrenningen som har skjedd etter at Siso Kraftverk ble åpnet. Ved å sammenholde temperaturene i utløpet fra kraftverket med temperaturene som er representert grafisk i figur 3, ser man at det i oktober-november var mulighet for at vannet fra kraftverket kunne påvirke dyplagene i Straumvatn. Innsjøen var i høstsirkulasjon, og vannmassene fra kraftverket kunne gjøre seg gjeldende på ethvert nivå over kjemoklinen. Idet tilrenningen i dag er betydelig større enn tidligere, må man regne med at mulighetene for utvasking av sjøvannet er større.

Kvantitativt var transporten av sjøvann opp fra dyplaget i Straumvatn liten i forhold til de totale vannmasser.

4. STØVETS EGENSKAPER

NIVA har ikke gjort noen inngående undersøkelser av støvets egenskaper i denne sammenheng. Det er utført sedimenteringsforsøk i "longtube" ved bedriften, og vannprøvene som ble tatt ut i denne forbindelse er analysert ved NIVA.

I figur 5 er det vist en skisse av røret som ble benyttet, og betingelsene ved forsøkene var henholdsvis 1% og 5% suspendert støv både i sjøvann og ferskvann fra Straumvatn. Støvet var fra Fiskaa Verk. Resultatene er tegnet inn i figurene 6 og 7.

Kurvene viser at støvet stort sett sedimenterer langsomt, både i sjøvann og ferskvann. Sedimenteringshastigheten er imidlertid betydelig større i sjøvann enn i ferskvann. Selv etter 8 timer er reduksjonen i tørrstoffinnhold på alle dyp mindre enn 50% når forsøkene er utført i ferskvann.

Ved siden av støvets sedimenteringsegenskaper er innhold av vannekstraherbare stoffer av betydning. De aktuelle stoffene er bl.a. tungmetaller, cyanider, fenoler og andre organiske forbindelser. Det er utført en del undersøkelser ved Elkem-Spigerverket A/S, R & D Center, Kristiansand, i forbindelse med forsøk med deponering av "Silicastøv" fra ferrociliciumproduksjon. Rapporter om disse forsøkene ble mottatt ved NIVA 3. juni 1975. (Rapporter: F/FV 82/74, 11. juni 1974, F/FV 123/74, 28. juni 1974, F/FV 89/75, 12. mai 1975 samt bilag.)

Det meste av disse undersøkelsene er utført på pelletisert støv. Det er ikke utført analyser på hvilke mengder polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) som lar seg ekstrahere fra støvet. Dette siste mener vi har interesse ved en eventuell deponering i Straumvatn.

Resultatene av undersøkelsene i Kristiansand kan derfor vanskelig brukes kvantitativt hvis det skulle bli aktuelt å deponere støvet uten en forutgående pelletisering. Ved en pelletisering vil en rekke forhold endres. Støvets sedimenteringsegenskaper vil bl.a. få mindre betydning.

5. KONKLUSJON

De utførte undersøkelser i Straumvatn, Nordland, har vist at innsjøen inneholder stagnert sjøvann under 120 m.

Konduktivitet- og temperaturmålinger indikerer at det til tider foregår en utvasking fra sjøvannssjiktet. Dette kan føre til at støv som deponeres på bunnen av innsjøen, i en viss utstrekning kan påvirke de øvrige vannmasser. Kvantitativt vil dette antakelig skje i meget liten grad. Det er mulig at overføring fra Sisovatn er en medvirkende årsak til en slik øket utvasking.

En innsjø av denne type har vitenskapelig interesse.

Støvet har meget dårlige sedimenteringsegenskaper i ferskvann. For å oppnå best mulig resultat bør det eventuelt benyttes sjøvann til oppslemming av støv, og utslippet bør skje under kjemoklinen (overgangen mellom sjøvann og ferskvann).

Forsøk, som er utført av Elkem-Spigerverket A/S, med deponering av pelletisert silicastøv tyder på at utluting av stoffer fra støvet skjer relativt raskt. Det vil derfor være en fordel i forurensningssammenheng hvis støvet deponeres pelletisert. Dette vil redusere mulighetene for en spredning av støvet. Tekniske og økonomiske forhold ved deponering av pelletisert og ikke-pelletisert støv er ikke vurdert av NIVA.

