

Examensarbete i vattenbyggnad 1972:8

SPRIDNING AV KYLVATTEN FRÅN  
OSKARSHAMNS KÄRNKRAFTVERK.  
EN FÄLTSTUDIE

av

Sture Lindahl    Åke Nilsson    Allan Nordström    Kjell Nygren

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

sid.

## FIGURFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	
	1.1 Förord	1
	1.2 Allmänt om kylvattenutsläpp	1
	1.3 Oskarshamnsverket	2
	1.4 Målsättning	5
2.	MÄTUTRUSTNING	
	2.1 Strömkors	5
	2.2 Avståndsinstrument	8
	2.3 Flyglar	8
	2.4 Termistorer	12
	2.5 Båtar och övrig utrustning	13
3.	FÄLTMÄTNING	
	3.1 Mätområde	14
	3.2 Mätningarnas utförande	20
4.	BEARBETNING OCH REDOVISNING AV MÄTVÄRDEN	
	4.1 Strömkorsteori och dataprogram	20
	4.2 Allmänt om redovisningen	21
	4.3 Mätningar i Hamnehålet	21
	4.4 Mätningar utanför Hamnehålet	58
5.	SAMMANFATTNING	
	5.1 Mätningar i Hamnehålet	200
	5.2 Mätningar utanför Hamnehålet	200
	5.3 Temperaturreducering	202
	5.4 Slutkommentar	202
6.	LITTERATURFÖRTECKNING	

## FIGURFÖRTECKNING

Sid.

- Karta 1. Oskarshamnsverkets läge
- Karta 2. Översikt över Oskarshamnsverket
- Strömkors, Fig. 1-2
- Flygel, Fig. 3-7
- Kopplingsschema för termistor, Fig. 8
- Kvicksilvertermometer, Fig. 9
- Karta 3. Mätpunkter i Hamnehålet.
- Karta 4. Djupkarta över Hamnefjärden.
- Karta 5. Området utanför Hamnehålet.
- Fotografier.
- Exempel på datautskrift

## MÄTNINGAR I HAMNEHÅLET

Sid

Lägen för temperatursektioner

27/9     Temperaturmätning. Sektion I

27/9     Temperaturmätning sektion II

28/9     Temperaturmätning sektion III

Temperatursektioner

Hastighetsvektorer

27/9     Flygelmätning sektion I

27/9     Flygelmätning sektion II

28/9     Flygelmätning sektion III

3/10     Temperaturmätning

3/10     Flygelmätning

## MÄTNINGAR UTANFÖR HAMNEHÅLET

29/9     Temperaturpunkter

Temperaturprofiler

Ytkors

Strömkors

30/9     Isotermer

Temperaturmätpunkter

Temperaturprofiler

Lägen för temperatursektioner

Temperatursektioner

Ytkors

Strömkors

Isotermer och hastighetsvektorer

- 2/10 Isotermer  
Diagram över temperaturreducering  
Temperaturmätpunkter  
Temperaturprofiler  
Lägen för temperatursektioner  
Temperatursektioner  
Ytkors  
Strömkors  
Isotermer och hastighetsvektorer
- 3/10 Isotermer förmiddag  
Isotermer från SMHI:s mätningar  
Isotermer eftermiddag  
Isotermer från SMHI:s mätningar  
Temperaturmätpunkter  
Temperaturprofiler  
Lägen för temperatursektioner  
Temperatursektioner  
Ytkors  
Strömkors  
Isotermer och hastighetsvektorer
- 4/10 Isotermer  
Isotermer från SMHI:s mätningar  
Diagram över temperaturreducering  
Temperaturmätpunkter  
Temperaturprofiler  
Lägen för temperatursektioner

4/10	Temperatursektioner
	Ytkors
	Strömkors
	Isotermer och hastighetsvektorer
5/10	Isotermer
	Isotermer från SMHI:s mätningar
	Diagram över temperaturreducering
	Temperaturmätpunkter
	Temperaturprofiler
	Lägen för temperatursektioner
	Temperatursektioner
	Ytkors
	Strömkors
	Isotermer och hastighetsvektorer

## 1. INLEDNING

### 1.1 Förord

Syftet med föreliggande examensarbete är att i detalj studera initialblandning och spridning av kylvattenutsläppet från Oskarshamnsverket i Simpevarp. Studierna sker genom bestämning av hastighets- och temperaturfördelning.

Arbetet har utförts under handledning av civ. ing. Steffen Häggström, Institutionen för vattenbyggnad, CTH. Vissa delar av mätningarna har utförts i samarbete med SMHI.

Göteborg i juli 1973

Sture Lindahl      Åke Nilsson      Allan Nordström      Kjell Nygren

### 1.2 Allmänt om kylvattenutsläpp

De senaste årens ökade efterfrågan på energi har medfört en utbyggnad och projektering av värmekraftverk i Sverige. Den låga verkningsgraden (30-40 %) hos sådana anläggningar innebär att stora värmemängder måste kylas bort. För kylningen finns två metoder. Användande av kyltorn eller utsläpp av kylvattnet i en lämplig recipient. I Sverige tillämpas endast det senare förfarandet. Den normala storleken av utsläppen är ca  $50 \text{ m}^3/\text{sek} \cdot 1000 \text{ MW}$ . Kylvattnet får en temperaturhöjning av 8-10°C. När det gäller utsläppsmetoden försöker man vanligtvis så snabbt som möjligt få en temperatur-sänkning till stånd genom att konstruera utsläppet så att största initiella blandning uppnås.

Vetskapen om hur varmvatten sprider sig och vilka eventuella effekter temperaturhöjningen i recipienten kan ha på miljön är hittills ganska begränsad. Allmänt vet man dock att den för biologiskt liv begränsande syrebalsen påverkas. Ökad temperatur ger minskad löslighet för syre i vattnet. Dessutom kan cirkulationshämmande språngskikt-bildningar uppstå. Resultaten kan bli artförändringar i flora och fauna, ökad tillväxt av vissa planktonarter, som ger vattengrumling och stark syreförbrukning etc.

När det gäller spridningen av det uppvärmda vattnet i recipienten har man till största delen fått hålla sig till modellförsök med alla dess felkällor. Under senare år har dock varmvattenutsläpp i stor skala börjat i svenska vatten. Bland dessa har SMHI undersökt utsläpp från Karlshamns värmekraftverk och från Arosverket i Västerås. I Karlshamn kom man bland annat fram till att spridningsprocessen är starkt vindpåverkad, se vidare U. Ehlin [1].

Mycket arbete återstår ännu med att kartlägga kylvattenutsläppens utträdande i recipienter. 1972 utförde SMHI och vattenbyggnadsinstitutionen, CTH mätningar vid Oskarshamnsverket vid Simpevarp.

### 1.3 Oskarshamnsverket

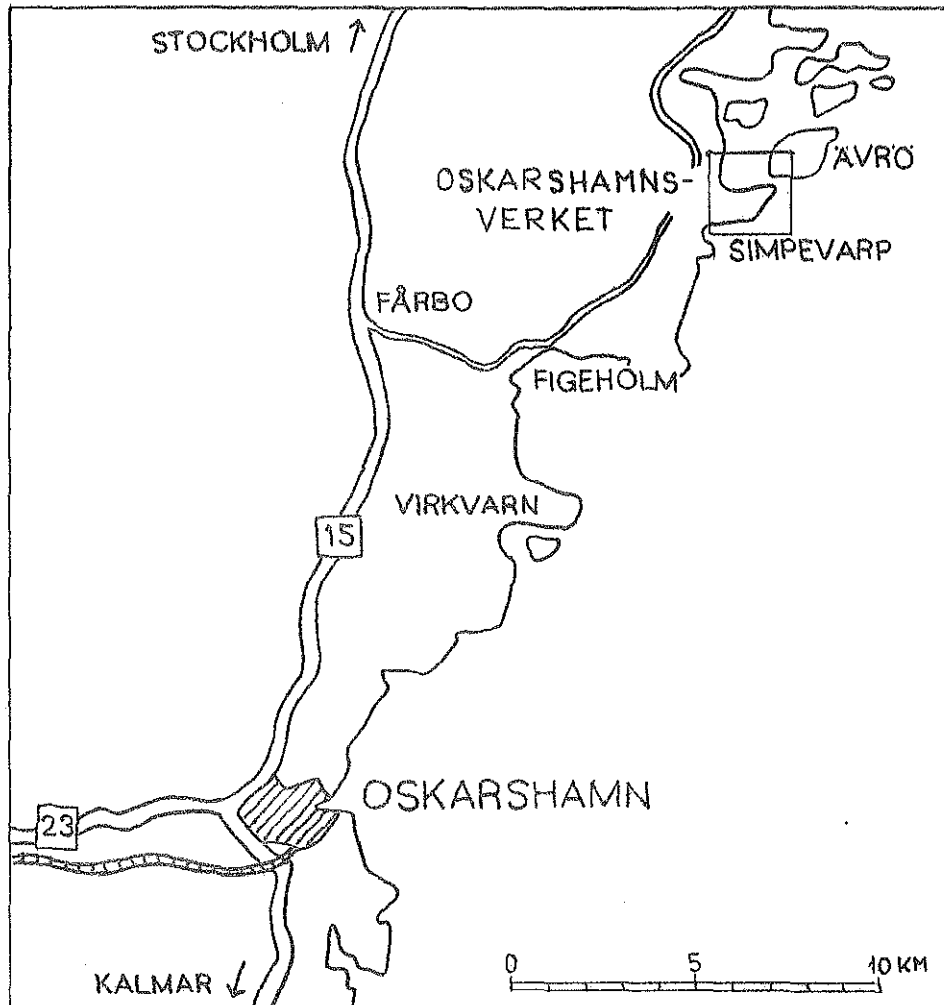
Oskarshamnsverket, Sveriges första kommersiella kärnkraftverk, ägs av Oskarshamnsverkets Kraftgrupp AB (OKG). Här ingår som aktieägare nio av landets största enskilda och kommunala kraftföretag. De nio svarar för nära en tredjedel av landets hela eldistribution och producerar drygt 40 procent av all elkraft i landet.

Oskarshamnsverket ligger på Simpevarpshalvön, 2,5 mil norr om Oskarshamns centrum inom stadsgränsen. Möjligheter finns att bygga ut Oskarshamnsverket med upp till sex aggregat på sammanlagt omkring 5000 MW.

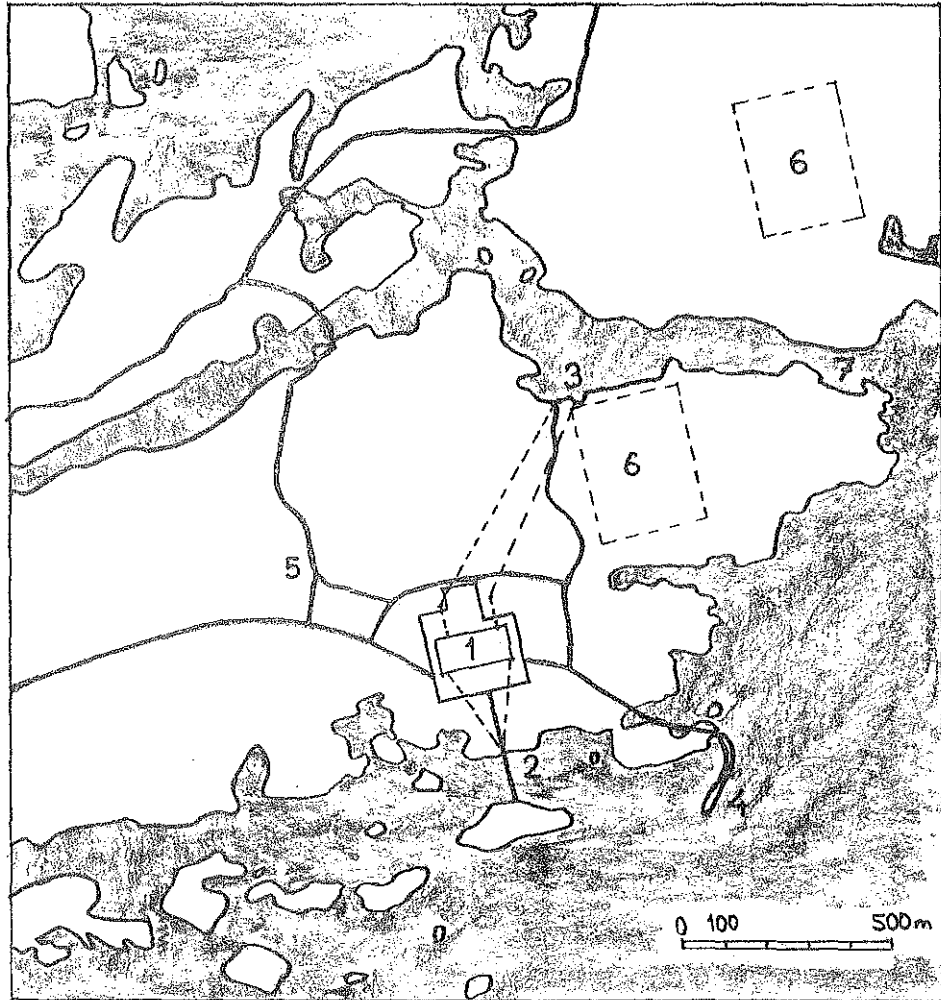
Oskarshamnsverkets första aggregat, OI, kom i drift i augusti 1971. Det andra aggregatet, OII, beräknas bli klart för start sommaren 1974. Kraftverket får då en totalt installerad effekt av drygt 1 miljon kilowatt.

OI har en nettoeffekt av 440 MW och en kylvattenföring på  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Kylvattnet släpps ut i punkt 3, se karta 2, och leds genom Hamnehålet, punkt 7, ut i Östersjön.





Karta 1 Oskarshamnsverkets läge.



Karta 2            Översikt över Oskarshamnsverket

- |    |                            |    |                              |
|----|----------------------------|----|------------------------------|
| 1. | Stationsbyggnad OI och OII | 5. | Meteorologimast 113 m. ö. h. |
| 2. | Kylvattenintag             | 6. | Eventuell framtida utbyggnad |
| 3. | Kylvattenutsläpp           | 7. | Hamnehålet                   |
| 4. | Hamnpir                    |    |                              |

#### 1.4 Målsättning

Avsikten med undersökningen är att med hjälp av strömkors och flyglar bestämma hastighetsfördelning i horisontal- och vertikalled. Vidare att bestämma temperaturfördelning med hjälp av termistorinstrument.

Undersökningen skall ge upplysning om initialblandning och spridning i området närmast utanför och i Hamnehålet under olika meteorologiska förhållanden. Erhållna resultat skall användas för jämförelser med en numerisk modell samt med en laboratoriemodell uppförd vid institutionen för vattenbyggnad, CTH.

## 2. MÄTUTRUSTNING

### 2.1 Strömkors

Ett strömkors består av undervattenskors, lina, flytkropp och signalanordning. Undervattenskorset är utformat så att det på ett representativt sätt följer strömmen, dvs det har stort strömningsmotstånd. Vingarna har en höjd av 1,0 m och en längd av 57,6 cm. Vilket motsvarar en tvärsnittsarea av  $1,0 \text{ m}^2$ . Vinkeln mellan vingarna är  $120^\circ$ . Duken utgöres av oblekt lakansväv, vilken viks fyrdubbel i över- och underkant. Hål stansas och förses med kantskoning. Duken fästes vid stommarna med flätad 2,8 mm tjock terylenlina. Se fig. 1.

Mellan flytkropp och kors används en likadan lina som knyts direkt i öglan, i såväl kors som flytkropp.

Flytkroppen har stor flytkapacitet och litet strömningsmotstånd. Den består av en stång och en på denna fäst diskusliknande flytkropp. Stången är tillverkad av  $\phi 8$  mm stålrör med ca 1 mm godstjocklek. Flytdiskus är gjord av polyuretanplast med en lyftkraft av ca 5 kg, se fig. 2.

Stången utgör signalanordning vid inmätning och förses med bordtennisbollar för identifiering. Vidare har ett så kallat ytkors använts för bestämning av ytströmshastigheten. Det består endast av en flytkropp försedd med en tyngd, så att dess läge i vattnet motsvarar flytkroppens läge för ett strömkors. Flytkorset är inte försett med signalanordning varför det ej påverkas av vind. Strömkors i övrigt, se Rodesjö, Rohdin, Ringqvist [4].

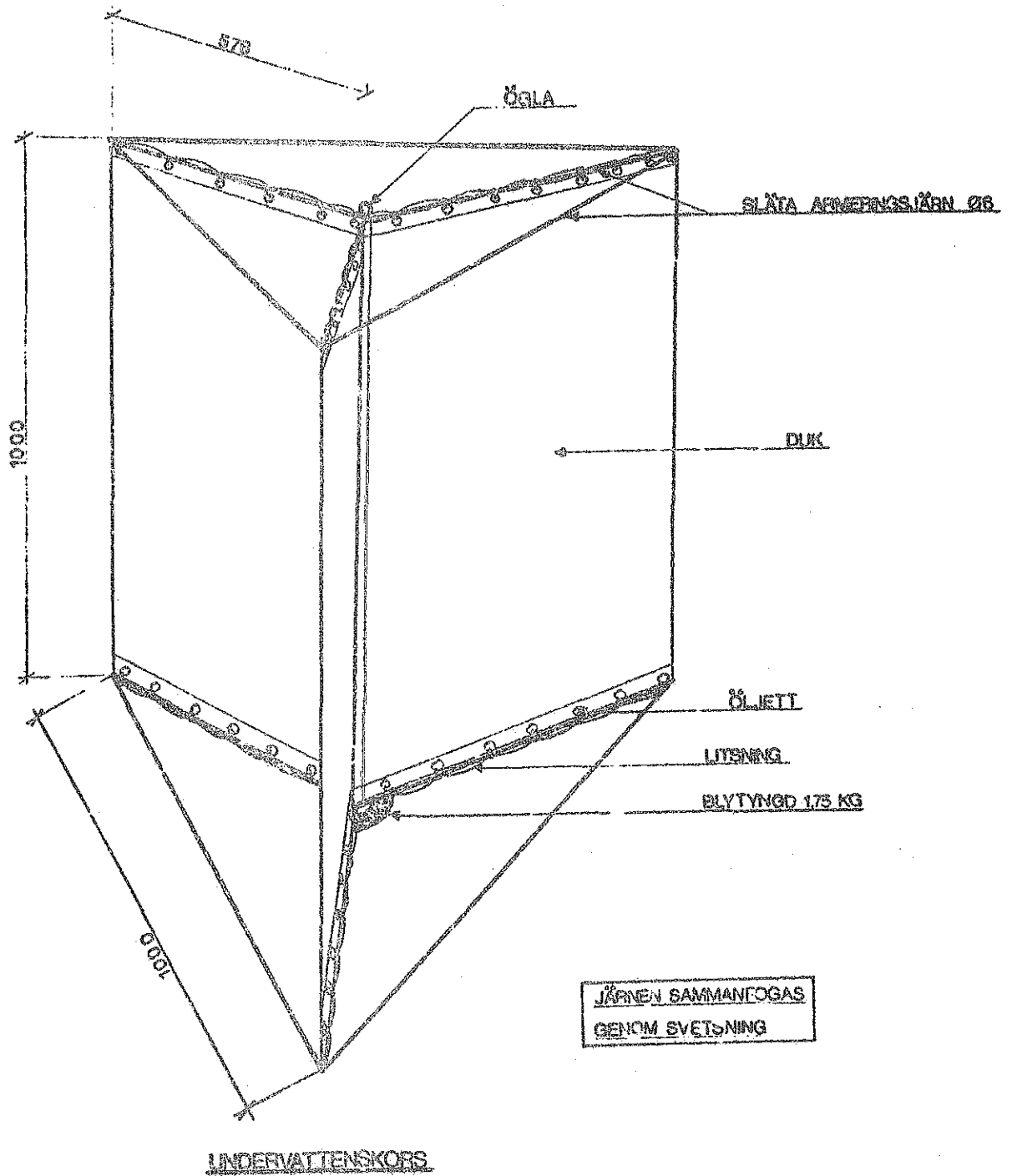
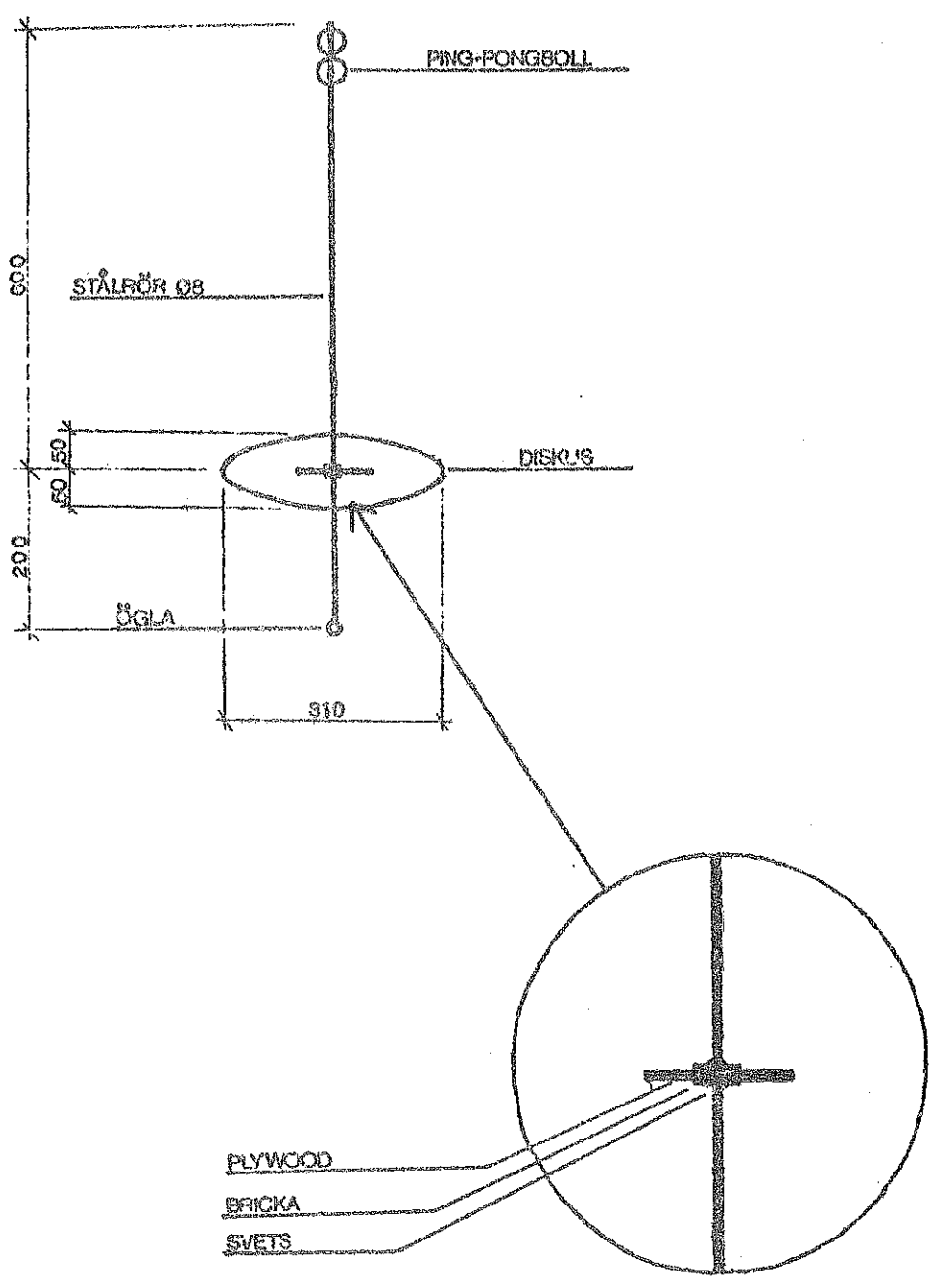


Fig. 1



FLYKROPP

Fig. 2

## 2.2 Avståndsinstrument

Vid mätningarna har strömkorsen inmätts med ett optiskt avståndsinstrument med cirkelskiva. Instrumentet är av bärbar typ, benämnt A4OP, med  $\emptyset$ , 4 m mätbas. Avståndsbestämningen varierar i noggrannhet mellan ett par dm på 100 m mätavstånd till ett par 10-tal meter vid 1000 m. Vinkelnoggrannheten är ca 5 streck motsvarande 5 m på 1000 m avstånd.

Instrumentet monterades på ett vanligt stativ till en teodolit. Originalstativet är endast 3 dm högt, vilket är mycket opraktiskt, eftersom mätningarna med detta måste utföras liggande. Vid inmätningen av strömkorsen inställs instrumentet mot korsets signalanordning. Bilden i okulalet justeras i sidled så att en kontinuerlig bild av signalanordningen erhålles. I okulalet kan nu avståndet avläsas och på cirkelskivan vinkeln.

Under vissa förhållanden kan inmätningen vara svår att utföra t. ex. vid långa avstånd eller vid blämpliga ljusförhållanden. Vid dessa tillfällen markeras strömkorsen lämpligen genom att båten placeras så nära korset som möjligt och en åra hålls lodrätt upp i båten. Avståndsbestämningen utförs sedan mot åran.

## 2.3 Flyglar

Riktningssindikerande flyglar, Rudolph, med dels elektromagnetisk, dels fotoelektrisk avkänning har använts. Instrumentet består av flygel med fena, kompasshus med upphängningsanordning, kabel och däcksenhet, se fig 3-7.

Vid hastighetsbestämningen nedsänkes flygeln till aktuellt mätdjup. På räkneverket avläses antalet alstrade impulser under en minut. Genom att gå in i en kalibreringskurva för flygeln med antalet impulser/min erhålles den sökta hastigheten. Under mätningen sker samtidigt riktningssbestämning genom att ampéremetern som är graderad i väderstreck och visar flygelns läge avläses.

Allmänt kan sägas att den fotoelektriska flygeln ger bättre noggrannhet och dessutom går att använda vid lägre hastigheter än den elektromagnetiska.

För att kontrollera eventuella fel och känslighet för vågrörelser hos flyglarna företogs en laboratorieundersökning, där utslag vid olika vattenhastigheter jämfördes med utslagen hos en laboratorieflygel, typ OTT labora-

torieflygel. Vidare höjdes och sänktes flyglarna ca 0,4 m 20 ggr/minut för att imitera sjöhävning. Resultat enligt följande tabeller erhöles:

Vattenhastighet 1

Lab. flygel cm/s	Flygel cm/s	Differens cm/s
	<u>Nr 66</u>	
28,7	28,8	0,1
29,0	28,2	-0,8
	<u>Nr 64</u>	
28,7	26,4	-2,3
28,5	26,4	-2,1

Vattenhastighet 2

	<u>Nr 66</u>	
20,4	20,4	0
20,7	20,4	-0,3
	<u>Sjöhävning</u>	
	23,0	ca 2,5
	<u>Nr 64</u>	
20,1	18,8	-1,3
20,5	19,0	-1,5
	<u>Sjöhävning</u>	
	21,6	ca 2,6

Vattenhastighet 3

Lab. flygel cm/s	Flygel cm/s	Differens cm/s
	<u>Nr 66</u>	
13,4	13,3	-0,1
12,6	13,3	0,7
	<u>Sjöhävning</u>	
	13,6	
	<u>Nr 64</u>	
12,8	12,4	-0,4
12,8	12,4	-0,4
	<u>Sjöhävning</u>	
	12,9	0,5

Flygel nr 66 överensstämmer väl med laboratorieflygeln medan nr 64 ger något för låga värden. Sjöhävningens inverkan varierar med vattenhastigheten och det maximala felet uppgår i detta fall till ca 10 %. Sjöhävningens inverkan på mätfelet beror naturligtvis även av dess frekvens och amplitud.



Strömmätare typ Rudolph

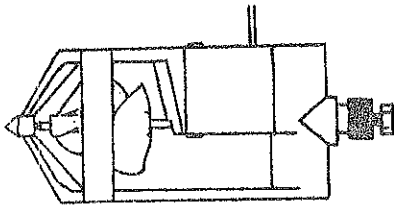


Fig. 3

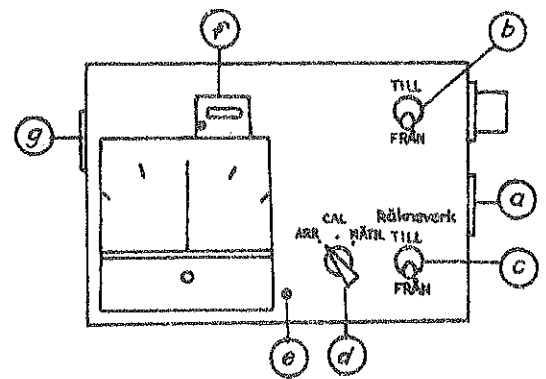


Fig. 5

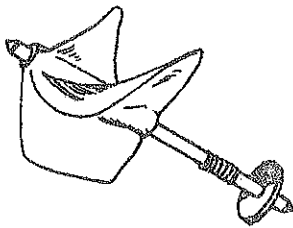


Fig. 4

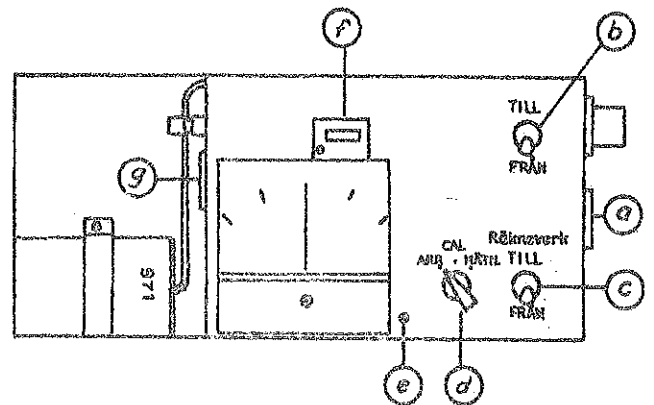
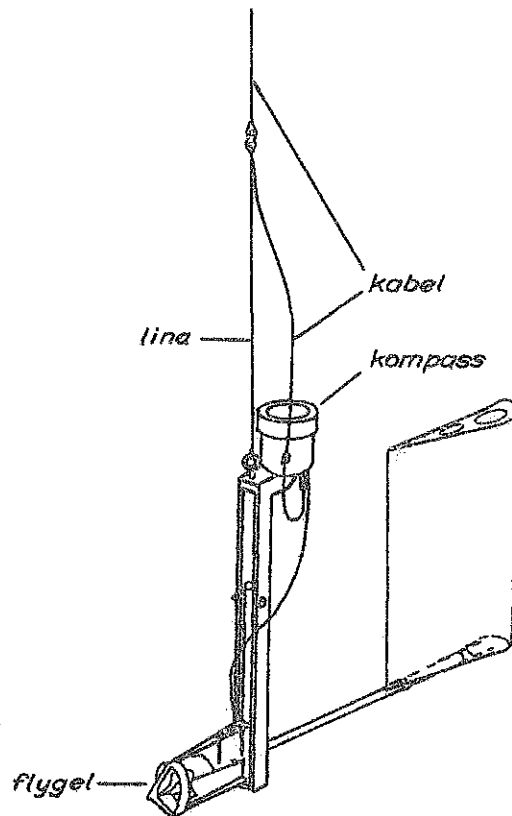


Fig. 6



- a. Knapp för riktningsmätn.
- b. Strömbrytare
- c. Strömbrytare
- d. Omkopplare
- e. Justeringskruv
- f. Räkneverk
- g. Kvicksilverbatteri

Fig. 7

## 2.4 Termistorer

Termistorerna som använts vid mätningarna är av typ Lindblad. De fungerar enligt kopplingsschemat i fig. 8.

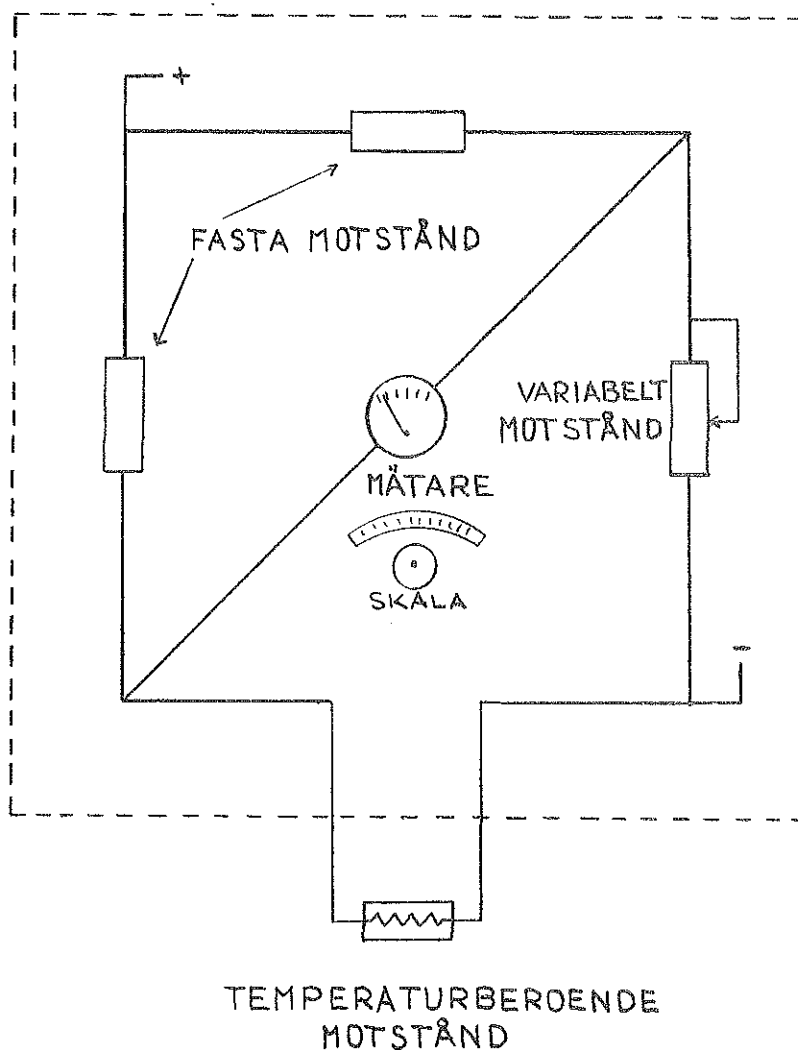


Fig. 8

Delarna inom den streckade linjen finns i en däcksenhet. Till denna är det temperaturberoende motståndet (givaren), som är skyddat av en mäsingshylsa, anslutet med en lång kabel. Vid användandet av instrumentet nollställs först mätaren med en justerskruv, därefter slås strömbrytaren till och givaren sänks ned till önskat djup. Givaren kommer då att ändra sin resistans i förhållande till vattentemperaturen. Balansen i Wheatstonebryggan rubbas och mätaren gör utslag. Med det variabla motståndet nollställs mätaren åter, därefter avläses värdet på skalan. Med det avlästa värdet går man in i ett diagram som är uppgjort för respektive instrument och får direkt ut den sökta temperaturen. Vid byte till nytt

djup bör man vänta ca 1 minut innan mätaren nollställs och avläsning av värdet sker. Vidare bör man på något djup göra en jämförande mätning med en kvicksilvertermometer. Till detta användes en burk med en inbyggd termometer. Se fig. 9.

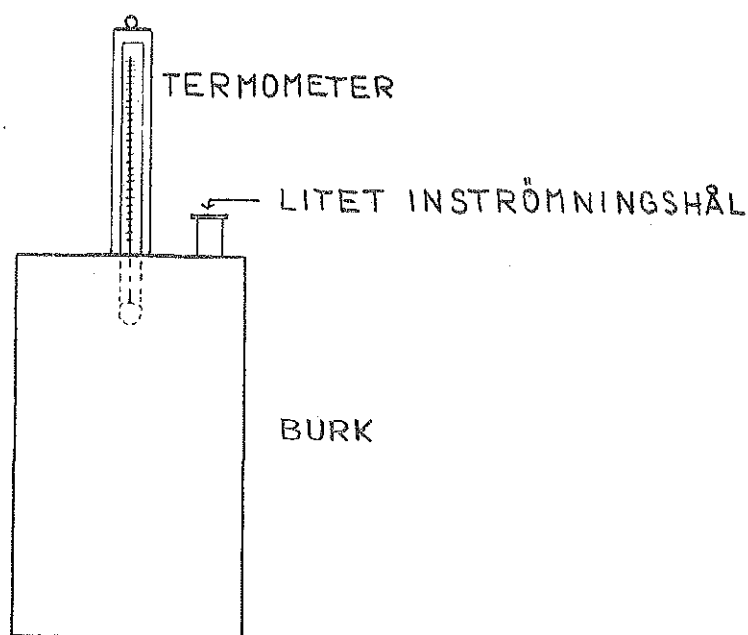


Fig. 9

FIG. 9

Burken nedsänkes till aktuellt djup. Eftersom inströmningshållet är litet strömmar ytterst lite vatten in under nedsänkningen, varför burken till största delen fylls med vatten från det önskade djupet.

#### 2.5 Båtar och övrig utrustning

För mätningarna användes två båtar, en klinkad roddbåt i plast med 4 Hkr utombordsmotor samt en något större öppen sportbåt med 40 Hkr utombordsmotor. Den lilla båten användes i Hamnehålet samt vid temperaturmätning ute i öppna sjön. Den större och snabbare båten användes huvudsakligen vid strömkorsmätningarna. Båda båtarna klarade sig förvånansvärt bra i den ibland ganska grova sjön.

Kontakten mellan den strömkorsutläggande båten och instrumentavläsaren upprätthölls med walkie-talkies, vilket underlättade arbetet väsentligt.

Vid ankring användes ihopfällbara draggar, en mindre och en större typ. De mindre var relativt svåra att få fäste med, medan den större typen hade ett tillfredsställande fäste.

För vindmätning användes en handvindmätare samt för grövre riktningsbestämningar en handpejlkompass.

Bland övrig utrustning kan nämnas skrivunderlägg av plywoodskivor, regnställ och flytvästar.

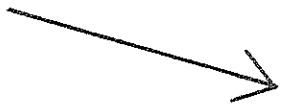
### 3. FÄLTMÄTNING

#### 3.1 Mätområde

Mätområdet omfattar Hamnehålet (karta 2, 3 och 4) och ett område, som sträcker sig omkring 1000 m utanför detta (karta 5). I Hamnehålet utlades fyra sektioner, som markerades med bojar enligt karta. En lämplig mätplats, varifrån inmätningarna av strömkorsen skulle ske, letades upp. Platsen var lämplig så tillvida att några omflyttningar av instrumentet ej behövde göras utan alla inmätningar kunde ske från denna punkt. Vidare låg mätplatsen relativt högt, över vattenytan och hade lämplig placering med hänsyn till solens läge under mätningarna.

# MÄTPUNKTER I HAMNEHÅLET

FLÖDESRIKTNING



I:A ⊙

I:B ⊙

I:C ⊙

II:A ⊙

II:B ⊙

II:C ⊙

II:D ⊙

III:A ⊙

III:B ⊙

III:C ⊙

III:D ⊙

III:E ⊙

IV:A ⊙

N



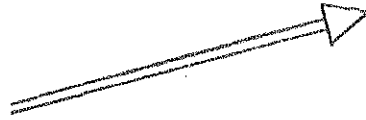
0 10 20 30 40 50 m

SKALA 1:1000

Karta 3

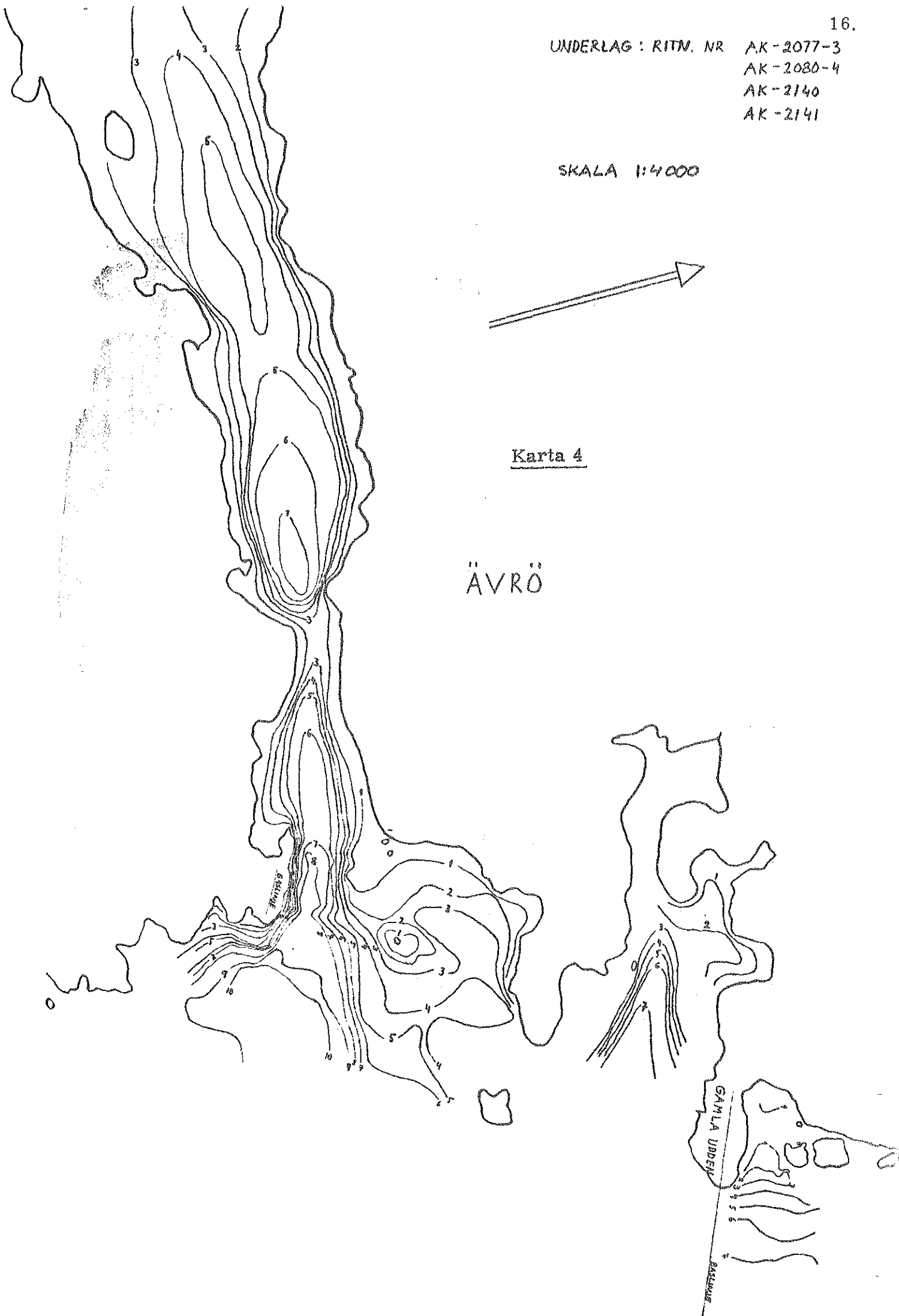
UNDERLAG : RITN. NR AK-2077-3  
AK-2080-4  
AK-2140  
AK-2141

SKALA 1:4000

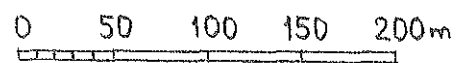
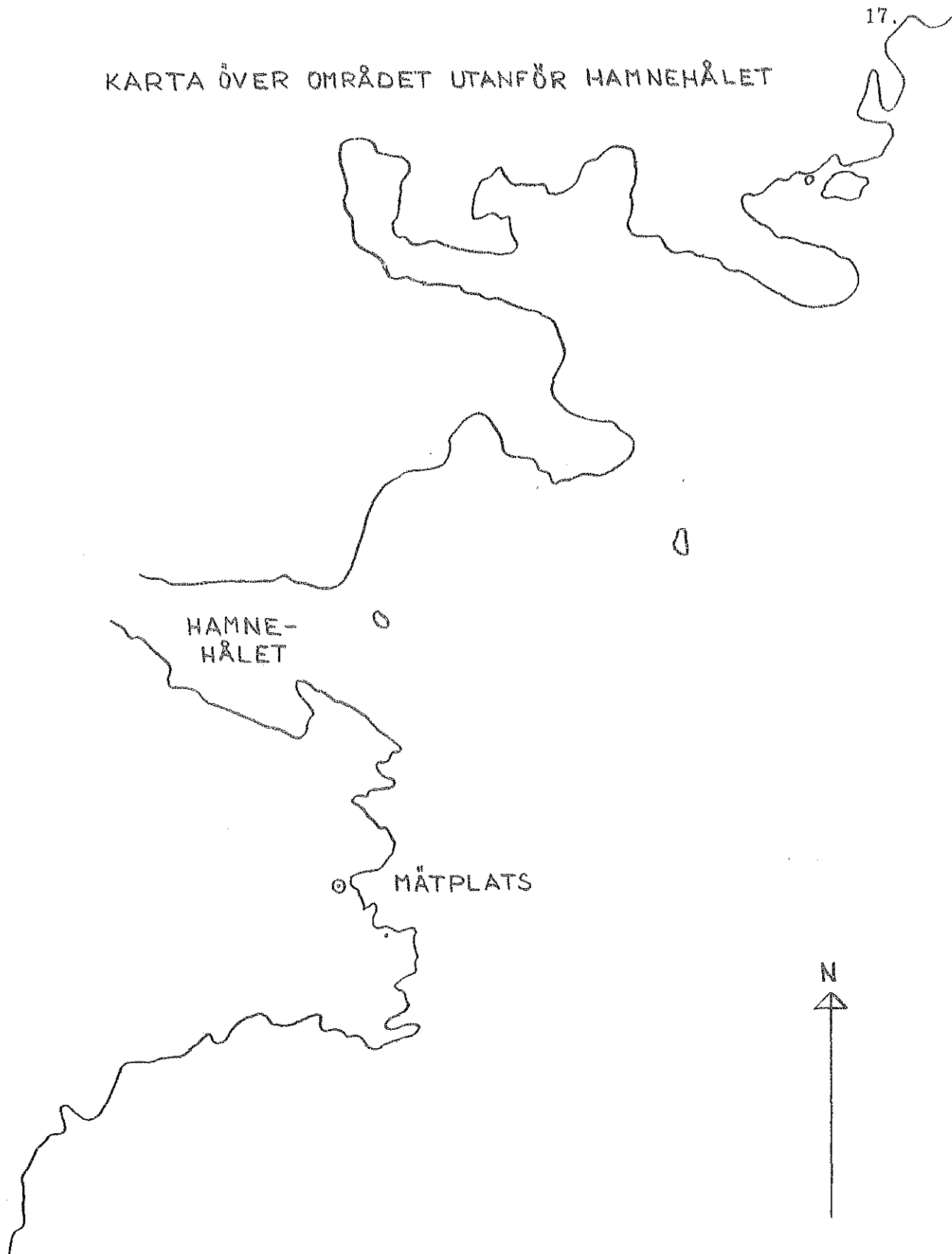


Karta 4

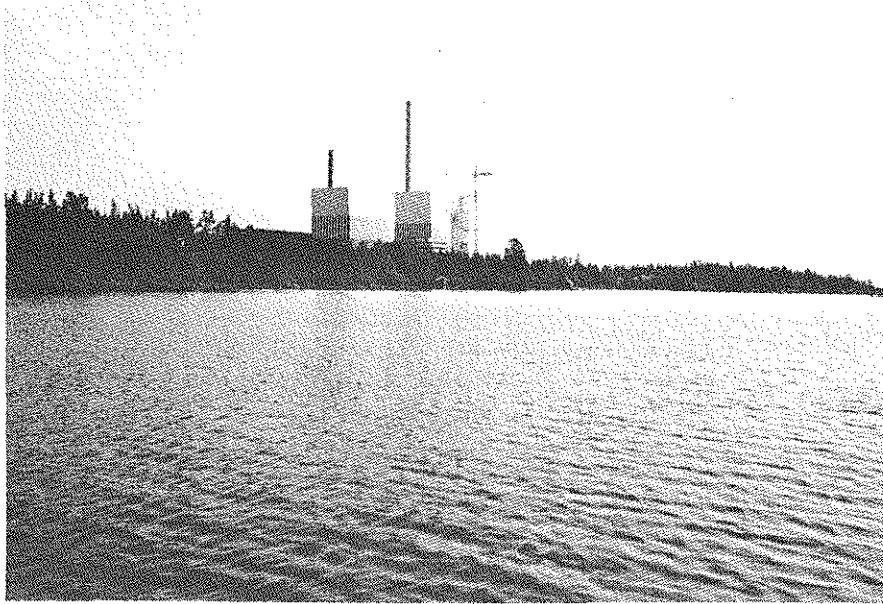
ÄVRÖ



KARTA ÖVER OMRÅDET UTANFÖR HAMNEHÅLET



SKALA 1:4000



Oskarshamnsverket sett från söder



Den större båten





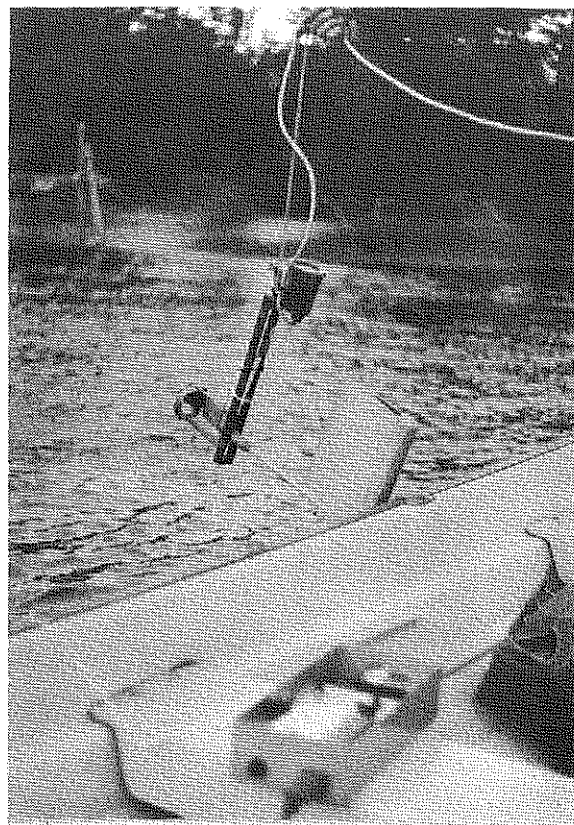
Temperaturmätning



Inmätning med avstånds-  
instrumentet



Dosering av strömkors



Flygel "Rudolph"

### 3.2 Mätningarnas utförande

I de markerade sektionerna i Hamnehålet gjordes mätningar med flyglar och termistorer. Svårigheter med uppankring av båtarna i sektionerna förekom. Detta beroende dels på den starka ytströmmen dels på svårigheter att få ankaren att fästa i botten.