Volumet av deponert støv i Straumvatn antas å bli relativt beskjedent i forhold til sjøvanns-sjiktets volum. På grunn av sjøvannet høye innhold av sulfid må det legges vekt på at det ikke skal oppstå situasjoner hvor større mengder sjøvann bringes opp i ferskvannslaget.

Den foreliggende rapport er foreløpig. Observasjonene dekker ikke en hel årssyklus i innsjøen, og innsamling av vannprøver og temperaturmålinger bør fortsette frem til midten av oktober. Det er ikke grunn til å tro at dette vil føre til vesentlige endringer i rapportens ordlyd og konklusjon, men grunnlaget for konklusjonen kan bli noe sikrere. Både for å få et best mulig grunnlag for konklusjonen i den aktuelle sak og av mer generelle grunner bør målingene i Straumvatn fortsette ut over oktober 1975.

Programmet kan i så fall reduseres til måling av temperatur og konduktivitet etter det opplegg som Salten Verk følger i dag. En mer omfattende prøvetaking for kjemiske analyser kunne f.eks. gjennomføres hvert annet eller hvert tredje år.

Analyse av bl.a. PAH i støvet bør gjennomføres. Dette er også tatt opp med A/S Fesil & Co., Oslo.

Tabell 2. Oversikt over prøvetakinger og temperaturmålinger.

Dato	Temp.	pH	Kond.	Org. C	Alkalitet	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	K	% O ₂	S	Fe	Mn	Turb.
16.8.74	x ¹⁾	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23.8.74	x															
29.8.74	x															
5.9.74	x															
18.9.74	x															
8.10.74	x															
16.10.74	x															
29.10.74	x	x	x				x	x	x							x
26.11.74	x	x	x				x	x	x							x
7.2.75	x	x	x				x	x	x							x
14.3.75	x	x	x				x	x	x							x
22.4.75	x	x	x				x	x	x							x
6.5.75	x	x	x				x	x	x							x
26.5.75	x	x	x				x	x	x							x
2.6.75 ²⁾	x	x	x				x	x	x							x
18.6.75 ²⁾	x	x	x				x	x	x							x

1) Temperaturmålingene 16.8. utelatt p.g.a. upålitelig termometer.
 2) Ikke ferdianalysert ved rapportens avslutning.

Tabell 3. Kjemiske analyseresultater fra Straumvatn, 16. august 1974.

Lyp i nr	Temp. °C	pH	Konduktivitet µS/cm	Tot. org. karbon mg C/l	ml N/10 HCl/l pH 4,5 pH 4,0	Sulfat mg SO ₄ /l	Klorid mg Cl/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Natrium mg Na/l	Kalium mg K/l	Oksygen % O ₂	Sulfid mg S/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l
1	11,9	6,8	43,0	1,5	1,05 1,61	4,3	9,0	2,30	0,84	5,6	0,66	111,9	-	80	9,0
8	8,8	6,9	43,1	-	0,85 1,48	4,2	8,6	2,28	0,83	5,4	0,68	110,1	-	-	-
16	7,5	6,9	45,2	0,8	0,98 1,59	4,2	9,8	2,40	0,89	6,1	0,70	107,1	-	100	7,0
30	5,9	6,8	54,0	-	0,97 1,58	4,7	11,6	2,41	1,01	7,0	0,75	102,9	-	-	-
50	4,8	6,8	57,5	-	1,00 1,60	4,8	13,0	2,43	1,30	7,7	0,81	98,8	-	-	-
100	4,1	6,8	85,5	0,6	1,02 1,58	6,3	20,0	2,54	1,90	12,5	0,94	100,2	-	60	13,0
110	4,0	6,8	84,5	-	1,02 1,53	6,1	20,0	2,52	1,90	12,9	0,99	97,6	-	-	-
120	4,4	6,5	1880	-	2,31 3,07	90	720	14,7	43,0	349	14,1	32,9	-	-	-
125	5,4	7,5	>30000	12,5	87,97 90,87	-	24000	325	1050	9800	413	-	57,8	230	130
140	5,6	7,2	>30000	-	95,35 98,24	1925	26000	330	1050	10100	406	-	62,8	-	-
155	5,8	7,2	>30000	11,0	83,04 86,10	-	26000	320	1040	10000	416	-	57,8	60	75

Tabell 4. Kjemiske analyseresultater fra Straumvatn 16. august 1974 - 6. mai 1975.

Dyp	2 m						50 m						
	Parameter	pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l
Dato													
	16.8.74												
	29.10.74	6,7	79,3	0,53	16,0	2,5	1,2	6,8	57,5	-	13,0	2,43	1,30
	26.11.74	6,8	79,0	1,1	19,0	2,6	1,6	6,7	65	0,72	13,0	2,5	1,1
	7.2.75	6,7	76,0	0,57	16,0	2,4	1,6	6,8	77	1,4	19,5	2,6	1,6
	14.3.75	6,7	66,5	0,93	14,0	2,4	1,3	6,7	102	0,53	24,0	2,6	2,0
	22.4.75	6,9	60,1	0,80	13,0	2,5	1,1	6,8	81	1,4	16,0	2,5	1,6
	6.5.75	6,8	64,3	0,52	14,0	2,5	1,2	6,8	61,1	1,7	13,0	2,6	1,1
	2.6.75							6,5	65,4	0,47	14,0	2,47	1,1
	18.6.75												

Dyp	120 m						140 m						
	Parameter	pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbi- ditet JTU	Klorid mg Cl/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l
Dato													
	16.8.74	6,5	1880	-	720	14,7	43,0	7,3	>30000	-	26000	330	1050
	29.10.74	6,8	11253	19,0	4200	83	270	7,1	>30000	1,8	21000	226	1060
	26.11.74	6,6	7243	2,6	3200	49	170	7,3	>30000	0,66	20000	300 ^{x)}	930
	7.2.75	6,7	186	0,36	53	3,1	3,6	7,1	>30000	1,1	22000	293	990
	14.3.75	6,6	860	1,1	240	8,1	22	7,2	>30000	100	21000	344	1060
	22.4.75	6,6	819	1,5	260	6,9	18	7,1	>30000	1,5	26000	350	1140
	6.5.75	6,6	918	0,26	300	7,9	22	7,1	>30000	52	26000	270	1160
	2.6.75												
	18.6.75												

x) Resultatet anslått, analysefeil.

Tabell 6. Vannføring, pH og vanntemperatur gjennom Siso kraftstasjon.

Uke	Mm ³	°C	pH	Uke	Mm ³	°C	pH
<u>1974</u>				<u>1974</u>			
30.12.-6.1.	10,1	1,6	6,4	1.7.-7.7.	9,5	1,3	5,9
7.1.-13.1.	11,2	1,7	6,1	8.7.-14.7.	11,1	1,5	5,8
14.1.-20.1	13,0	1,6	6,4	15.7.-21.7.	8,8	2,3	5,9
21.1.-27.1	11,3	1,6	6,4	22.7.-28.7.	5,5	2,55	6,2
28.1.-3.2.	12,2	1,6	6,3	29.7.-4.8.	9,0	3,6	5,9
4.2.-10.2.	12,8	1,6	6,3	5.8.-11.8.	11,2	3,8	6,3
11.2.-17.2.	12,1	1,6	6,4	12.8.-18.8.	12,5	4,0	6,1
18.2.-24.2.	12,9	1,5	6,5	19.8.-25.8.	10,7	4,3	6,6
25.2.-3.3.	12,8	1,6	6,4	26.8.-1.9.	9,9	4,3	6,1
4.3.-10.3.	11,9	1,6	6,5	2.9.-8.9.	9,0	4,7	5,7
11.3.-17.3.	13,9	1,5	6,6	9.9.-15.9.	13,5	4,65	6,3
18.3.-24.3.	12,7	1,5	6,7	16.9.-22.9.	9,1	4,2	6,2
25.3.-31.3.	14,4	1,4	6,3	23.9.-29.9.	9,7	4,2	5,8
1.4.-7.4.	12,7	1,4	6,2	30.9.-6.10.	9,7	4,2	5,8
8.4.-14.4.	14,2	1,4	6,3	7.10.-13.10.	13,0	4,0	5,7
15.4.-21.4.	12,9	1,4	6,4	14.10.-20.10.	10,8	3,8	5,9
22.4.-28.4.	14,0	1,4	6,0	21.10.-27.10.	11,3	3,4	6,0
29.4.-5.5.	9,6	1,35	6,2	28.10.-3.11.	14,0	3,4	6,6
6.5.-12.5.	13,6	1,35	6,0	4.11.-10.11.	14,0	2,4	6,7
13.5.-19.5.	13,3	-	6,5	11.11.-17.11.	14,0	2,3	6,2
20.5.-26.5.	12,9	1,35	7,0	18.11.-24.11.	13,0	2,4	6,9
27.5.-2.6.	12,7	1,3	6,0	25.11.-1.12.	14,0	2,3	7,2
3.6.-9.6.	13,3	1,15	6,0	2.12.-8.12.	13,0	1,8	6,7
10.6.-16.6.	7,1	-	-	9.12.-15.12.	13,0	1,4	7,0
17.6.-23.6.	2,3	-	-	16.12.-22.12.	11,0	1,2	6,9
24.6.-30.6.	6,5	1,2	-	23.12.-29.12.	13,0	0,9	7,1