Utanför Hamnehålet gjordes temperatur- och strömmätningar med termistor respektive strömkors. Vid relativt frisk vind gav båtens krängningar upphov till en del svårigheter vid temperaturmätningarna. Svårigheterna bestod i att få visaren på galvanometern stilla, vilket eventuellt kan ha gett upphov till en del osäkerhet i mätvärdena.

Vid strömkorsmätningarna monterades och inställdes först avståndsinstrumentet, därefter kunde doseringen av strömkorsen börja. Korsen doserades på en linje utanför Hamnehålet, 5 st på djupet 1 m och 2 st på 5 m. Kors som gick mot land eller gick för långt ut omdoserades, eftersom det var just området utanför Hamnehålet som skulle studeras. Vidare fick omdosering ske när väderleksförhållandena ändrades under en mätning. Ytkorset doserades vid olika tillfällen under en mätning och då så att man fick en så representativ bild av ytströmmen som möjligt.

## 4. BEARBETNING OCH REDOVISNING AV MÄTVÄRDEN

### 4.1 Strömkorsteori och dataprogram

Ett strömkors utsätts för ett antal krafter som vill driva det ur huvudströmmens riktning. För att få en riktig information om den sökta strömmen korrigeras de uppmätta hastigheterna och riktningarna med avseende på krafter på linan genom ström och på flytkroppen genom vind, vågor och ytström. Den teoretiska bakgrunden till dessa korrektioner finns utförligt beskriven i Andersson, Arnell, Bengtsson 1971, [2].

För själva korrektionsberäkningen och uträkningen av hastigheter, riktningar och koordinater hos huvudströmmen utnyttjades ett dataprogram, som är utarbetat vid vattenbyggnadsinstitutionen, CTH, av civ. ing. Ulf Leopoldsson. Programmet omfattar även plottnig av inmätningpunkter och strömvektorer. Vilka indata som krävs för programmet, hur de används m. m. finns också utförligt beskrivet i [2].

Följande korrektionskoefficienter har använts:

Vindkoefficienter:	Pinne + 2 bollar	$31,8 \cdot 10^{-4}$ kg/m
	Pinne + 3 bollar	$34,2 \cdot 10^{-4}$ kg/m

Linkoefficienter:	1 m djup (0,3 m lina)	0,7 kg/m
	5 m djup (4,3 m lina)	9,7 kg/m

Programmet går även att utnyttja för att beräkna hur ytkorsen har gått. Nollor insattes då för indata på vind, ytström, vindkoefficient och linkoefficient.

Ett exempel på datautskrift följer på nästa sida. Man kan ur denna utläsa okorrigerade och korrigerade koordinater, hastigheter och riktningar för varje inmätningsspunkt. Programmet plottar okorrigerade koordinater och korrigerade värden på hastigheter och riktningar.

#### 4.2 Allmänt om redovisningen

Mätresultaten har redovisats i två delar, en för Hamnehålet och en för området utanför. Inom varje del har mätningarna huvudsakligen presenterats dag för dag. En dag inleds med ett försättsblad med uppgifter om väderlek, recipientström på 4 m djup, vindförhållanden och vattentemperatur. Vinduppgifterna har erhållits dels från vädermasten och dels från egna observationer. Vidare anges de mätningar som utförts den aktuella dagen.

#### 4.3 Mätningar i Hamnehålet

Redovisningen sker enligt följande:

- Lägeskarta för temperatursektioner och mätpunkter
- Temperaturprofiler i mätpunkterna
- Temperatursektioner
- Hastighetsvektorer
- Hastighetsprofiler i mätpunkterna
- Flöden och värmeflöden

KORS	TIDPUNKT	CBS. PUNKT		DELTA	ALFA	AVSTÅND	OKORRIGERADE			KORRIGERADE				
		X	Y				X	Y	HAST	RIKTN	X	Y	HAST	RIKTN
1	9.15	-30	10	1880	5280	176	103	125						
									0.09	1644.			0.077	1811.
1	9.29	-30	10	1880	5500	234	176	120						
									0.05	2458.			0.050	2932.
1	9.48	-30	10	1880	5710	250	209	80						
									0.05	2875.			0.061	3226.
1	10.00	-30	10	1880	5840	252	218	48						
									0.05	2594.			0.058	2980.
1	10.51	-30	10	1880	6260	338	296	-78						
									0.06	2483.			0.064	2826.
1	11.10	-30	10	1880	60	392	336	-129						

KONSTANTER

KK=550 KL= 0.7 KS= 5.9 KV=0.00342 GAMMA=0.600

VINDEATA  
 TIDPUNKT  
 HASTIGHET  
 RIKTNING

9.00  
 4  
 23

STRÖMDEATA  
 TIDPLNKT  
 HASTIGHET  
 RIKTNING

9.00 9.50  
 0.21 0.19  
 1245 1140

Exempel på datautskrift

Vid redovisningen av hastighetsvektorer och temperatursektioner har värden från mätdagarna 27/9 resp 28/9 sammanställts. Detta gäller samtliga kartor med hastighetsvektorer samt temperatursektion V (från sektion I-III). Sektion I och II uppmättes den 27/9 medan sektion III uppmättes den 28/9. Sammanställningen har gjorts mot bakgrund av att de yttre förhållandena de båda dagarna var likartade.

Vid flygelmätningarna fick vi den 3/10 tillgång till en fotoelektrisk flygel med undre arbetsgränsen 2 cm/s mot 4-5 cm/s för de elektromagnetiska. Hastighetsprofilerna för den 3/10 har därför bifogats som jämförelse med de tidigare gjorda.

Onsdag 27 september 1972

- Väder: Lufttemperatur på morgonen +3°C och på eftermiddagen +6°C. Klart väder på förmiddagen och molnigt på eftermiddagen.
- Vind: På förmiddagen en vindstyrka på omkring 7 m/s och på eftermiddagen 3 m/s. Nordvästlig vind.
- Vattentemperatur: Intagstemperatur: 13°C  
Utsläppstemperatur: 22°C
- Mätningar: Mätningarna utfördes i Hamnehålet. Sektionerna 1 och 2 mättes med termistor och flygel. Sektion 1 ligger intill en fiskfälla som fiskeristyrelsen och naturvårdsverket använder för sina undersökningar. Denna rensades under dagen varvid en markant ökning av vattenhastigheten kunde uppmätas. Se flygelmätn.

Torsdag 28 september 1972

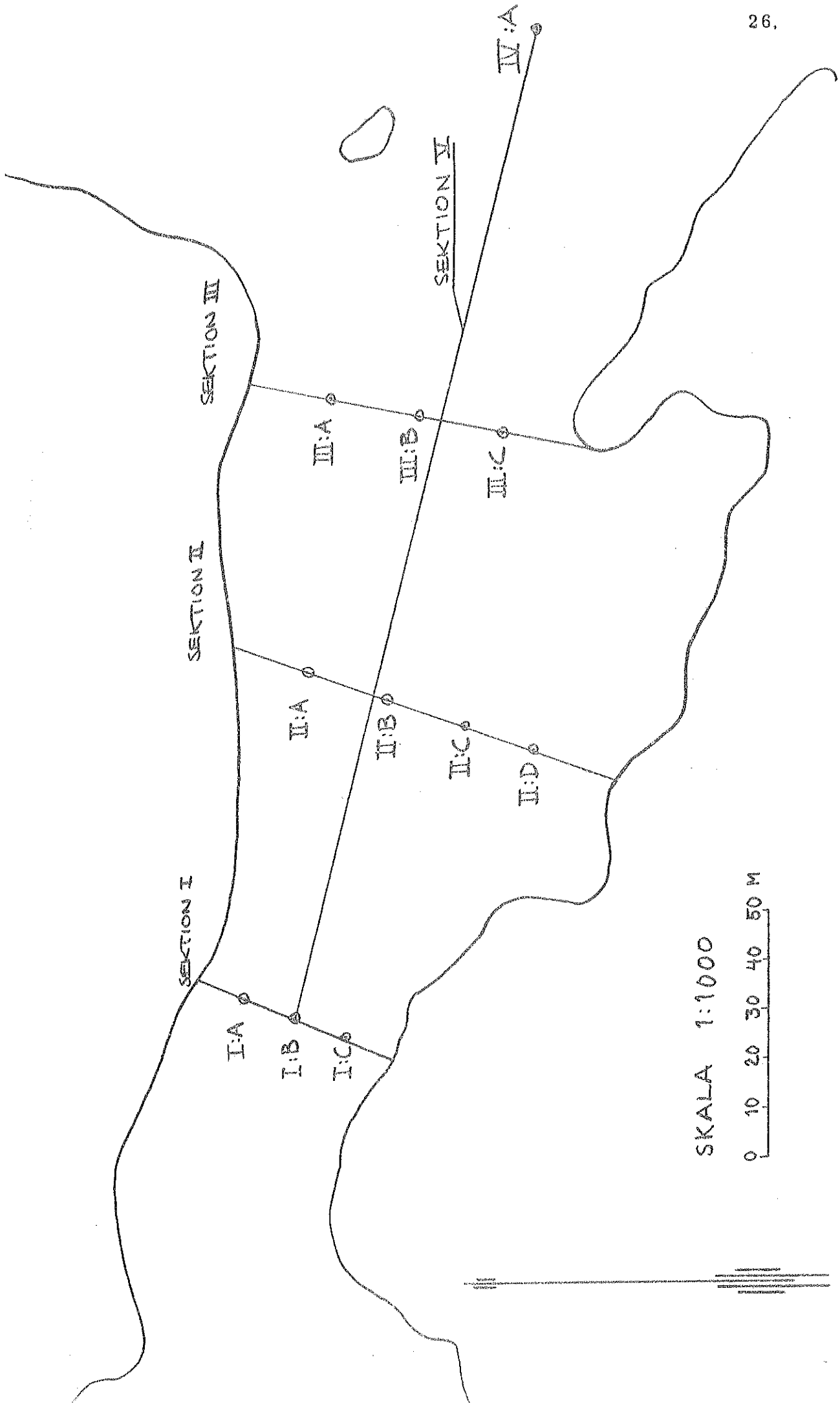
Väder: Lufttemperatur på morgonen  $+3^{\circ}\text{C}$ .  
Klart värder på förmiddagen och molnigt  
på eftermiddagen.

Vind: Byig nord-nordvästlig vind omkring 8 m/s.

Vattentemperatur: Intagstemperatur  $13^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $22^{\circ}\text{C}$

Mätningar: Dagens mätningar omfattar enbart mätningar  
i Hamnehålet. Sektionerna 2 och 3 mättes  
med termistor och flygel.

LÄGEN FÖR TEMPERATURSEKTIONER I HAMNEHÅLET



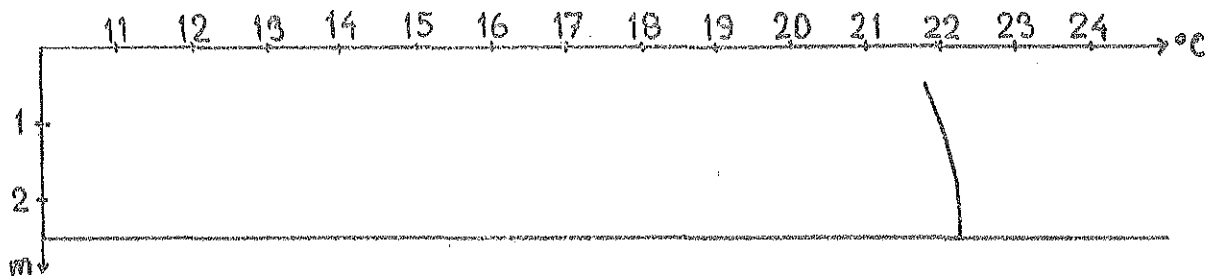


27/9 1972

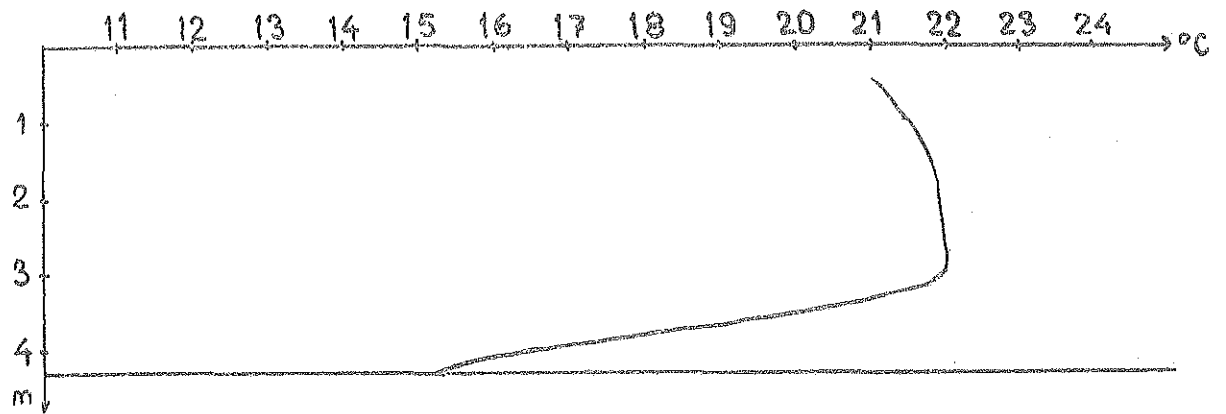
TEMPERATURMÄTNING SEKTION I

27.

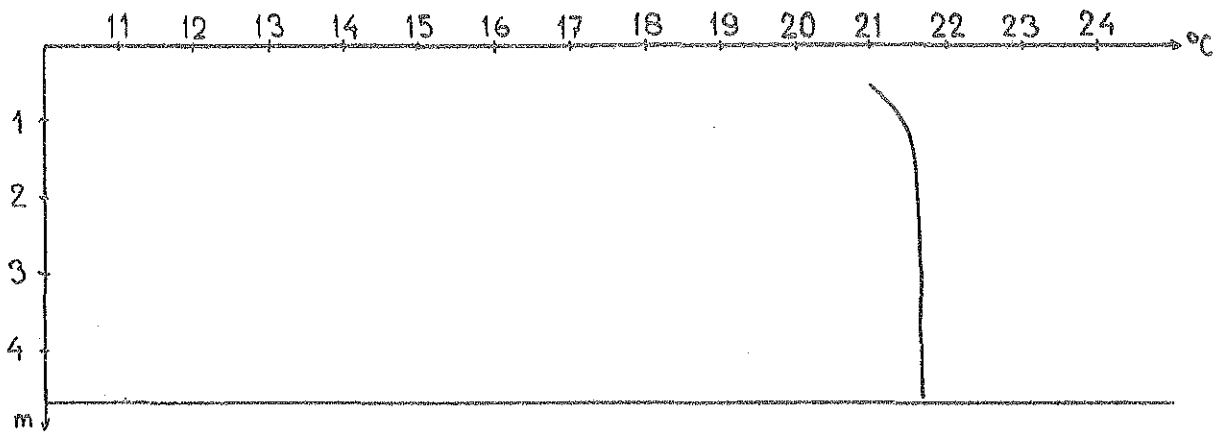
PUNKT I:A



PUNKT I:B



PUNKT I:C

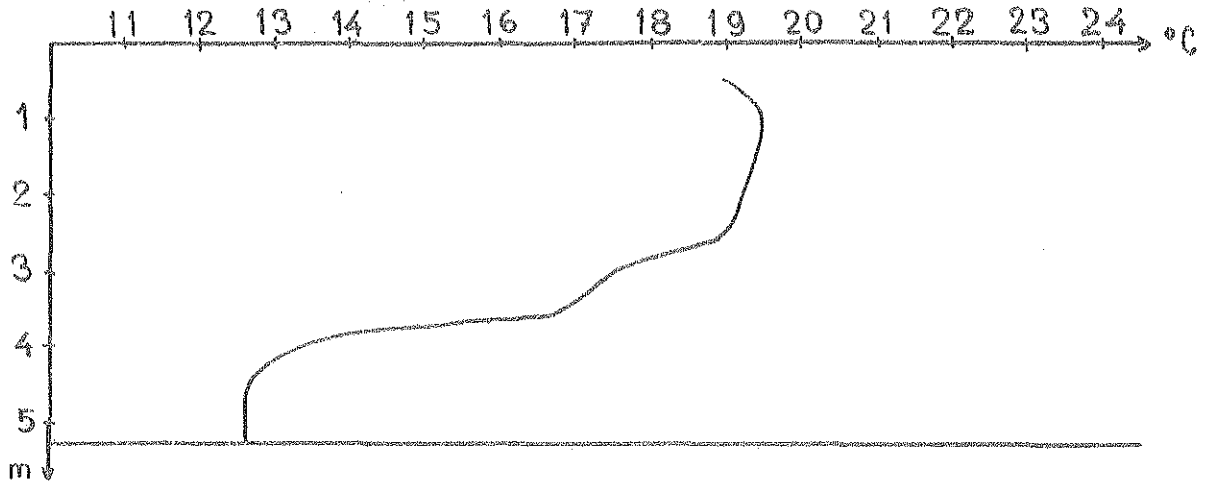


27/9 1972

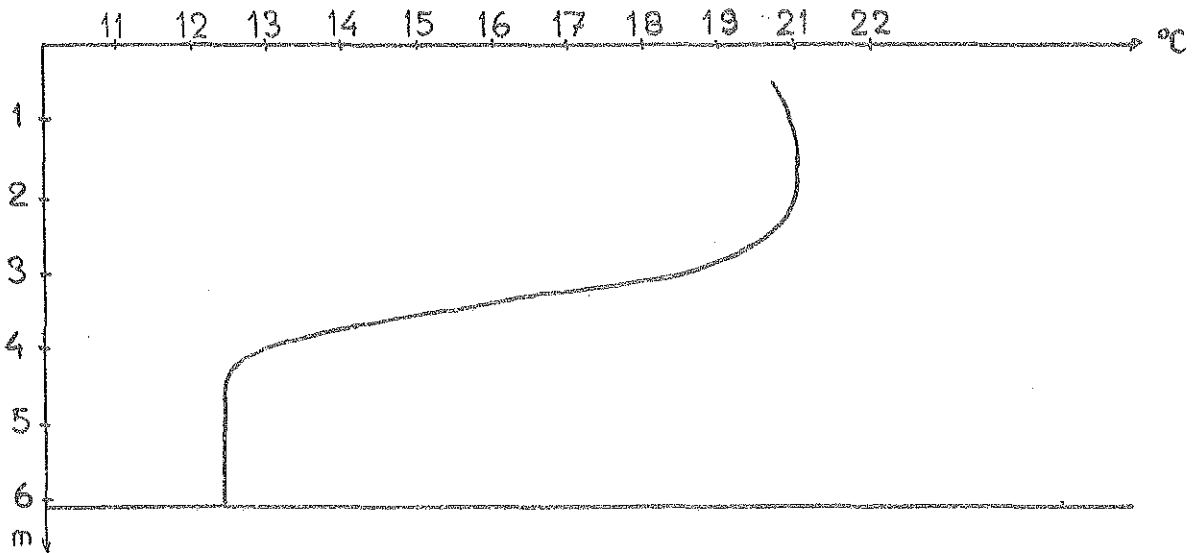
28.

TEMPERATURMÄTNING SEKTION II

PUNKT II:A

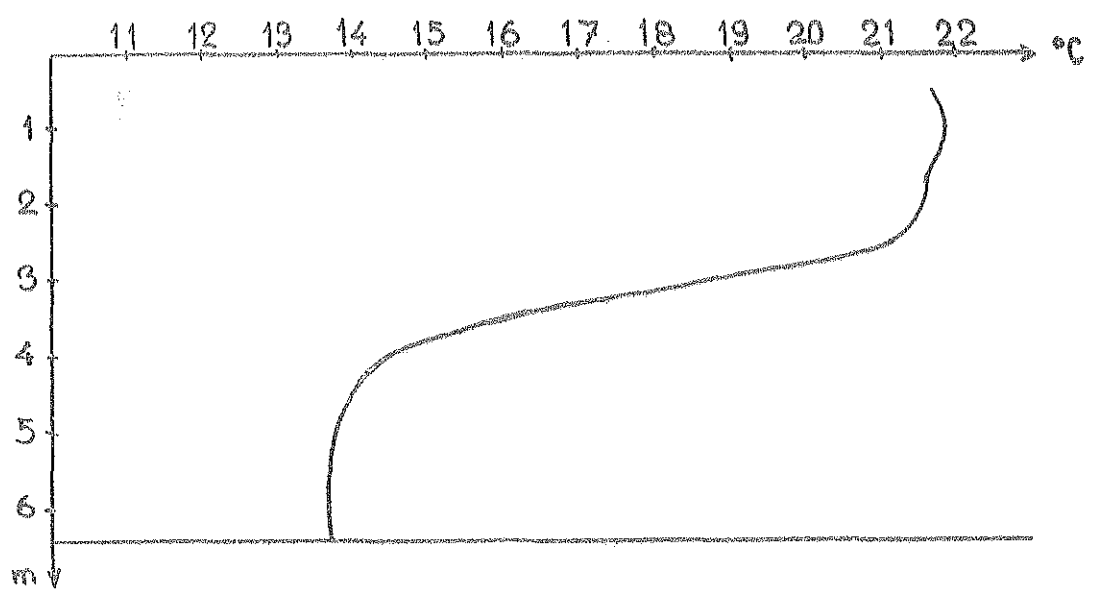


PUNKT II:B

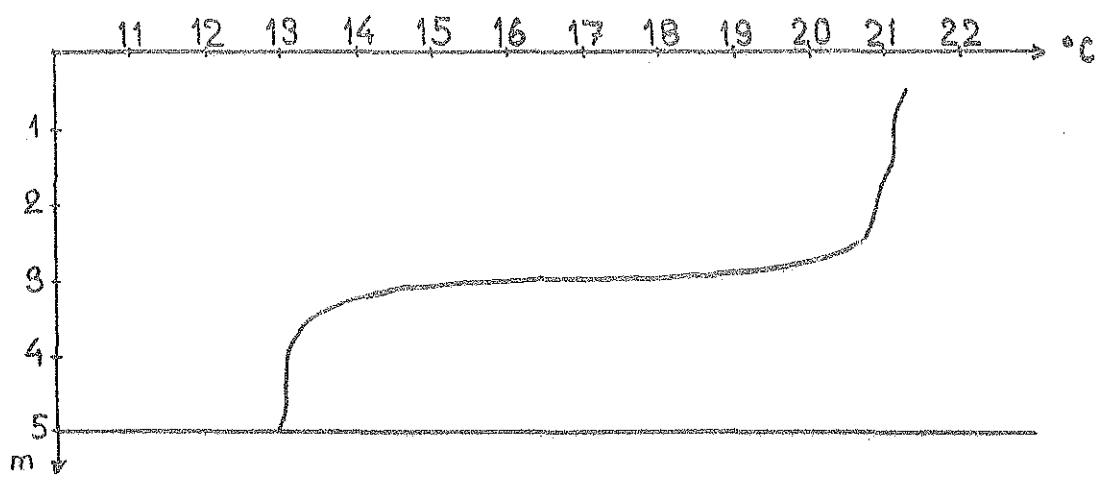


27/9 1972

PUNKT II:C

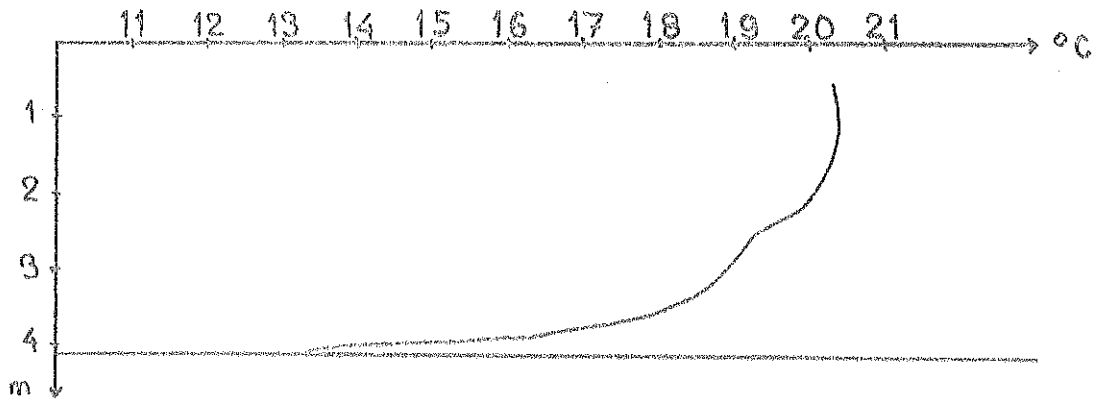


PUNKT II:D

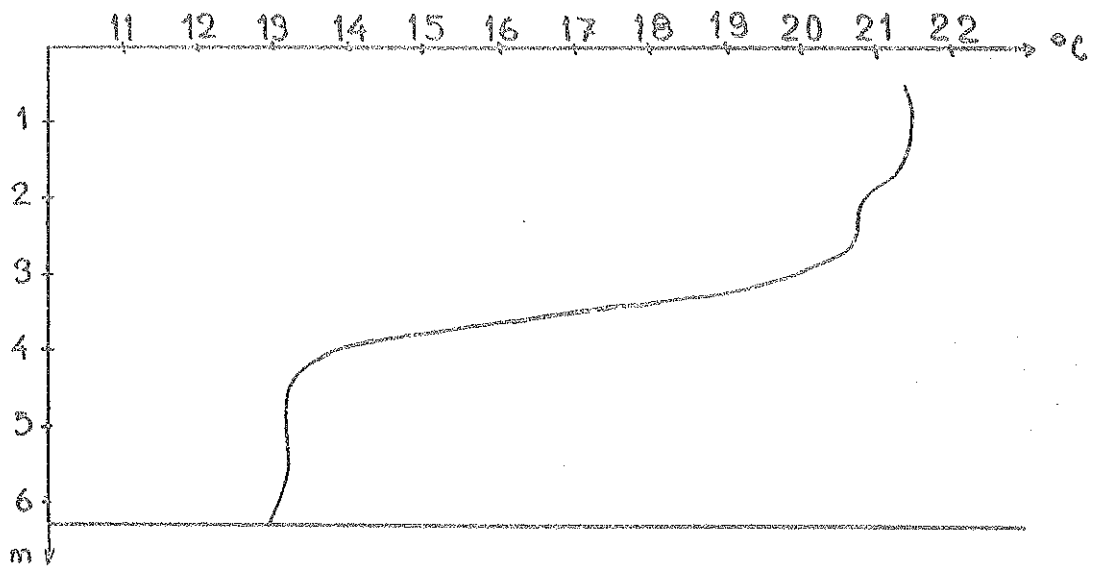


TEMPERATURMÄTNING SEKTION III

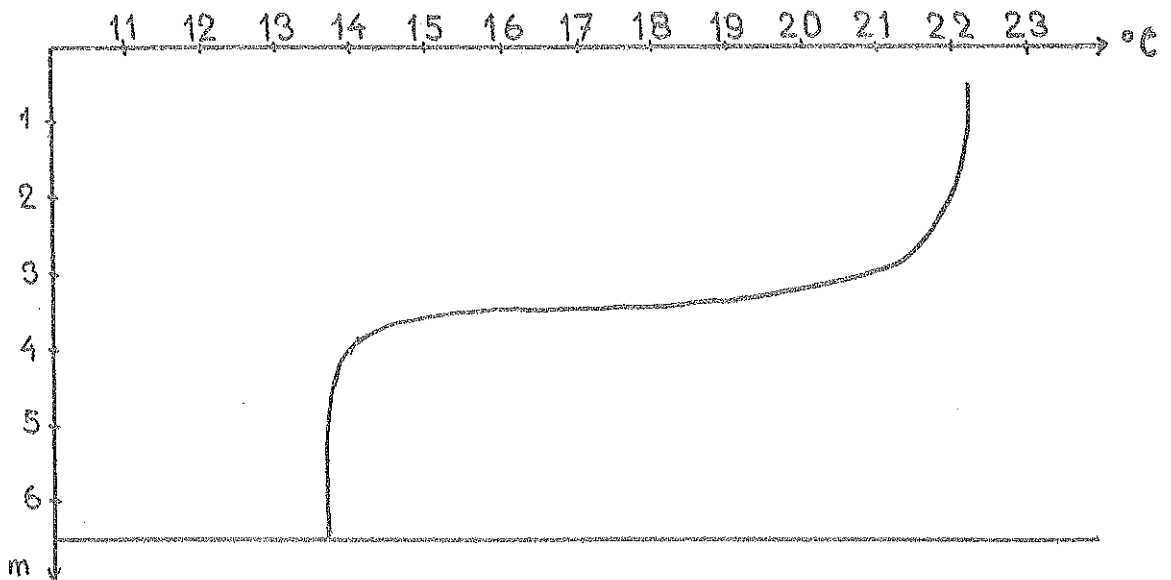
PUNKT III:A



PUNKT III:B



PUNKT III:C

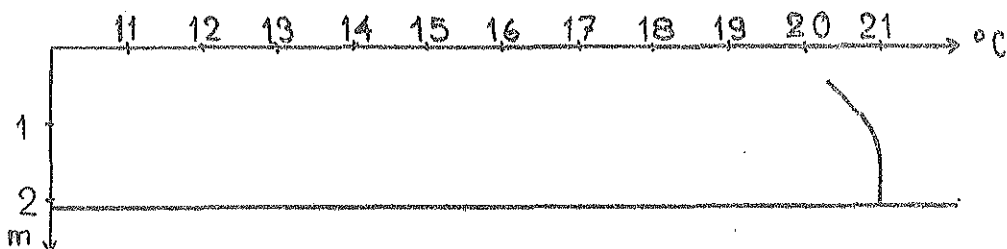


28/9 1972

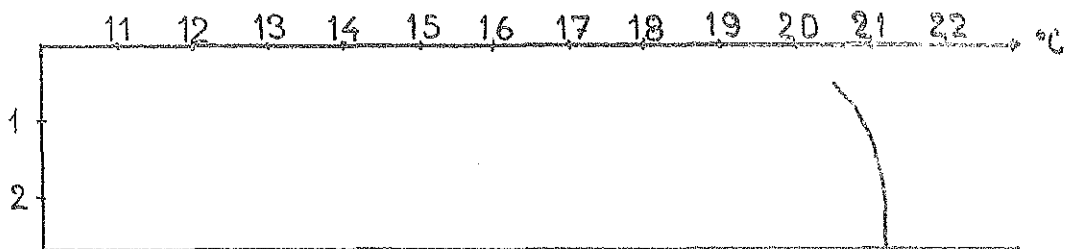
31.

# TEMPERATURMÄTNING SEKTION III

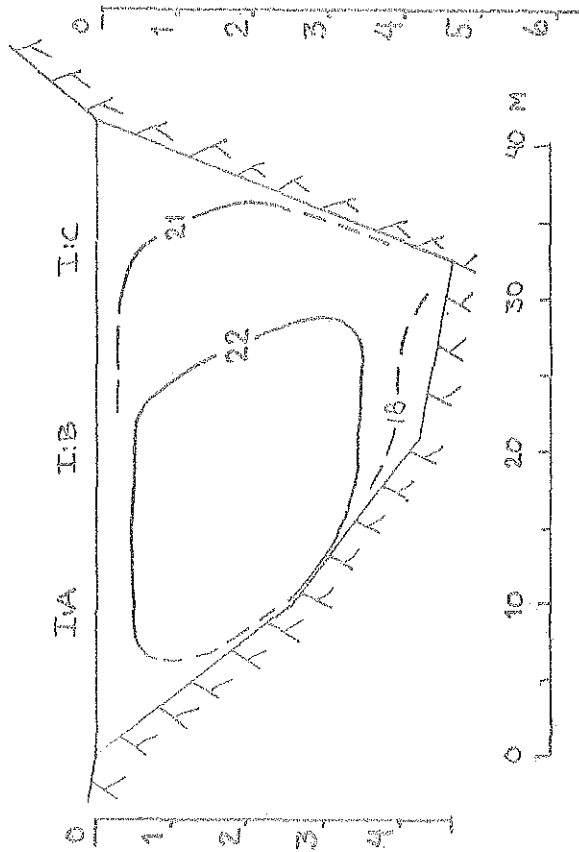
PUNKT III:D



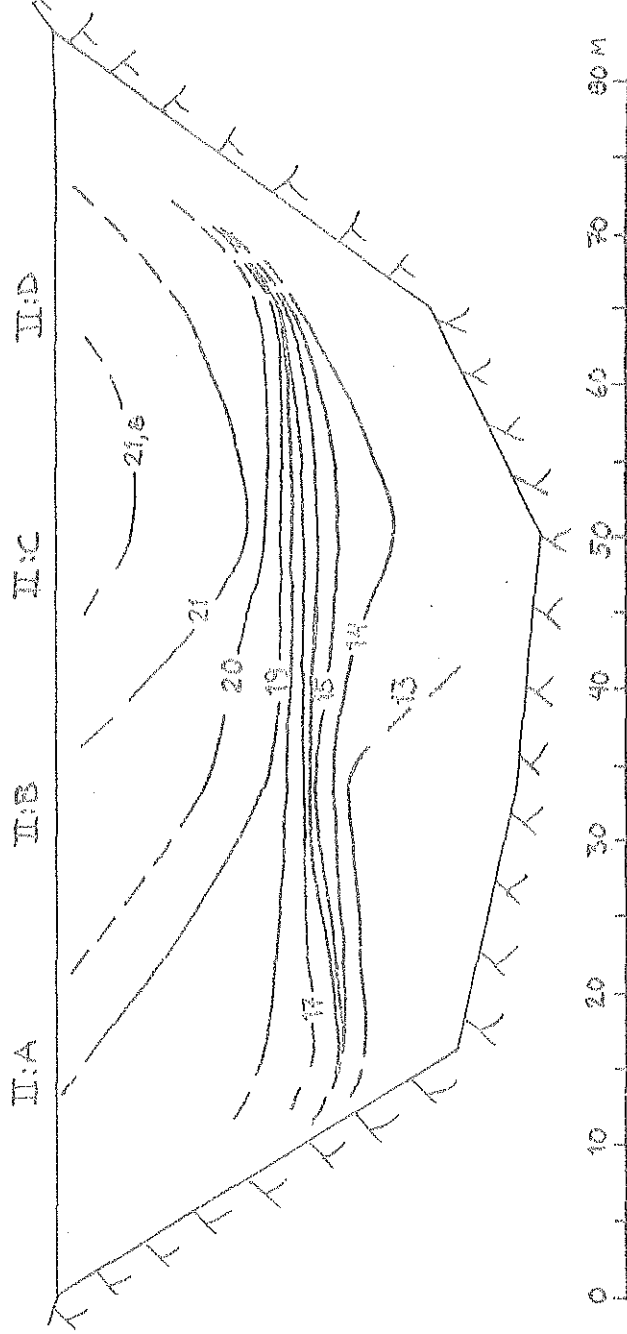
PUNKT III:E



SEKTION I



SEKTION II



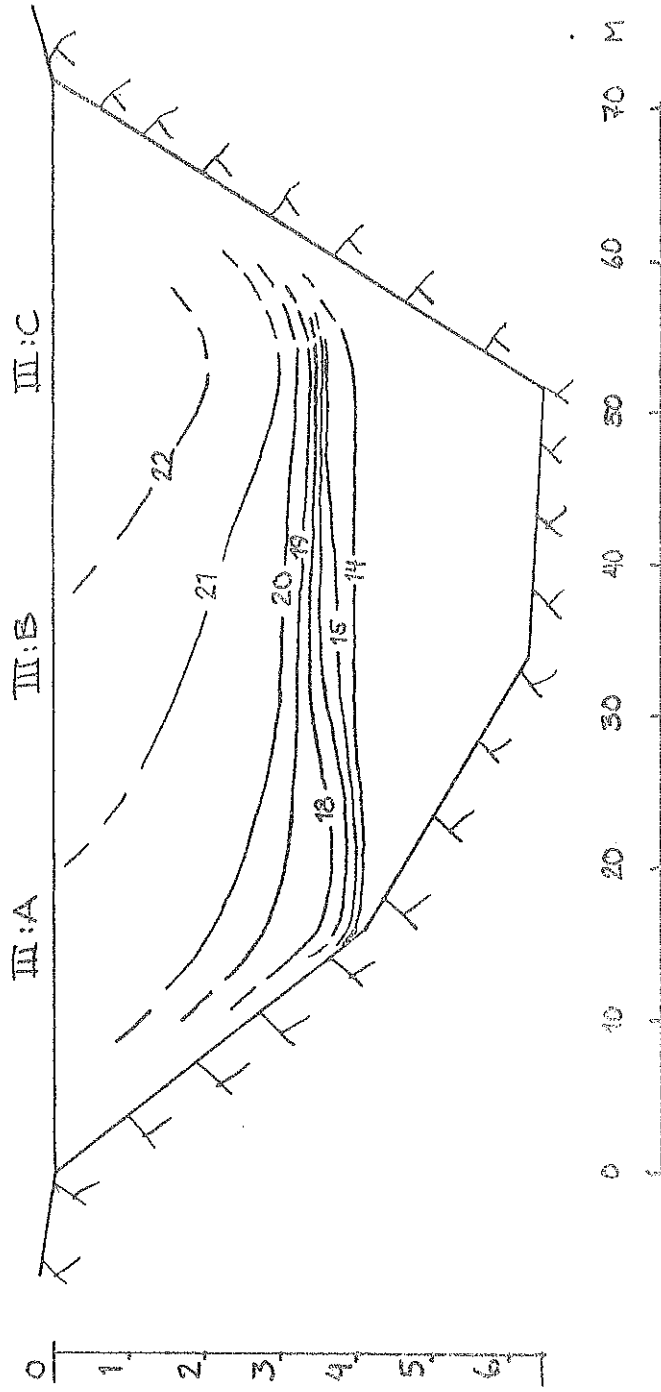
TEMPERATURSEKTIONER

LÄNGDSKALA 1:500

HÖJDSKALA 1:100

27/9 1972

SEKTION III



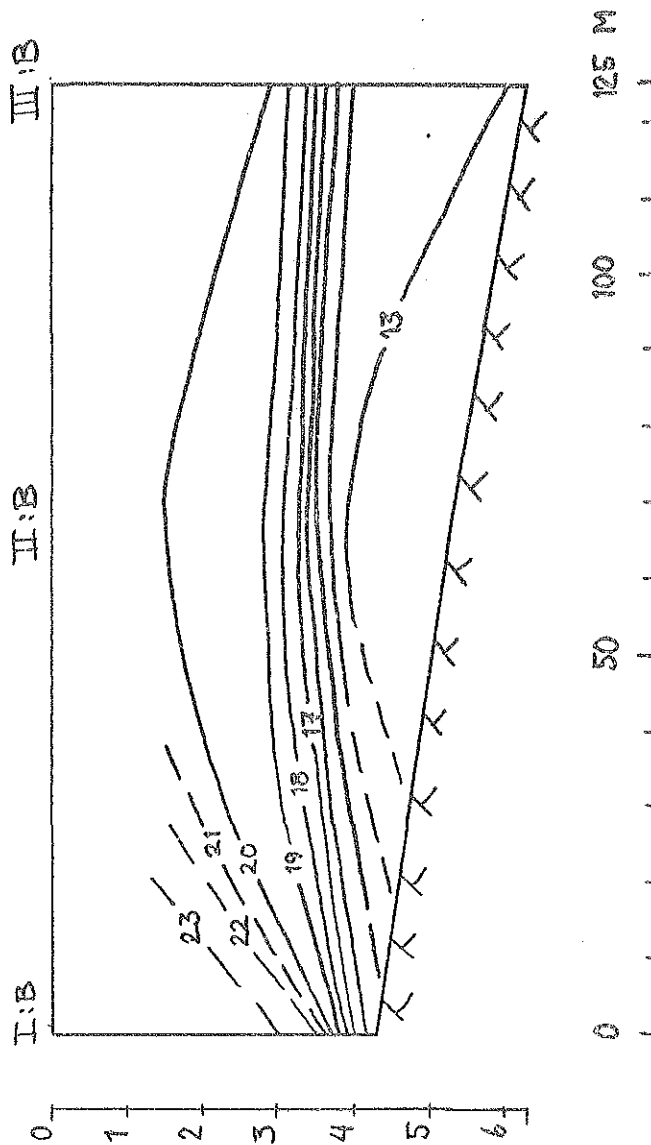
TEMPERATURSEKTIONER

LÄNGDSKALA 1:500

HÖJDSKALA 1:100

28/9 1972

SEKTION V [FRÅN SEKTION I - III]



TEMPERATURSEKTIONER

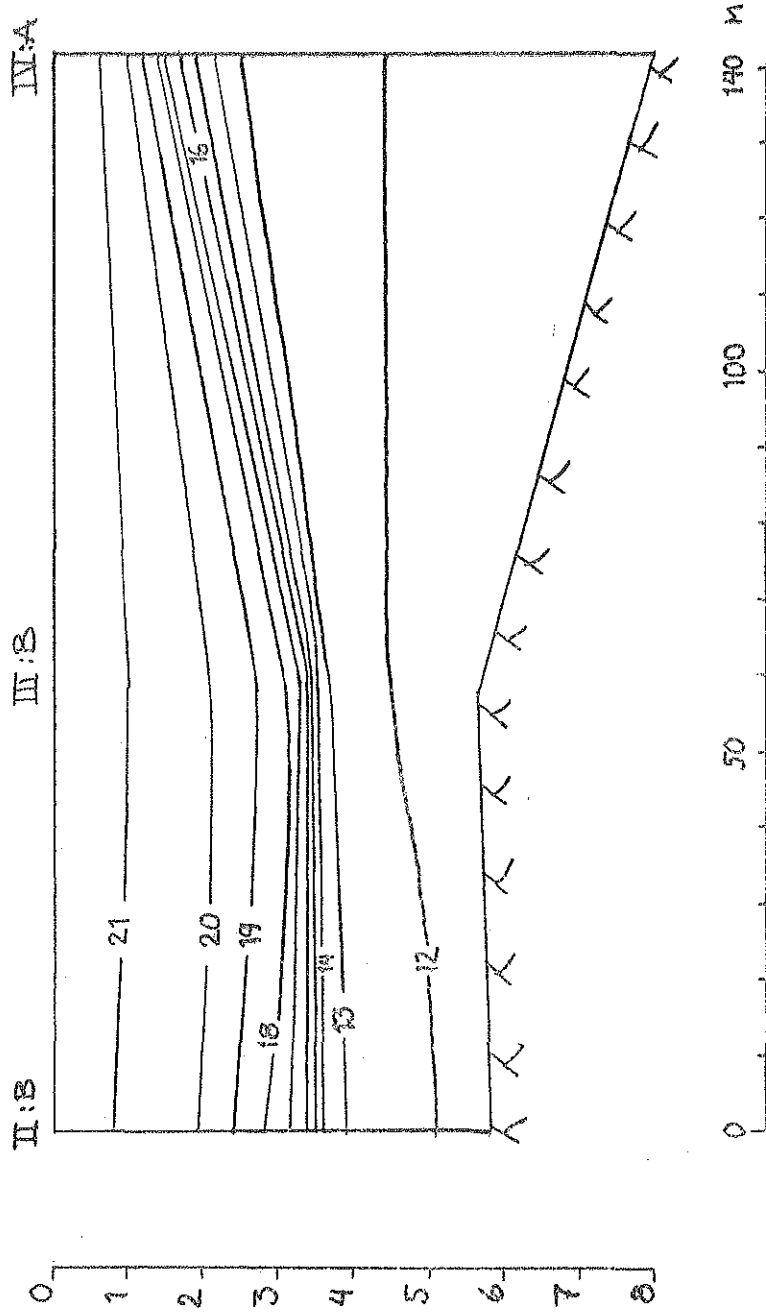
LÅNGDSKALA 1:1000

HÖJDSKALA 1:100

27-28/9 1972



SEKTION V [FRÅN SEKTION II-IV]