<u>1975</u>			
30.12.-5.1.	11,0	0,9	-
6.1.-12.1.	10,0	0,9	-
13.1.-19.1.	7,0	0,9	-
20.1.-26.1.	7,0	0,9	-
27.1.-2.2.	14,0	0,9	6,5
3.2.-9.2.	13,0	0,8	6,9
10.2.-16.2.	12,0	0,8	-
17.2.-23.2.	12,0	0,8	6,9
24.2.-2.3.	13,0	0,8	-
3.3.-9.3.	9,0	0,8	6,6
10.3.-16.3.	8,0	0,8	-
17.3.-23.3.	9,0	-	-
24.3.-30.3.	9,0	0,7	6,7
31.3.-6.4.	11,0	0,7	6,7
7.4.-13.4.	13,0	0,7	6,6
14.4.-20.4.	11,0	-	6,7
21.4.-27.4.	12,0	0,7	6,7
28.4.-4.5.	13,0	0,7	6,7
5.5.-11.5.	14,0	0,7	6,7
12.5.-18.5.	16,0	0,8	7,0
19.5.-25.5.	9,0	0,8	6,7

Tabell 7. Analyseresultater fra tidligere prøvetakinger i Straumvatn.

Dato	Dyp	pH	Konduktivitet µS/cm	Klorid mg/l	Alkalitet ml 0,1 N HCl/l	Tot.hårdhet mg CaO/l	Permanganattall mg O/l	Sulfat mg SO ₄ /l	Analyisert av:
13/11-64	1,5 m	7,0	226	60	0,3	13	3,8 ²⁾		SIFF
	15 "	6,8	222	60	0,3	13	4,7 ²⁾		
	100 "	-	457	120	-	-	-		
	150 "	-	61500	18000	-	-	-		
22/3-68	6-7 "	6,5	276	-	1,4	17,4	0,7		NIVA
4/6-69	6-7 "	7,1				13 ¹⁾	-	9,9	NIVA
1/9-72	ca.1 "	6,3	56	11,5	1,3	4,1	<2	4,9	ELKEM
	6-7 "	7,0	64	12	2,0	4,0	<2	4,5	

1) Beregnet ut fra Ca og Mg

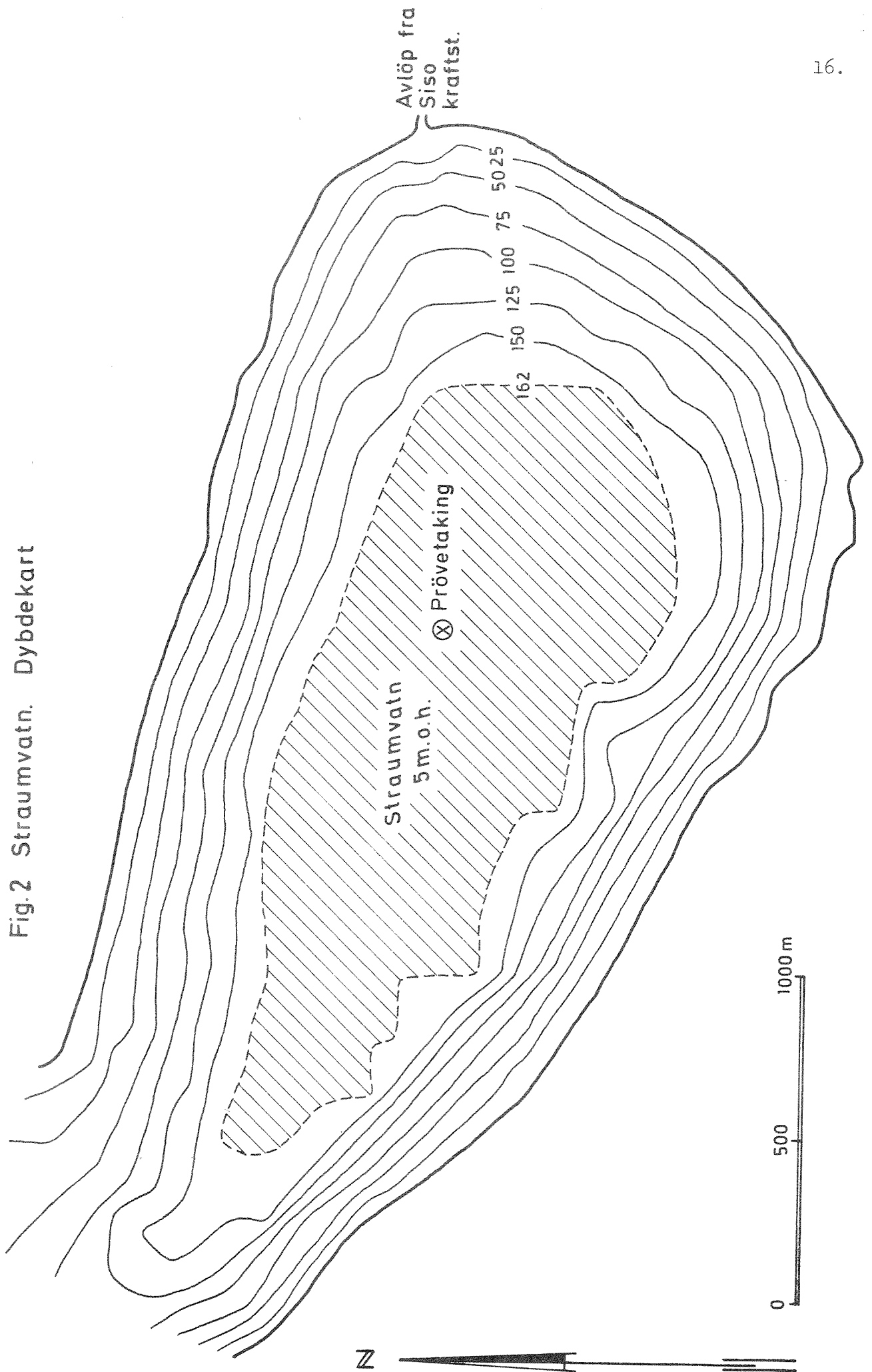
2) Beregnet på grunnlag av ml 0,01 N K₂Cr₂O₇ forbruk.