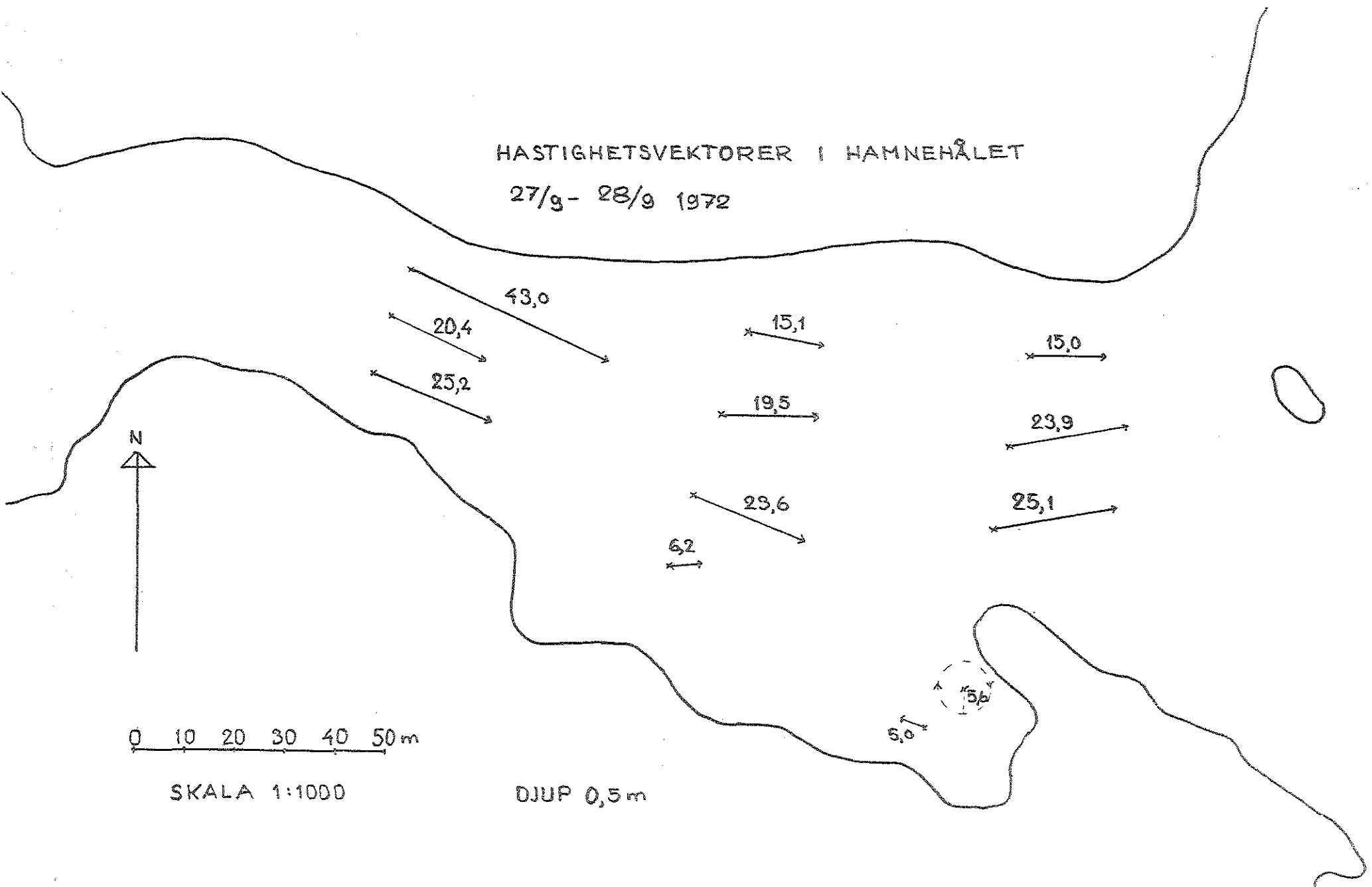
TEMPERATURSEKTIONER

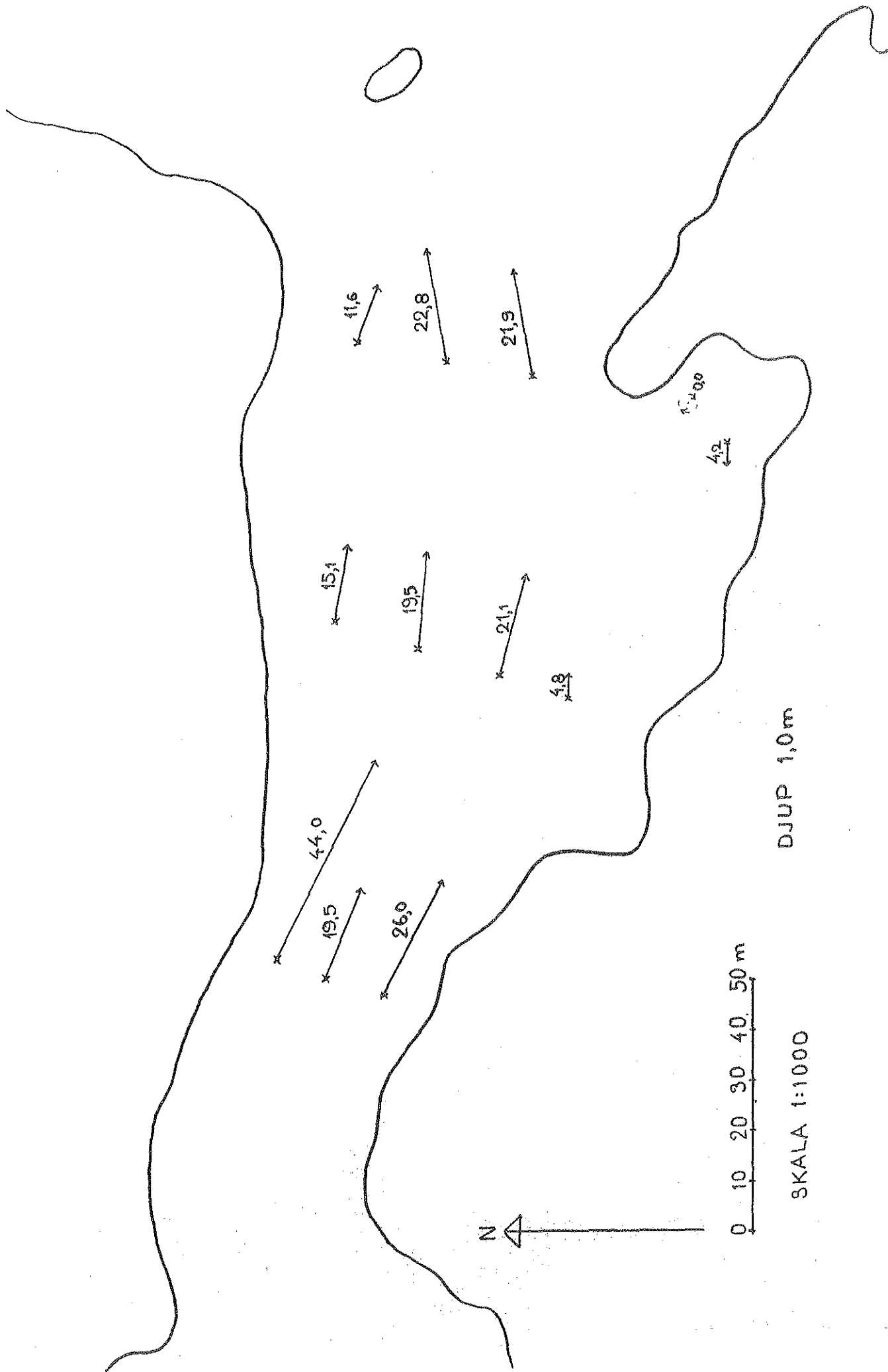
LÄNGDSKALA 1:1000

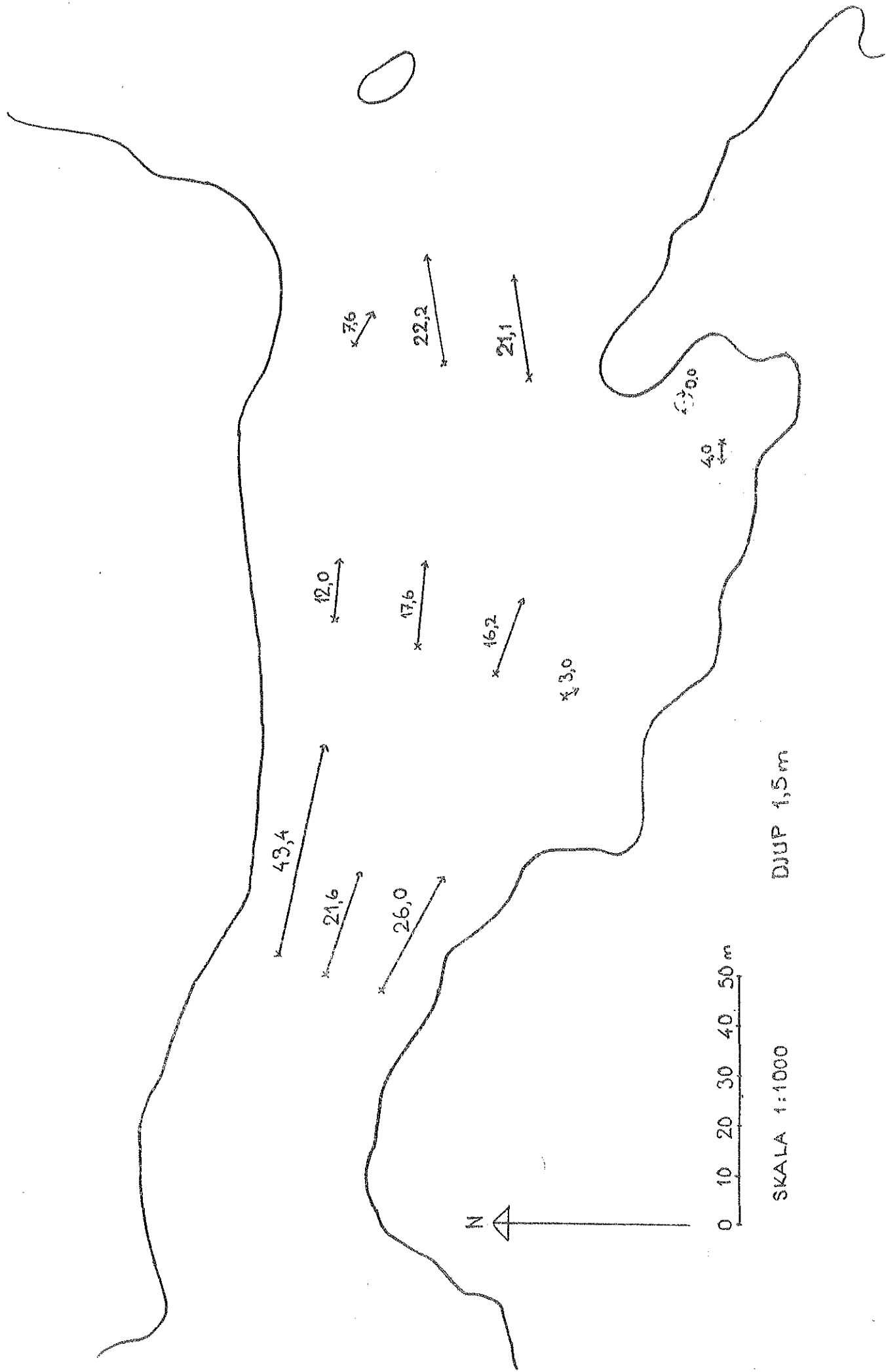
HÖJDSKALA 1:100

3/10 1972

HASTIGHETSVEKTORER I HAMNEHÅLET  
27/9 - 28/9 1972



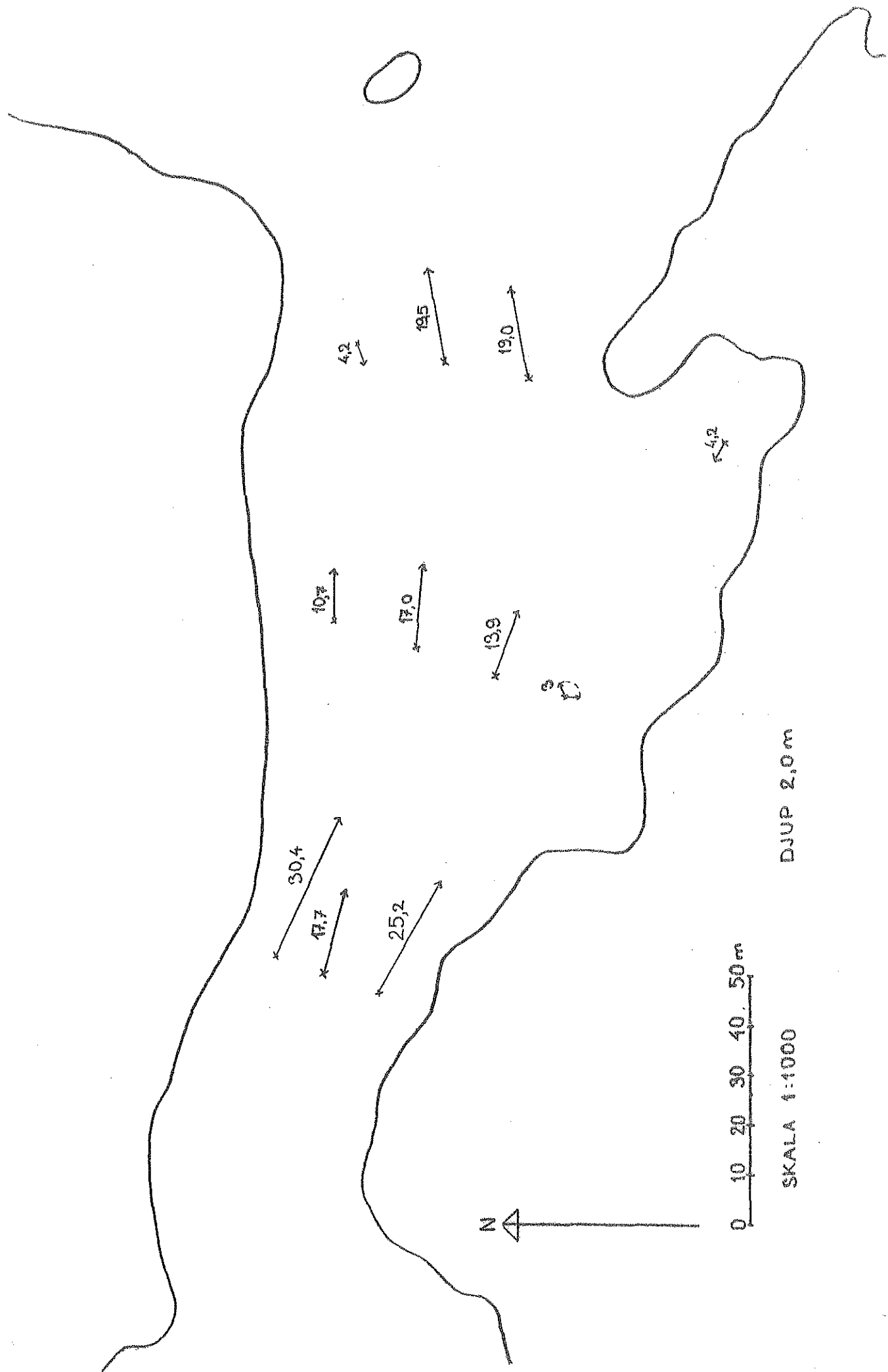


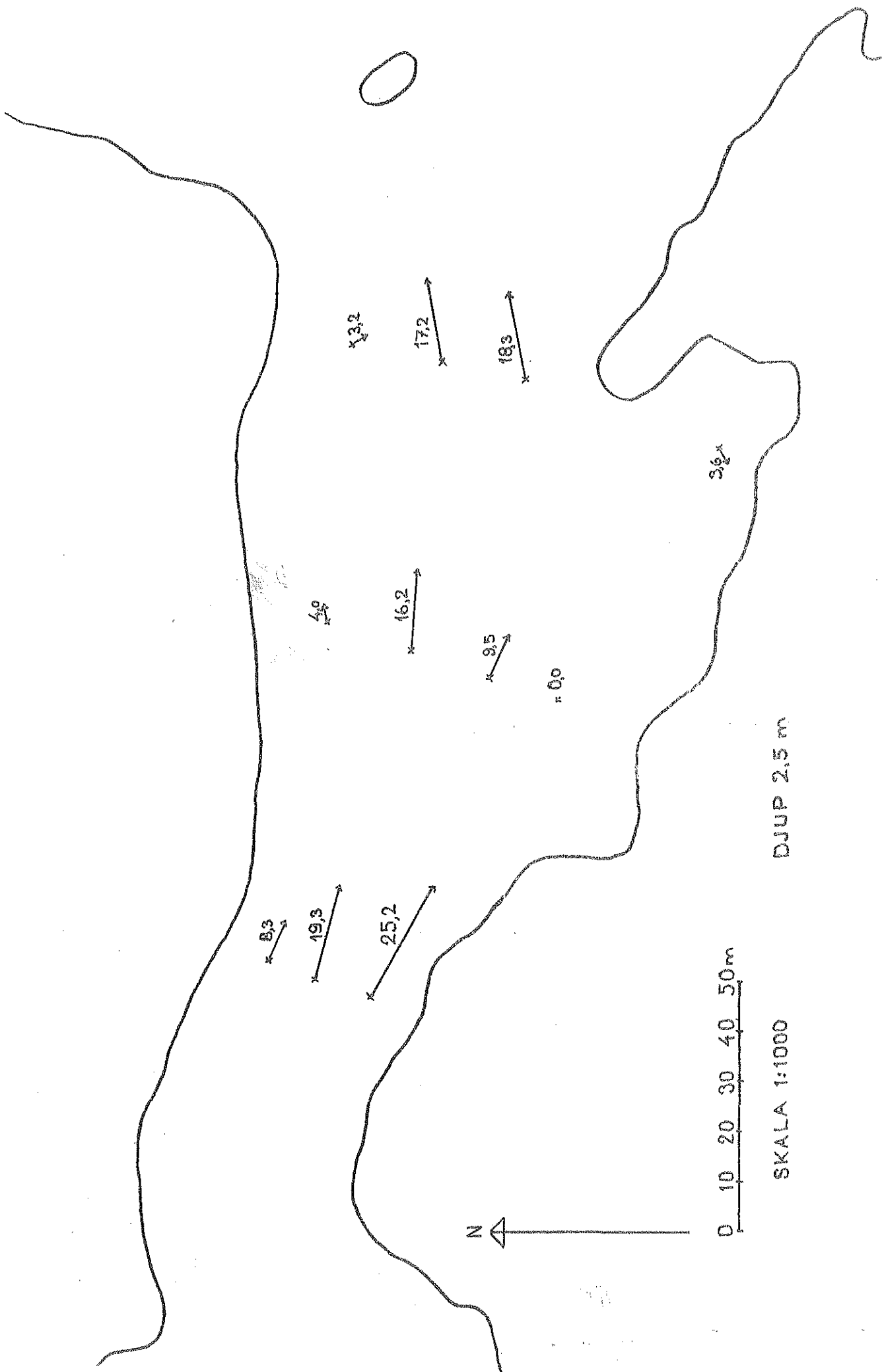


DJUP 1,5 m

SKALA 1:1000

0 10 20 30 40 50 m



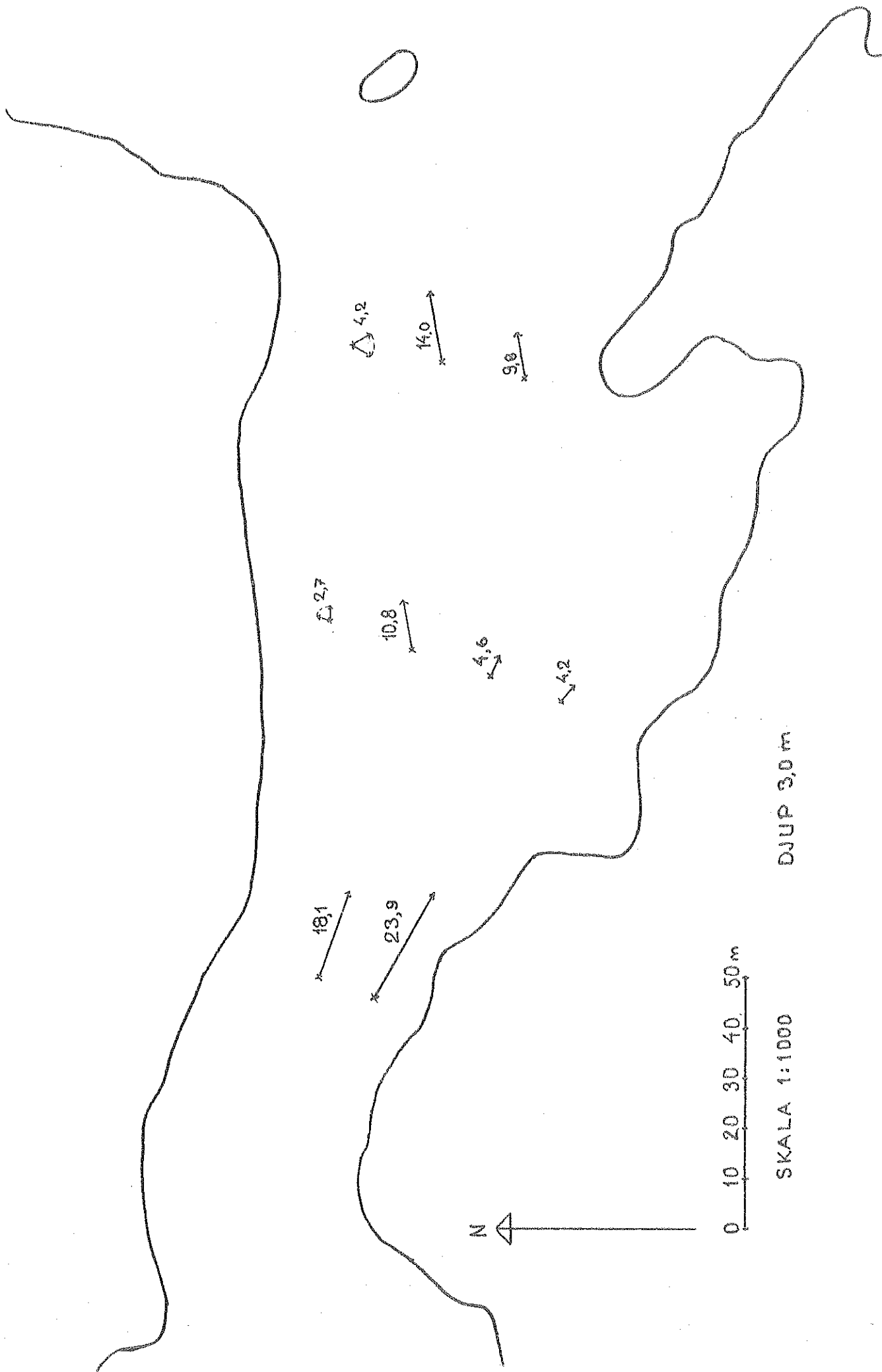


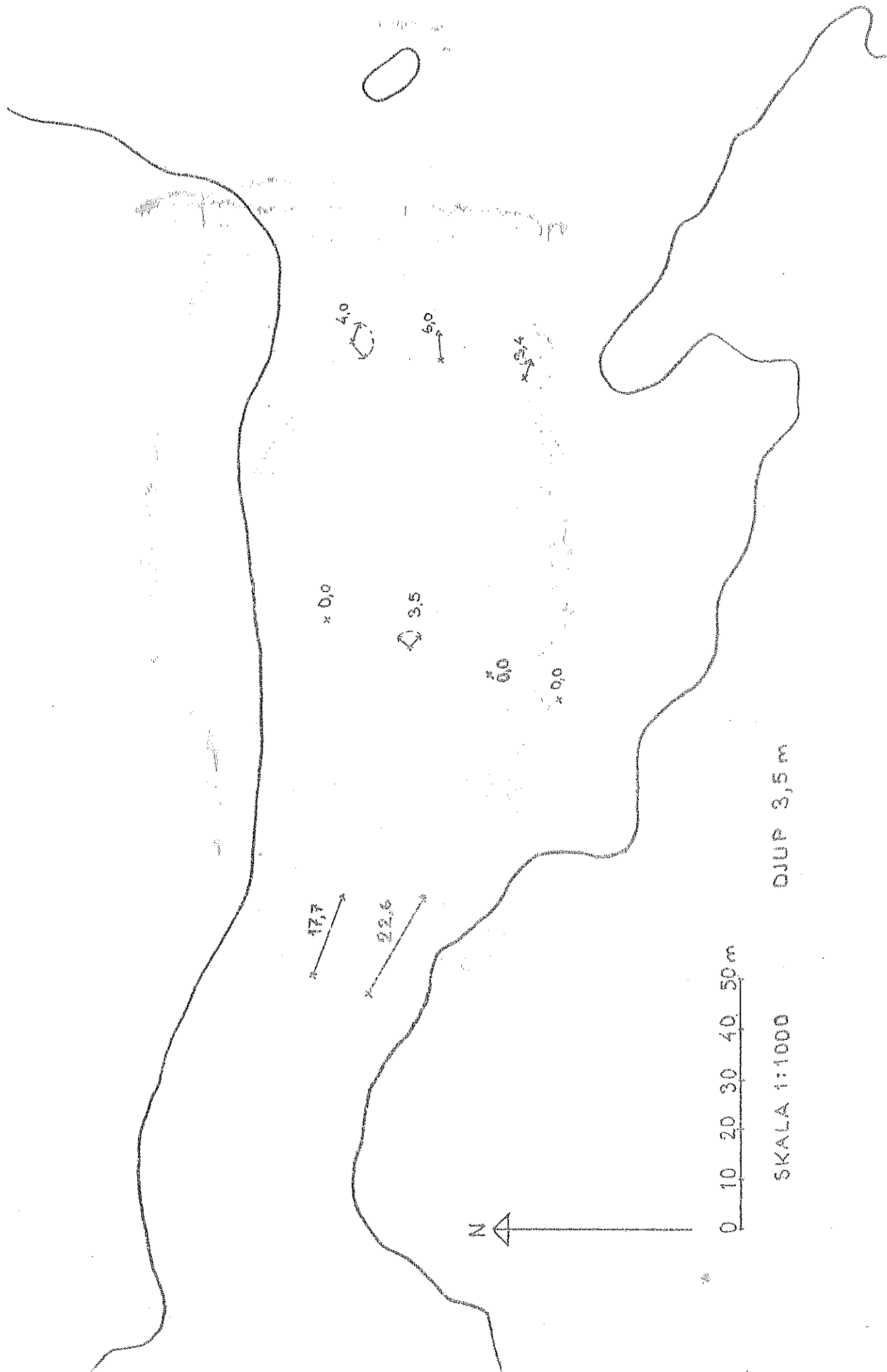
DJUP 2,5 m

SKALA 1:1000

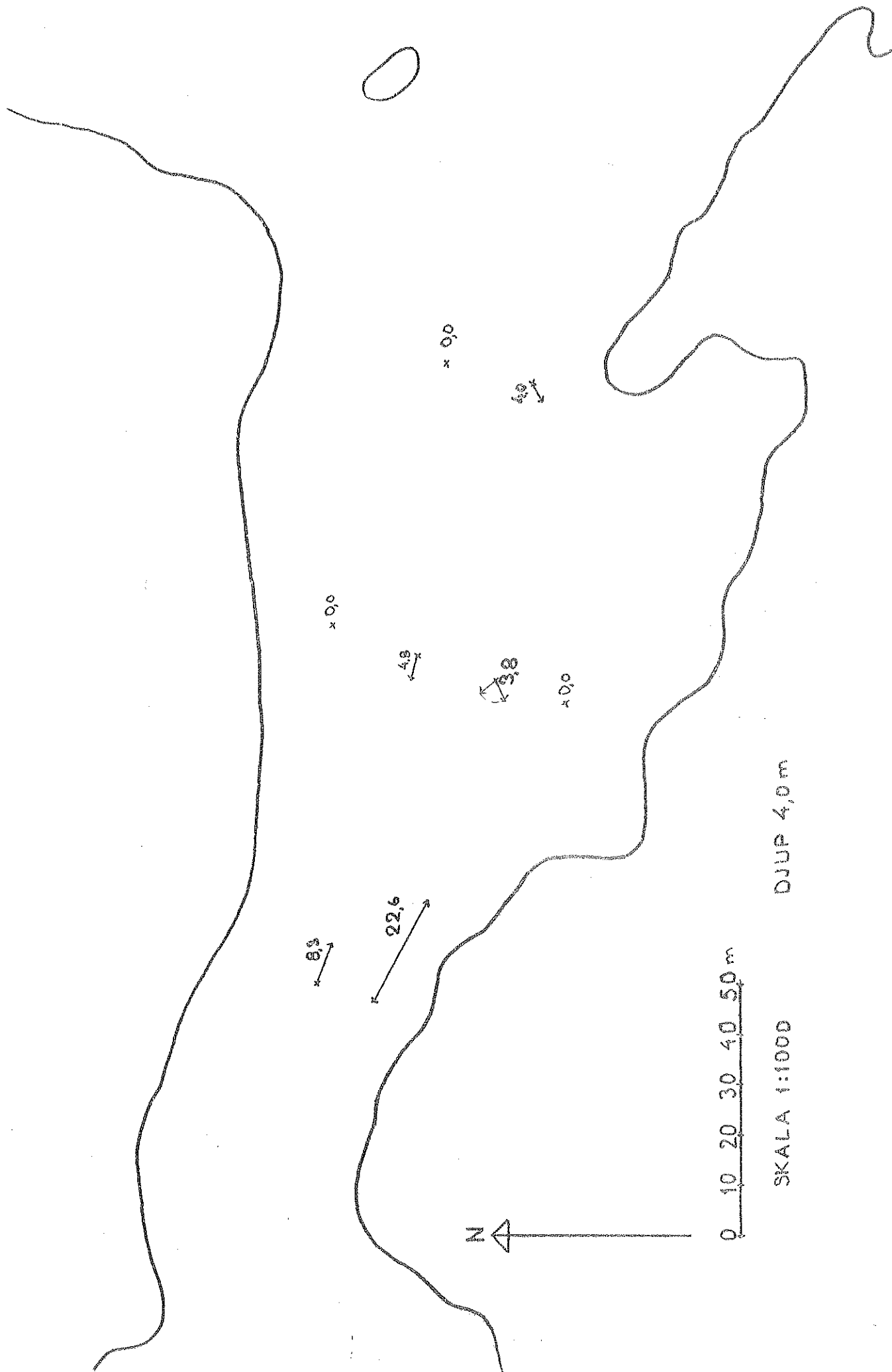
0 10 20 30 40 50m

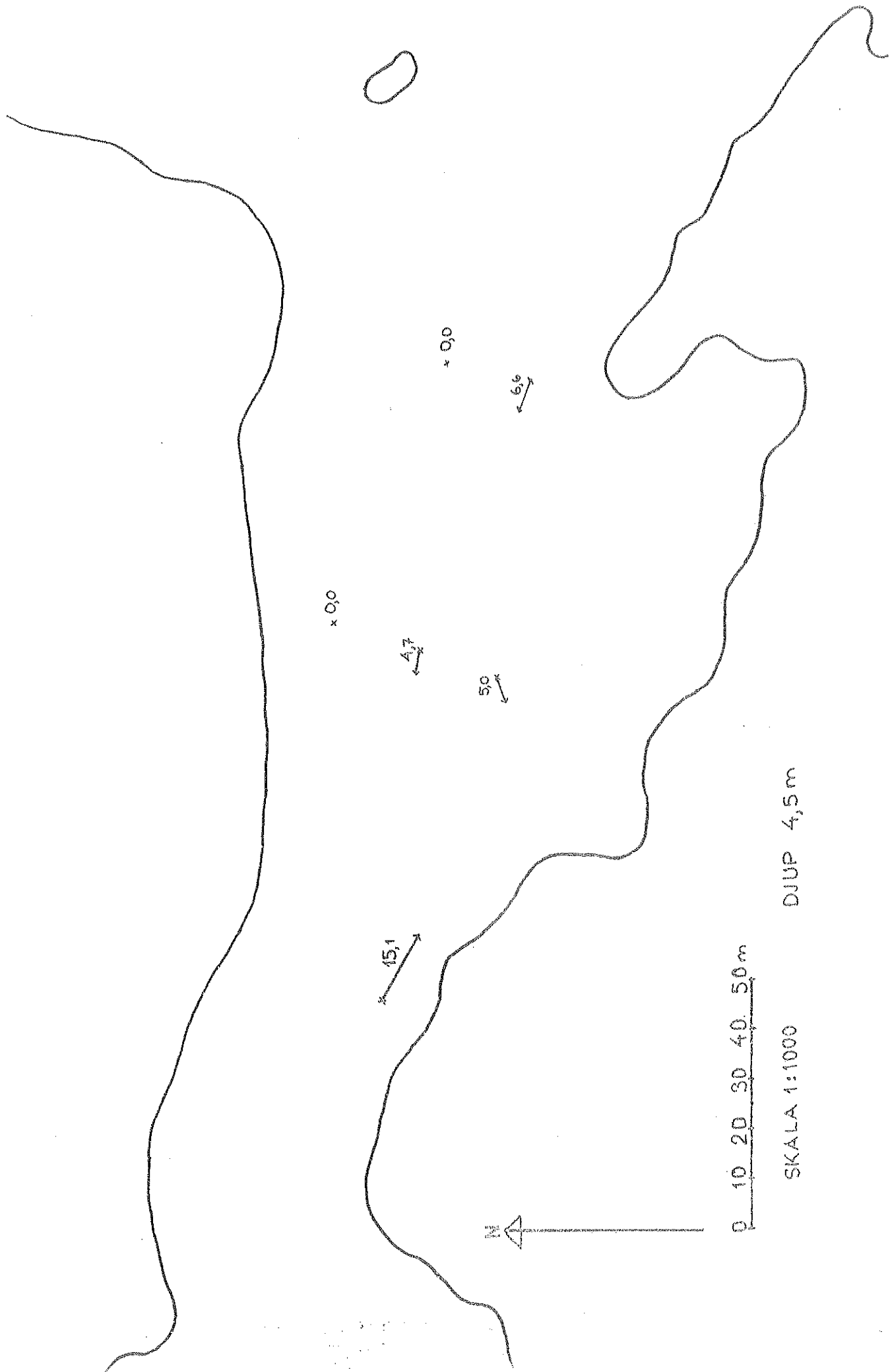
N

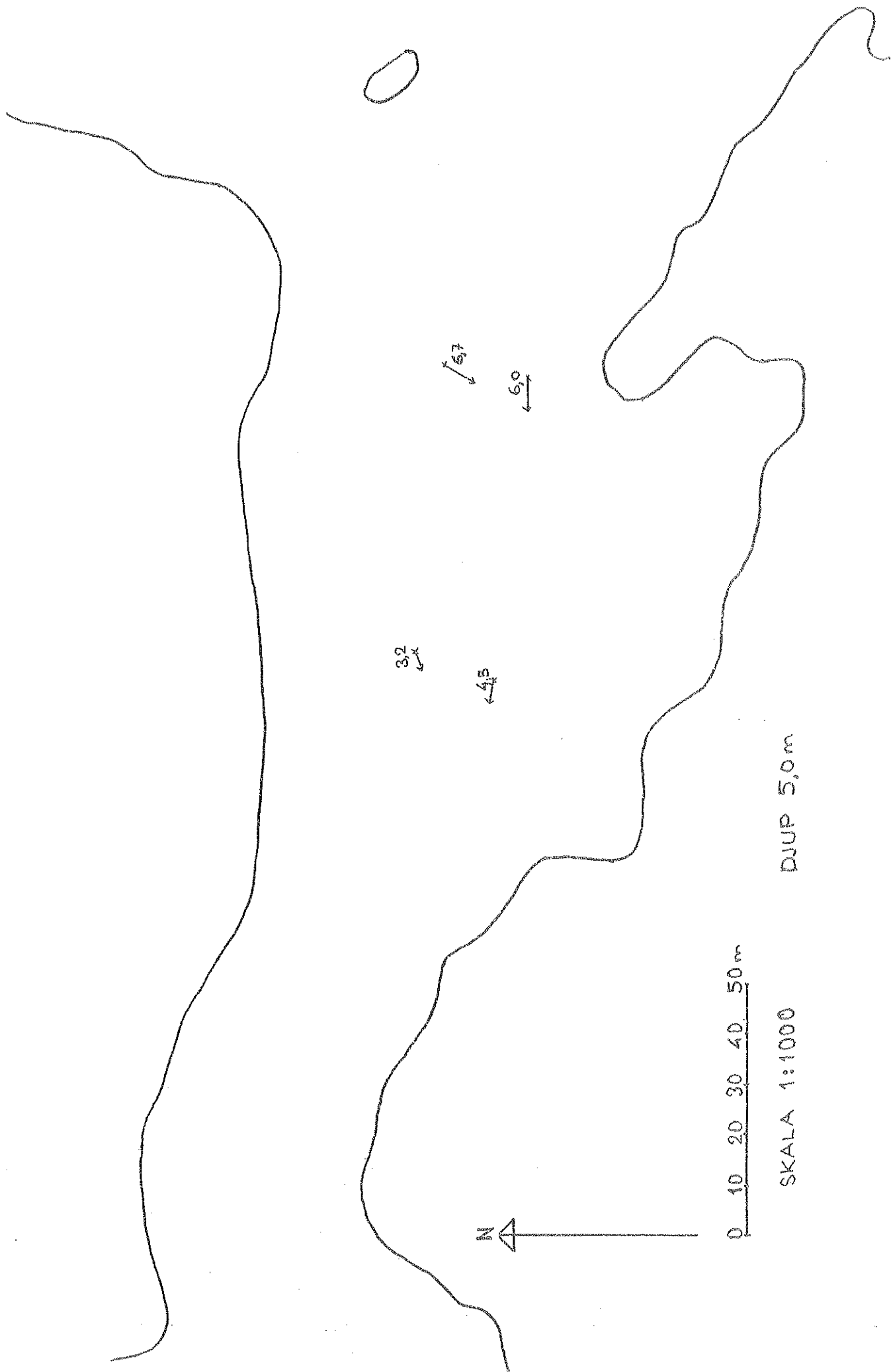










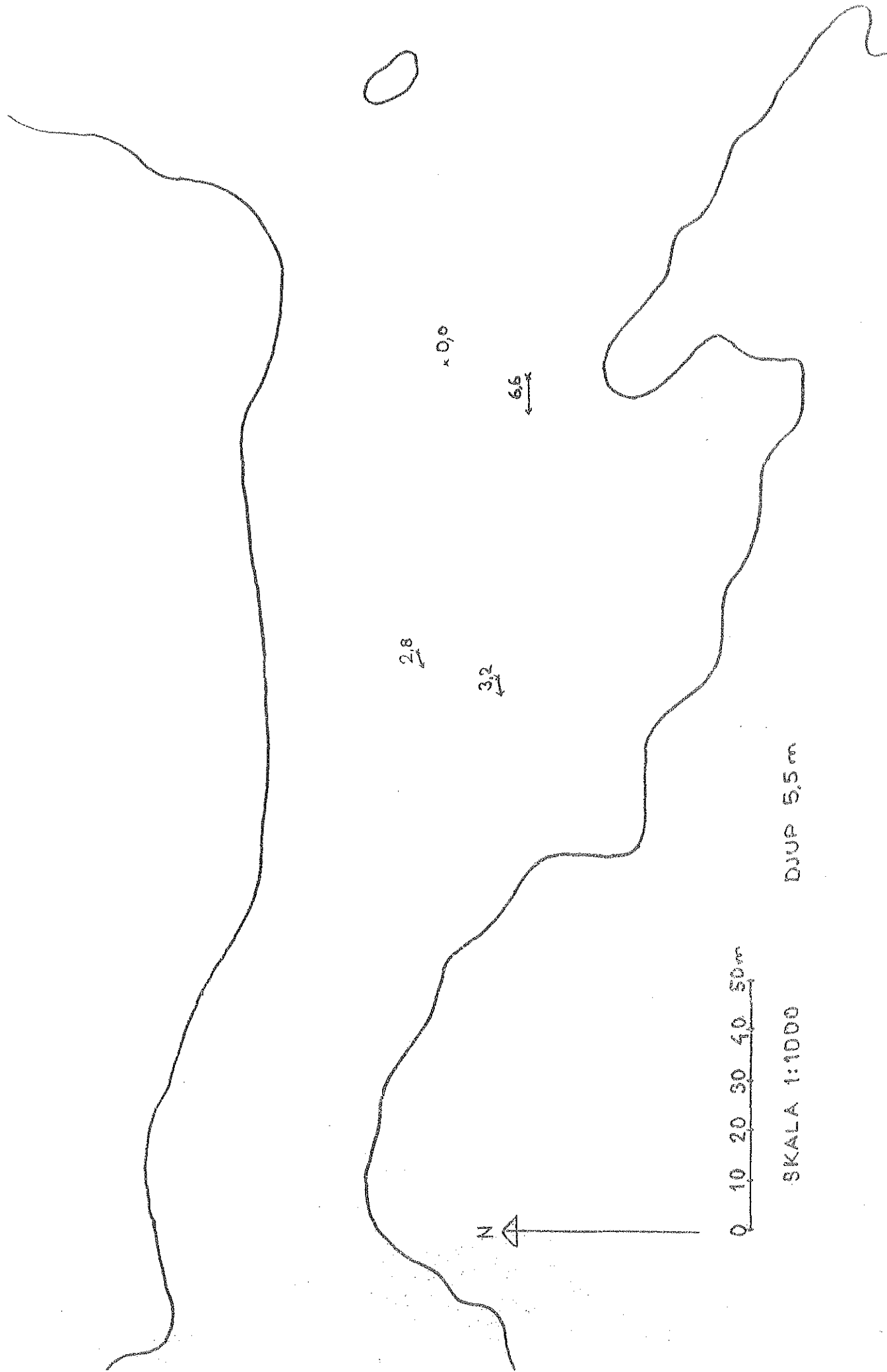


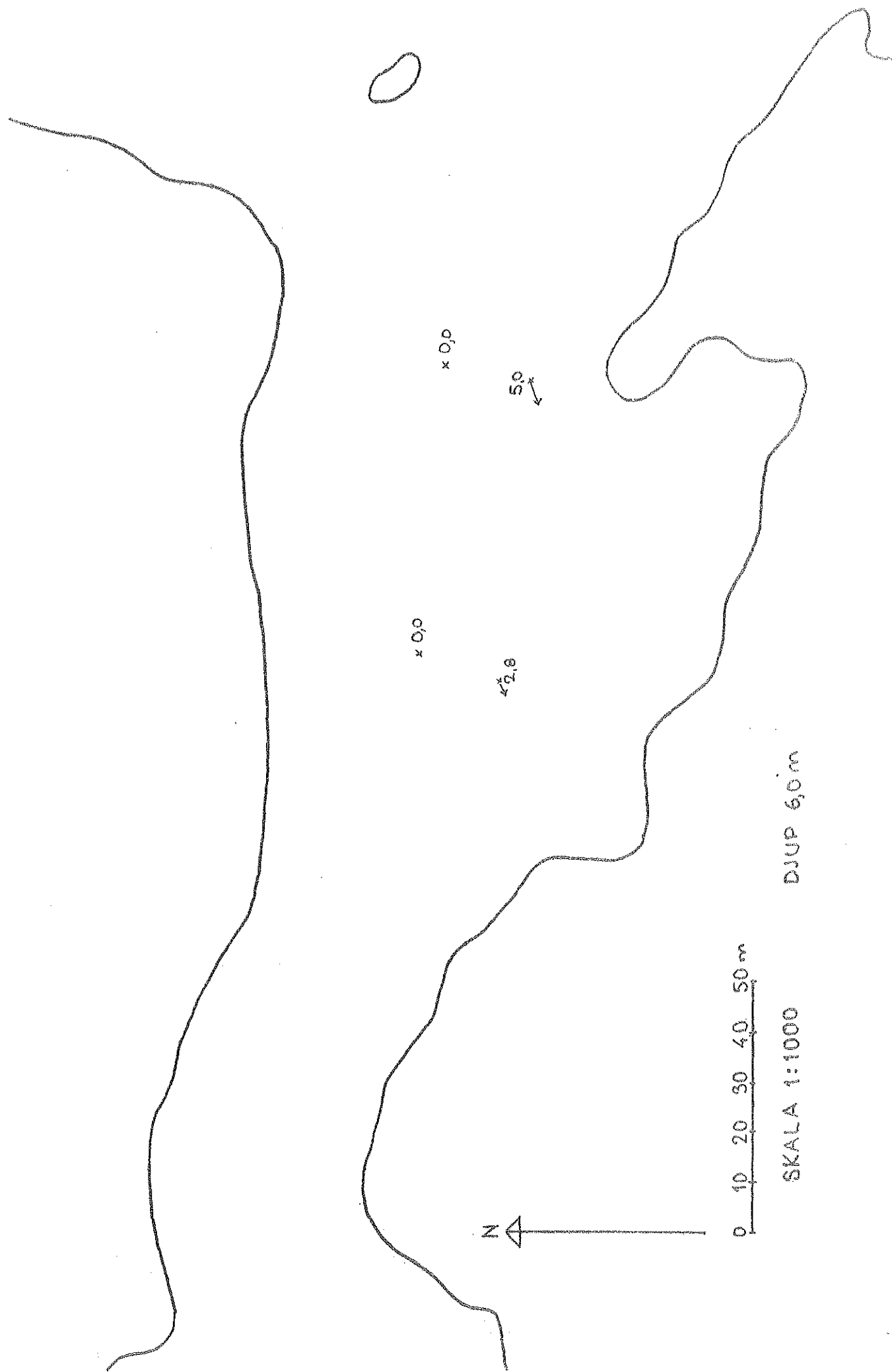
DJUP 5,0m

SKALA 1:1000

0 10 20 30 40 50m







x 0,0

x 0,0

x 2,0

5,0

0 10 20 30 40 50 m

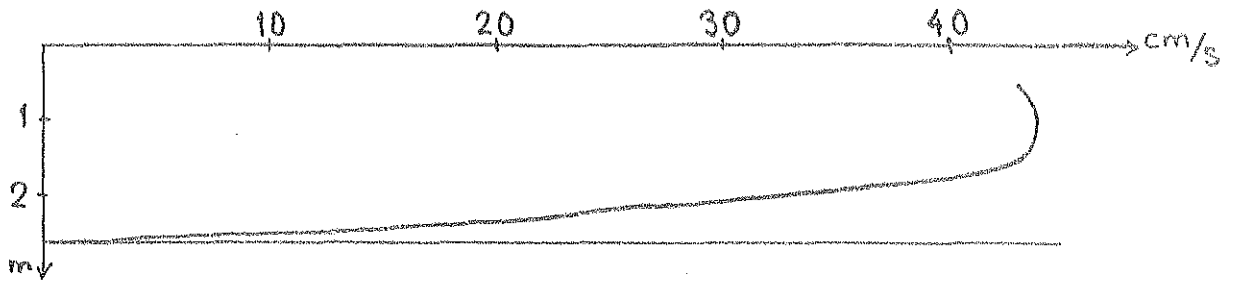
SKALA 1:1000

DJUP 6,0 m

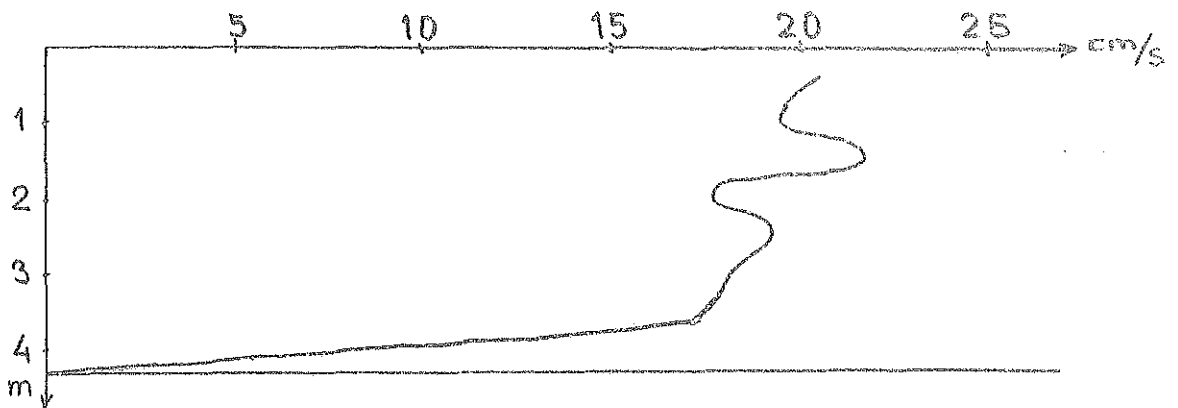
N

FLYGELMÄTNING SEKTION I

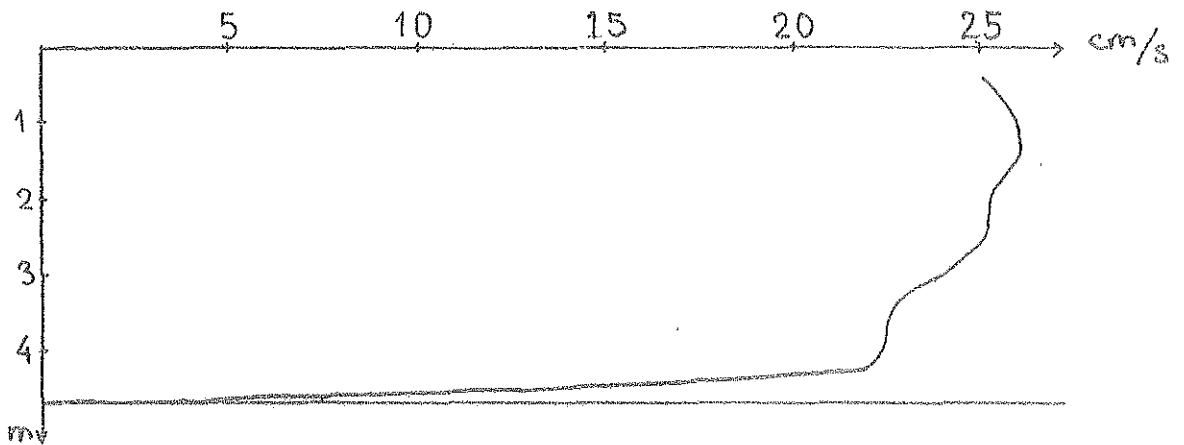
PUNKT I:A



PUNKT I:B

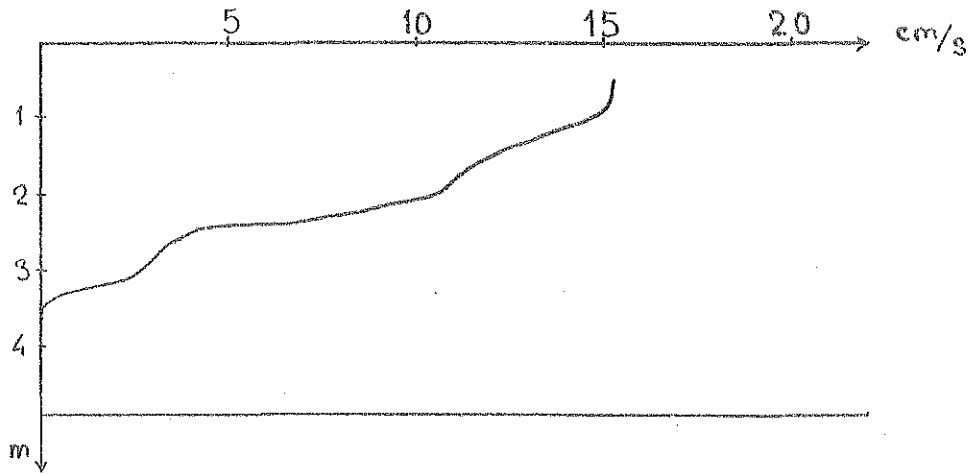


PUNKT I:C

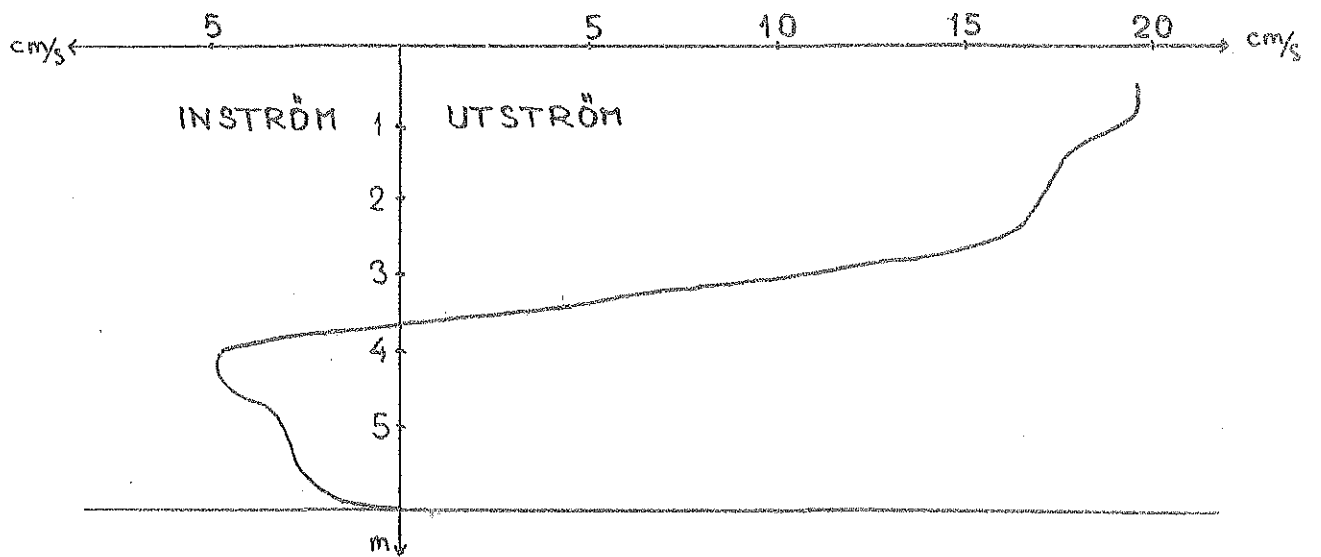


FLYGELMÄTNING SEKTION II

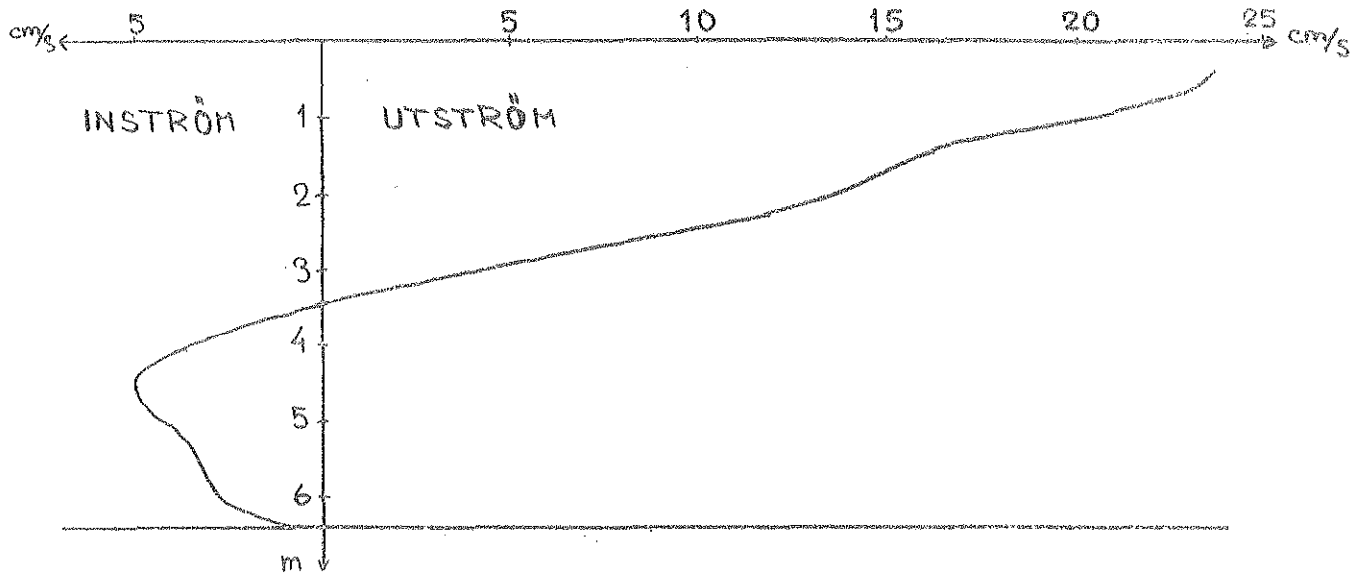
PUNKT II:A



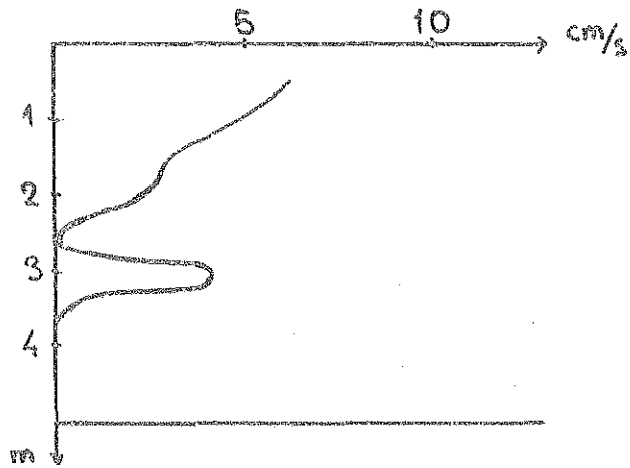
PUNKT II:B



PUNKT II:C



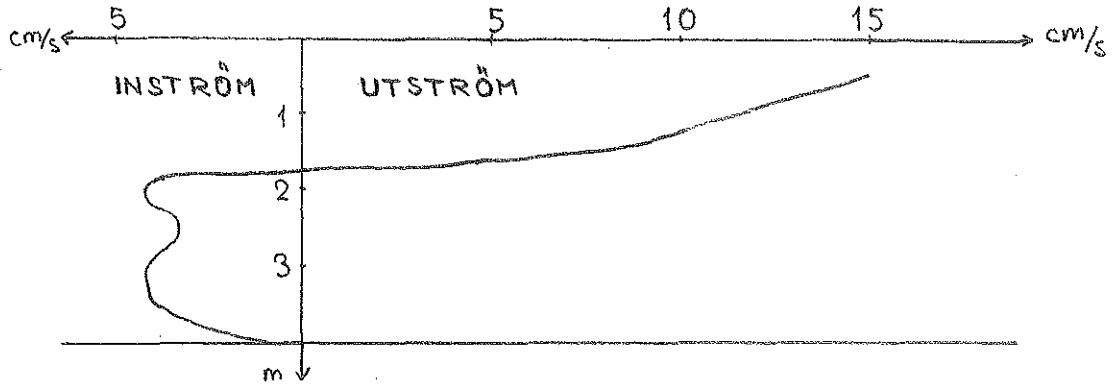
PUNKT II:D



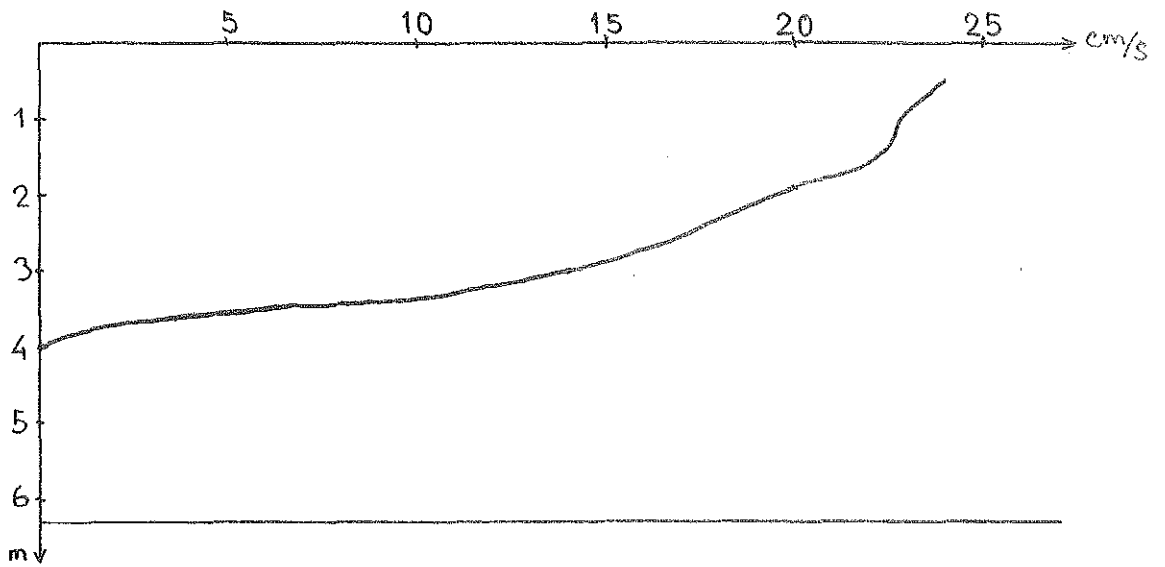


FLYGELMÄTNING SEKTION III

PUNKT III:A



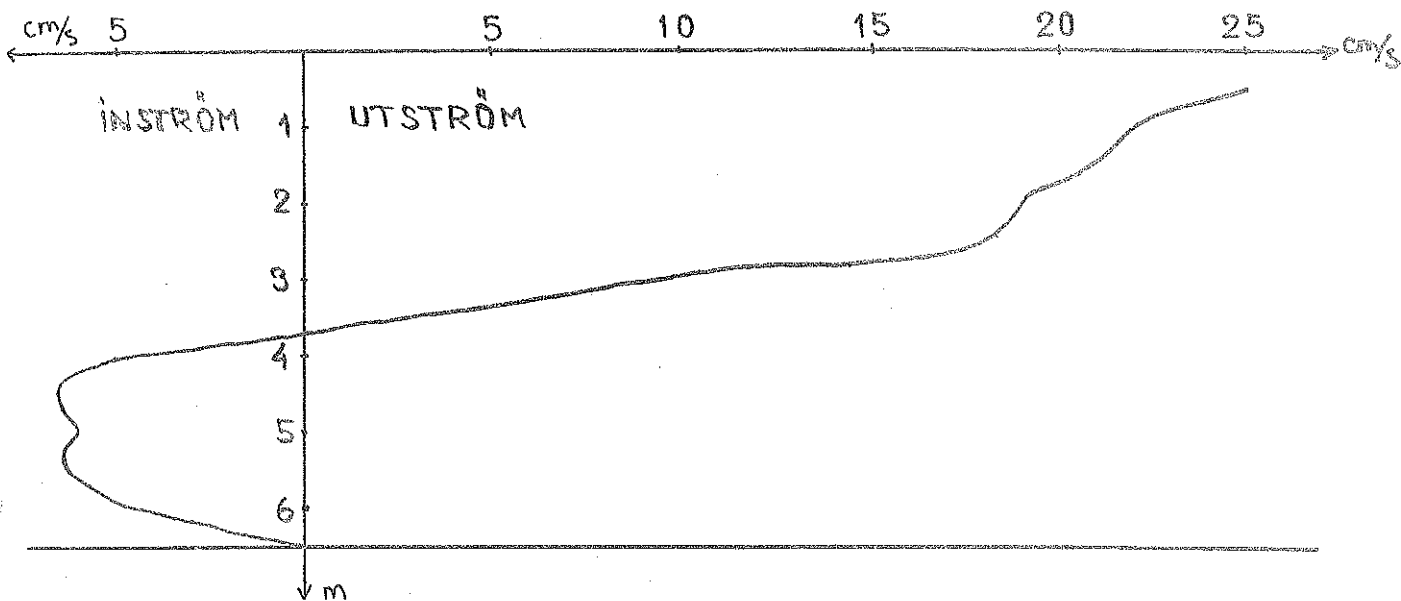
PUNKT III:Ø



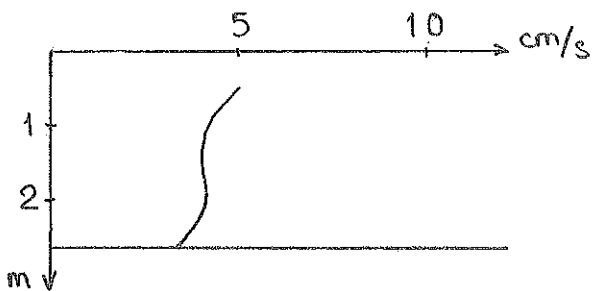
28/9 1972

PUNKT III:C

FLYGELMÄTNING SEKTION III



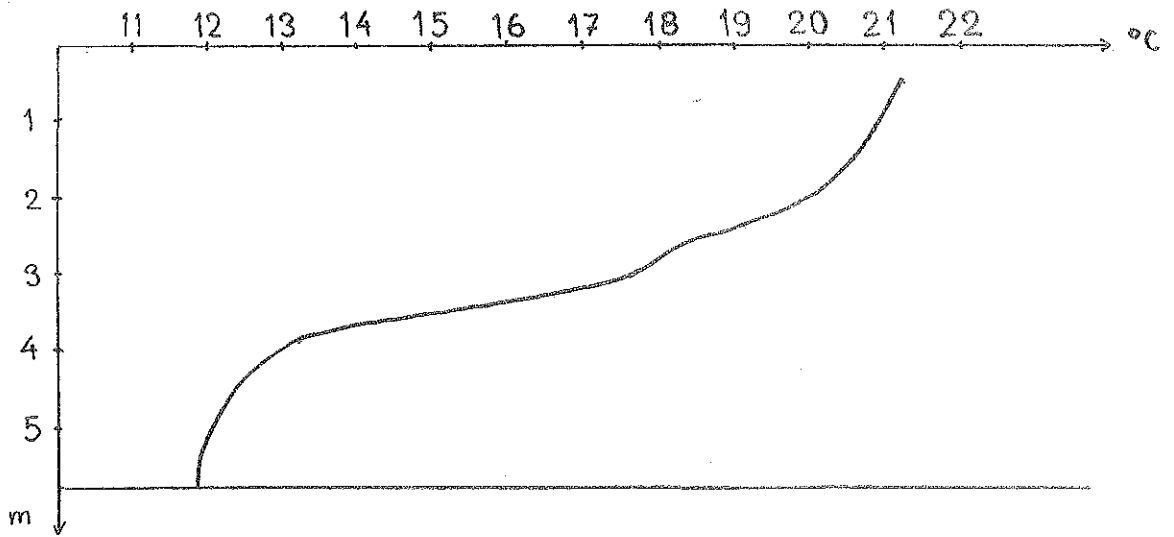
PUNKT III:E



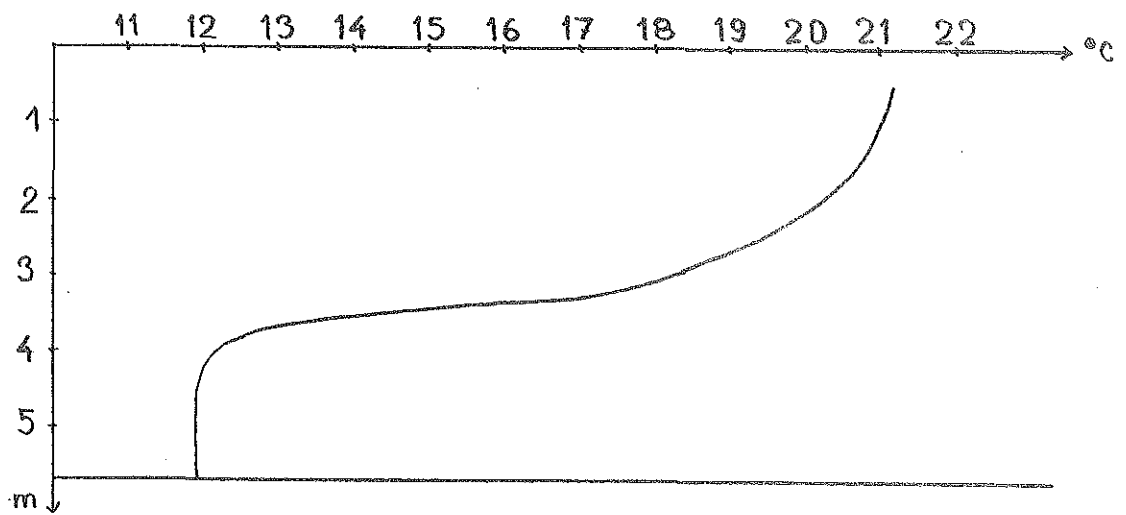
3/10 1972

TEMPERATURMÄTNING

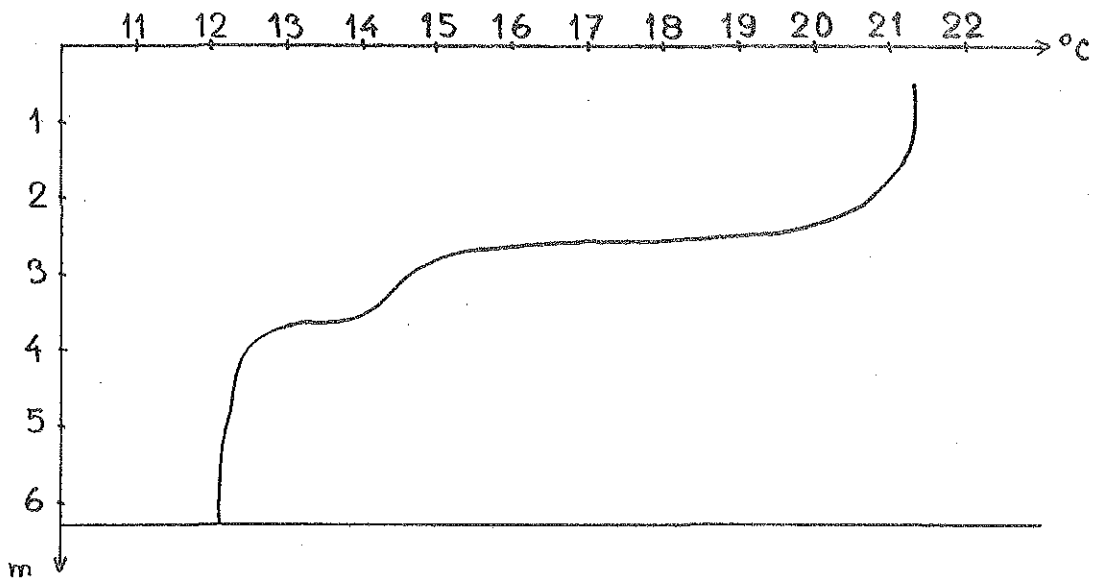
PUNKT II: B



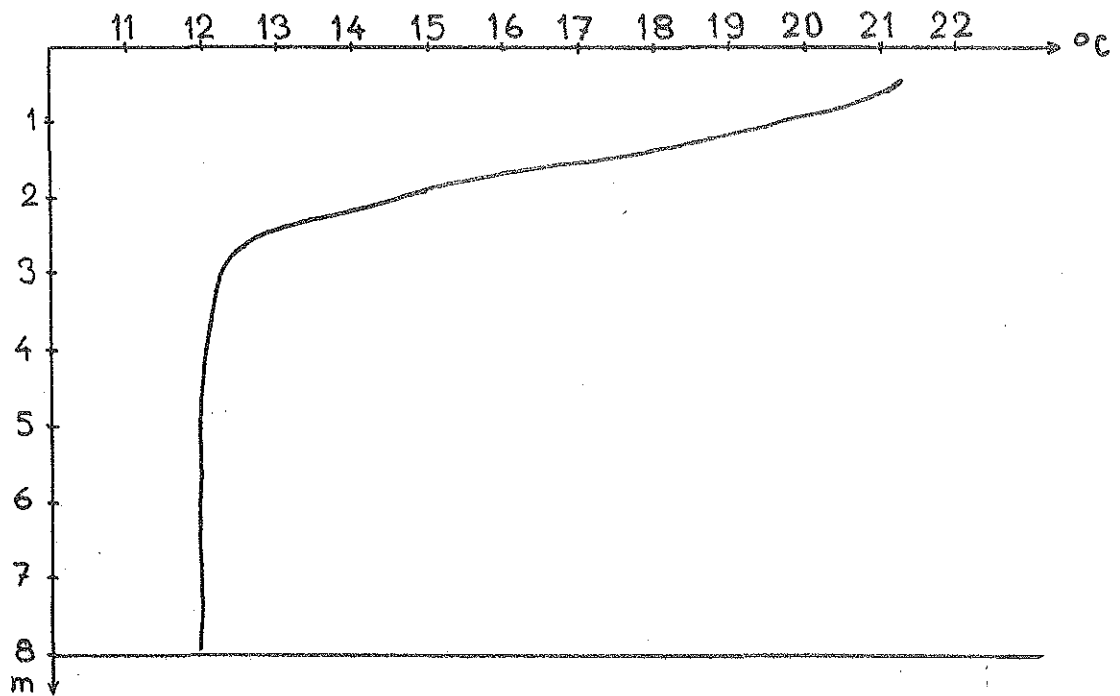
PUNKT III: B



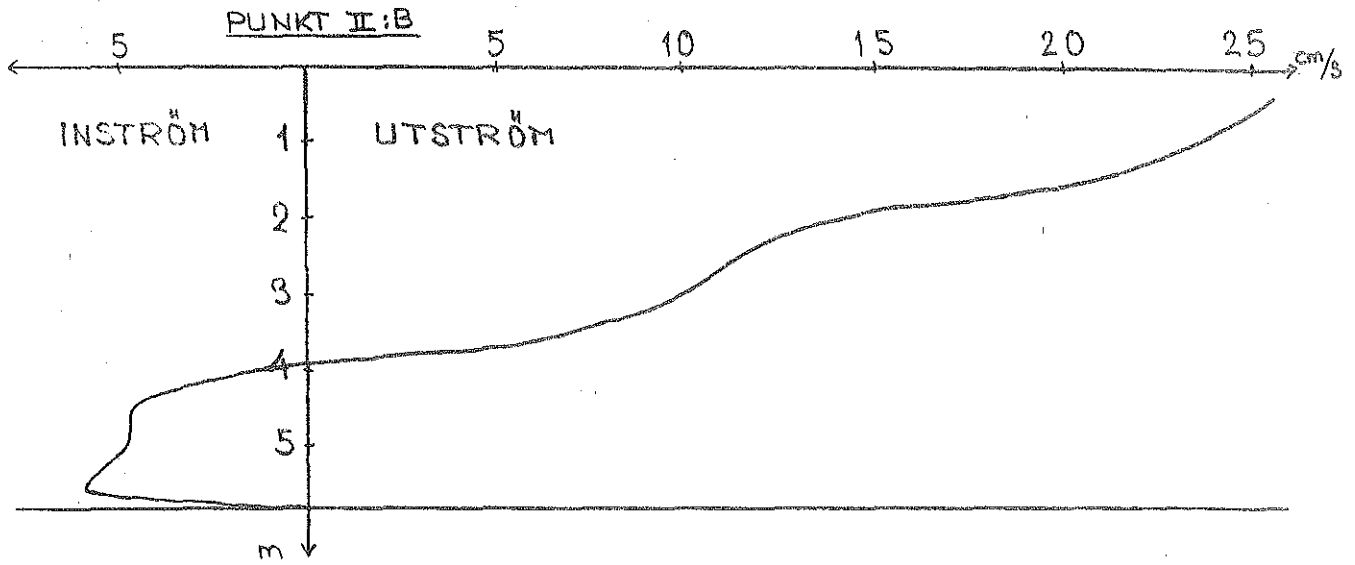
PUNKT III: C



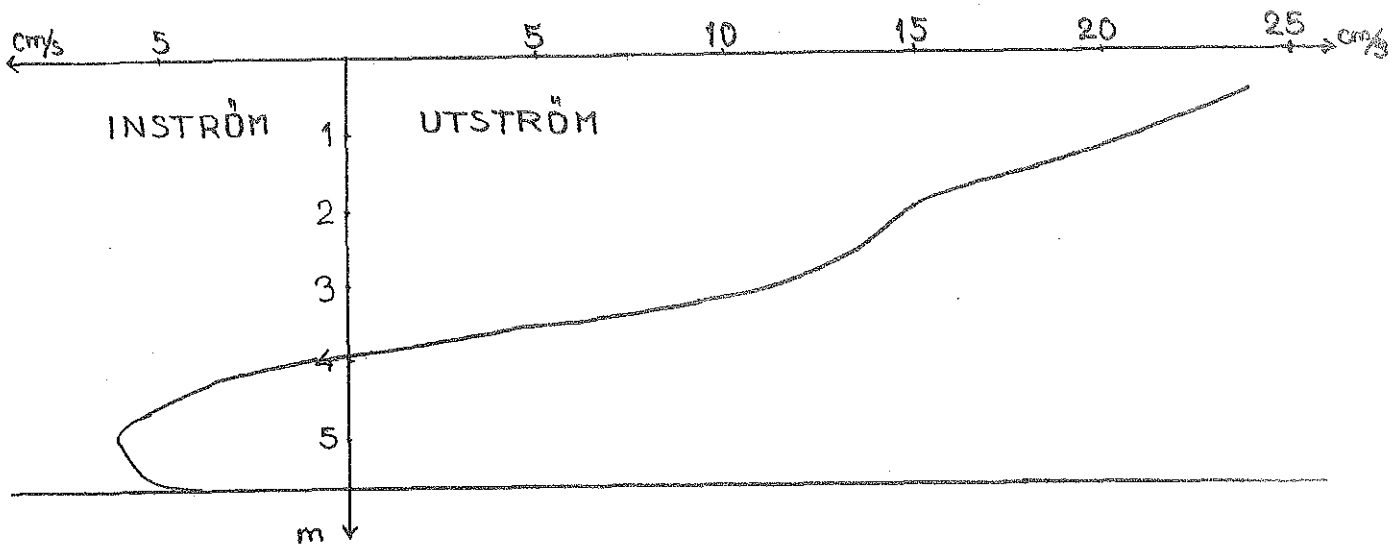
PUNKT IV: A



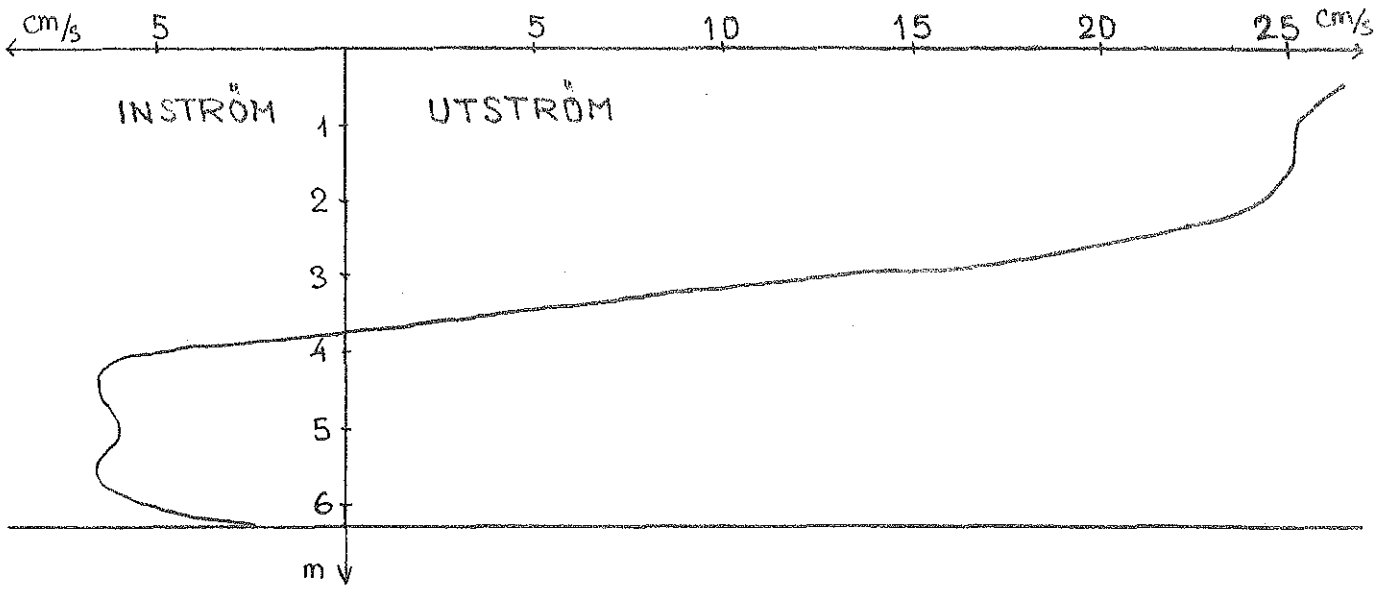
### FLYGELMÄTNING



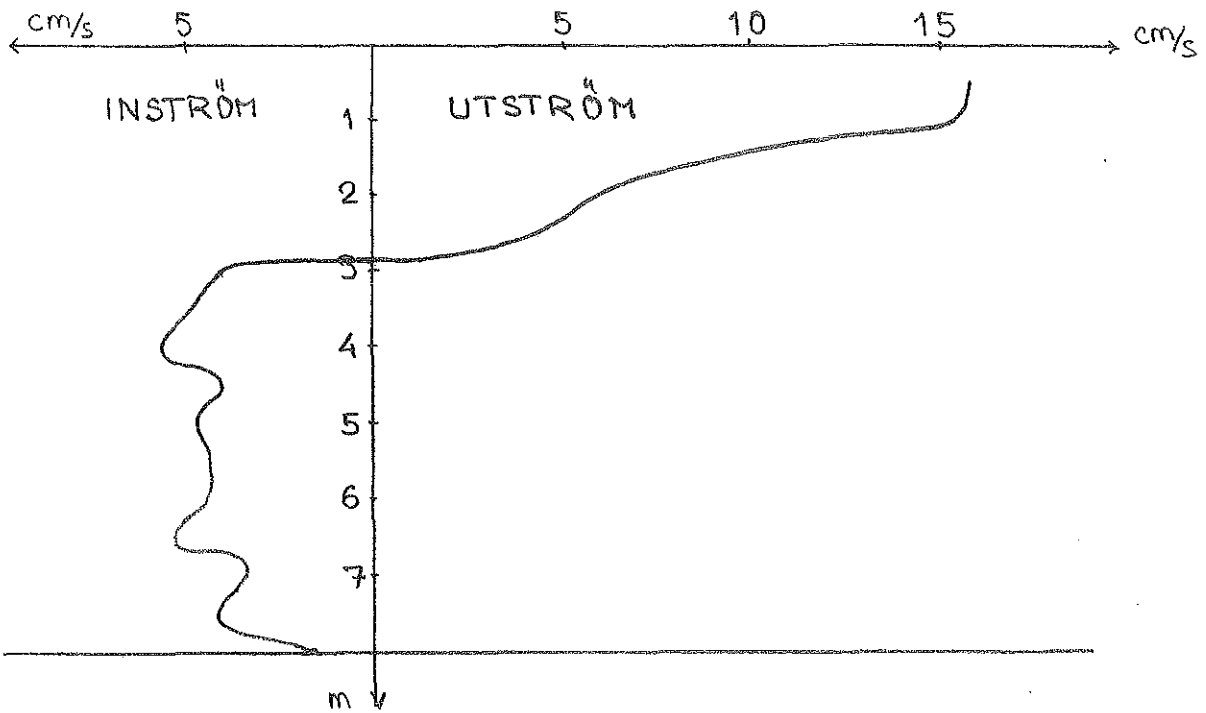
### PUNKT III: B



PUNKT III:C



PUNKT IV:A



### Flöden och värmeflöden i Hamnehålet

Kylvattenflödet från OI uppgår till  $22 \text{ m}^3/\text{s}$ . Temperaturen på flödet registreras kontinuerligt vid kondensorn i kraftverket.

Med kännedom om dessa uppgifter har värmeflödet och flödet genom sektionerna I, II och III i Hamnehålet beräknats. Beräkningarna bygger på värden erhållna vid termistor- och flygelmätningar.

Beräkningarna utförs som ett integrationsförfarande enligt följande:

För varje meter med början på 0,5 m djup avsätts hastigheten i de aktuella mätpunkterna. Mellan dessa punkter dras räta linjer från strandkant till strandkant. Den erhållna ytan beräknas och multipliceras med inverkan höjd, vanligtvis 1 m, varför varje djup ger ett flödestillskott. Värmeflödet erhålls efter bestämning av medeltemperaturen för mätpunkterna. Summation över alla djup ger totala värme- respektive kylvattenflödet i aktuell sektion. I sektionerna II och III konstaterades en inström, varför kylvattenflödet i dessa sektioner erhöles som skillnaden mellan utgående och inkommande flöden.

Beräkningar enligt detta förfarande stämde mycket bra i sektionerna I och III, medan det i sektion II erhöles ett värde på resulterande flöde som var ca 18 % för högt.

### RESULTAT

Datum	Sektion	$q_{\text{ut}} \text{ m}^3/\text{s}$	$q_{\text{in}} \text{ m}^3/\text{s}$	$q_{\text{res}} \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{ut}} \text{ m}^3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{s}$	$Q_{\text{in}} \text{ m}^3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{s}$	$Q_{\text{res}} \text{ m}^3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{s}$
27/9	I	22	0	22	490	0	490
28/9	II	29	3	26	580	40	540
28/9	III	27	4	23	560	70	490

Enligt utsläppsdata är kylvattentemperaturen för den 27/9 och 28/9  $22^\circ\text{C}$ .

Resulterande värmeflöde för dessa dagar blir:  $Q = 485 \text{ m}^3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{s}$

Den approximation som gjorts i beräkningarna med linjär hastighetsfördelning mellan mätpunkterna ger värden på flödet som ligger för lågt. Approximationen ger största felet i beräkningen av utströmningen varför inströmningen borde vara större. En större inströmning kan antas vara riktig sett mot bakgrunden att flyglarnas undre arbetsgräns ligger på 4-5 cm/s. Ytterligare en väsentlig faktor som tyder på att utströmningen blivit för stor i sektion II är att en virvel kunde konstateras. Virvelns inströmning gick utefter södra stranden. Mätpunkten II:D ligger norr om denna inström varför inte hela flödet har kommit med i beräkningarna som de är utförda. Mätpunkterna borde därför legat tätare i sektion II.

#### 4.4 Mätningar utanför Hamnehålet

Redovisningen sker enligt följande:

Isotermer

Temperaturreducering i strålens utbredningsriktning

Lägeskarta för mätpunkter

Temperaturprofiler i mätpunkterna

Lägeskarta för temperaturektioner

Temperaturektioner

Strömkorskartor

Isotermkartor med inlagda hastighetsvektorer

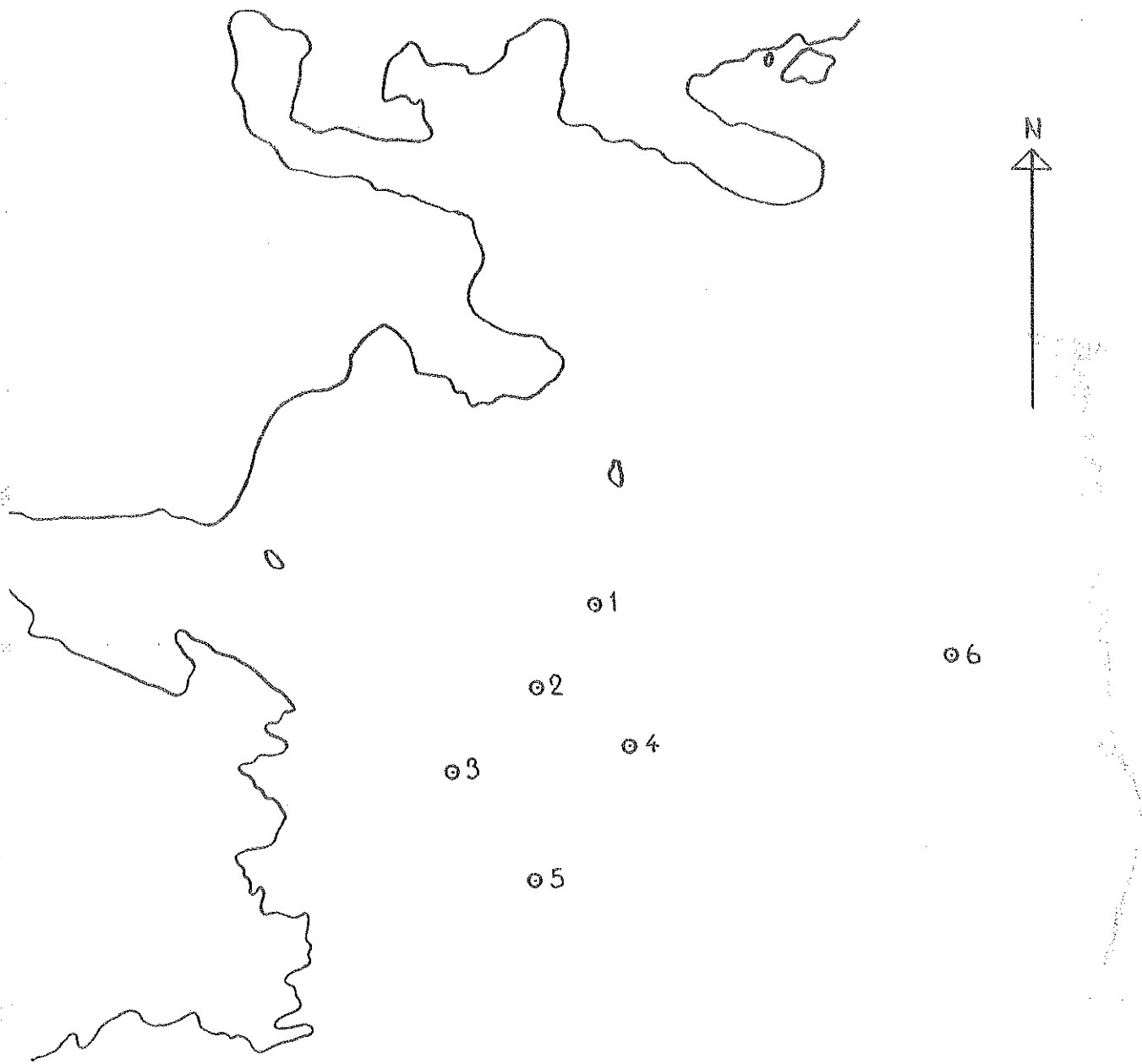
För den 29/9 har inga isotermer uppritats. På grund av att temperaturen mätts i för få punkter. Temperaturreducering har ej utförts för dagarna 29/9, 30/9 och 3/10.

SMHI utförde den 3/10, 4/10 och 5/10 temperaturmätningar i ett större område utanför Hamnehålet. Isotermerna från dessa mätningar har tagits med som en jämförelse de aktuella dagarna. Det bör dock observeras att kartorna är olika orienterade i förhållande till nordriktningen.



Freitag 29 september 1972

- Väder: Lufttemperatur på morgonen  $+4^{\circ}\text{C}$  och mitt på dagen  $+12^{\circ}\text{C}$ . Klart väder på förmiddagen och molnigt på eftermiddagen.
- Vind: På morgonen byig nordlig omkring 5 m/s. På eftermiddagen nord-nordväst 4 m/s.
- Vattentemperatur: Intagstemperatur  $13^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $22^{\circ}\text{C}$
- Recipientström: Förmiddag: syd till väst  
ca 25 cm/s  
Eftermiddag: nordost till ost  
ca 25 cm/s
- Mätningar: Dagens mätningar utfördes utanför Hamnehålet. På morgonen var det lång hög sjö som minskade på eftermiddagen.  
Mätning gjordes med termistor och strömkors. På förmiddagen doserades strömkorsen ett stycke utanför Hamnehålet och på eftermiddagen i Hamnehålets mynning.