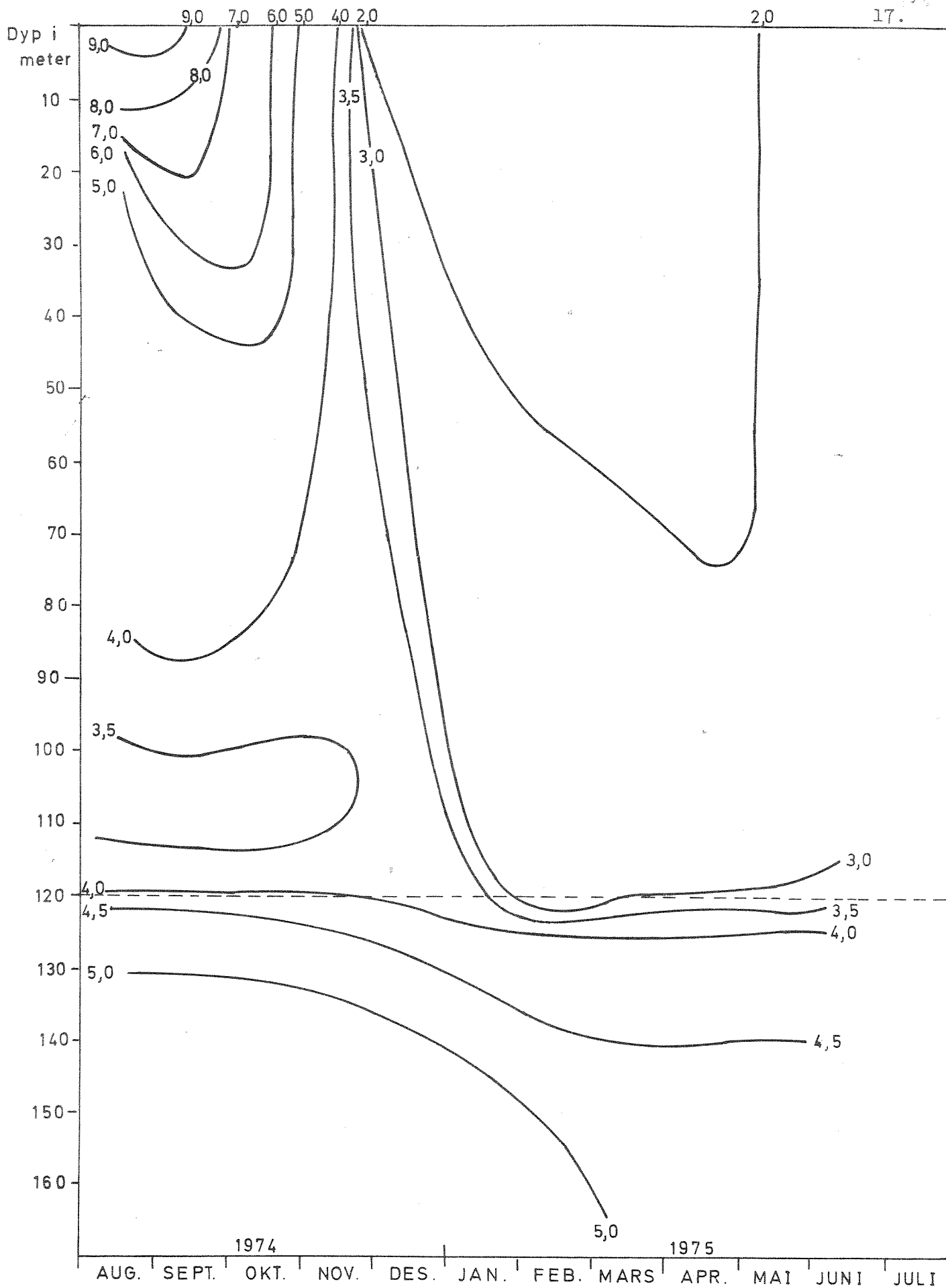


Fig. 1

Straumvatn og omkringliggende vassdrag, Nordland

Fig.2 Straumvatn. Dybdekart





Figur 3.

Isotermene 1974/75, Straumvatn - Nordland
Temperatur i °C.