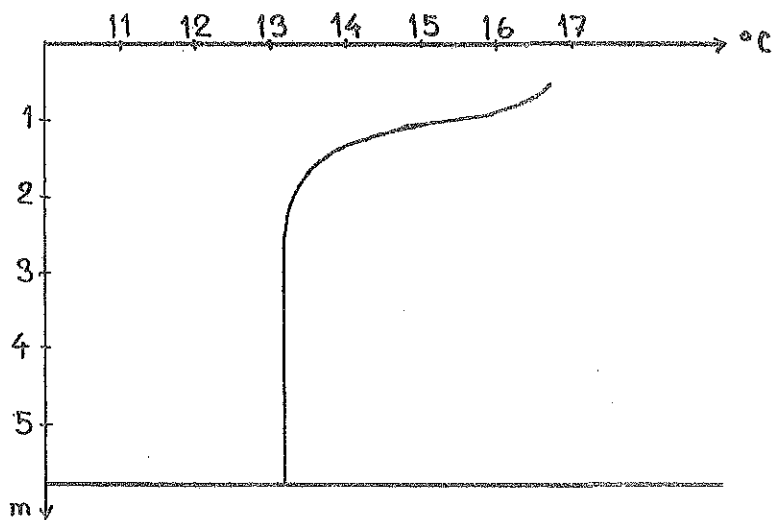
TEMPERATURMÅTPUNKTER  
29/9 1972



SKALA 1:4000

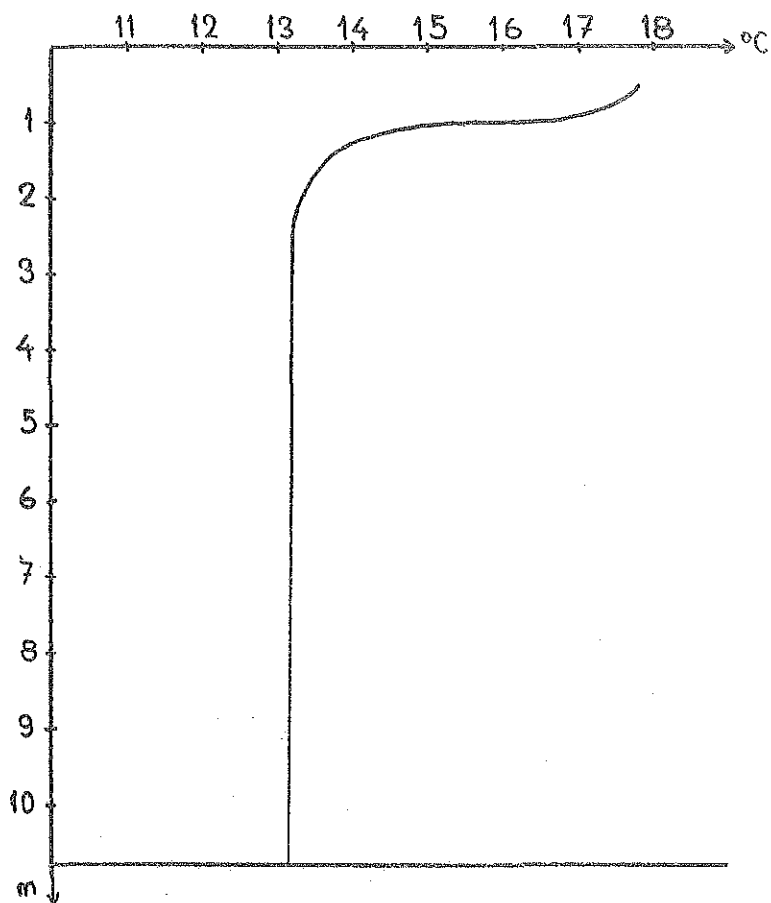
PUNKT 1

KL 14<sup>10</sup>



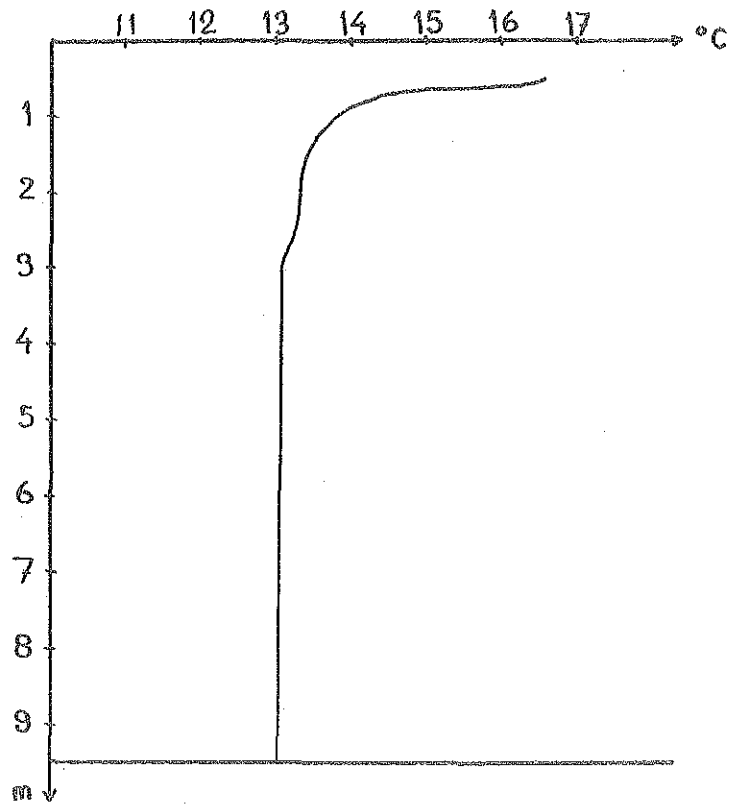
PUNKT 2

KL 14<sup>35</sup>



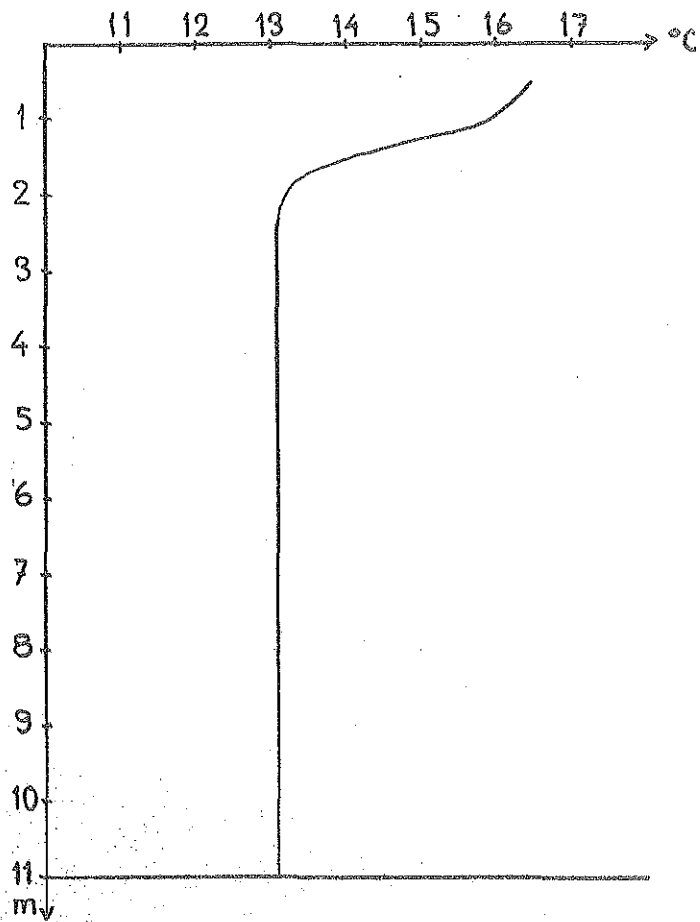
PUNKT 3

KL 15<sup>20</sup>



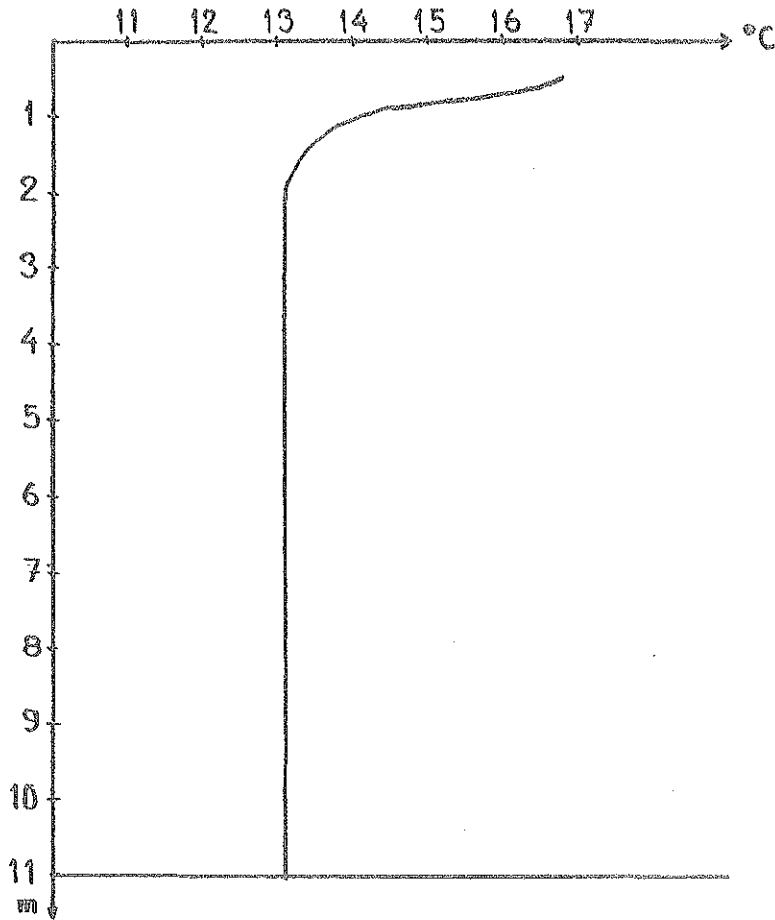
PUNKT 4

KL 10<sup>45</sup>



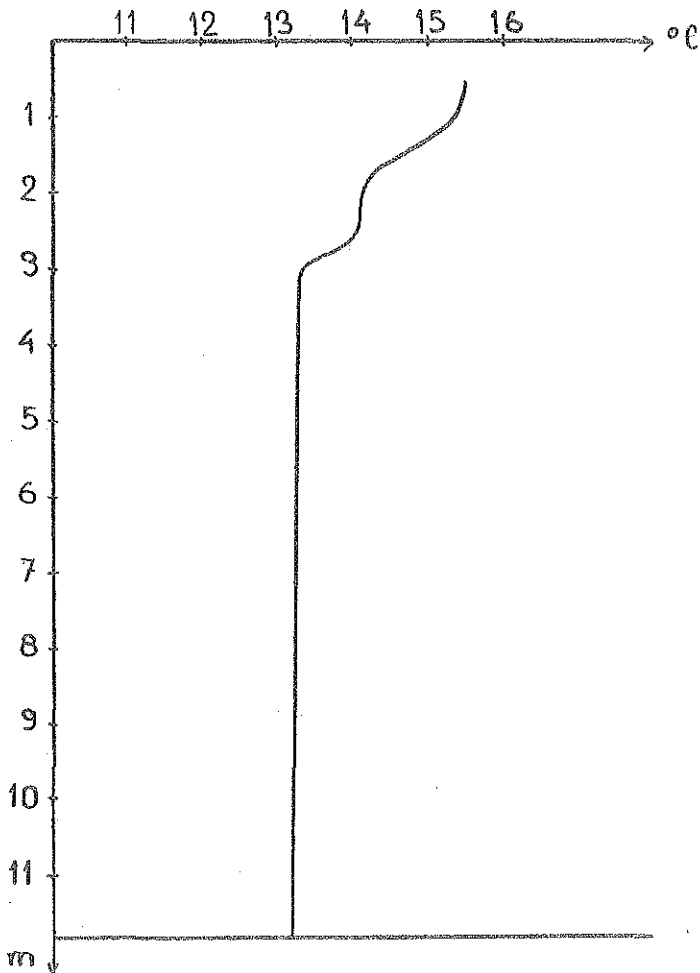
PUNKT 5

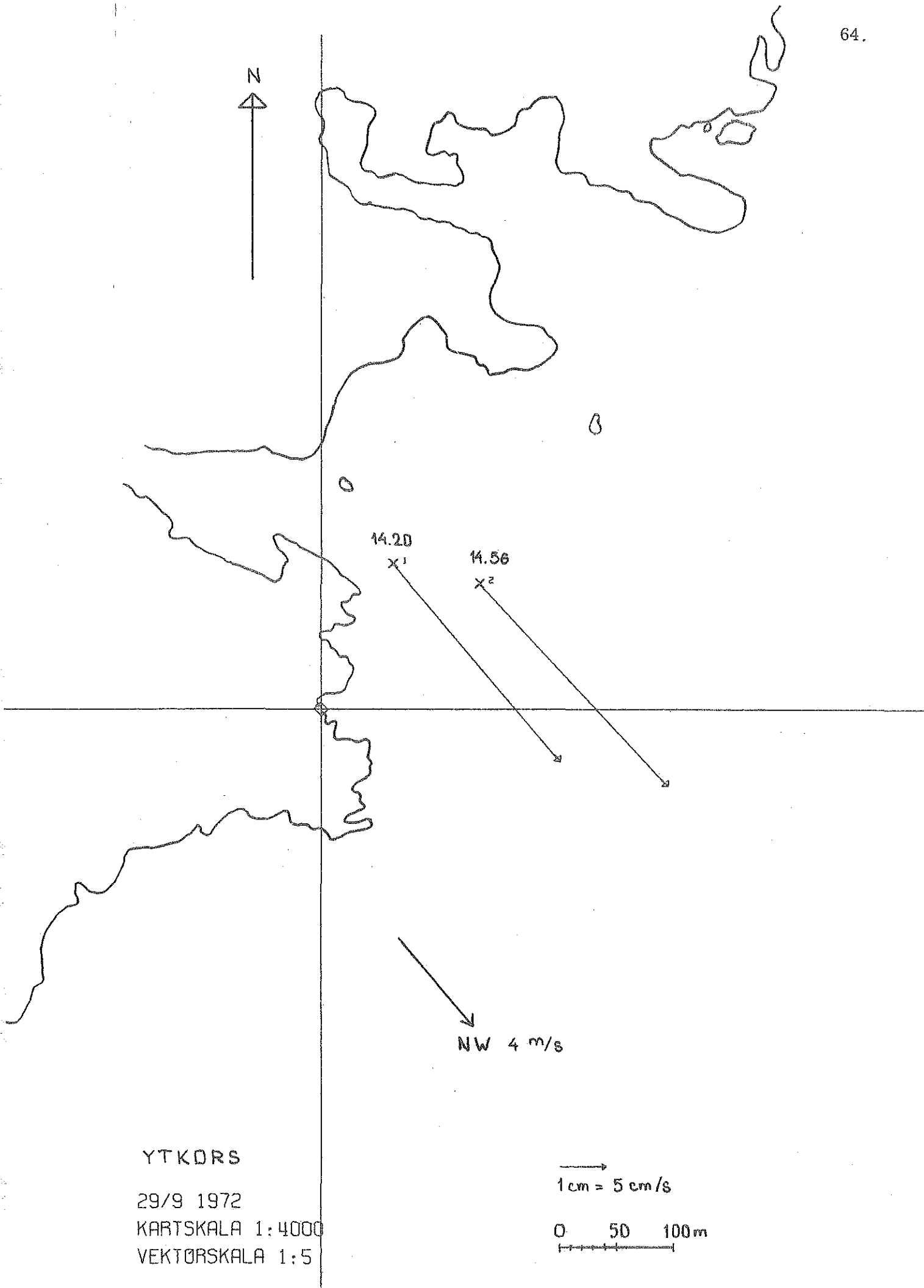
KL 11 30

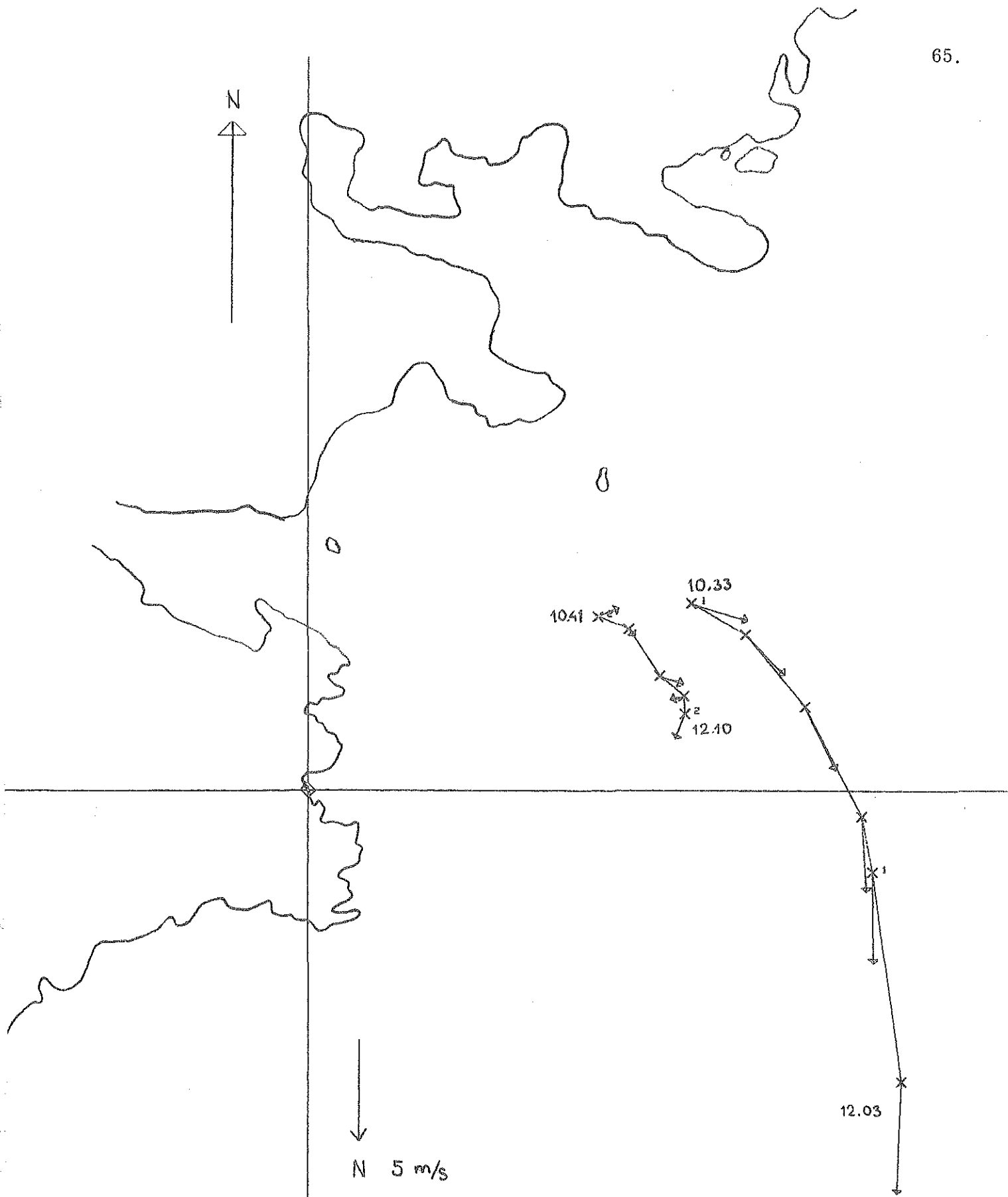


PUNKT 6

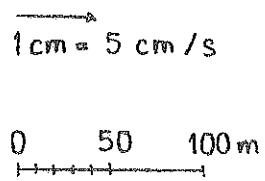
KL 15 30

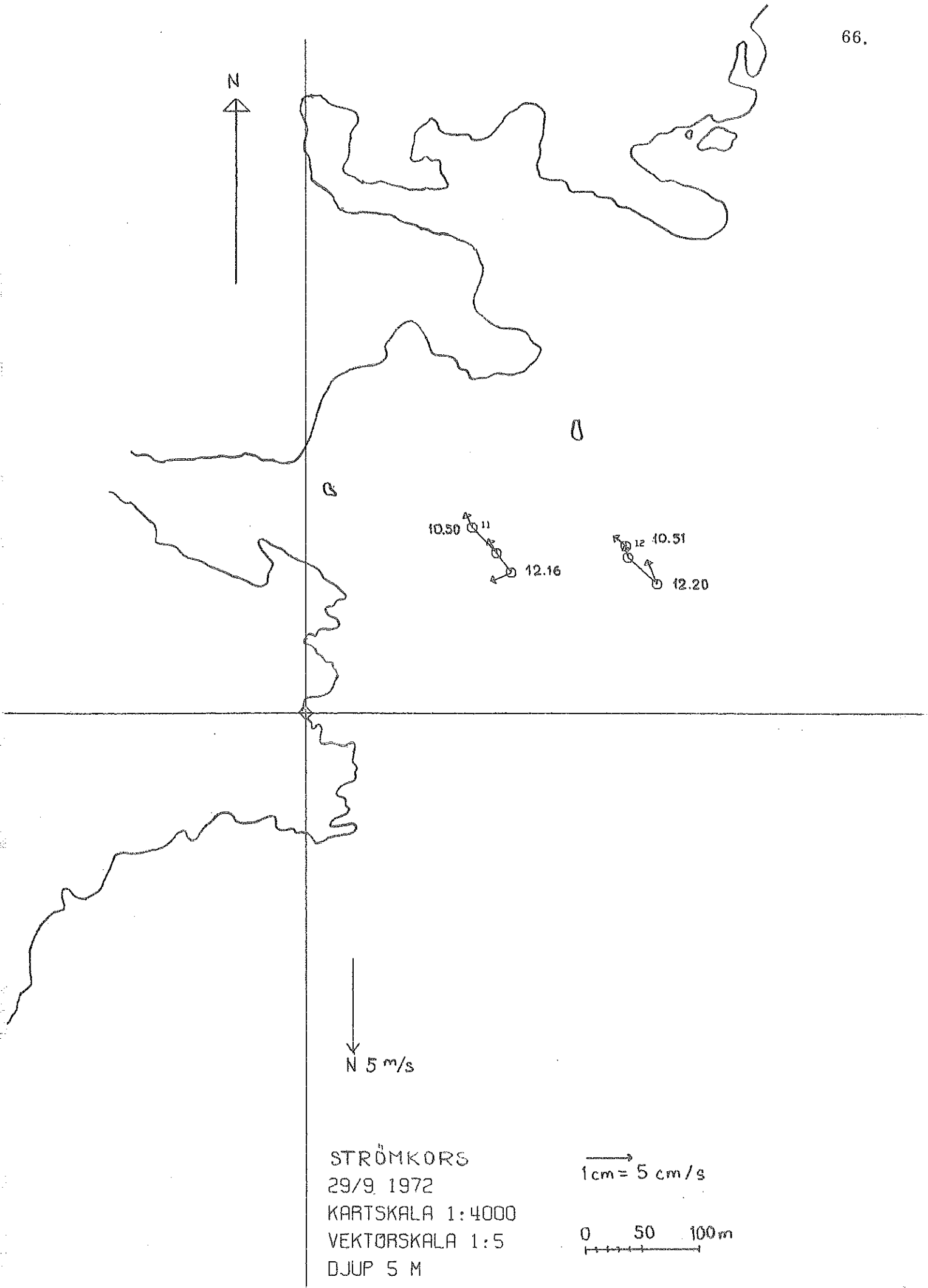






STRÖMKÖRS  
29/9 1972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 1 M

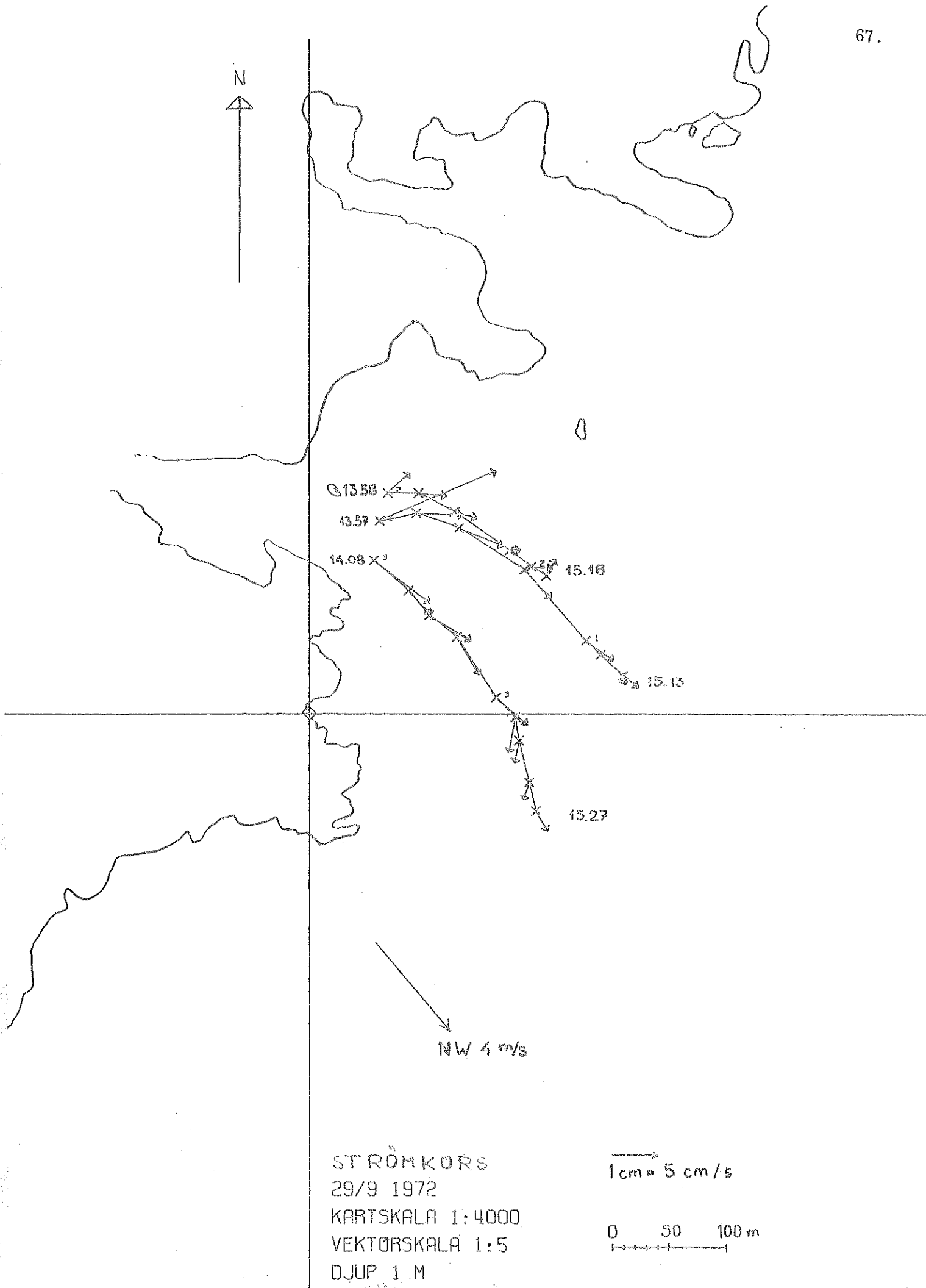




STRÖMKÖRS  
29/9, 1972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 5 M

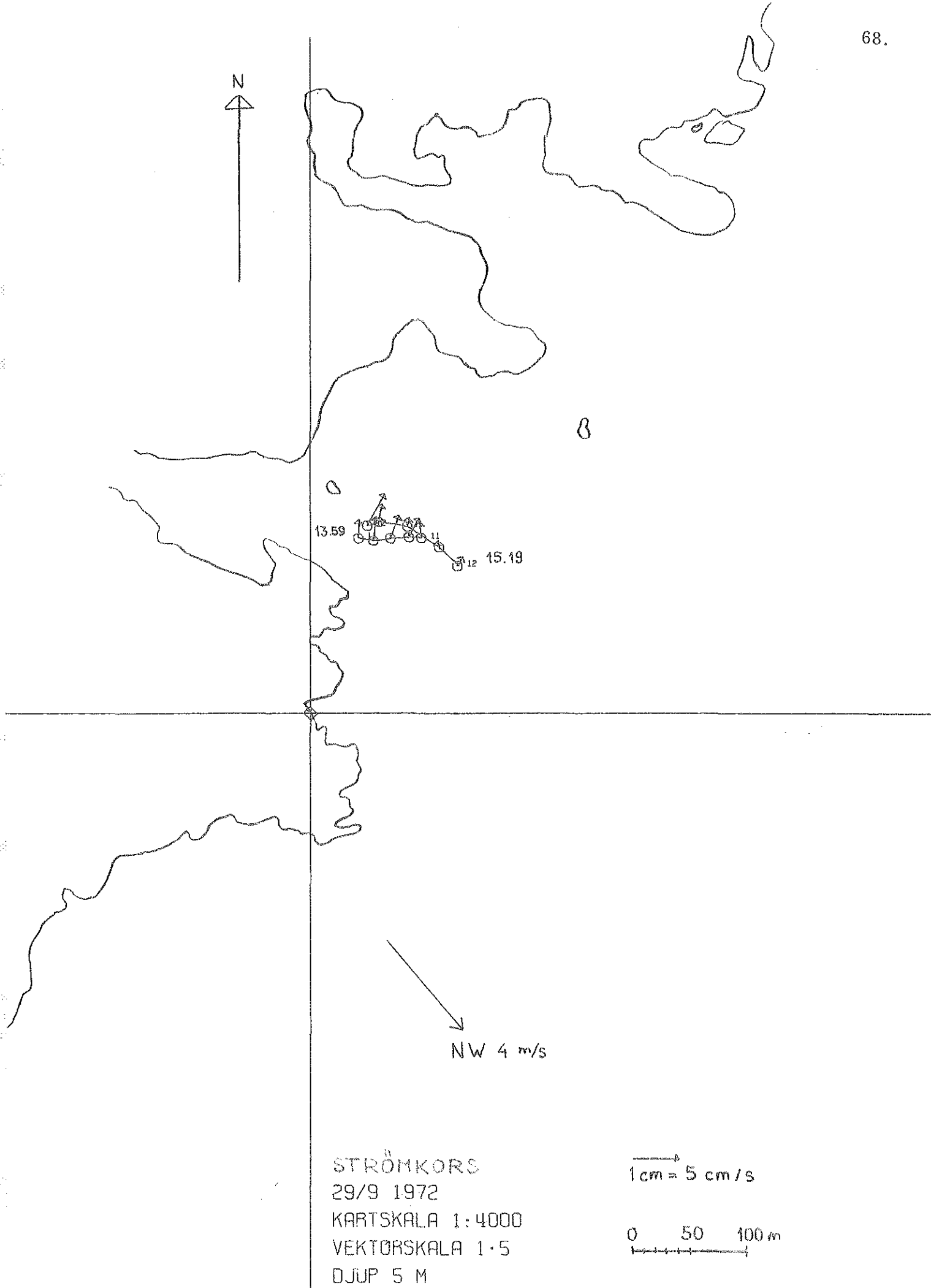
→  
1 cm = 5 cm/s  
0 50 100 m  
|-----|





STRÖMKÖRS  
29/9 1972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 1 M

1 cm = 5 cm/s  
0 50 100 m



13.59 10 11 12 15.19

NW 4 m/s

STRÖMKORS  
29/9 1972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1·5  
DJUP 5 M

1 cm = 5 cm/s

0 50 100 m

Lördag 30 september 1972

Väder: Lufttemperatur på morgonen  $+1^{\circ}\text{C}$  och på kvällen  $+3^{\circ}\text{C}$ . Förmiddagen var molnig och eftermiddagen mulen.

Vind: På morgonen 5 m/s väst-nordväst som under dagen vred mot nordost.

Vattentemperatur: Intagstemperatur  $13^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $21,5^{\circ}\text{C}$

Recipientström: Syd till öst  
ca 25 cm/s

Mätningar: Mätningarna utfördes utanför Hamnehålet. På morgonen hög nordostlig sjö, mot eftermiddagen avtagande.  
Strömkorsmätning skedde med 5 st 1-meters och 2 st 5-meterskors. Strömkorsen fick gå cirka 4 timmar.



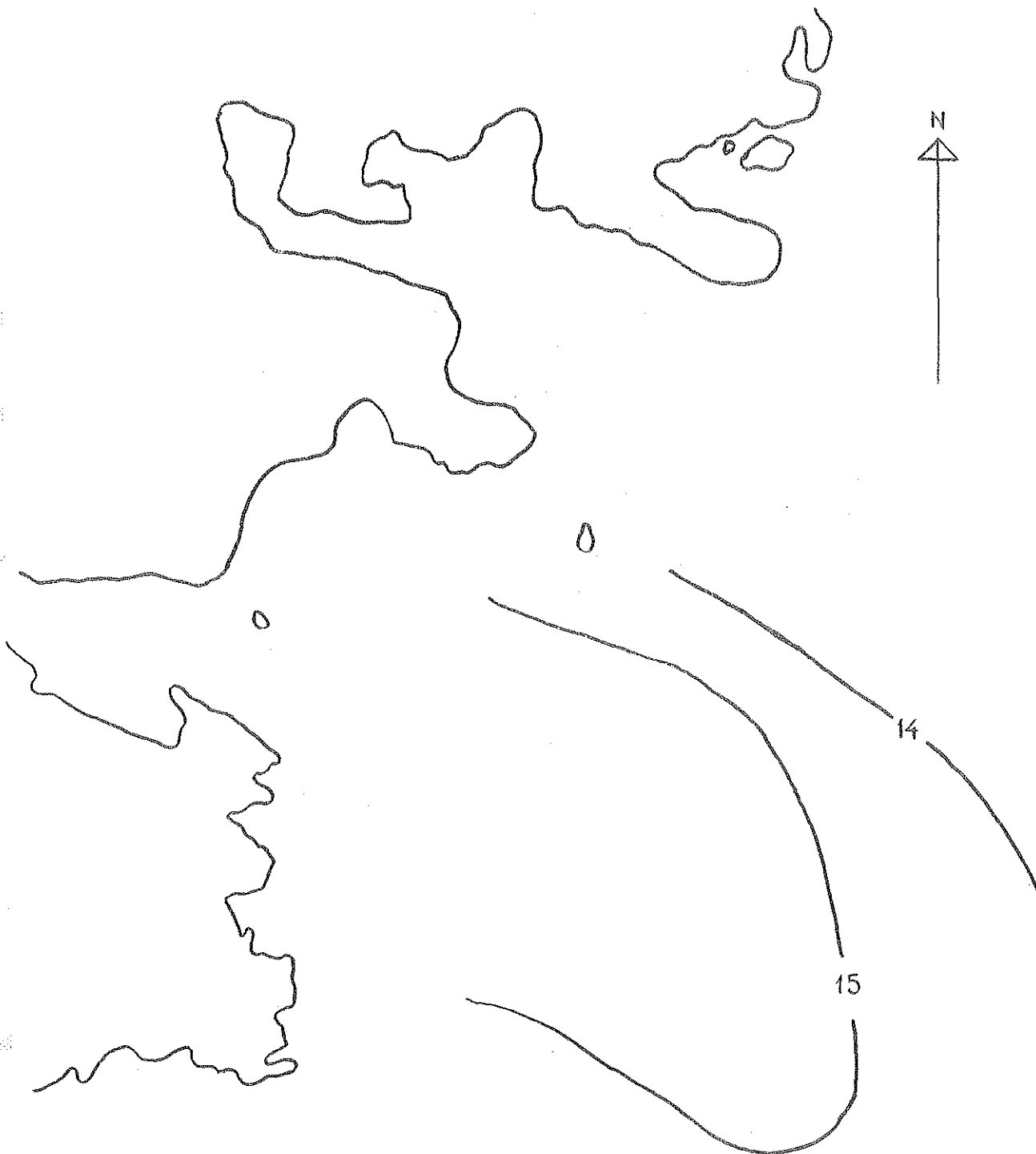
30/9 1972

ISOTERMER

DJUP 0,5 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



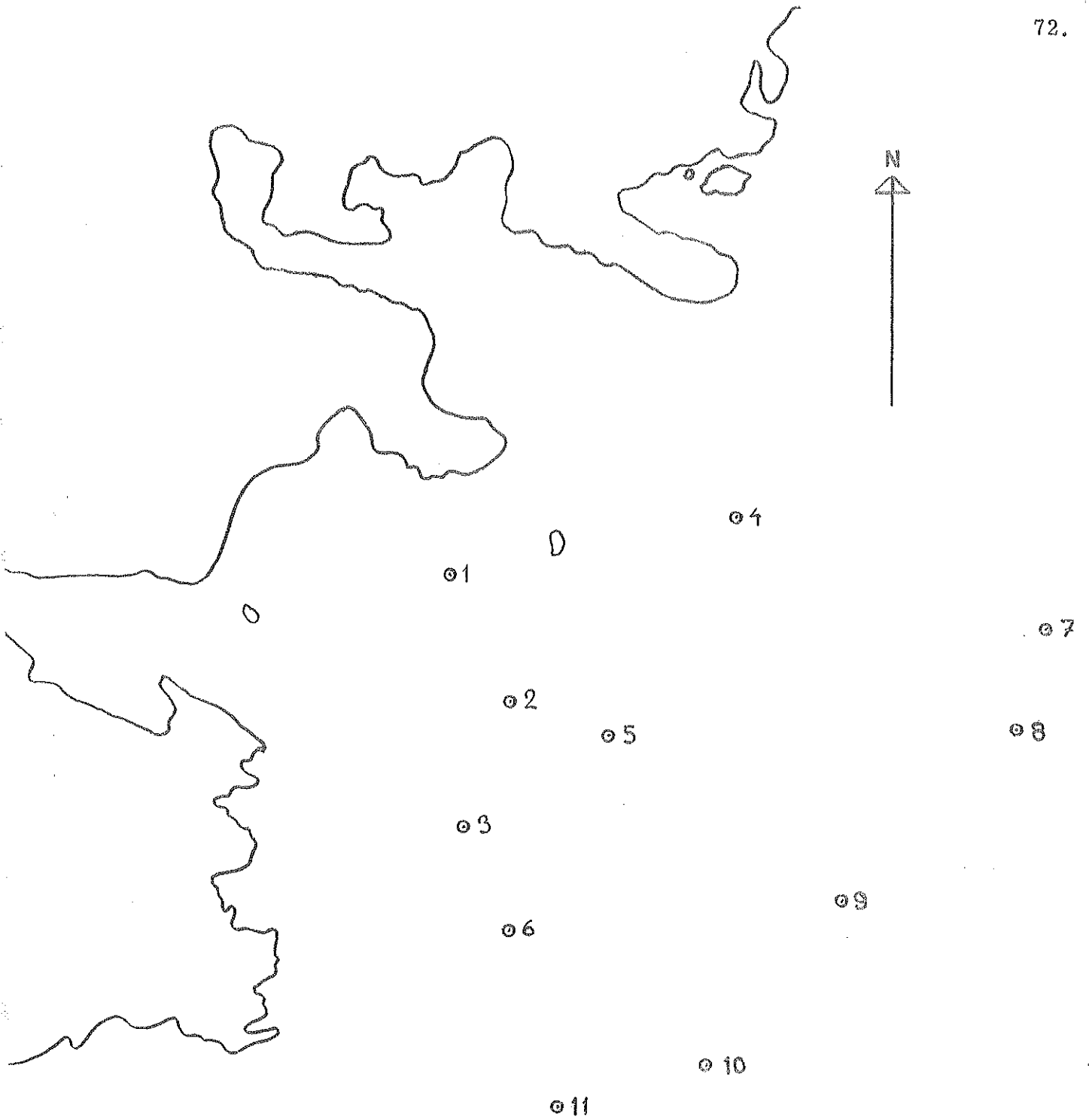
30/9 1972

ISOTERMER

DJUP 1,0 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



TEMPERATURMÄTPUNKTER  
30/9 1972

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

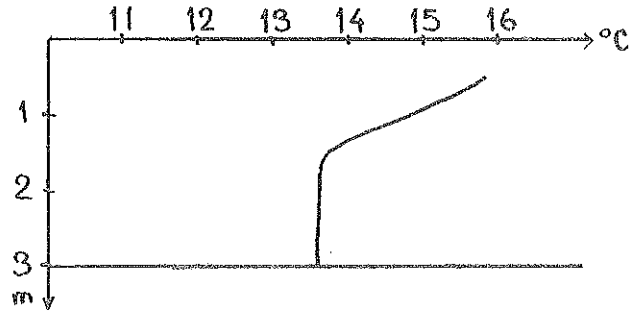
30/9 1972

TEMPERATURPROFILER

73.

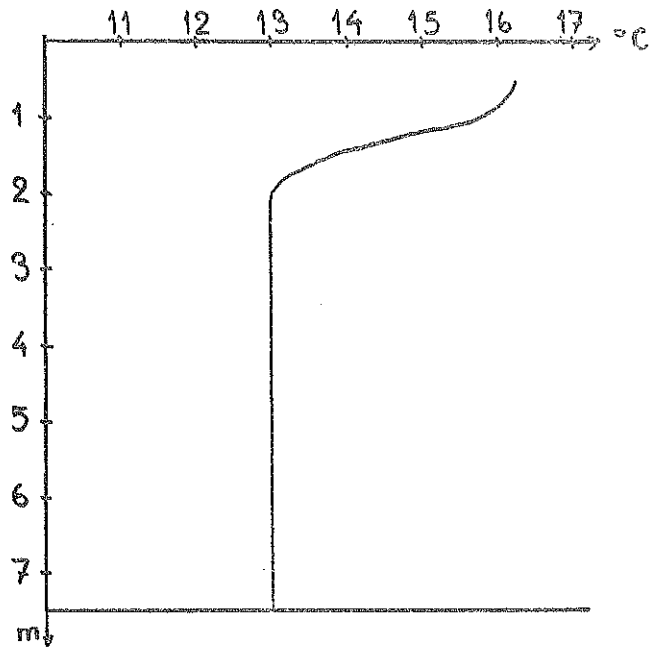
PUNKT 1

KL 08 45



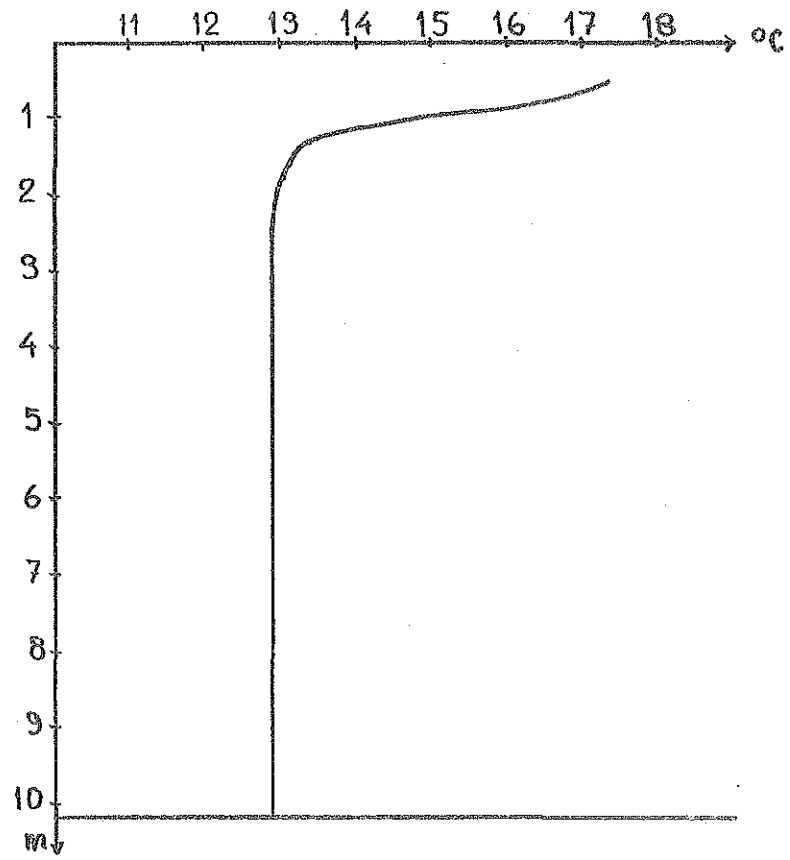
PUNKT 2

KL 09 30



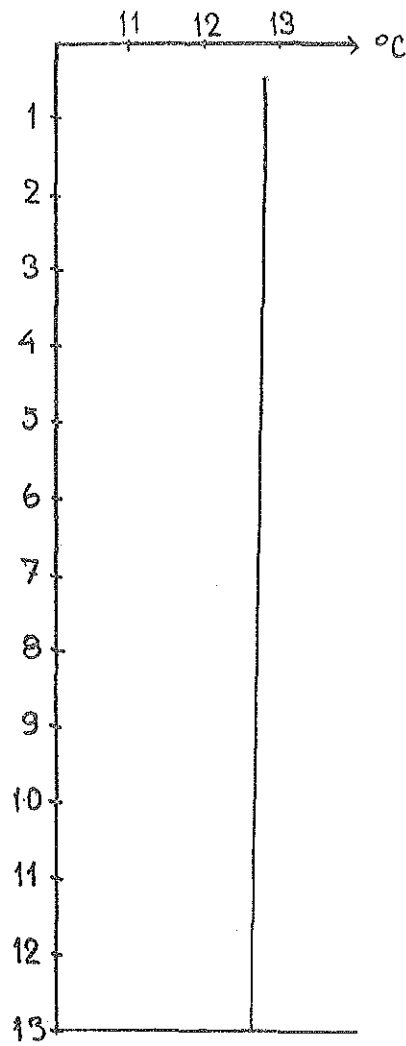
PUNKT 3

KL 10<sup>15</sup>



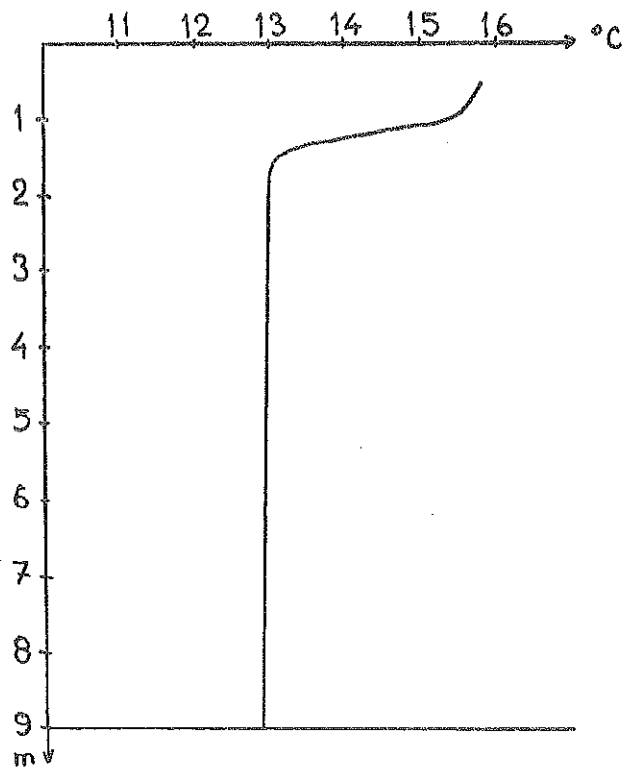


PUNKT 4 KL 12<sup>00</sup>



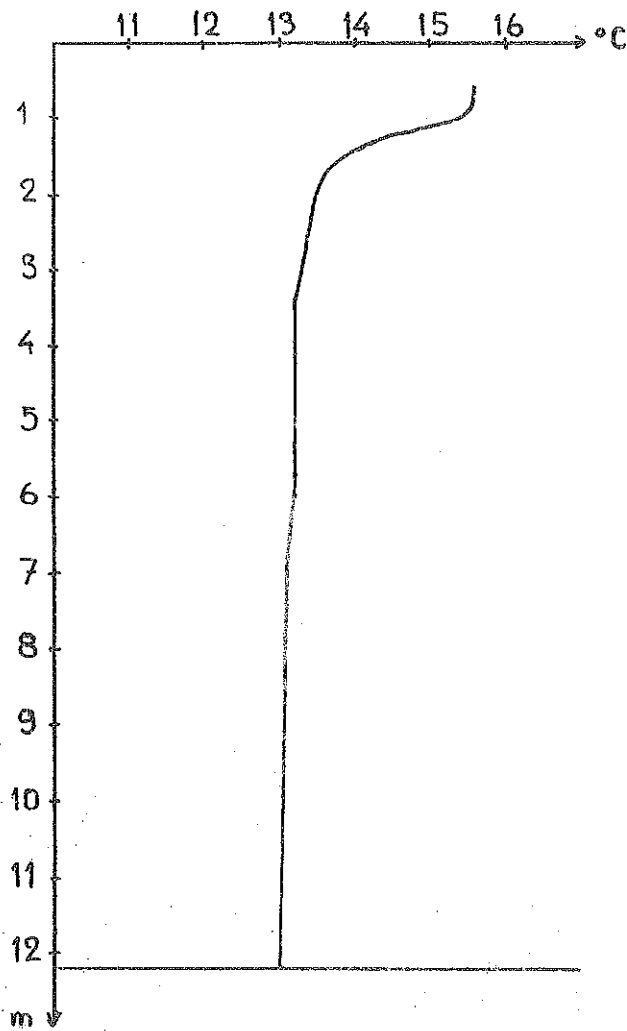
PUNKT 5

KL 12 20

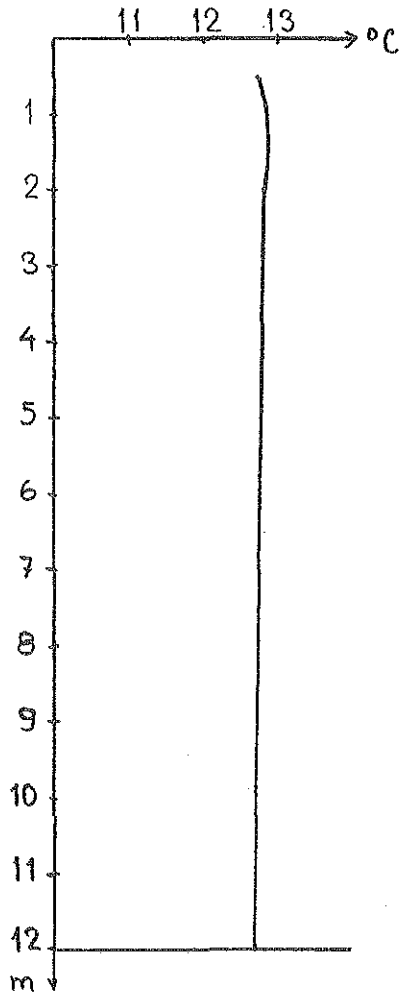


PUNKT 6

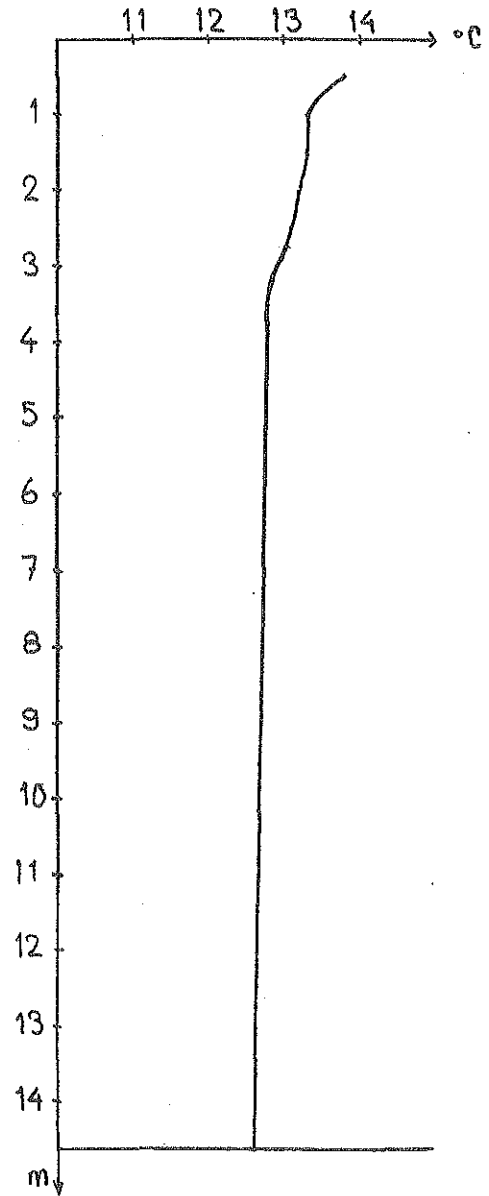
KL 09 50



PUNKT 7 KL 14 40

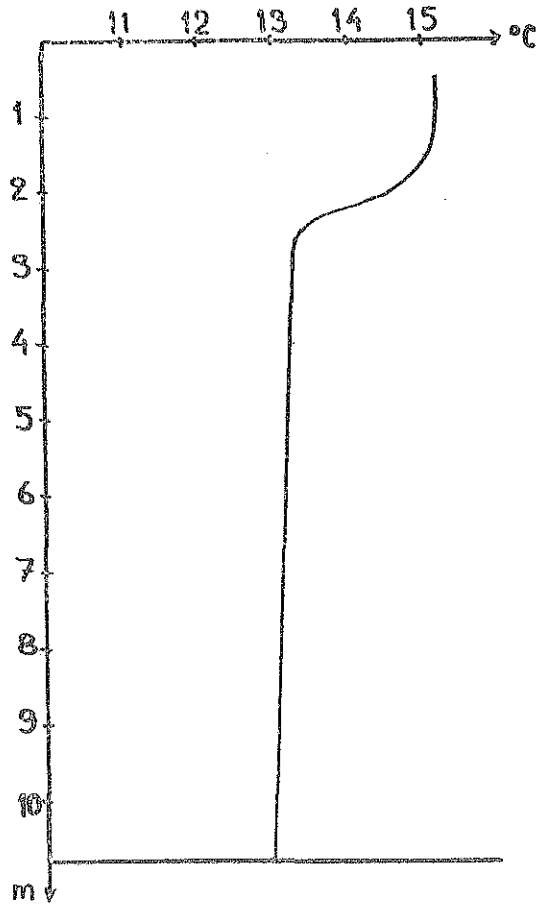


PUNKT 8 KL 15 00



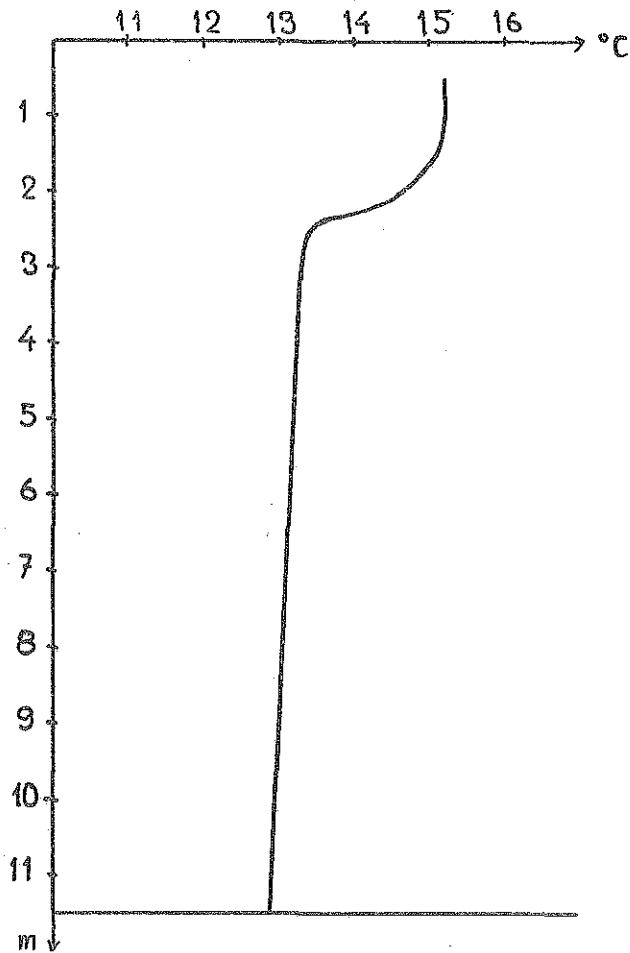
PUNKT 9

KL 15 30



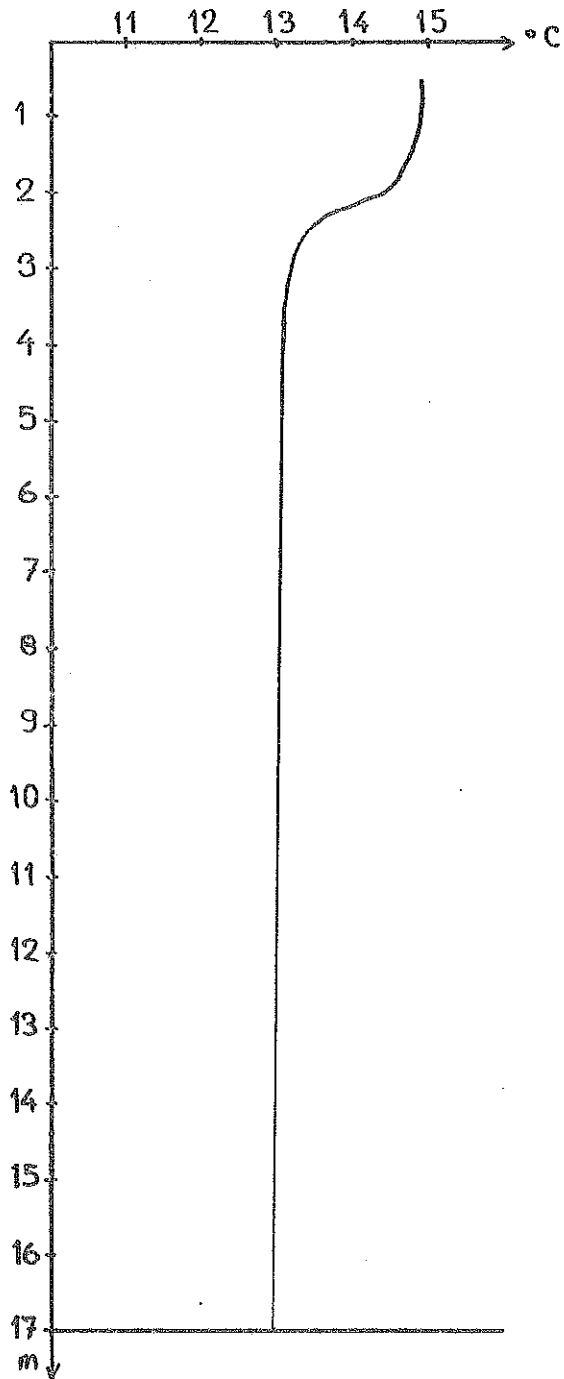
PUNKT 10

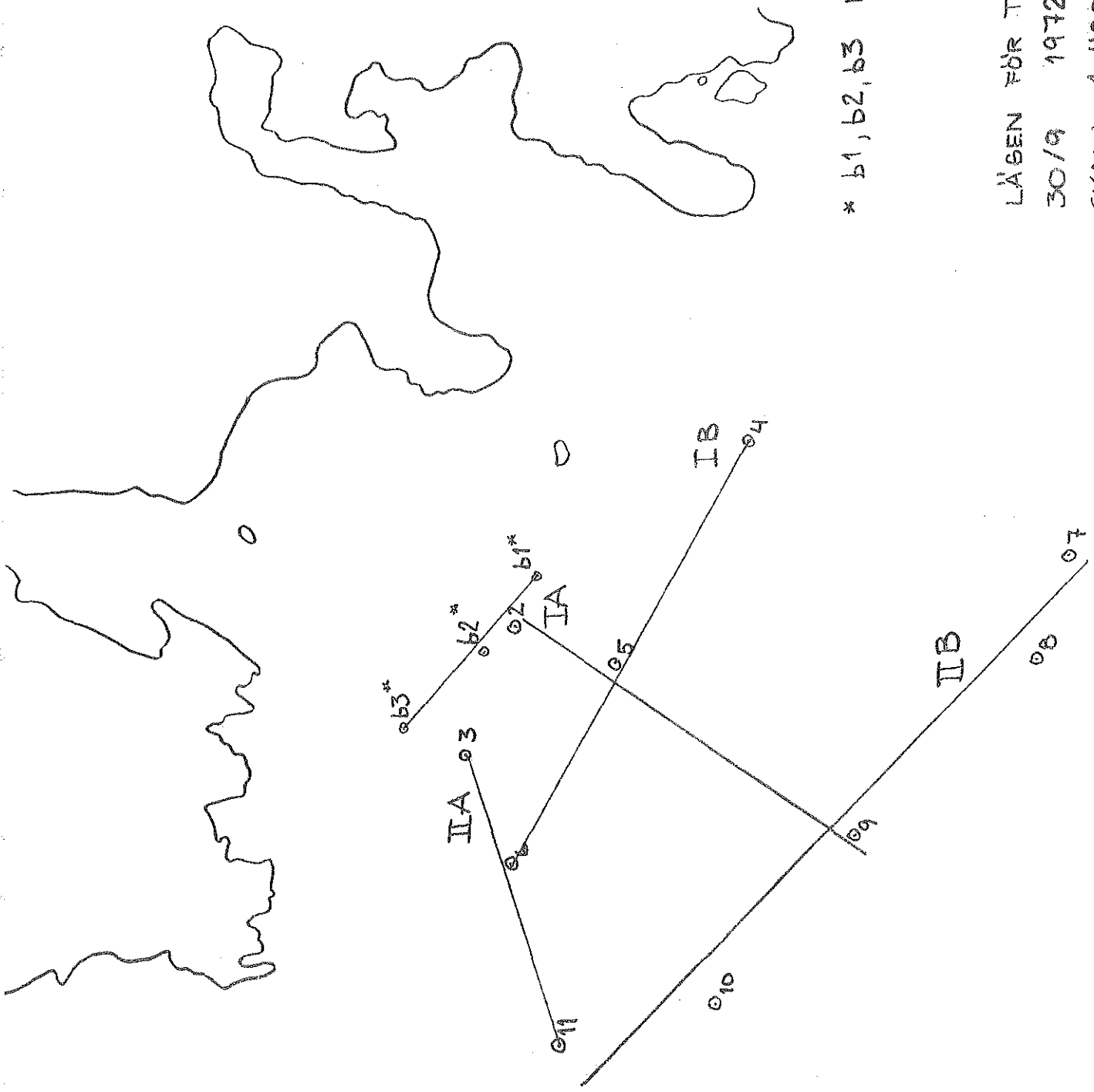
KL 15 50



PUNKT 11

KL 16<sup>20</sup>





\* b1, b2, b3 MÄTTES DEN 29/9

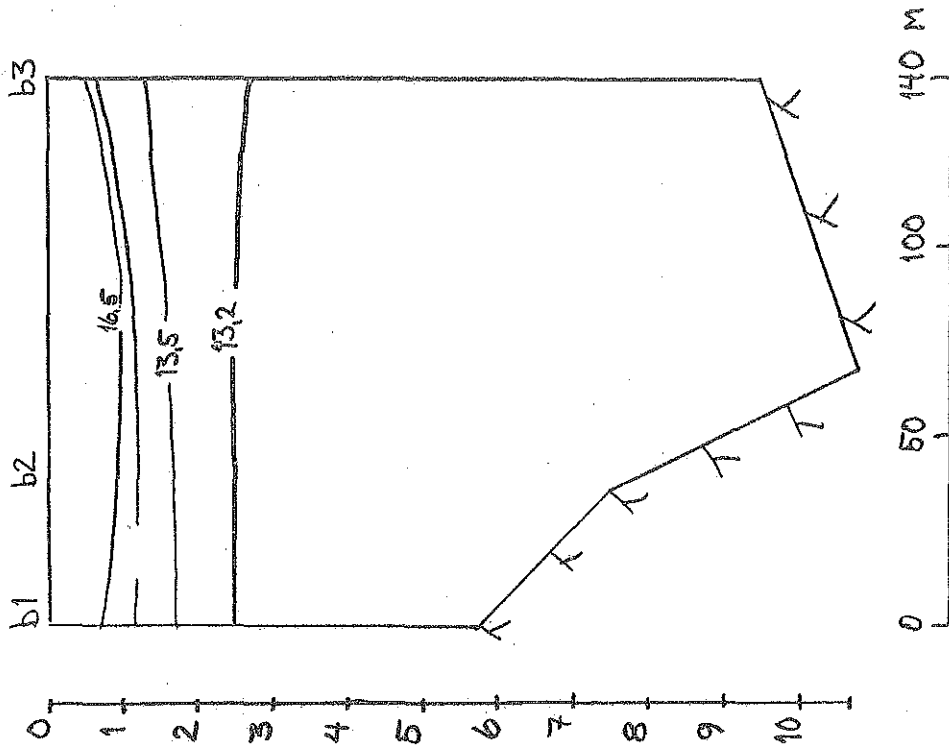
LÄGEN FÖR TEMPERATURSEKTIONER

30/9 1972

SKALA 1:4000



SEKTION Ib



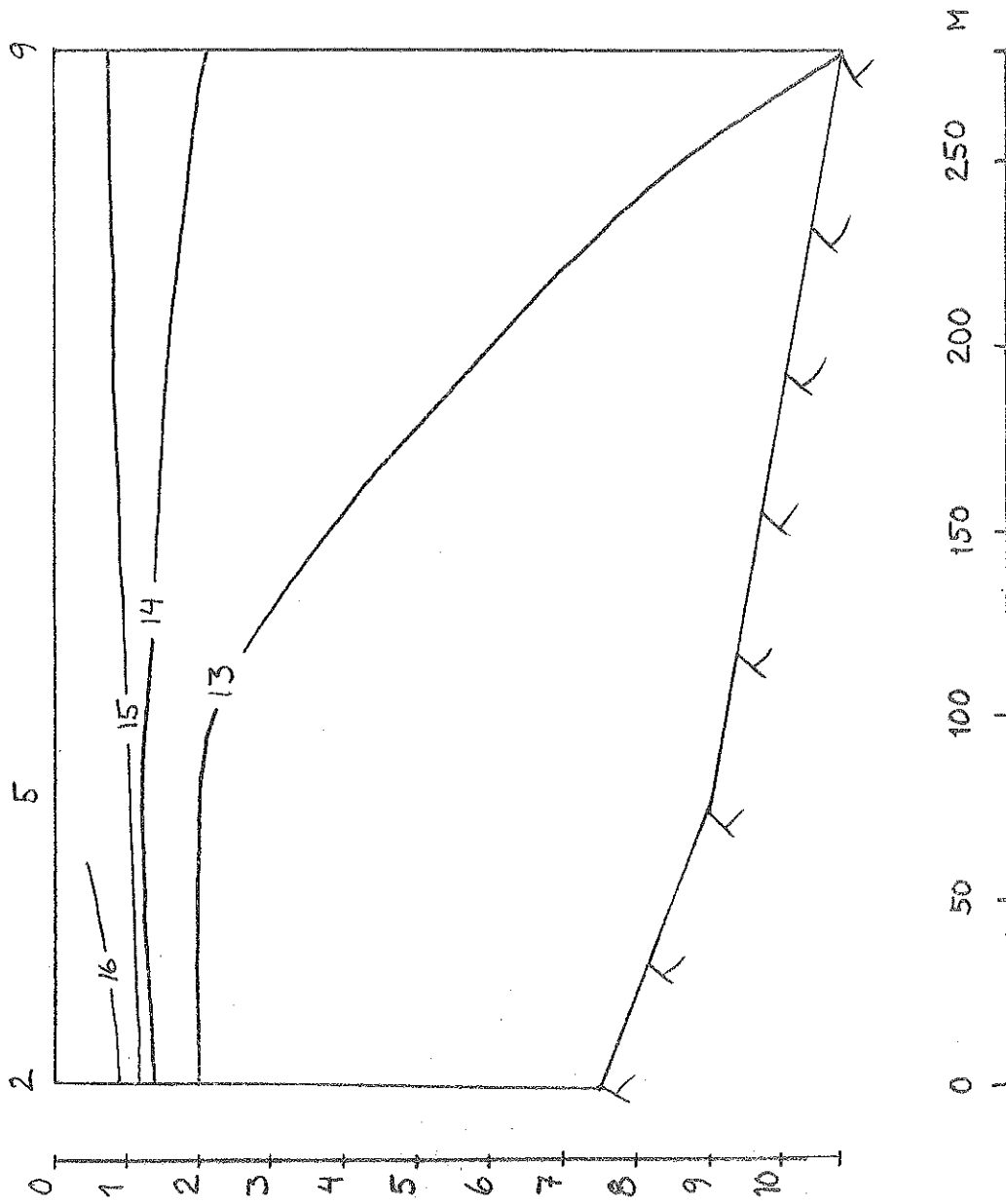
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

29/9 1972

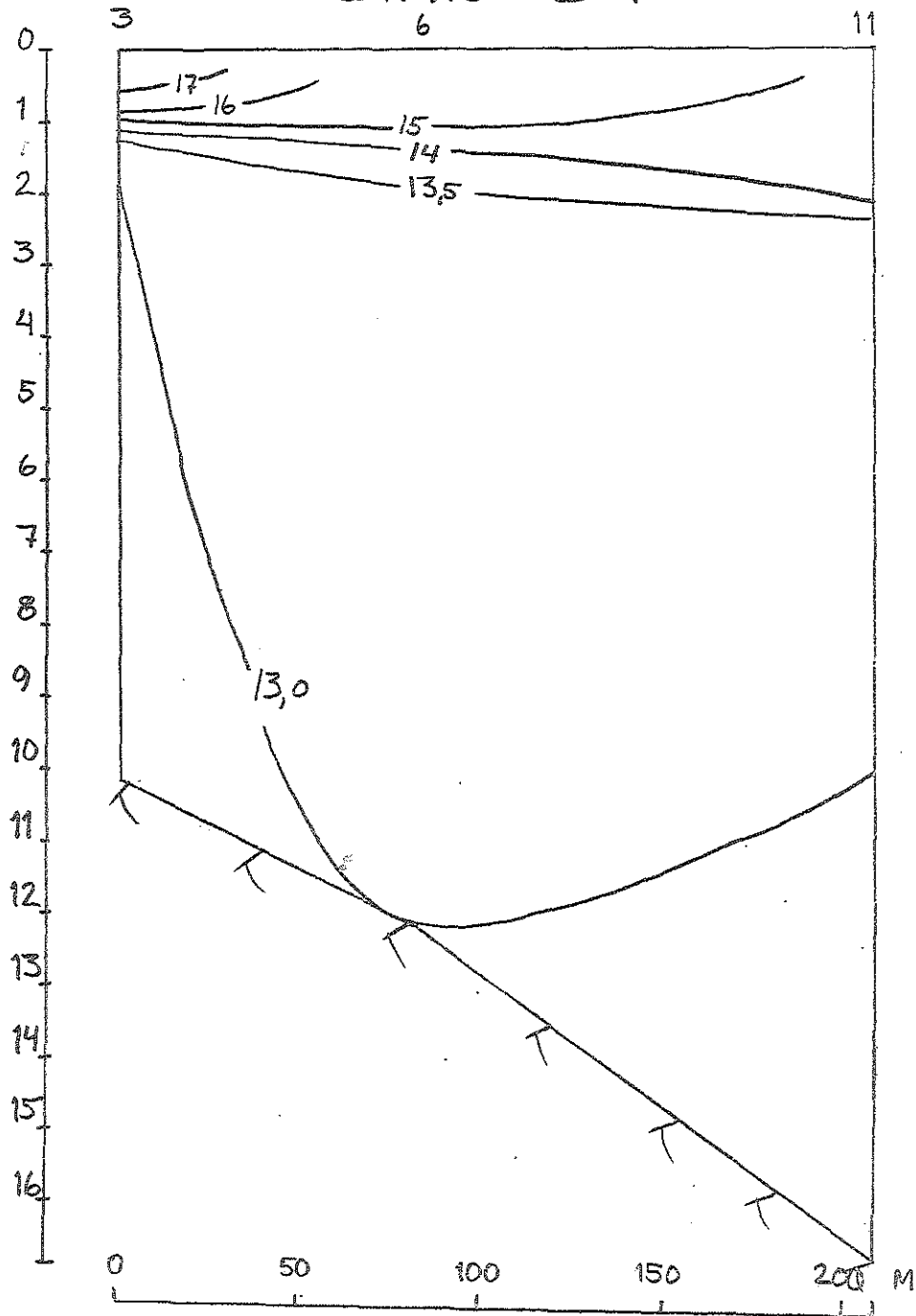
SEKTION IA



TEMPERATURSEKTION  
LÄNGDSKALA 1:2000  
HÖJDSKALA 1:100  
30/9 1972 82.



SEKTION II A



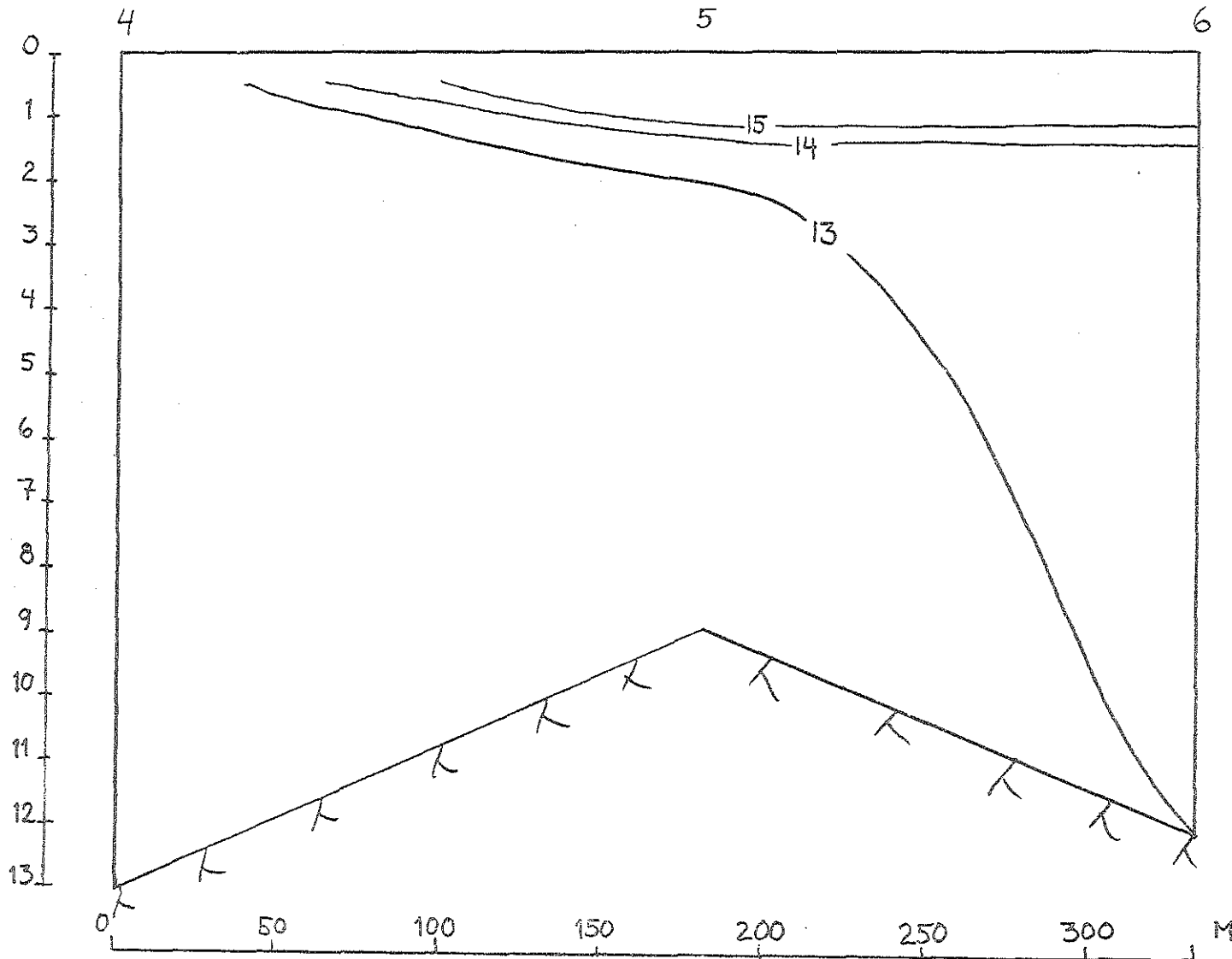
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

30/9 1972

SEKTION IB

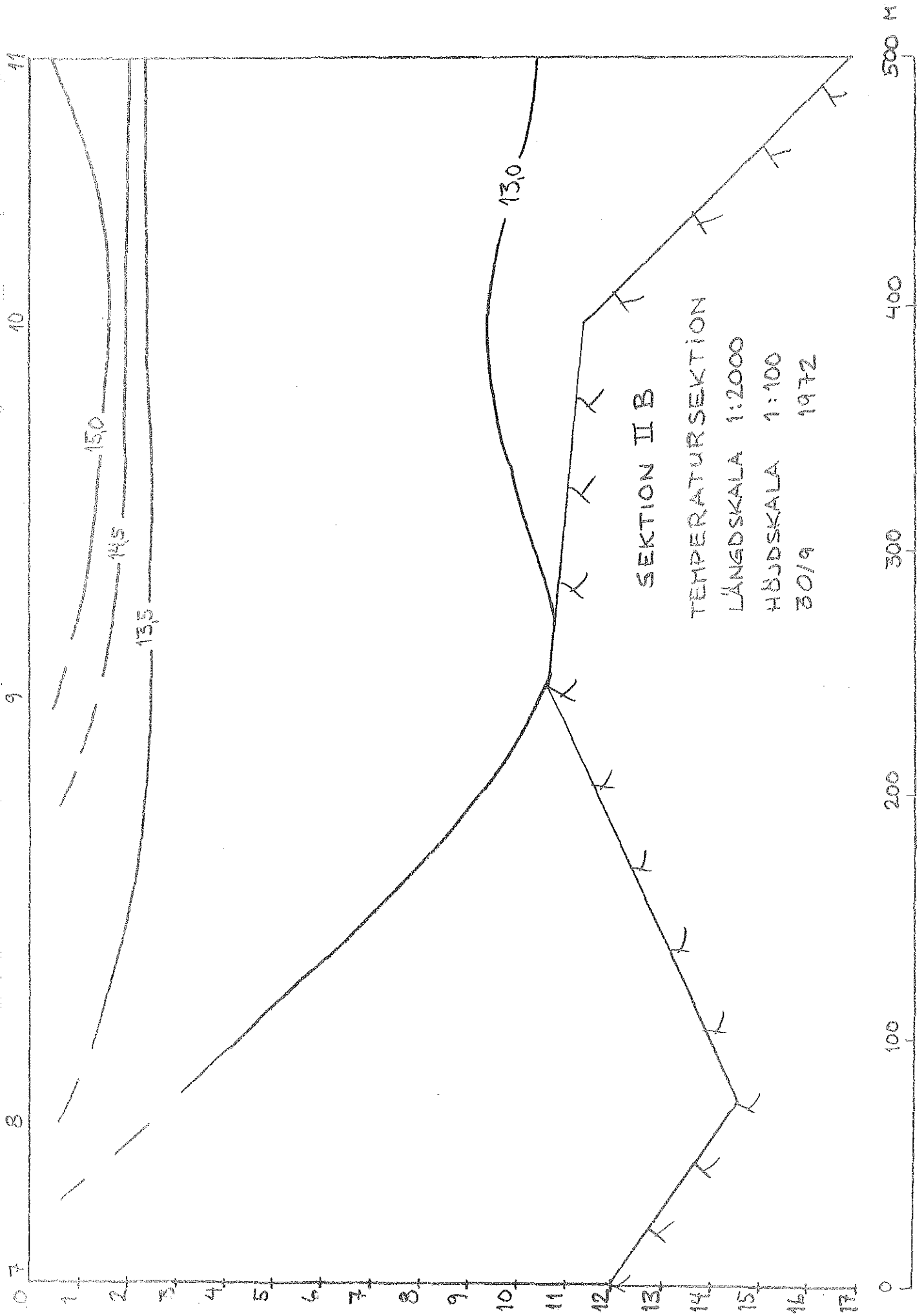


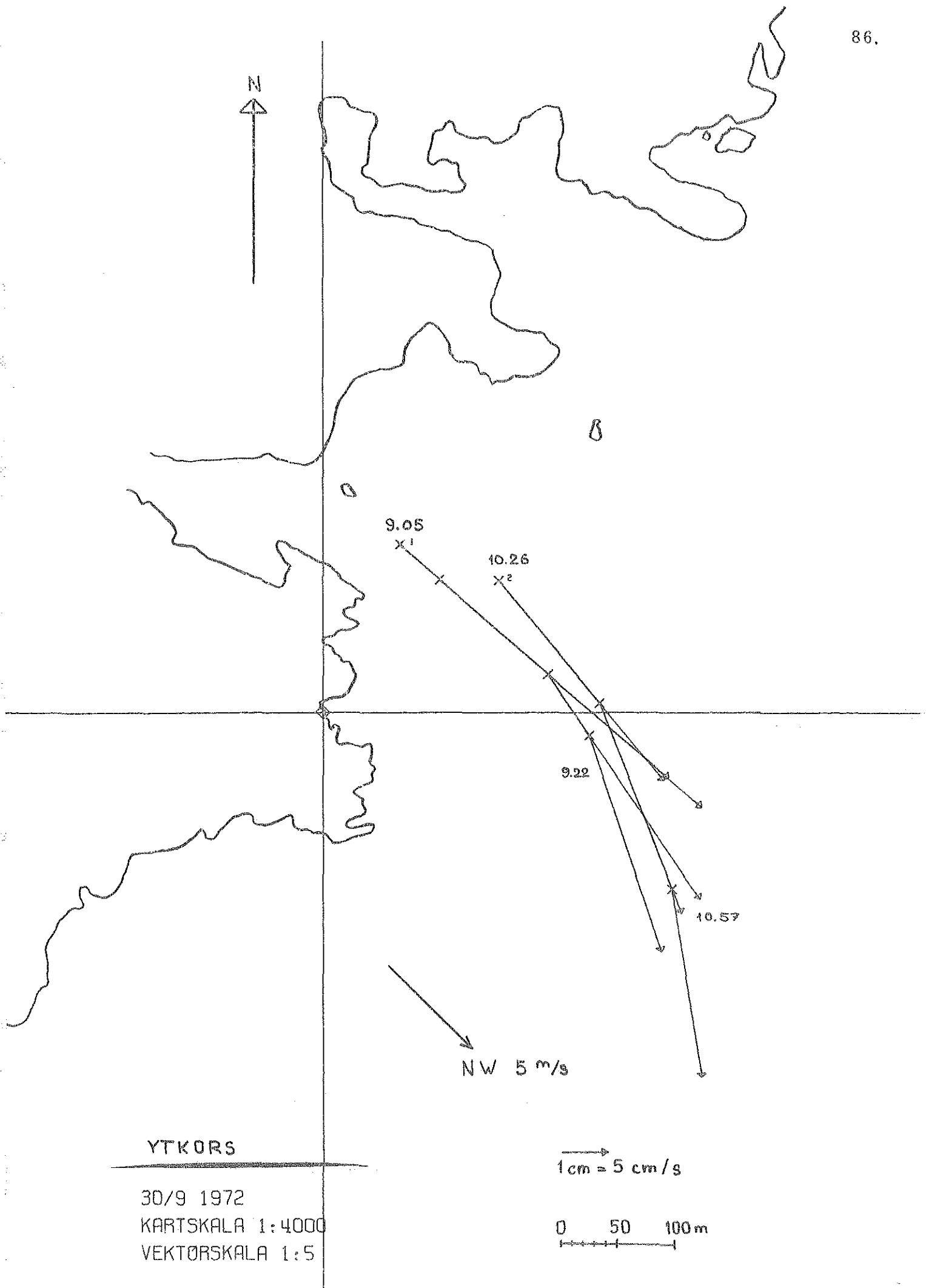
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

30/9 1972



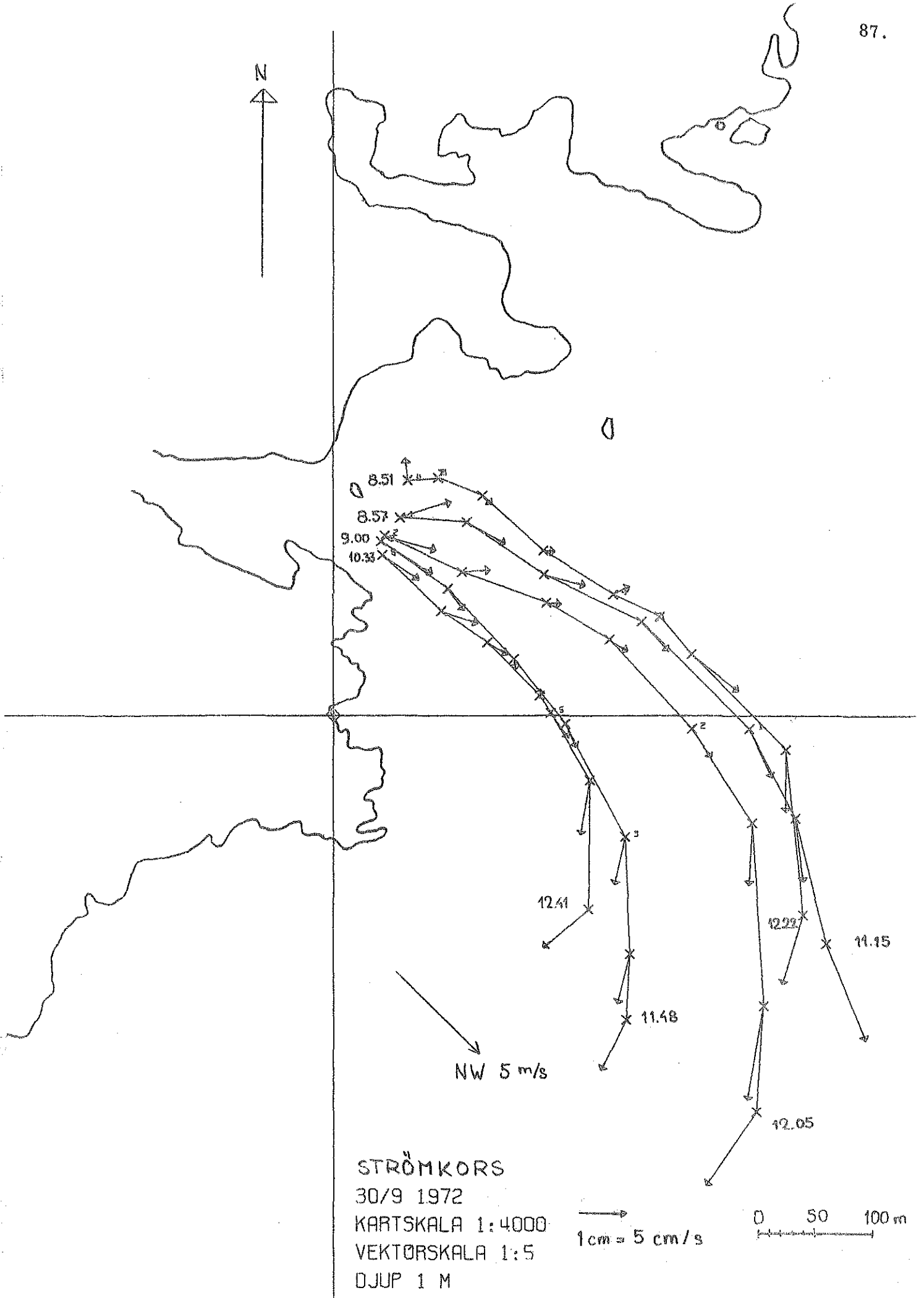


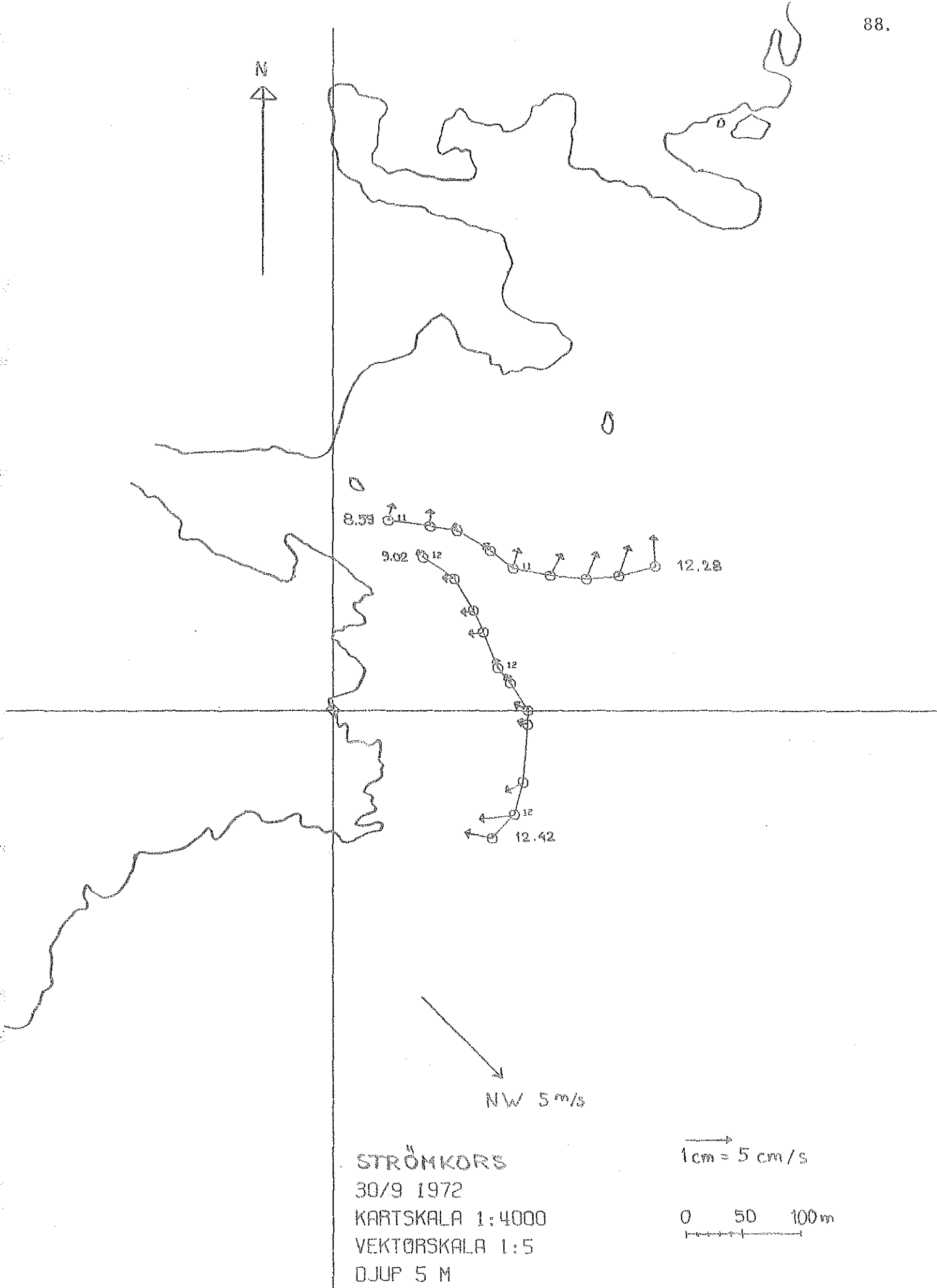
YTKORS

30/9 1972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTØRSKALA 1:5

1 cm = 5 cm/s

0 50 100 m





STRÖMKORS  
30/9 1972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 5 M

1 cm = 5 cm/s  
0 50 100m



30/9 1972  
ISOTERMER OCH HASTIGHETS-  
VEKTORER

DJUP 1,0 m

→ 1 cm = 5 cm/s

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

NW 5 m/s

Söndag 1 oktober 1972

Väder: Lufttemperatur på morgonen  $+6^{\circ}\text{C}$  och på kvällen  $+4^{\circ}\text{C}$ . Mulet väder.

Vind: På förmiddagen 2 m/s syd-ost som efter hand blev svagare.

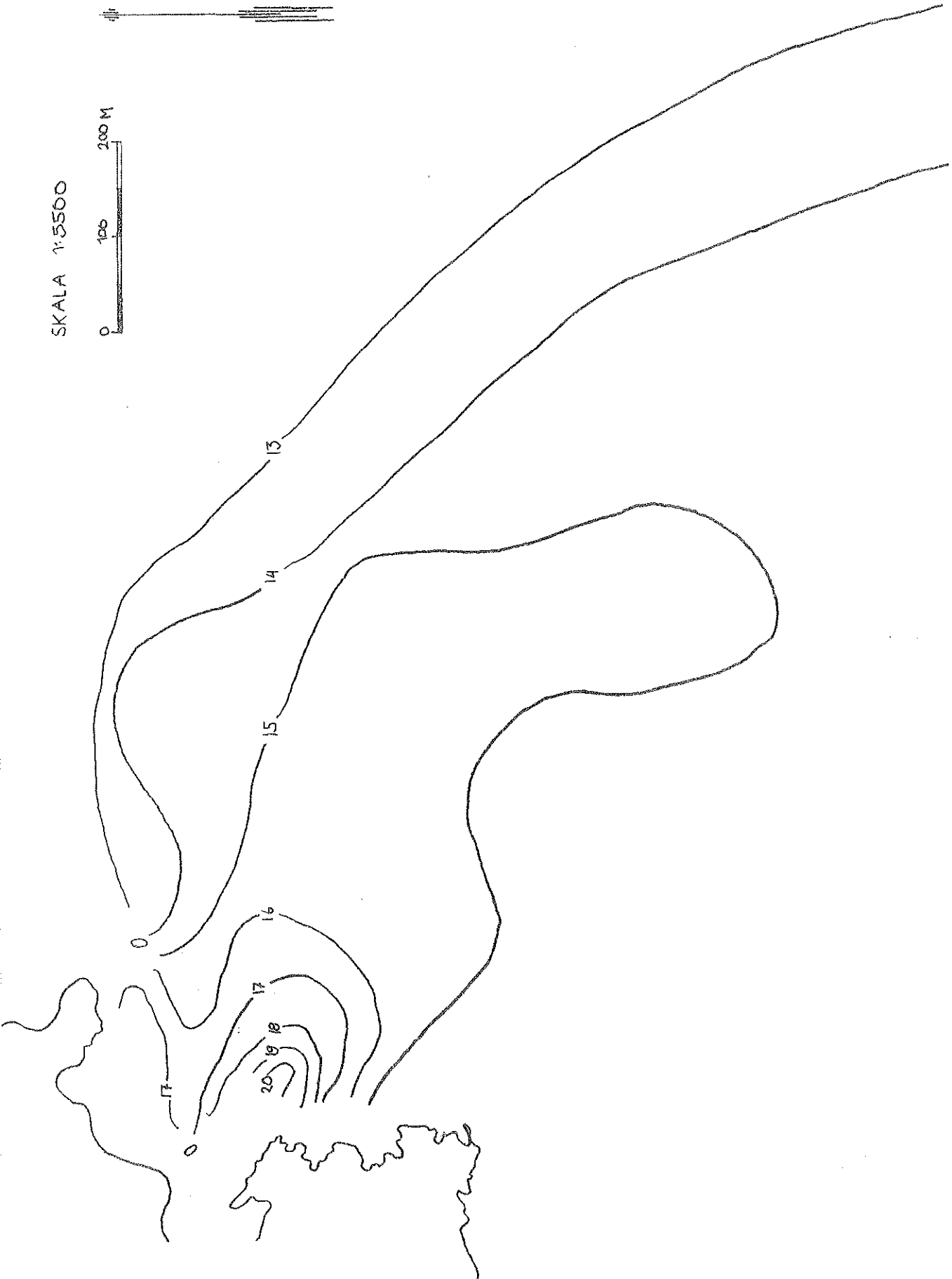
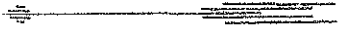
Vattentemperatur: Intagstemperatur  $12,5^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $21^{\circ}\text{C}$

Recipientström: Syd-ost  
ca 15 cm/s

Mätningar: Termistormätningar gjordes på djupet 0,5 m och 1,0 m. Detta för att få ett stort antal punkter och en översikt över strålens utbredning. Strömkorsmätning gjordes med 3 st 1-meters kors.



SKALA 1:5500

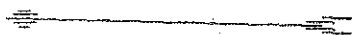


TEMPERATURMÄTNING  
DJUP 0,5M

1/10-72

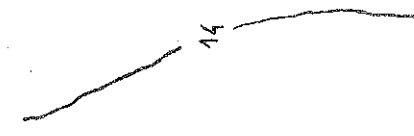
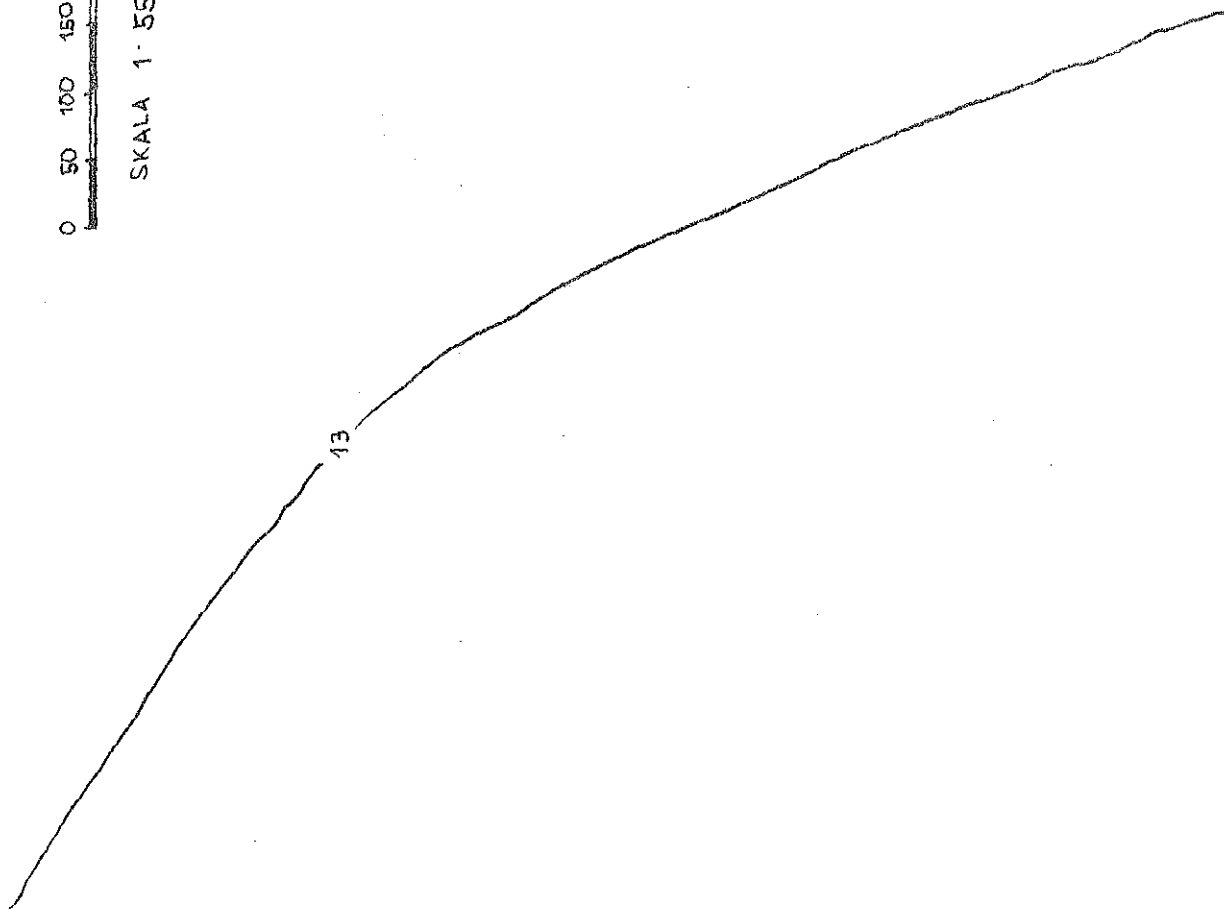
TEMPERATURMÄTNING  
DJUP 1,0 M

1/10 -72



0 50 100 150 200

SKALA 1:5500



Temperaturreducering utanför Hamnehålet

1972-10-01

Utgångspunkt från Fiskefällan

Recipienttemperatur  $T_{\text{rec}} = 12,5^{\circ}\text{C}$

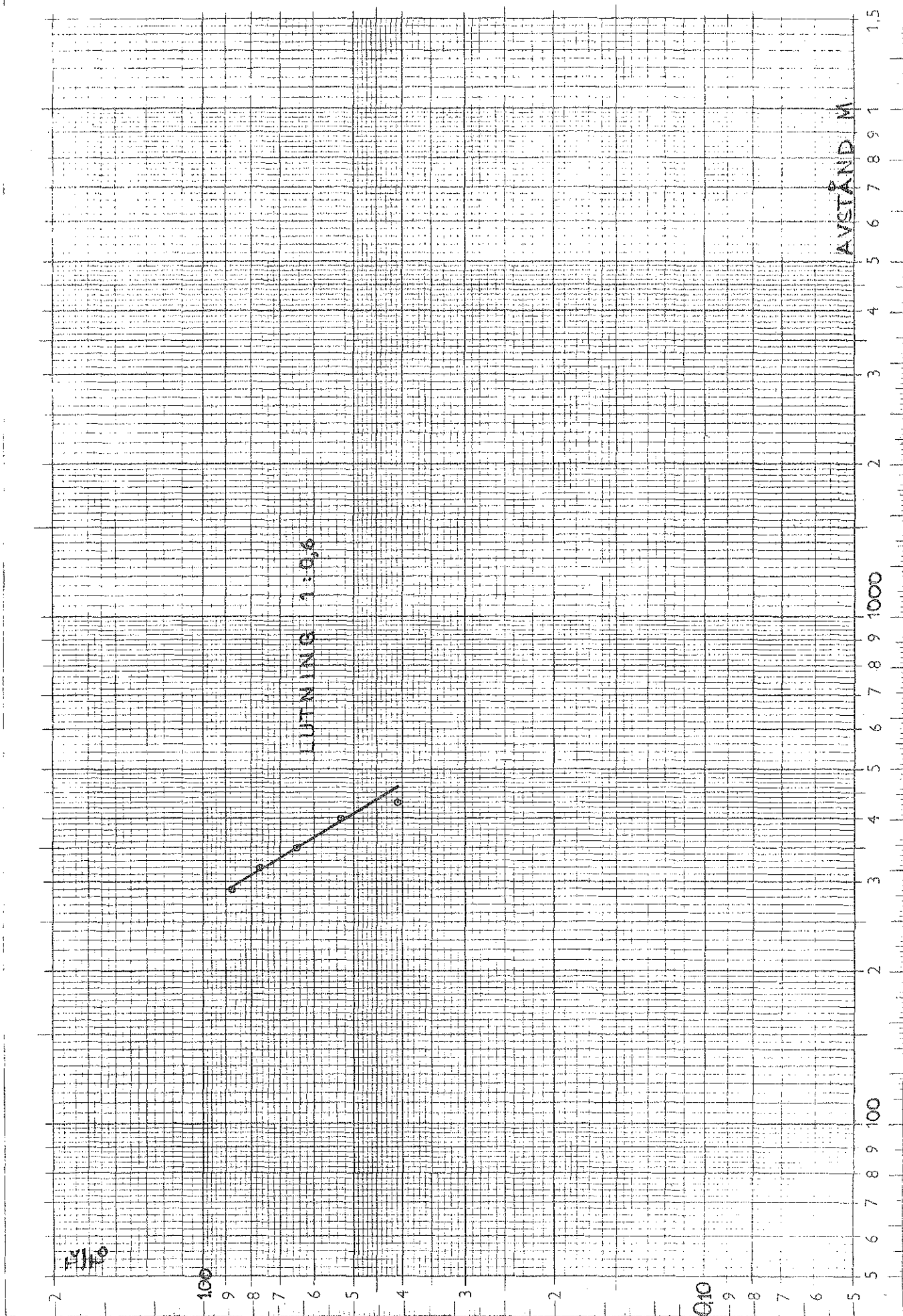
Utsläppstemperatur  $T = 21^{\circ}\text{C}$

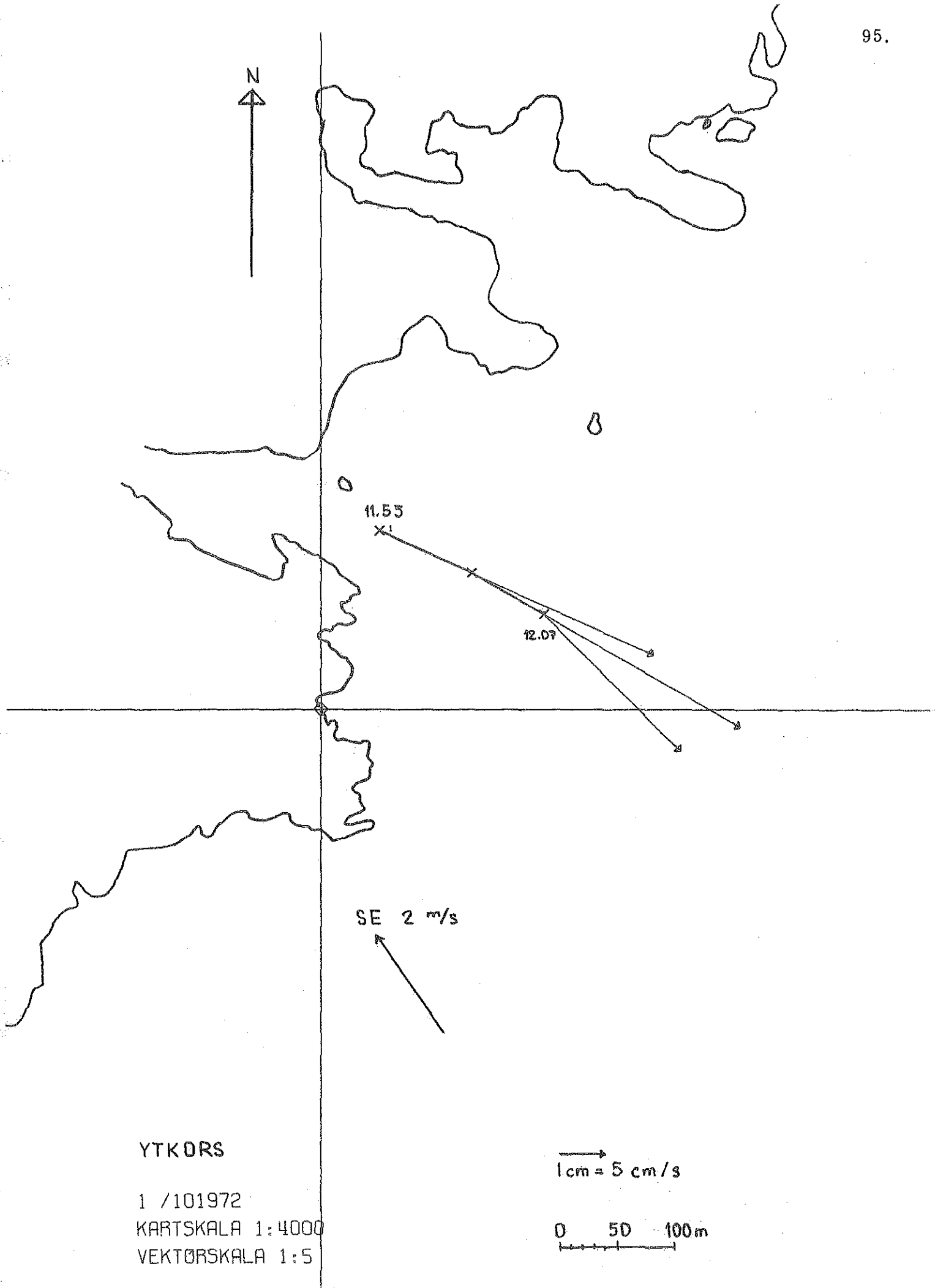
$$T_o = 21 - 12,5 = 8,5^{\circ}\text{C}$$

ISOTERM	$T_c = T_{\text{isoterm}} - T_{\text{rec}}$	$\frac{T_c}{T_o}$	AVSTÅND
20	7,5	0,88	290
19	6,5	0,77	320
18	5,5	0,65	350
17	4,5	0,53	400
16	3,5	0,41	430

# DIAGRAM ÖVER TEMPERATUR- REDUCERING

94.  
1/10 1972





YTKORS

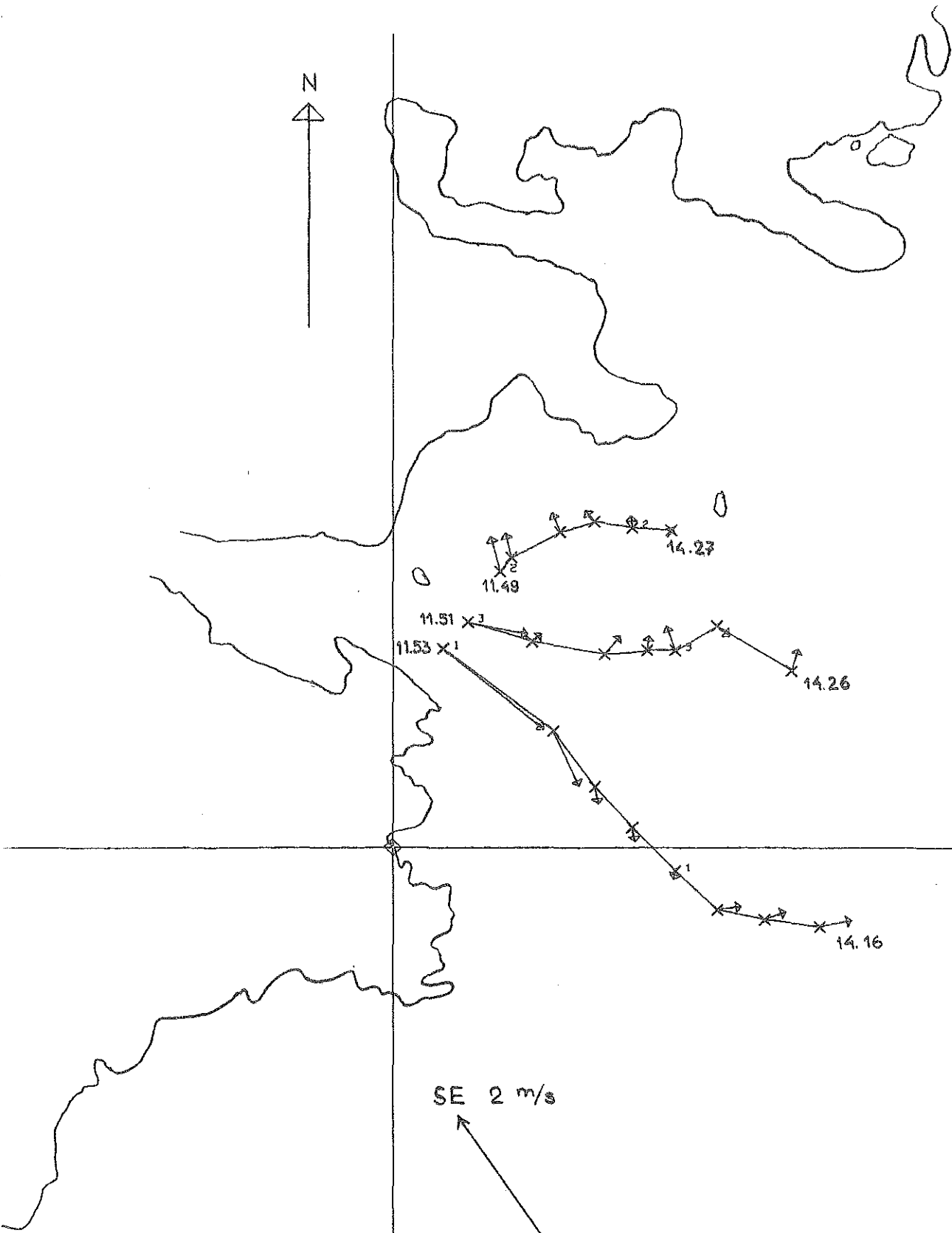
1 / 101972

KARTSKALA 1:4000

VEKTØRSKALA 1:5

1 cm = 5 cm/s

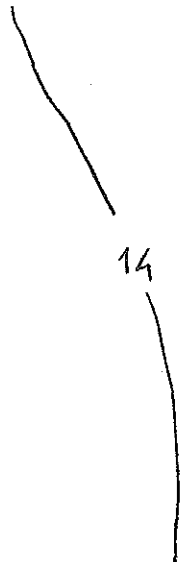
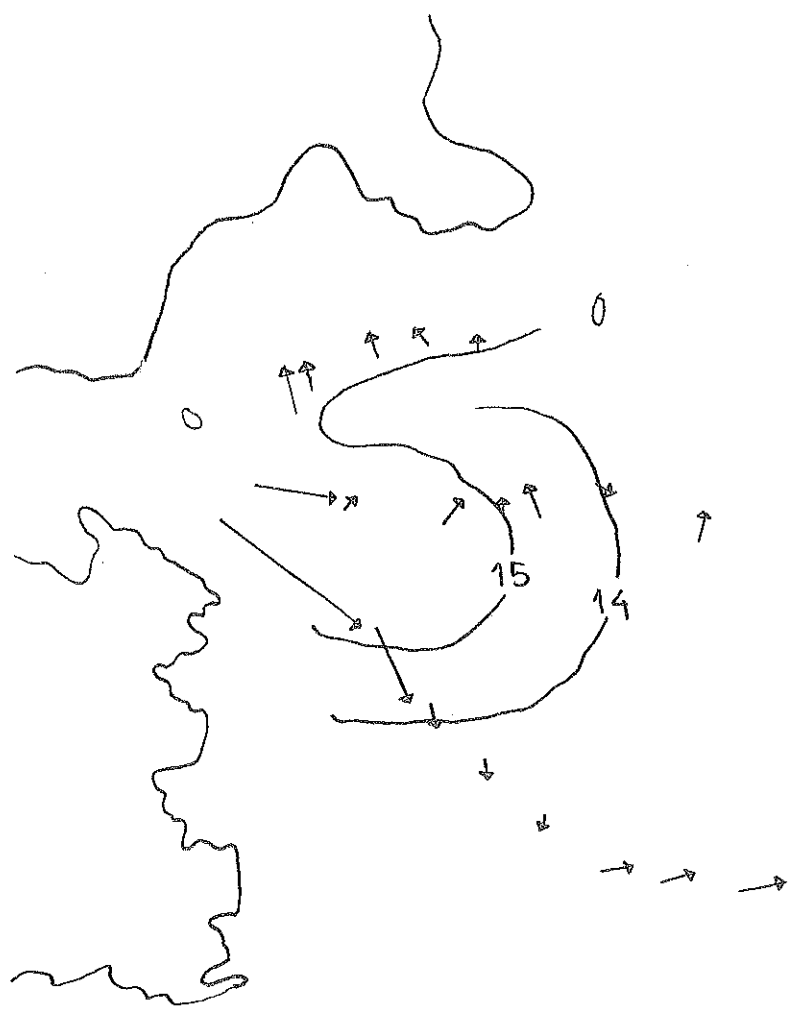
0 50 100 m



STRØMKORS  
1 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTØRSKALA 1:5  
DJUP 1 M

1 cm = 5 cm/s

0 50 100 m



SE 2 m/s

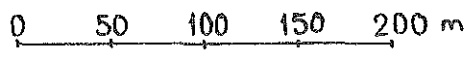


1/10 1972

ISOTERMER OCH HASTIGHETSVEKTORER

DJUP 1,0 m

→ 1 cm = 5 cm/s



SKALA 1:4000

Måndag 2 oktober 1972

Väder: Lufttemperatur både morgon och kväll  $+4^{\circ}\text{C}$ .  
Vackert väder hela dagen.