Dyp i
meter

- 18 -

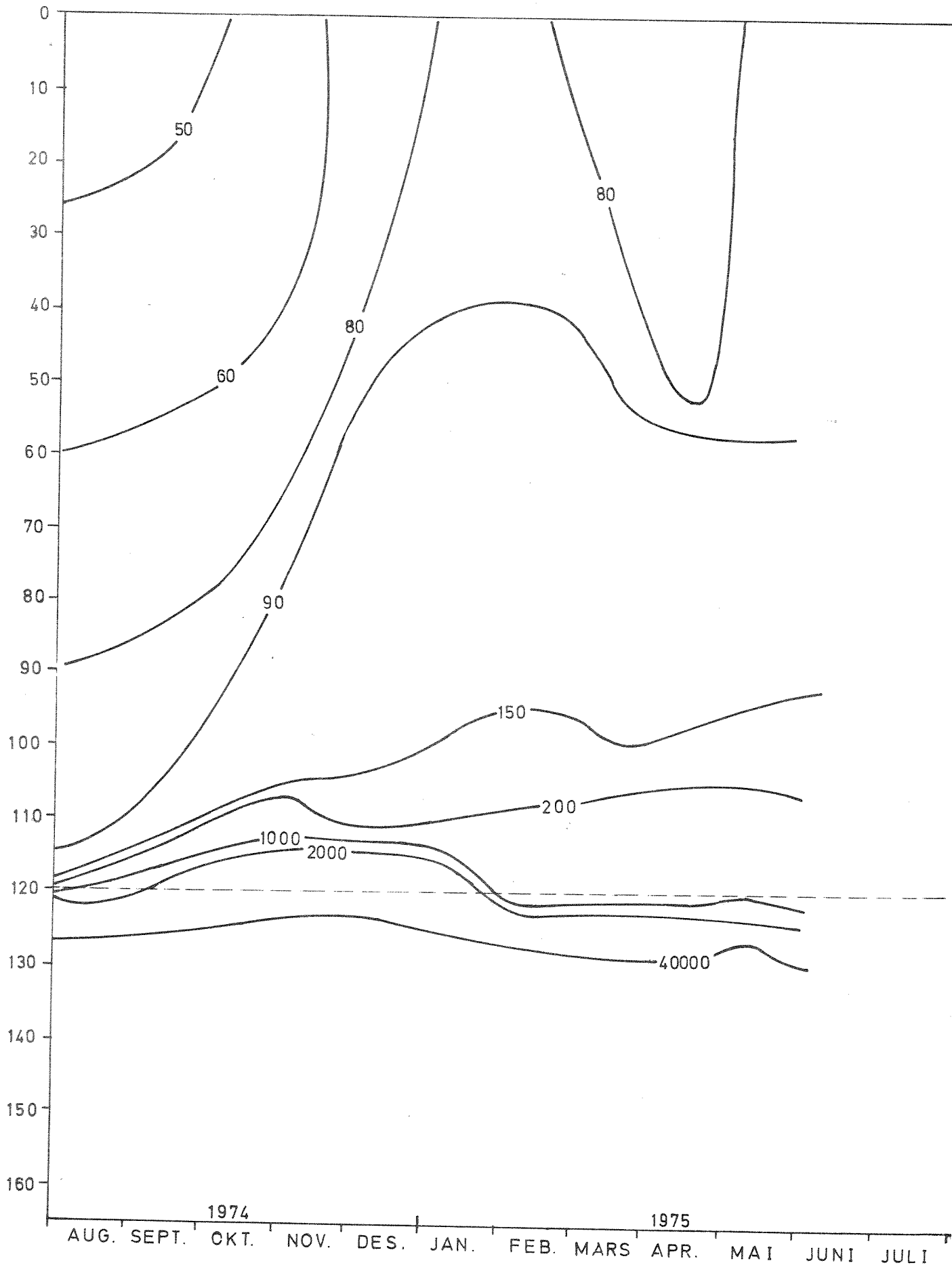
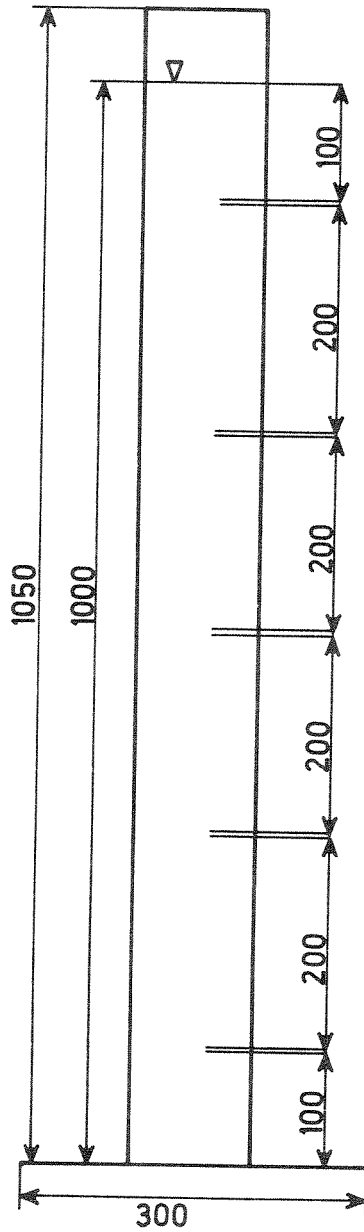


Fig. 4

Isolinjer for konduktivitet $\mu\text{S/cm}$
Straumvatn - Nordland 1974/75



Materiale: Plexiglass, 5mm

Fig. 5 Longtube for måling av sedimentasjons hastighet
Mål i mm