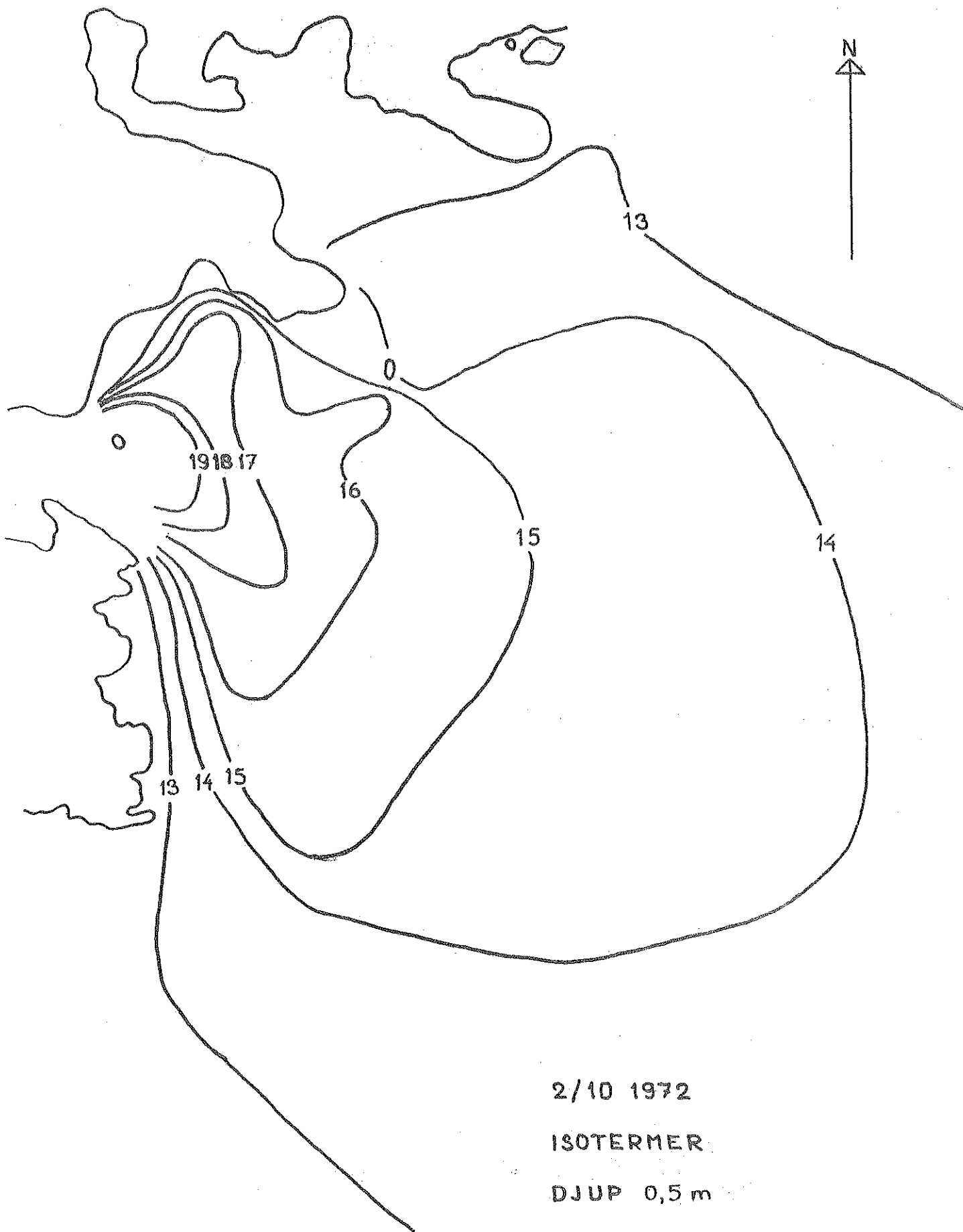
Vind: Svag vind. På morgonen nord-västlig som vid  
middagstid vände mot syd-sydostlig och senare  
mot syd-sydväst.

Vattentemperatur: Intagstemperatur  $12^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $21^{\circ}\text{C}$

Recipientström: Väst  
ca 8 cm/s

Mätningar: Dagens mätningar bestod av strömkors- och  
termistormätningar utanför Hamnehålet.





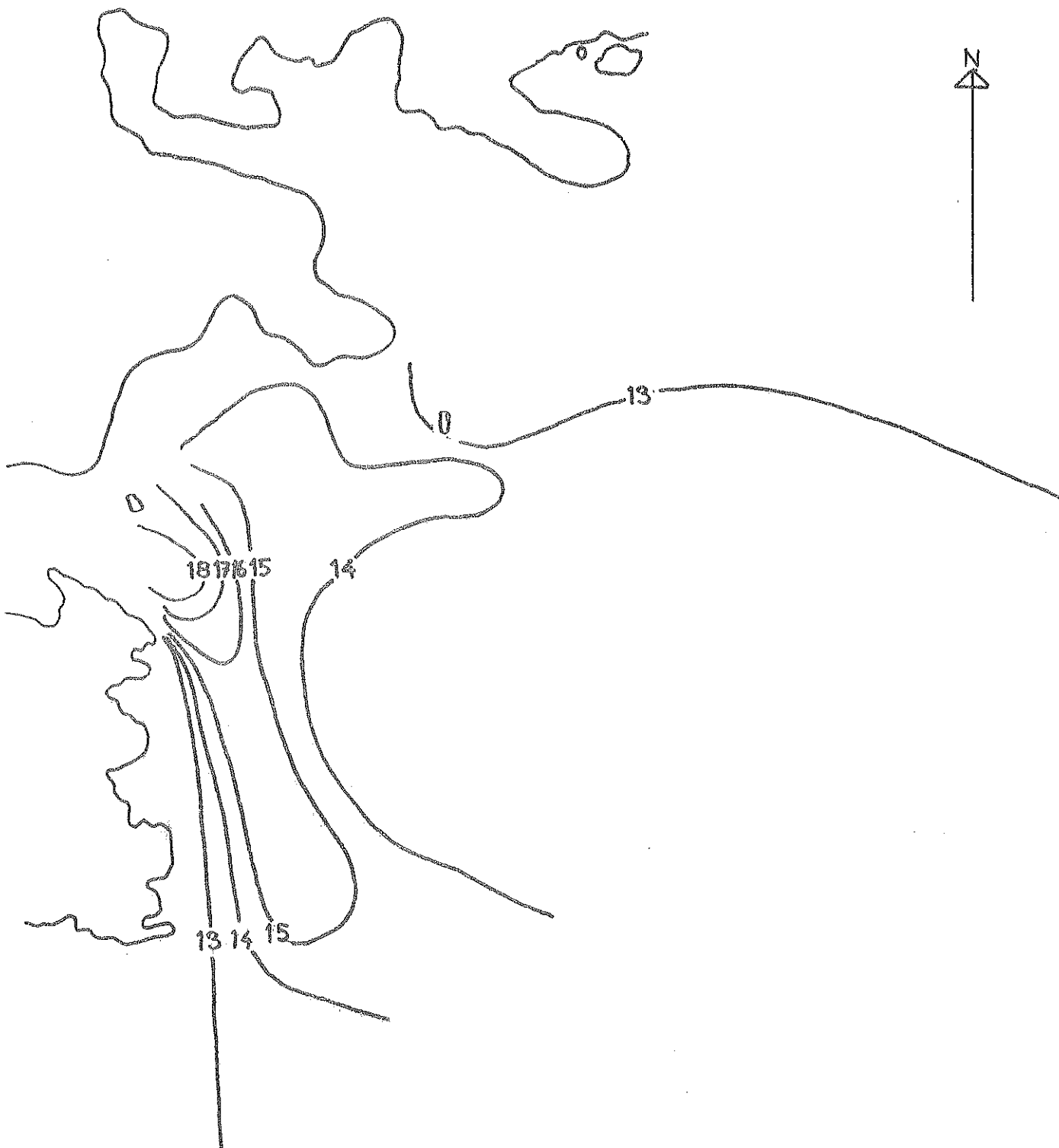
2/10 1972

ISOTERMER

DJUP 0,5 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



2/10 1972.

ISOTHERMER

DJUP 1,0 m



SKALA 1:4000

Temperaturreducering utanför Hamnehålet

1972-10-02

Utgångspunkt från Fiskefällan.

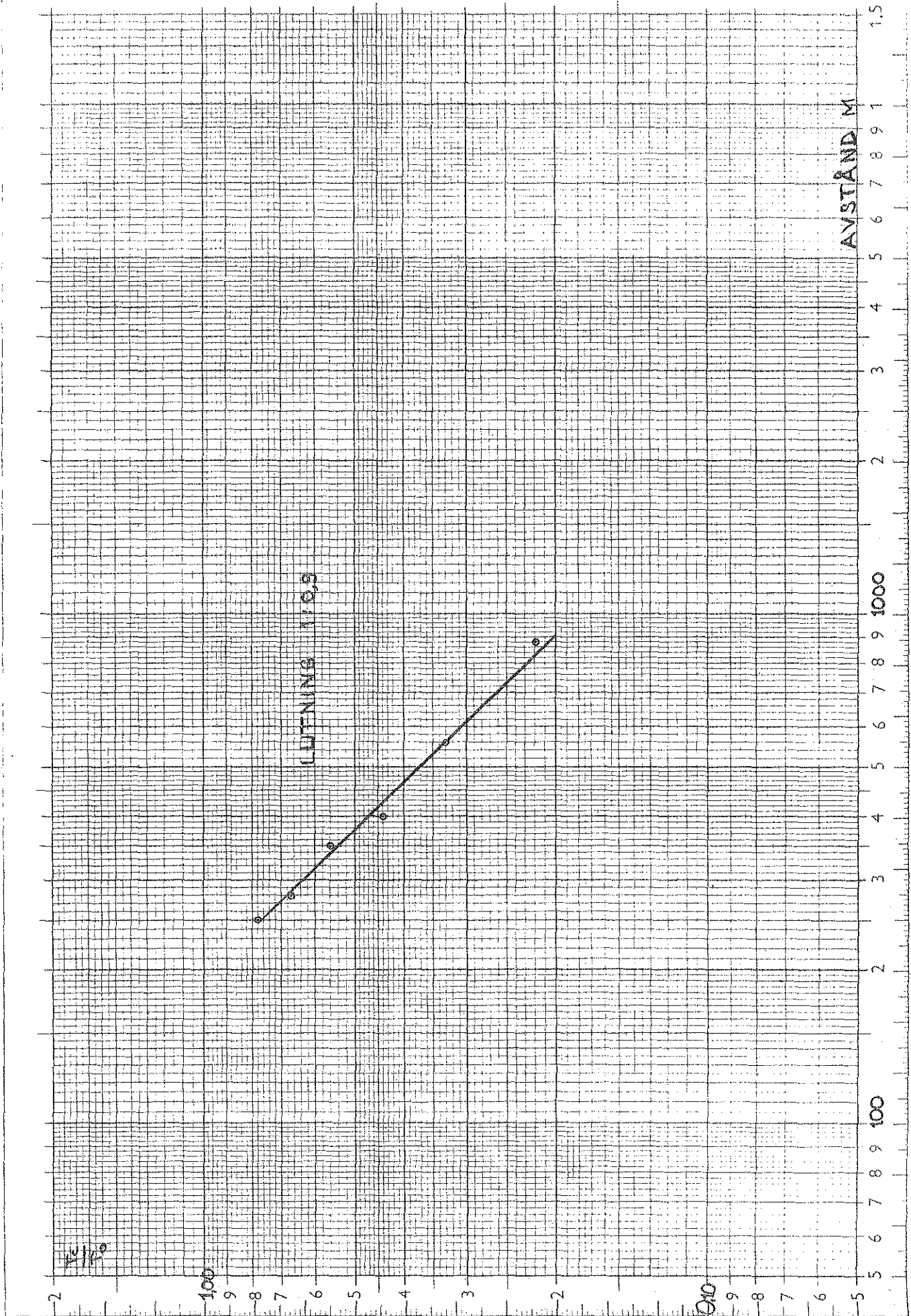
Recipienttemperatur  $T_{\text{rec}} = 12^{\circ}\text{C}$ Utsläppstemperatur  $T = 21^{\circ}\text{C}$ 

$$T_{\text{O}} = 21 - 12 = 9^{\circ}\text{C}$$

ISOTERM	$T_{\text{C}} = T_{\text{ISOTERM}} - T_{\text{REC}}$	$\frac{T_{\text{C}}}{T_{\text{O}}}$	AVSTÅND
19	7	0,78	250
18	6	0,67	280
17	5	0,56	350
16	4	0,44	400
15	3	0,33	530
14	2	0,22	840

DIAGRAM ÖVER TEMPERATUR-  
REDUCERING

102.  
2/10 1972





TEMPERATURMÄTPUNKTER

2/10 1972

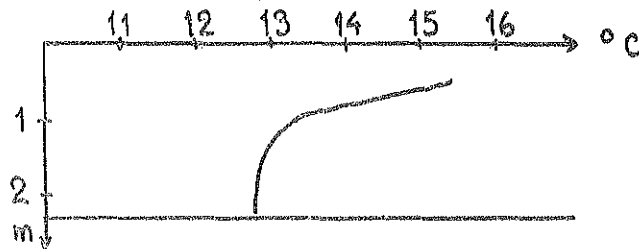
0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

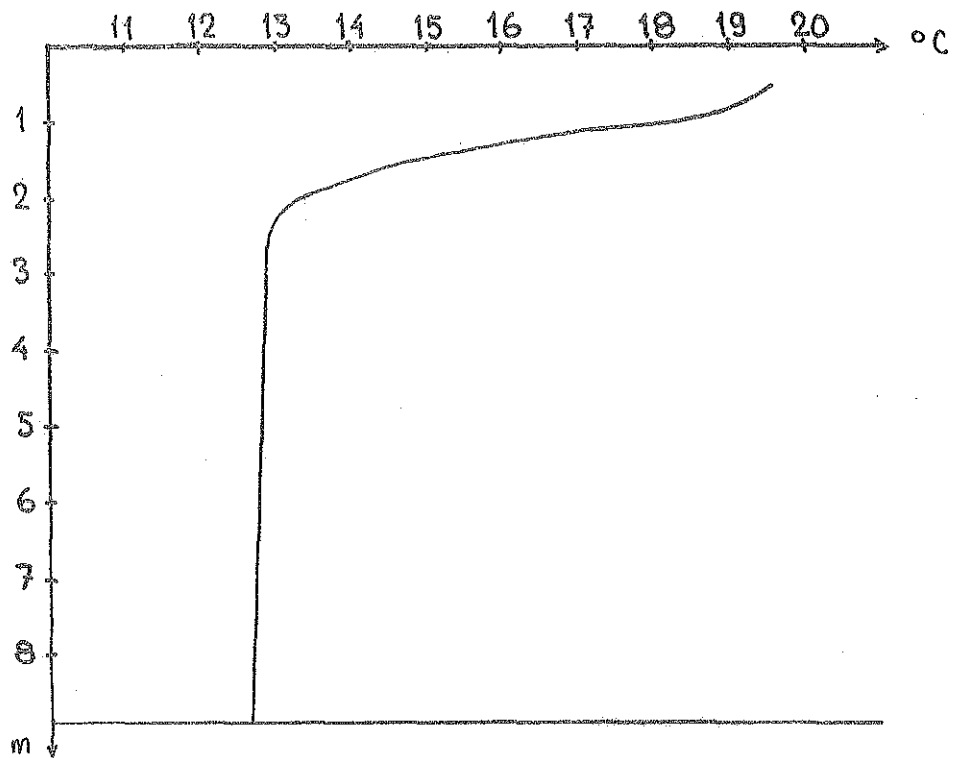
PUNKT 1 KL. 08 30

DJUP TILL BOTTEN 0,6 m  
TEMPERATUR PÅ 0,5 m = 19,4 °C

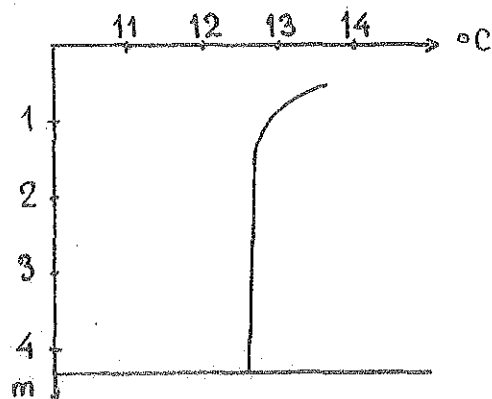
PUNKT 2 KL. 08 35



PUNKT 3 KL. 09 30



PUNKT 4 KL. 09 50



2/10 1972

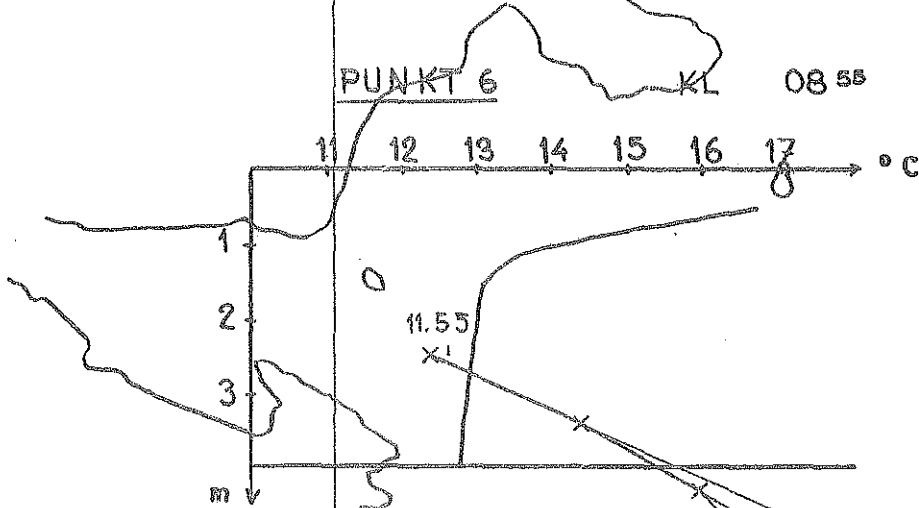
105.



PUNKT 5

KL 08 45

11 12 13 14 15 16 17 18



PUNKT 6

KL 08 55

11 12 13 14 15 16 17 °C

m

PUNKT 7

KL 09 10

11 12 13 14 15 16 17 °C

1  
2

SE 2 m/s

PUNKT 8

KL 09 15

11 12 13 14 15 16 17 18 °C

1  
2  
3

YTKDRS

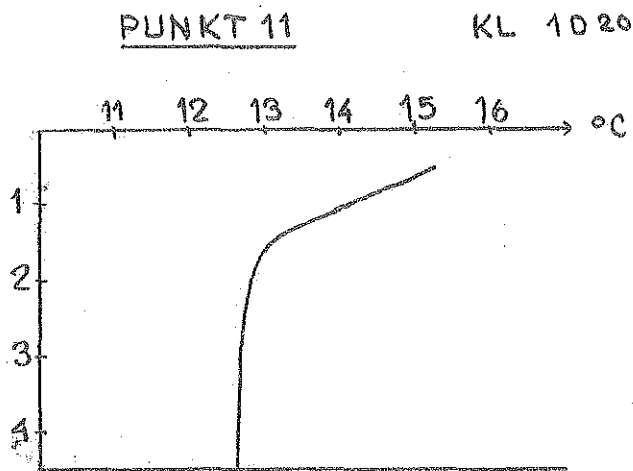
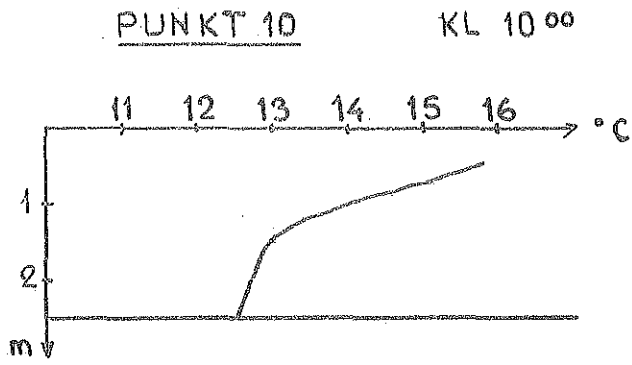
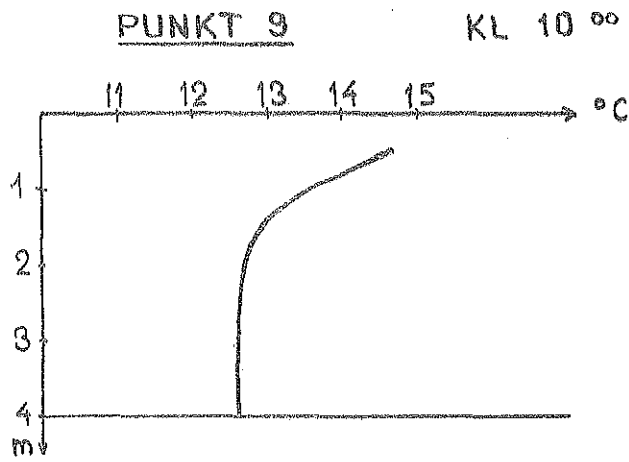
1 cm = 5 cm/s

1 /101972

KARTSKALA 1:4000

VEKTÖRSKALA 1:5

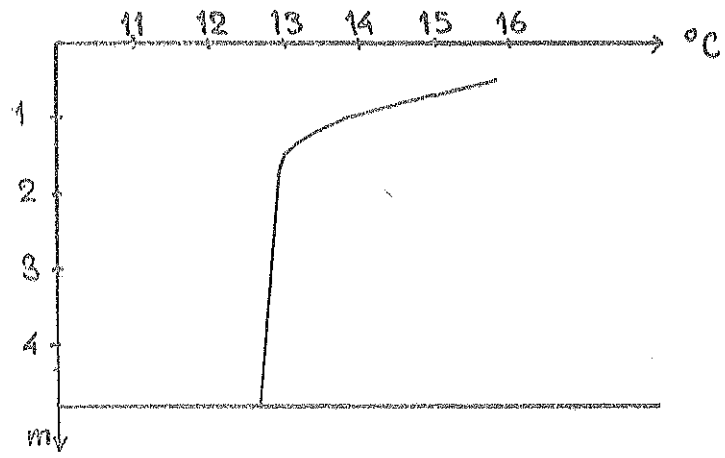
0 50 100 m





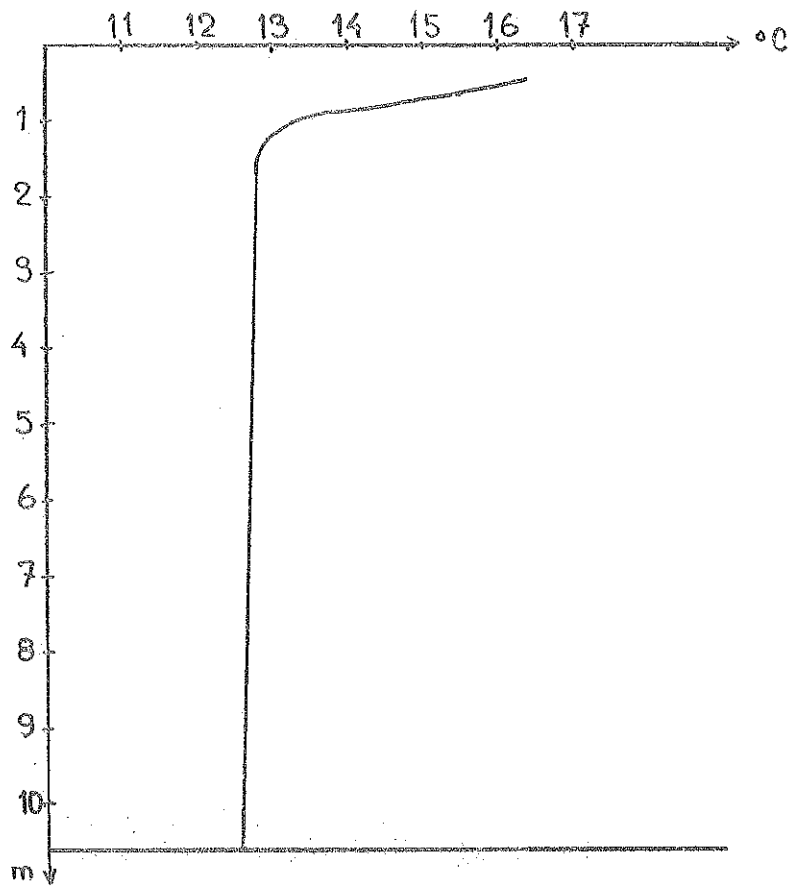
PUNKT 12

KL 12 35



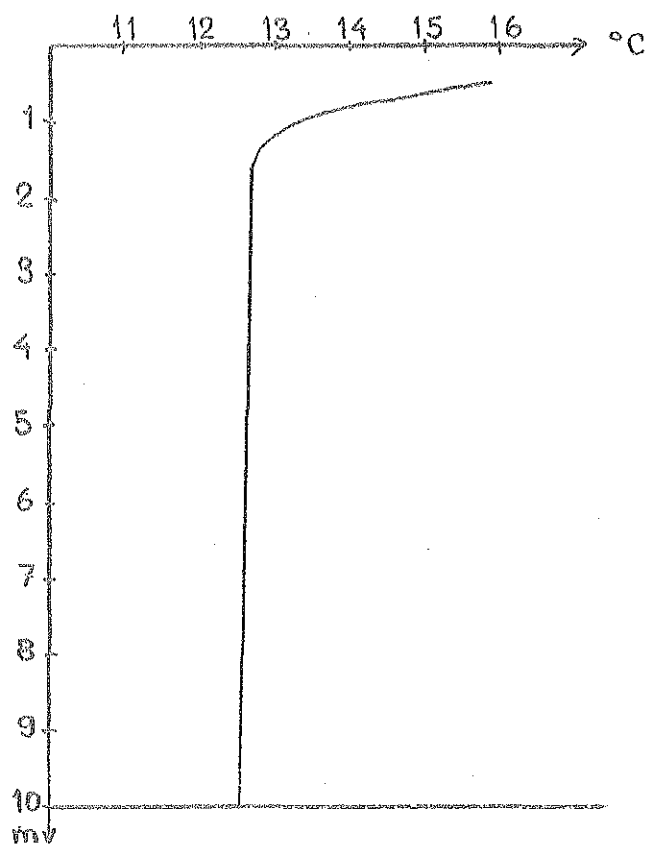
PUNKT 13

KL 12 45



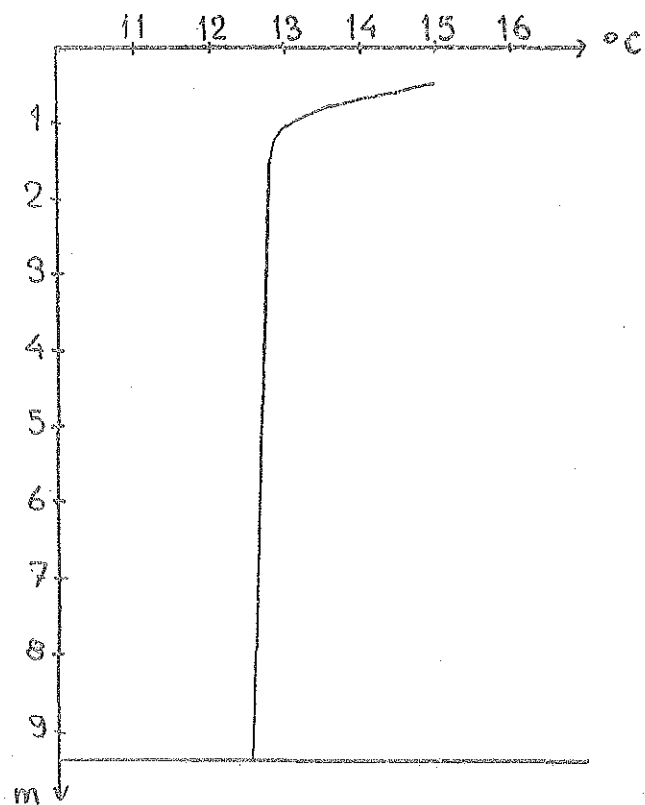
PUNKT 14

KL 13<sup>00</sup>



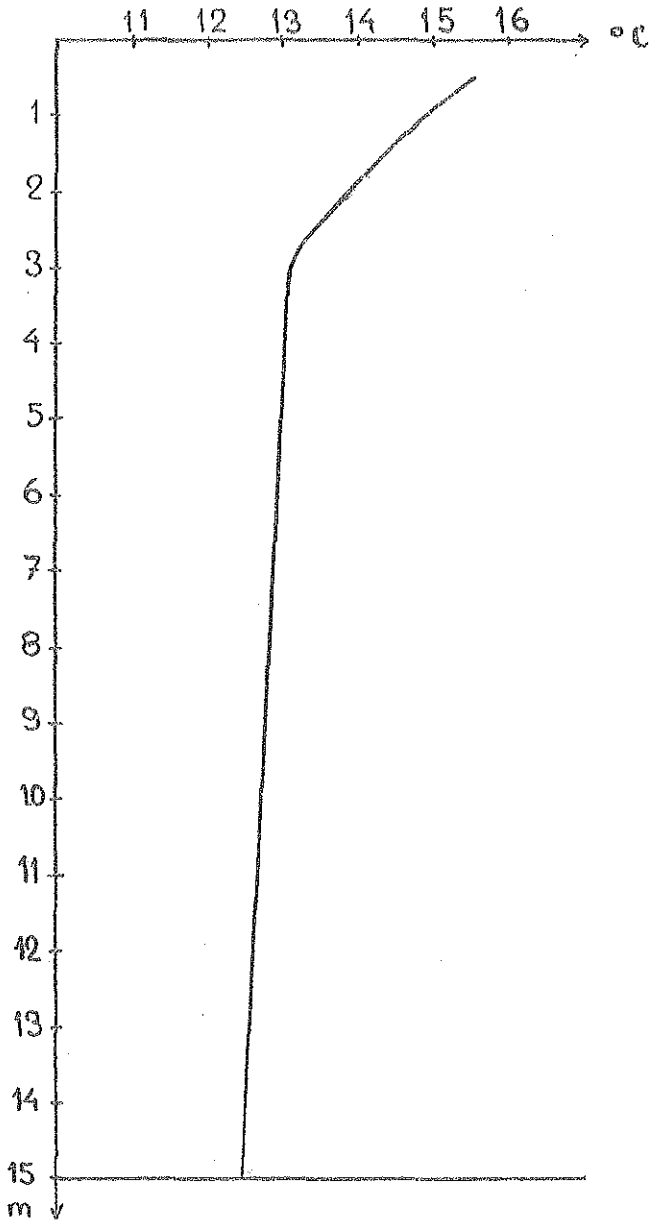
PUNKT 15

KL 13<sup>15</sup>



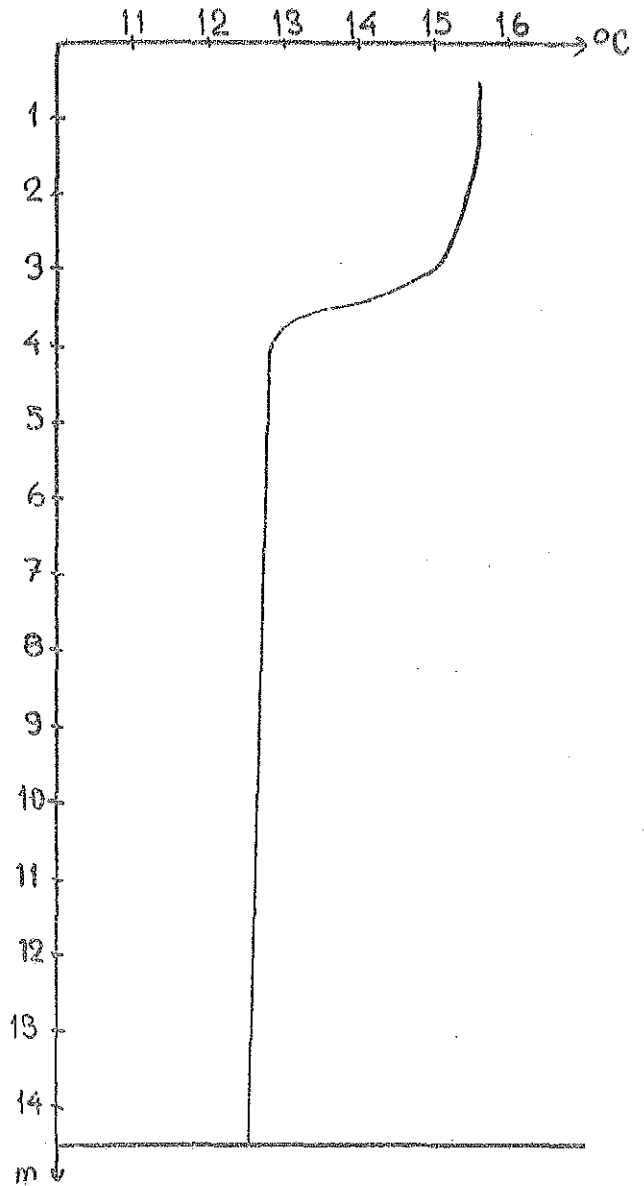
PUNKT 16

KL 15 30

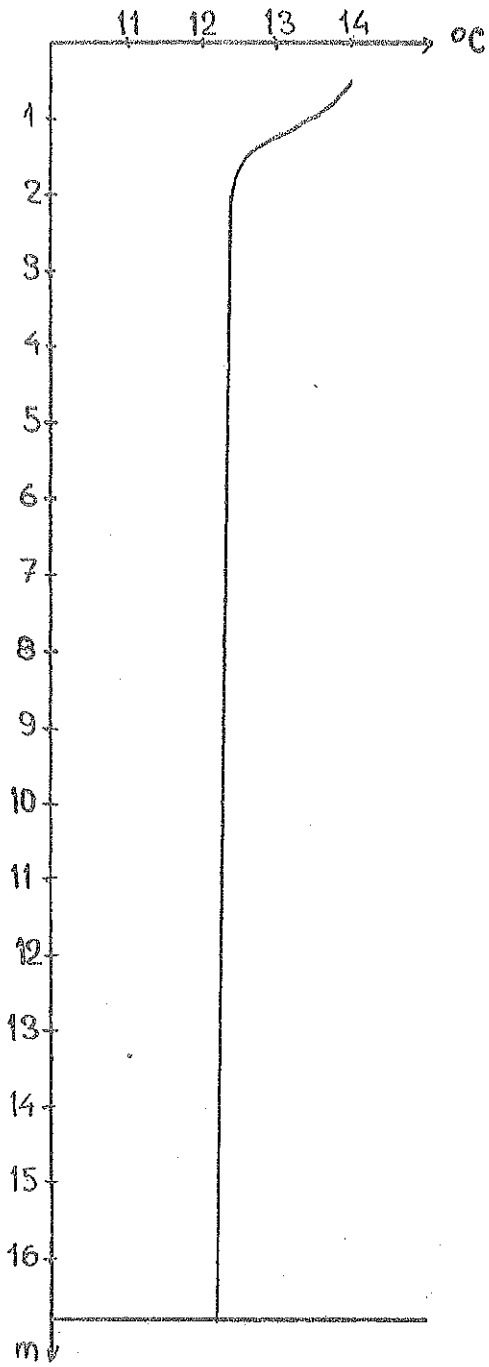


PUNKT 17

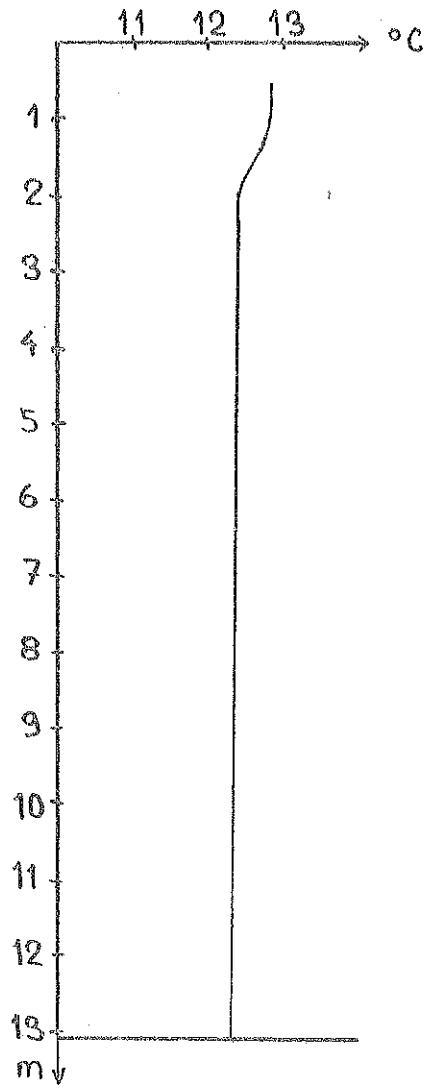
KL 16 15



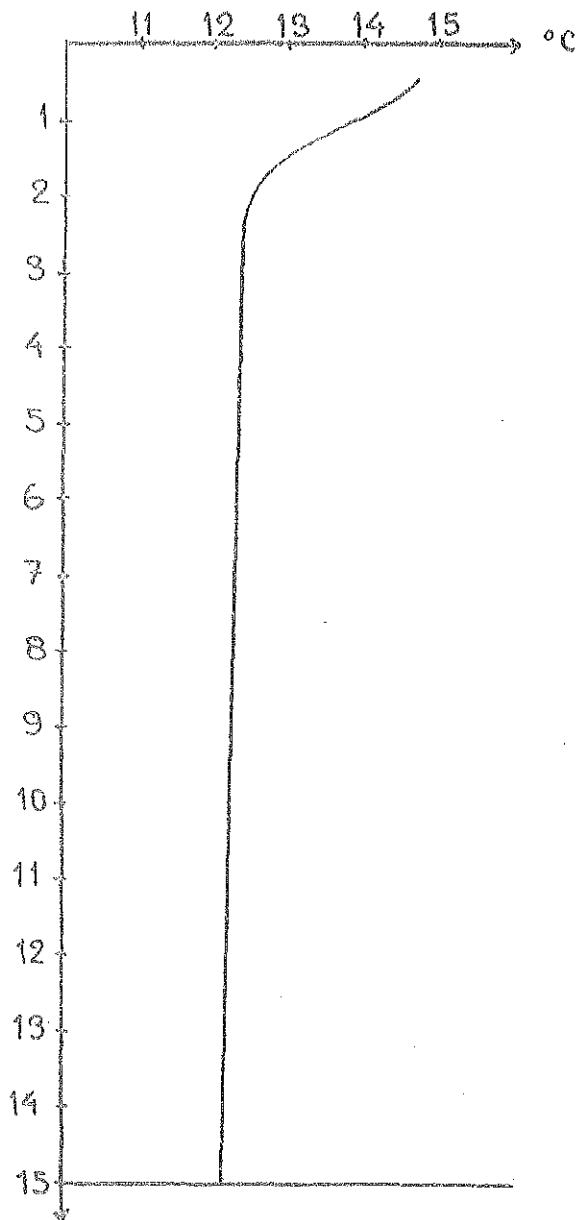
PUNKT 18 KL 10 20



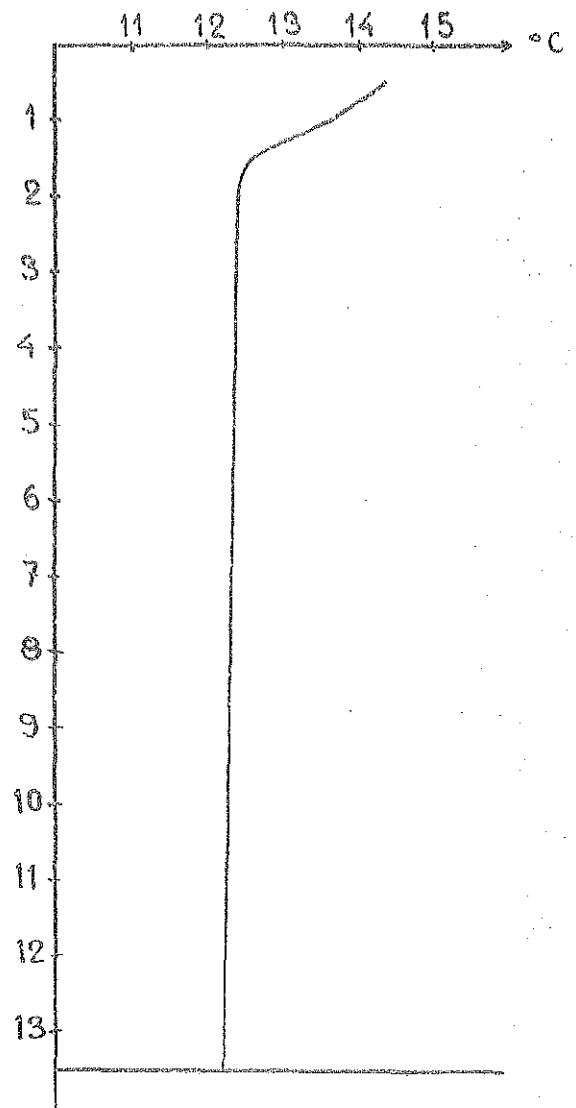
PUNKT 19 KL 10 35



PUNKT 20 KL 10<sup>06</sup>

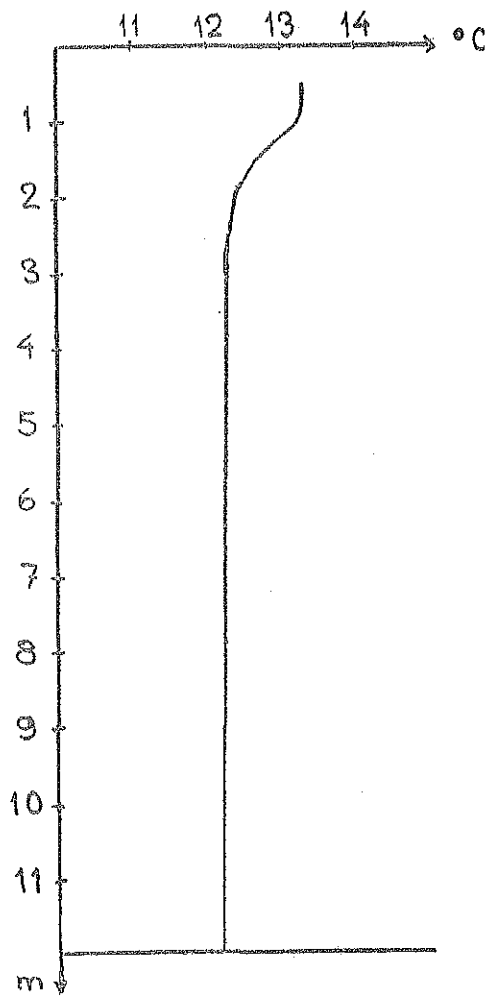


PUNKT 21 KL 09 40



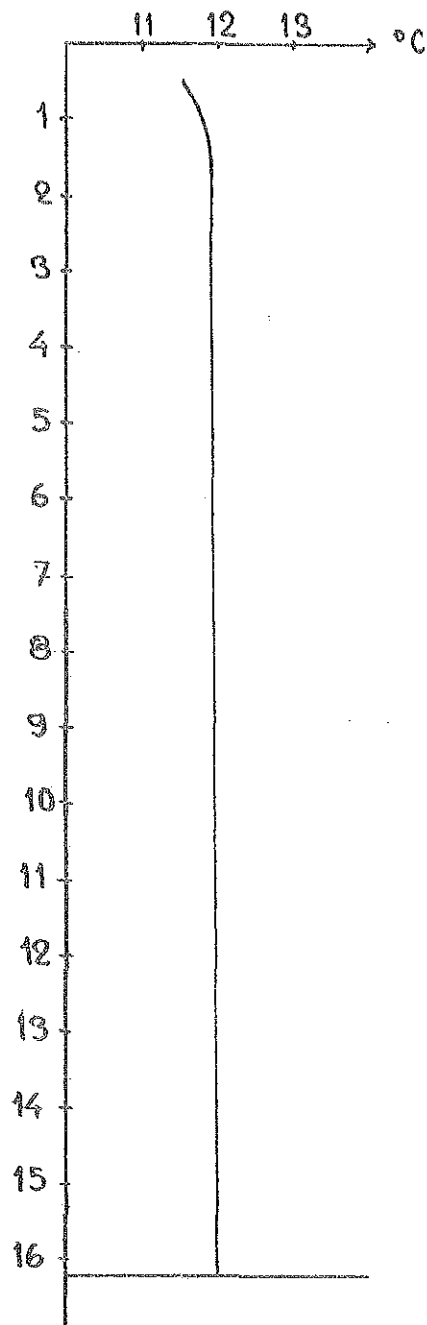
PUNKT 22

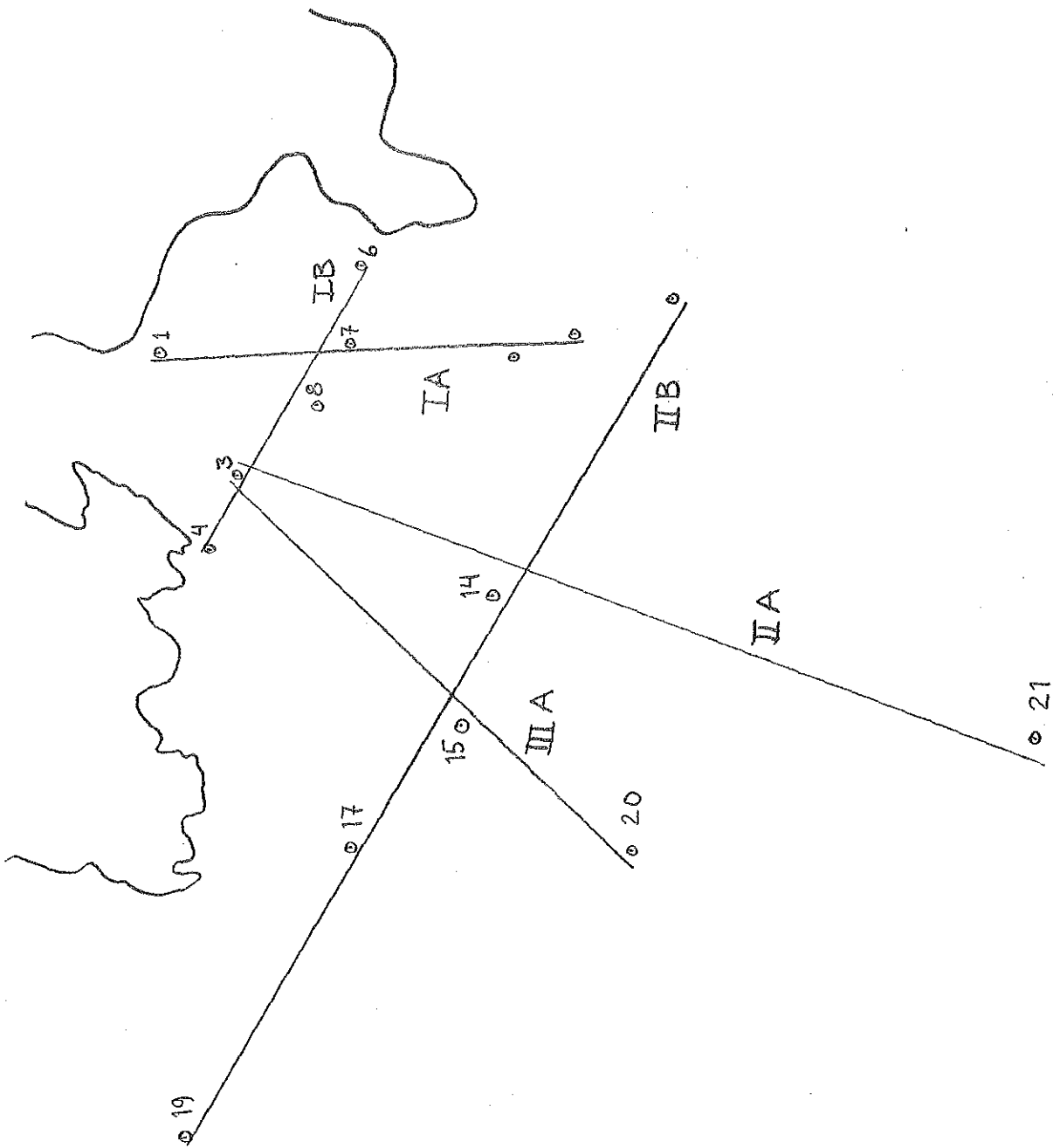
KL 09 25



PUNKT 23

KL 09 10





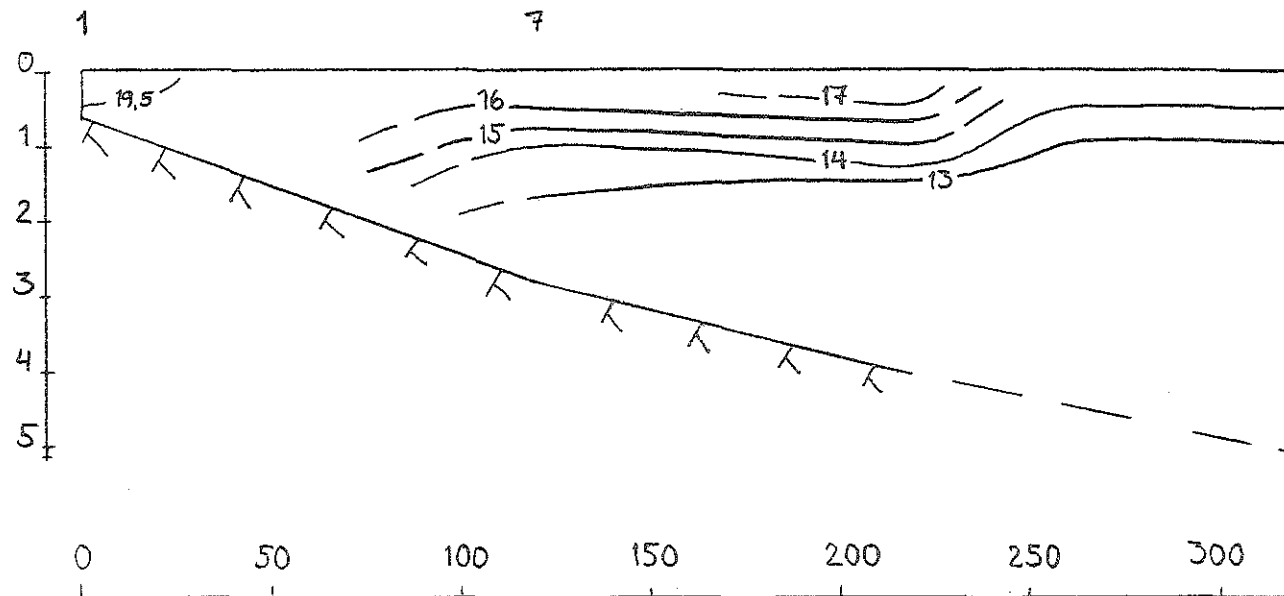
LÄGEN FÖR TEMPERATURSEKTIONER

2/10 1972



SKALA 1:4000

SEKTION IA



TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

2/10 1972

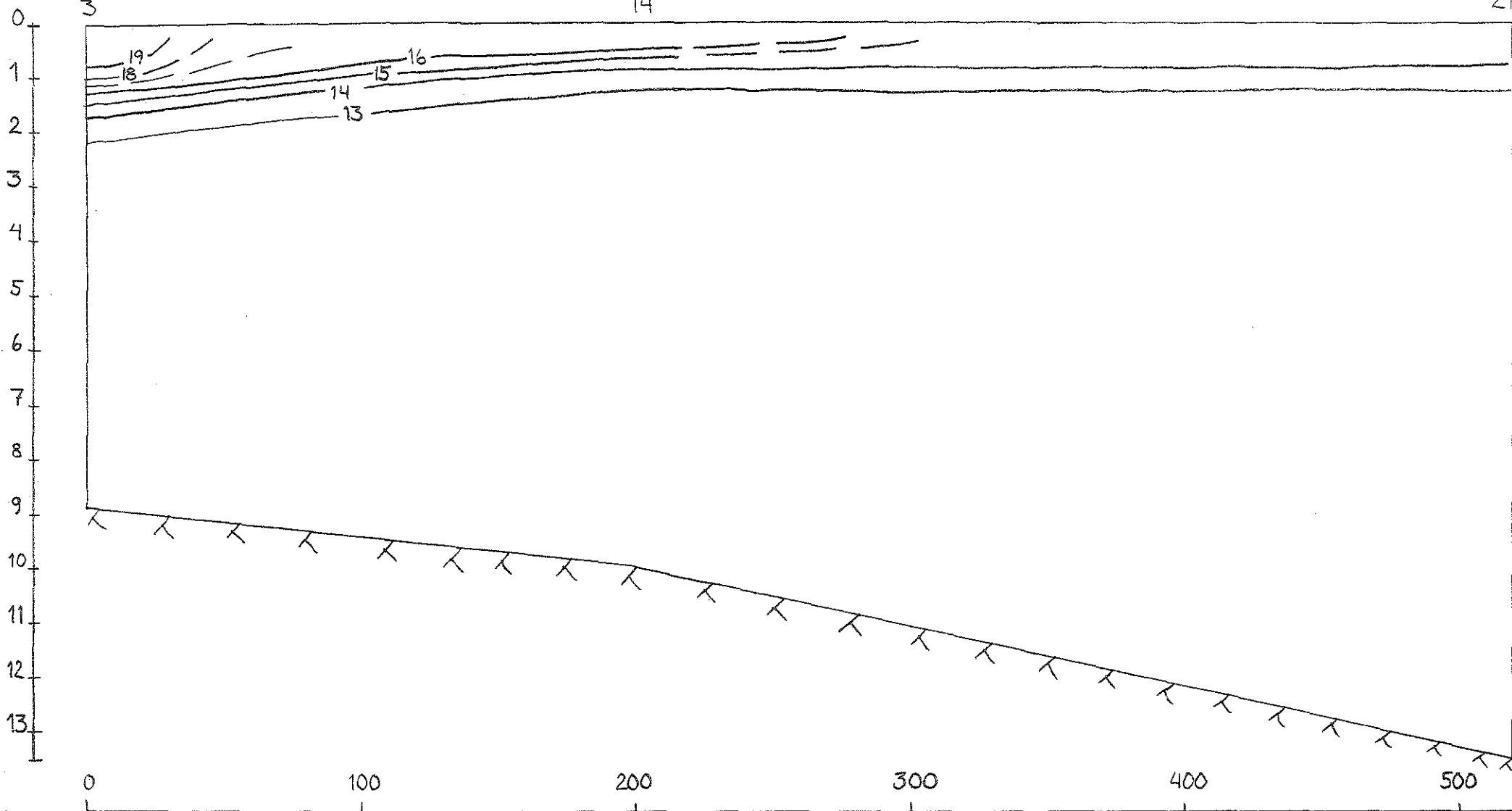


SEKTION II A

14

3

21



TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

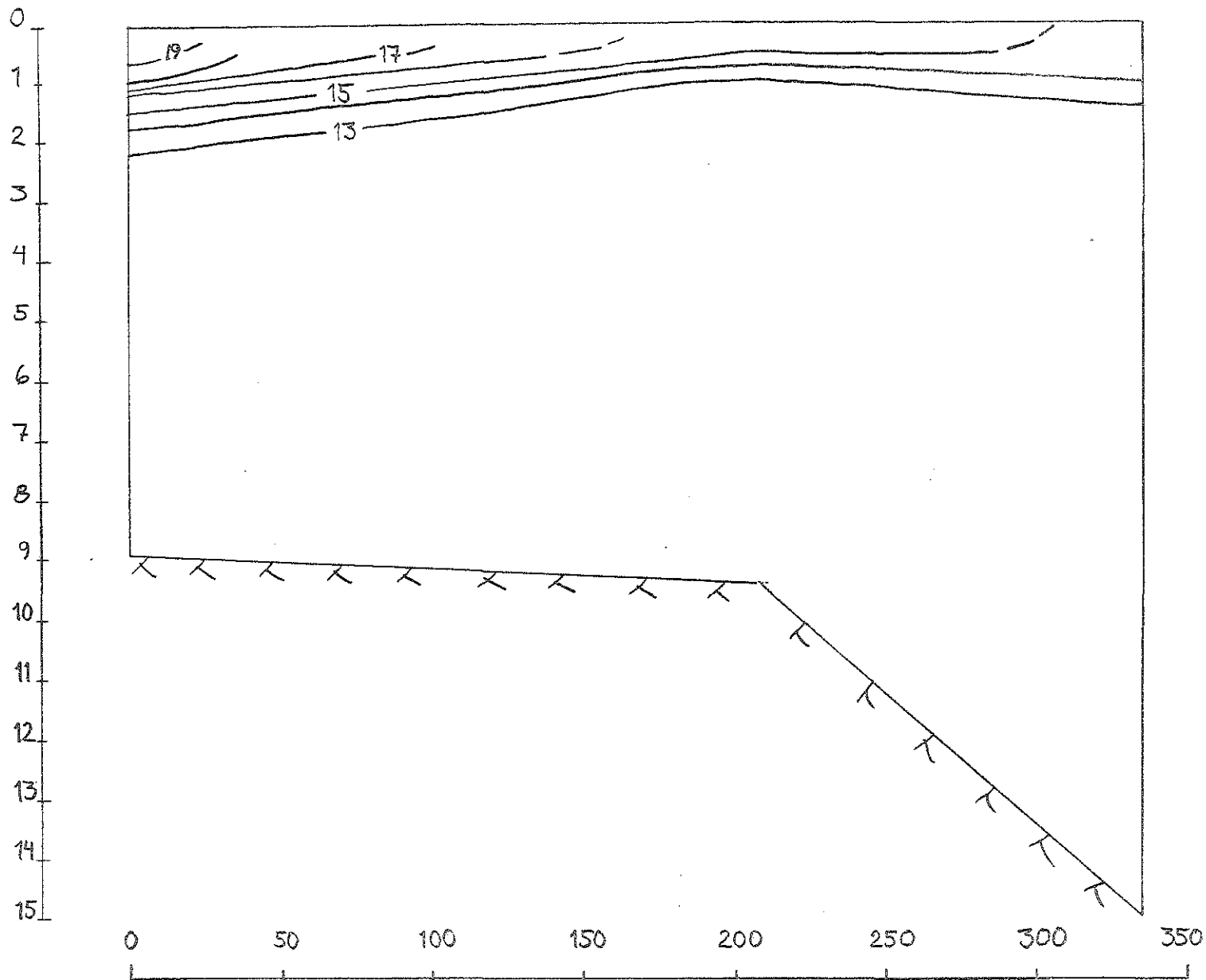
2/10 1972

SEKTION III A

3

15

20



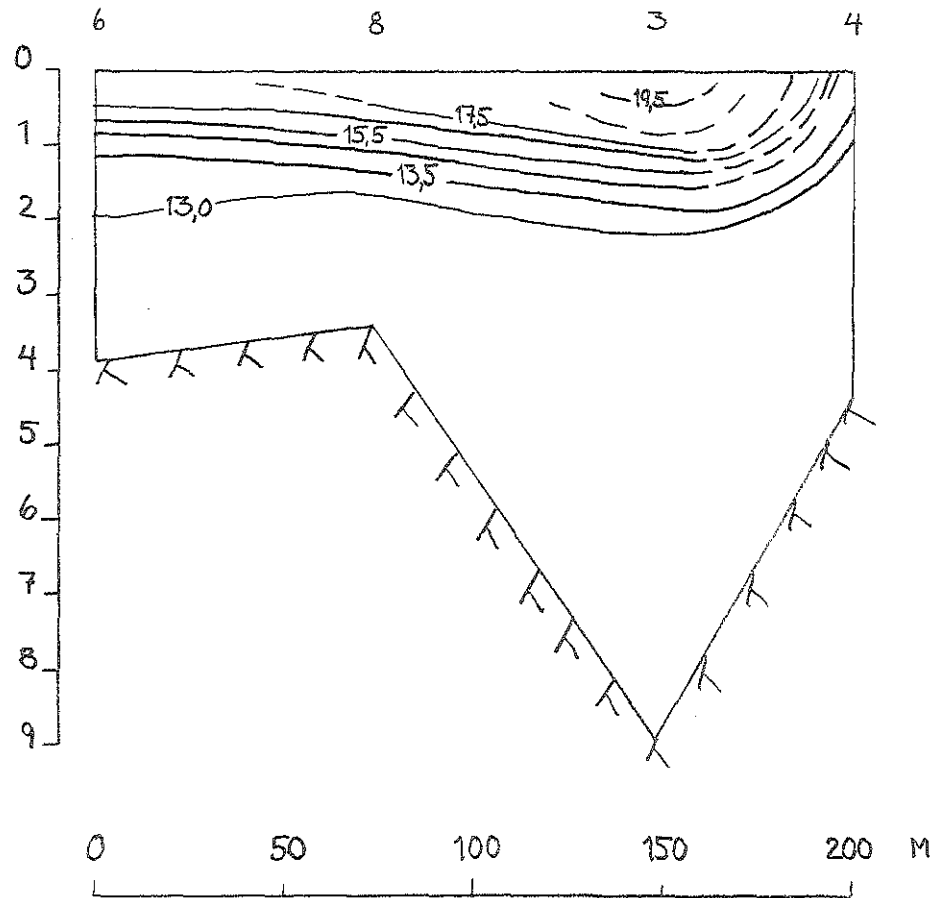
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

2/10 1972

SEKTION IB



TEMPERATURESEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

2/10 1972

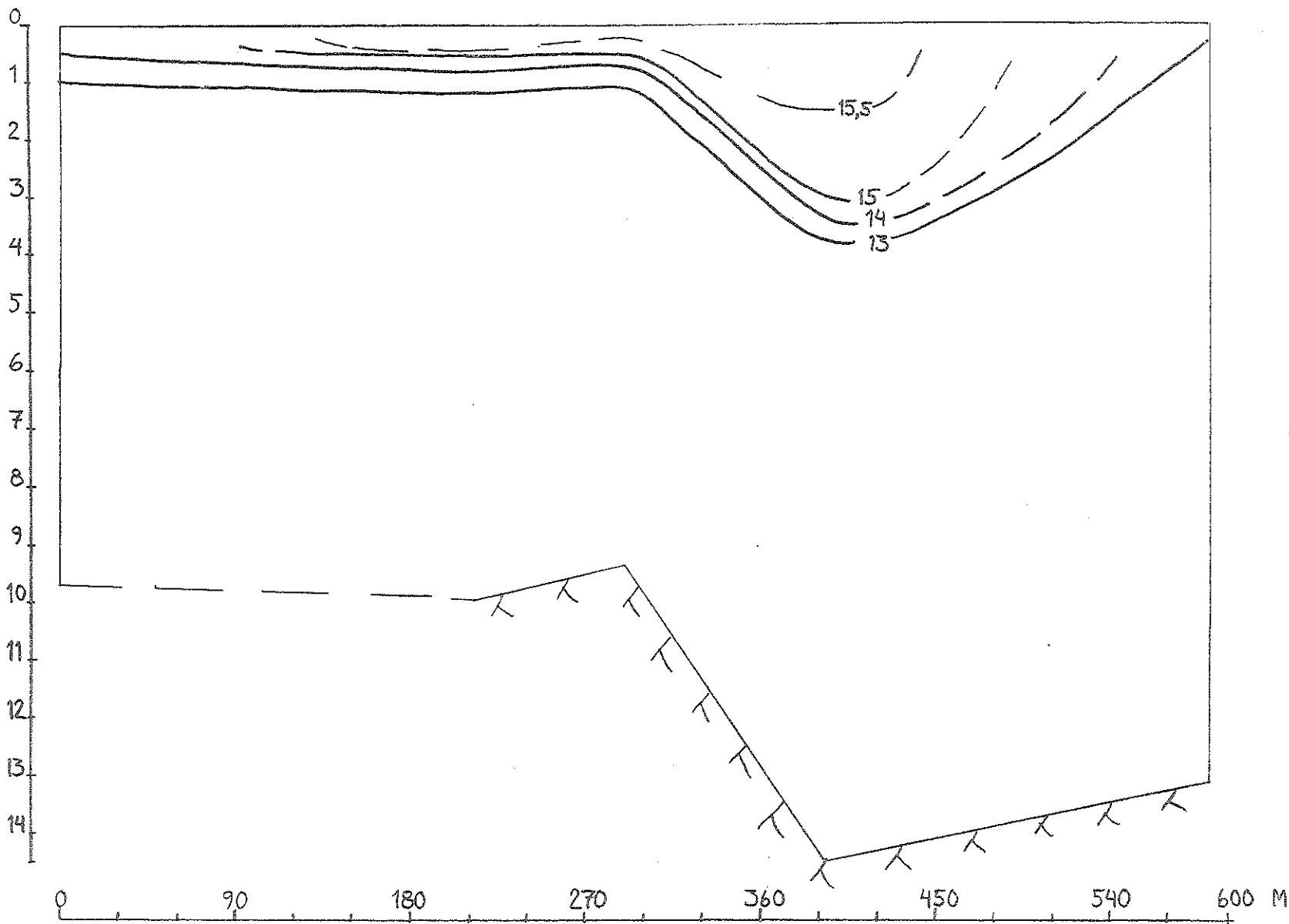
SEKTION II B

14

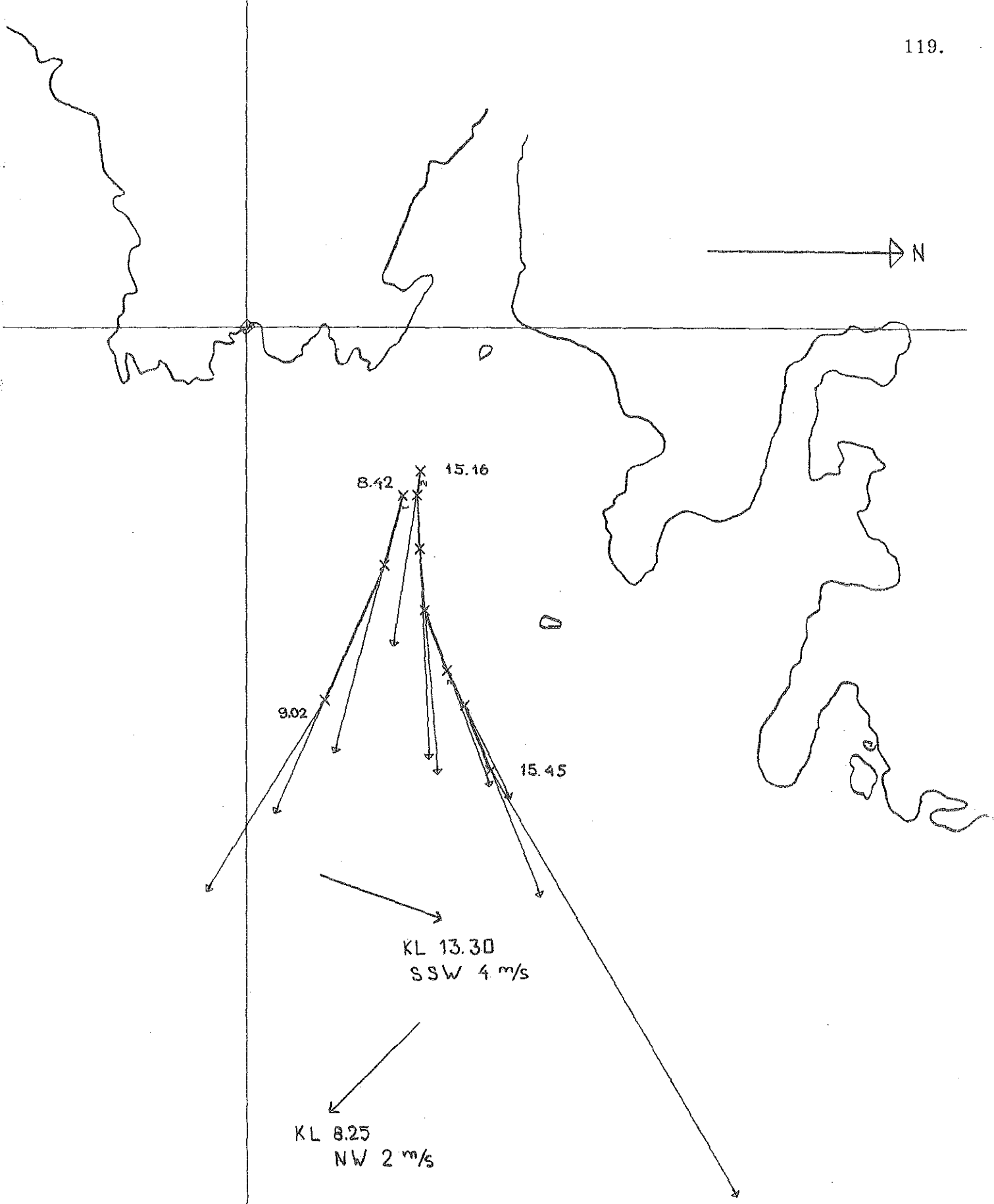
15

17

19

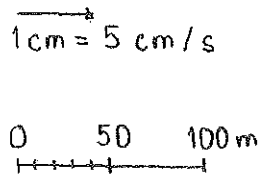


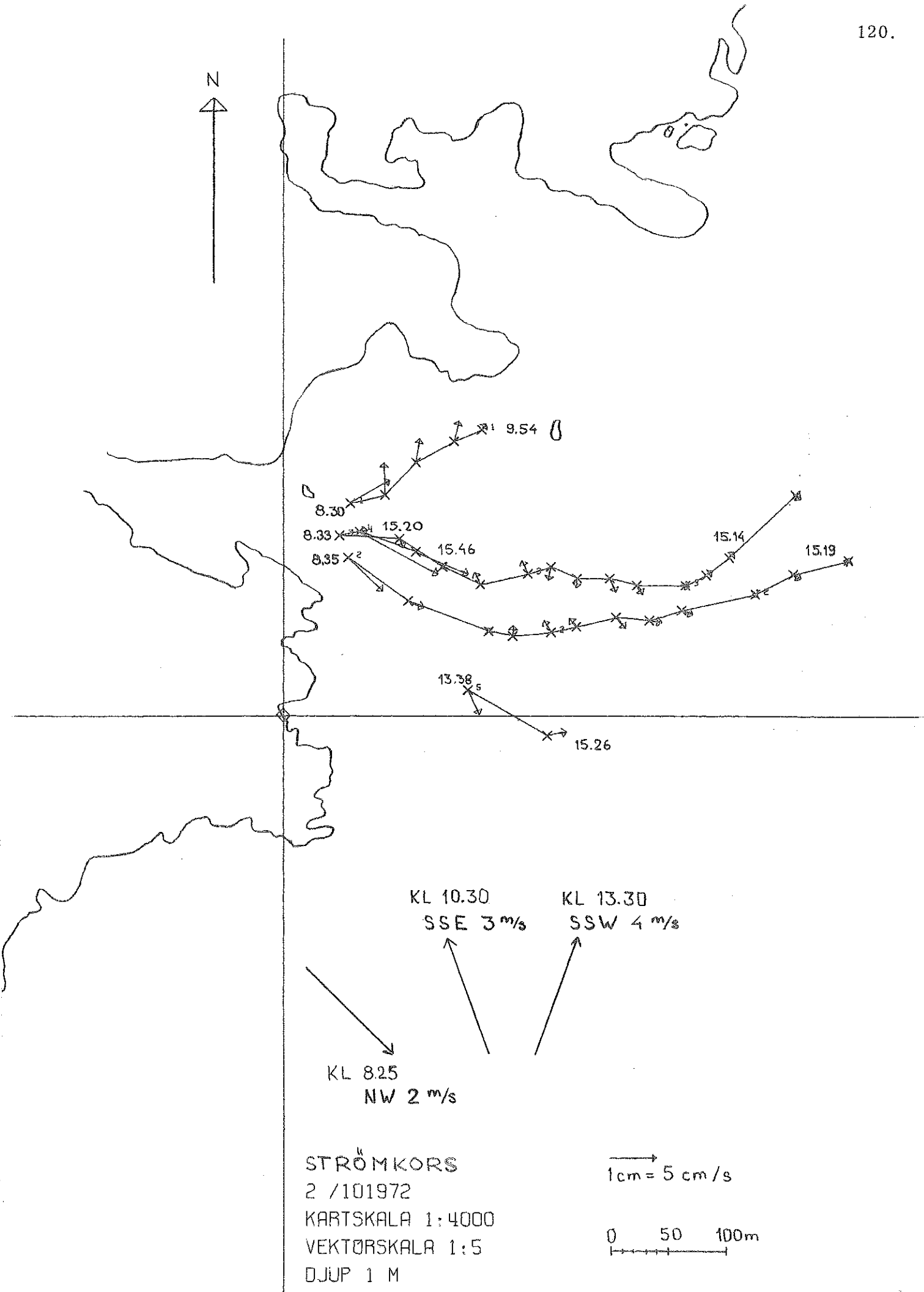
TEMPERATURSEKTION  
LÄNGDSKALA 1:3000  
HÖJDSKALA 1:100  
2/10 1972



YTKDRS

2 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTØRSKALA 1:5

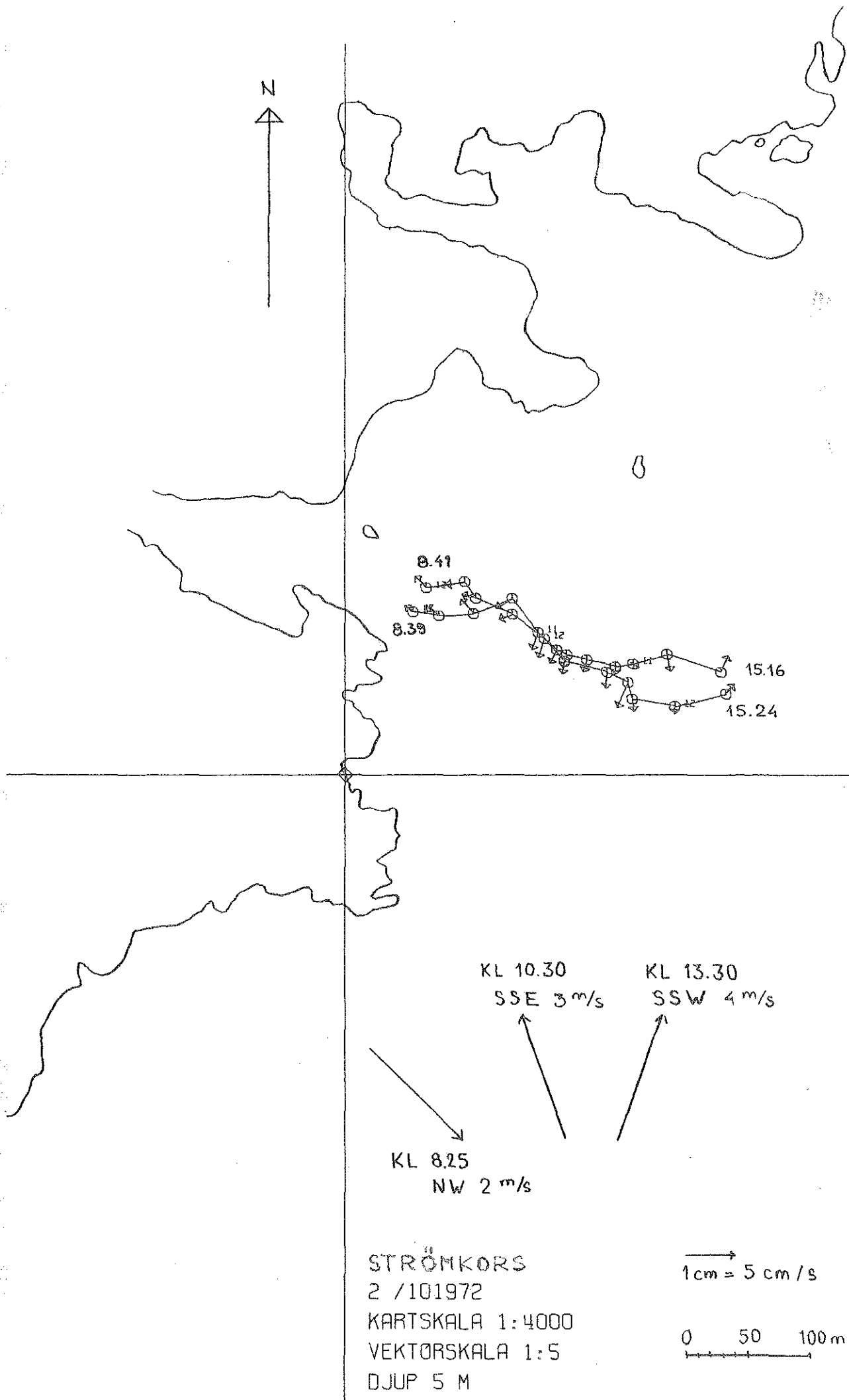




STRÖMKORS  
 2 /101972  
 KARTSKALA 1:4000  
 VEKTÖRSKALA 1:5  
 DJUP 1 M

→  
 1cm = 5 cm/s

0 50 100m



8.41

8.39

11.2

15.16

15.24

KL 10.30  
SSE 3 m/s

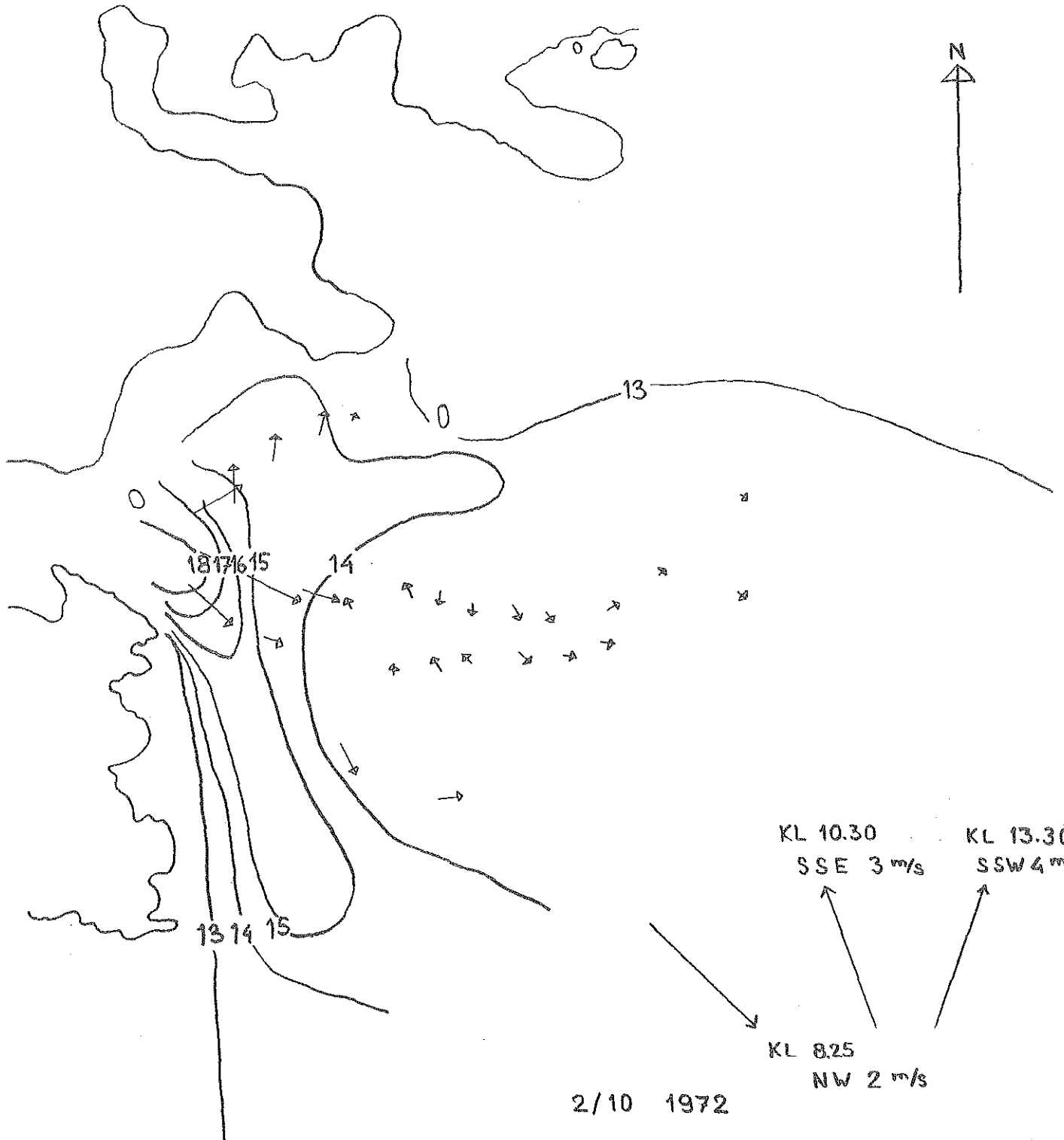
KL 13.30  
SSW 4 m/s

KL 8.25  
NW 2 m/s

STRÖMKORS  
2 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 5 M

1 cm = 5 cm/s

0 50 100 m



2/10 1972

ISOTERMER OCH HASTIGHETSVEKTORER

DJUP 1,0 m

→ 1cm = 5 cm/s

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



Tisdag 3 oktober 1972

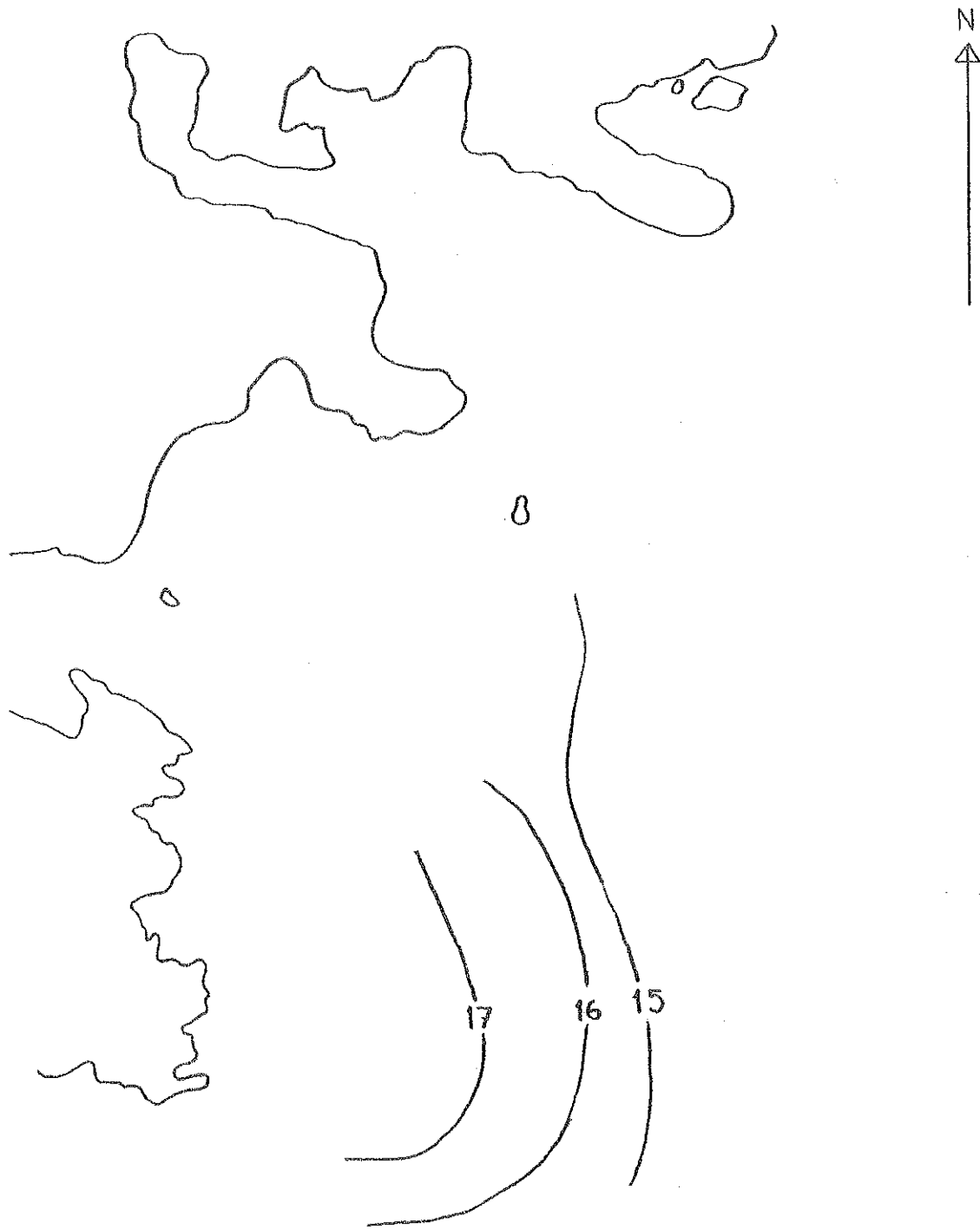
Väder: Lufttemperatur på morgonen  $+6^{\circ}\text{C}$ .  
På morgonen vackert väder och vid middags-  
tiden mulnande.

Vind: På förmiddagen syd-sydväst 5 m/s och  
på eftermiddagen väst-sydväst 7 m/s

Vattentemperatur: Intagstemperatur  $12^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $21^{\circ}\text{C}$

Recipientström: Förmiddag syd-väst 5 cm/s  
Eftermiddag nord-öst 16 cm/s

Mätningar: Dagens mätningar utfördes dels i Hamnehålet  
dels utanför Hamnehålet. Mätningarna i Hamne-  
hålet gjordes med termistor och flygel med  
fotoelektrisk avkänning. Utanför Hamnehålet  
utfördes termistor- och strömkorsmätning.  
Ett flertal omdoseringar av strömkorsen gjor-  
des då strålen visade sig ändra riktning under  
mätningarna.



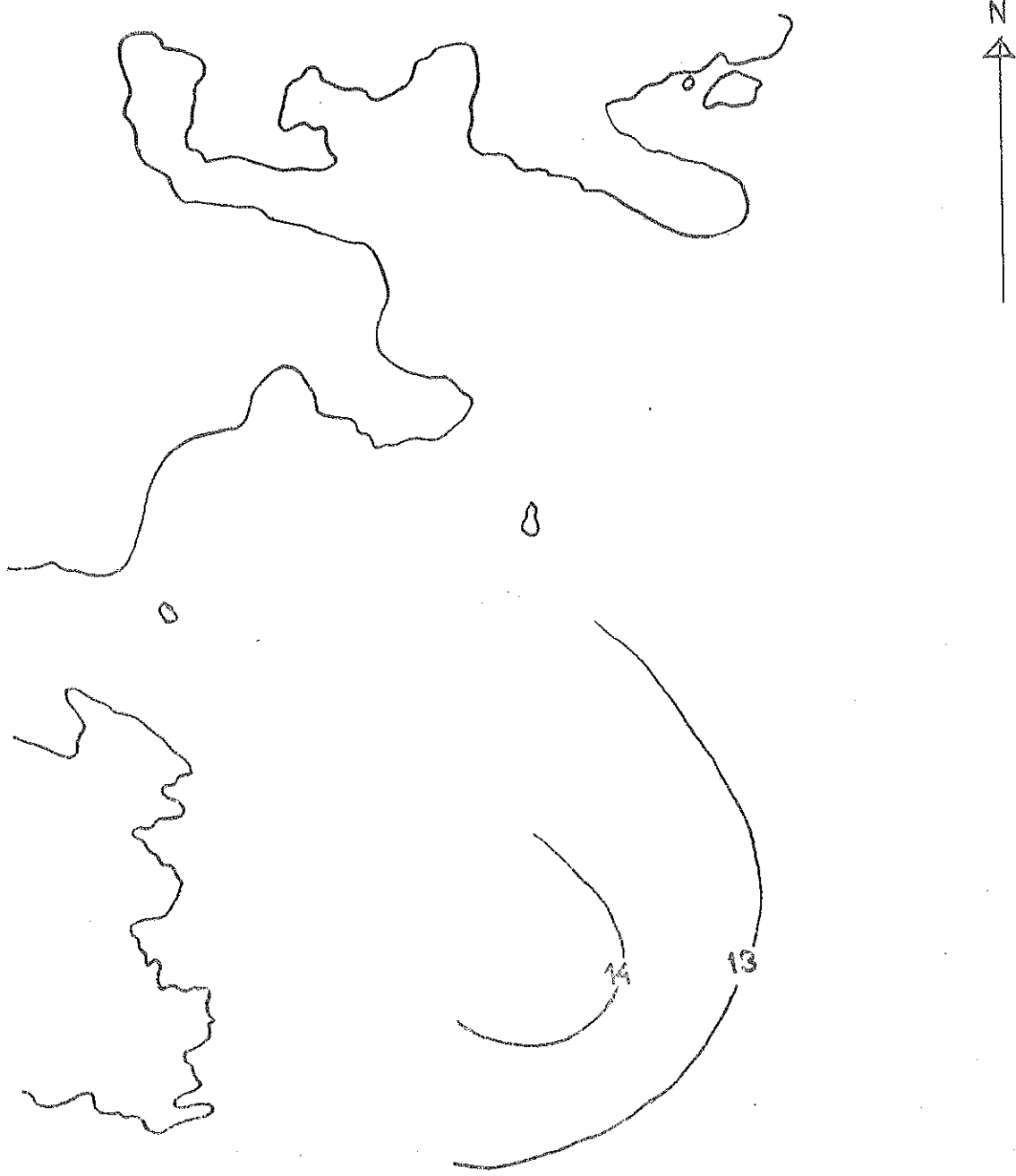
F.M. 3/10 1972

ISOTHERMER

DJUP 0,5 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



F.M. 3/10 1972

ISOTERMER

DJUP 1,0 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

SMHI  
HBO

0,5 m

126.

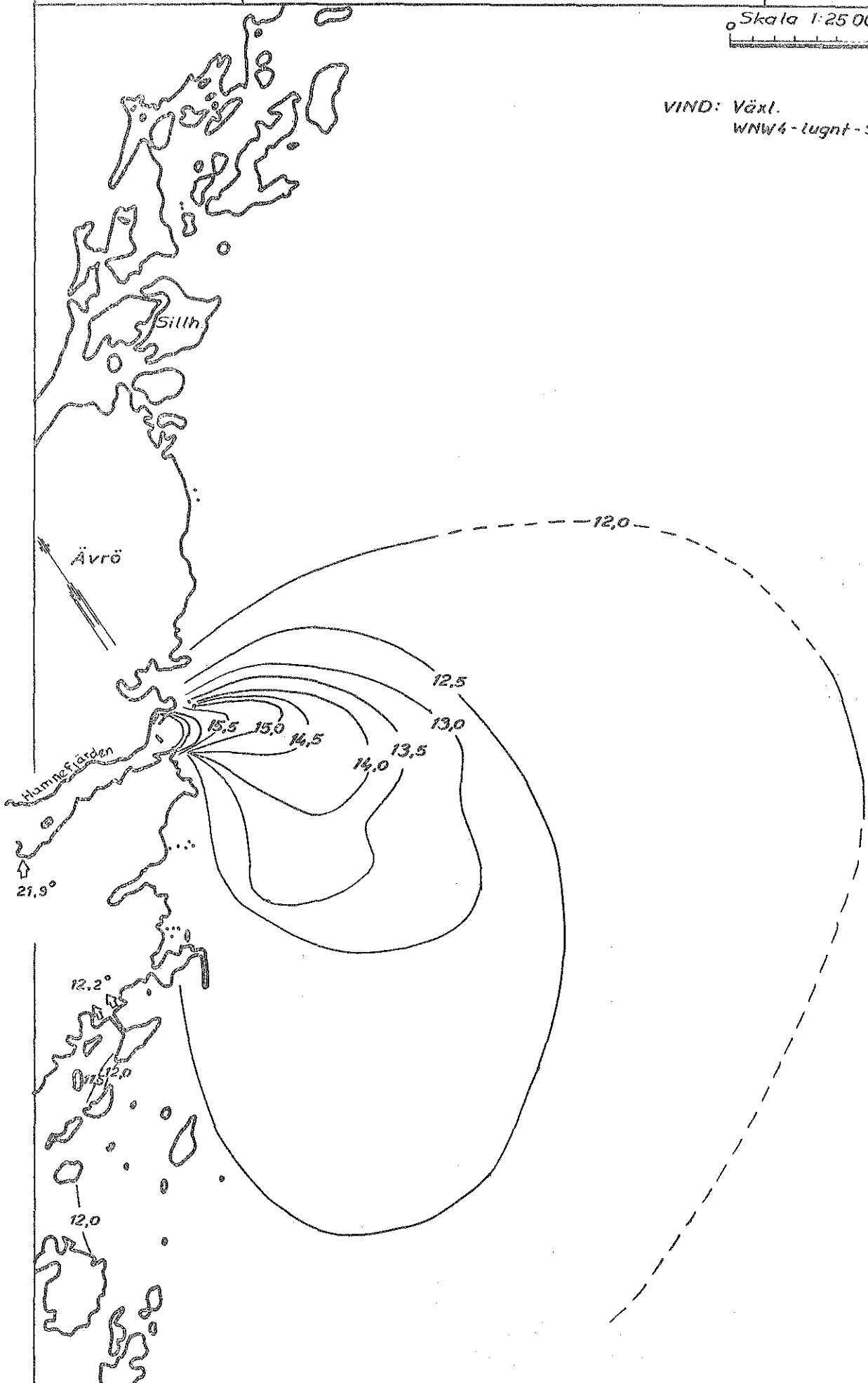
SIMPEVARP

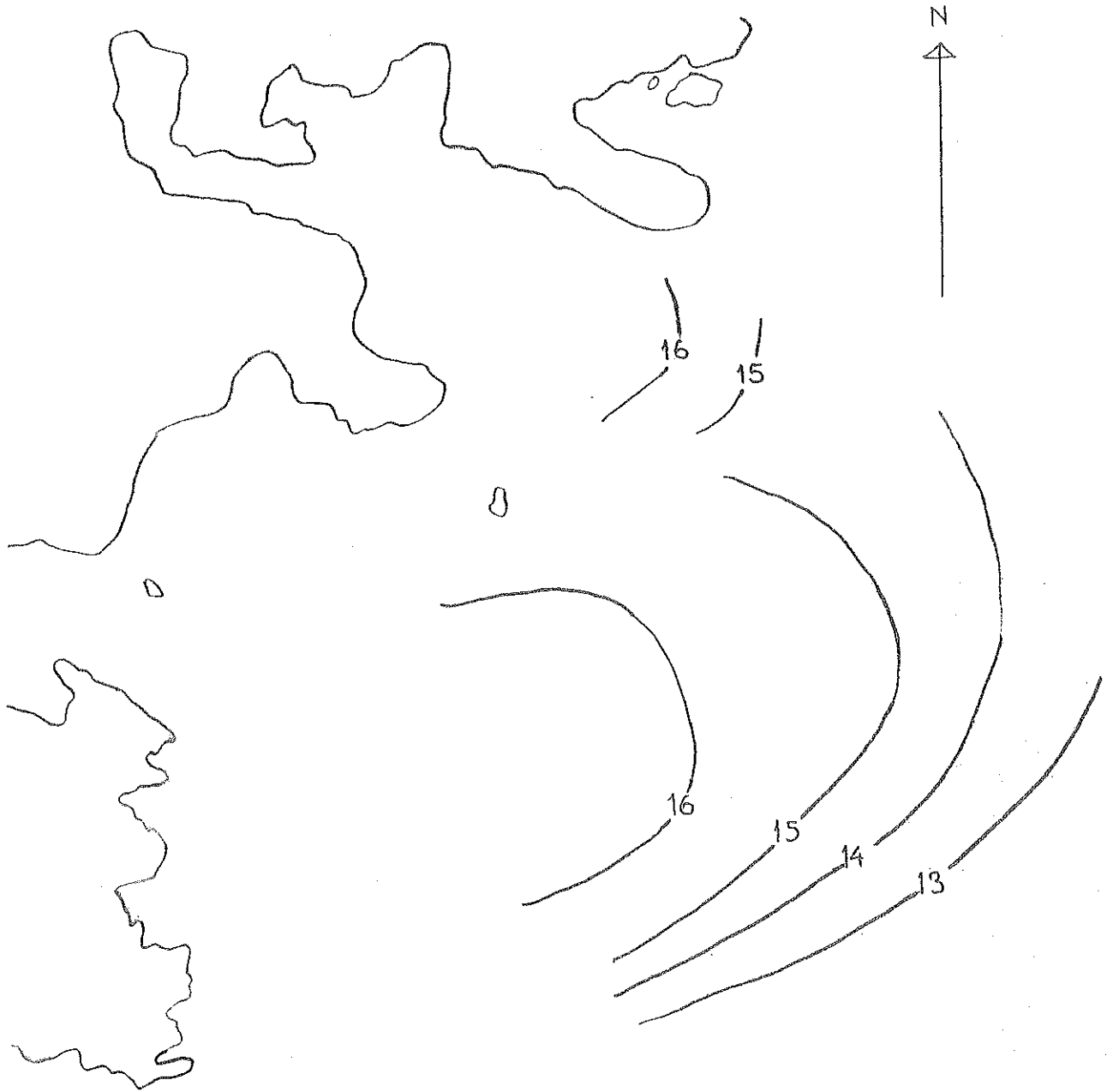
3.10.72

KL 830-1200

Skala 1:25 000 1 km

VIND: Växl.  
WNW4-tugnt-SSE2 m/s





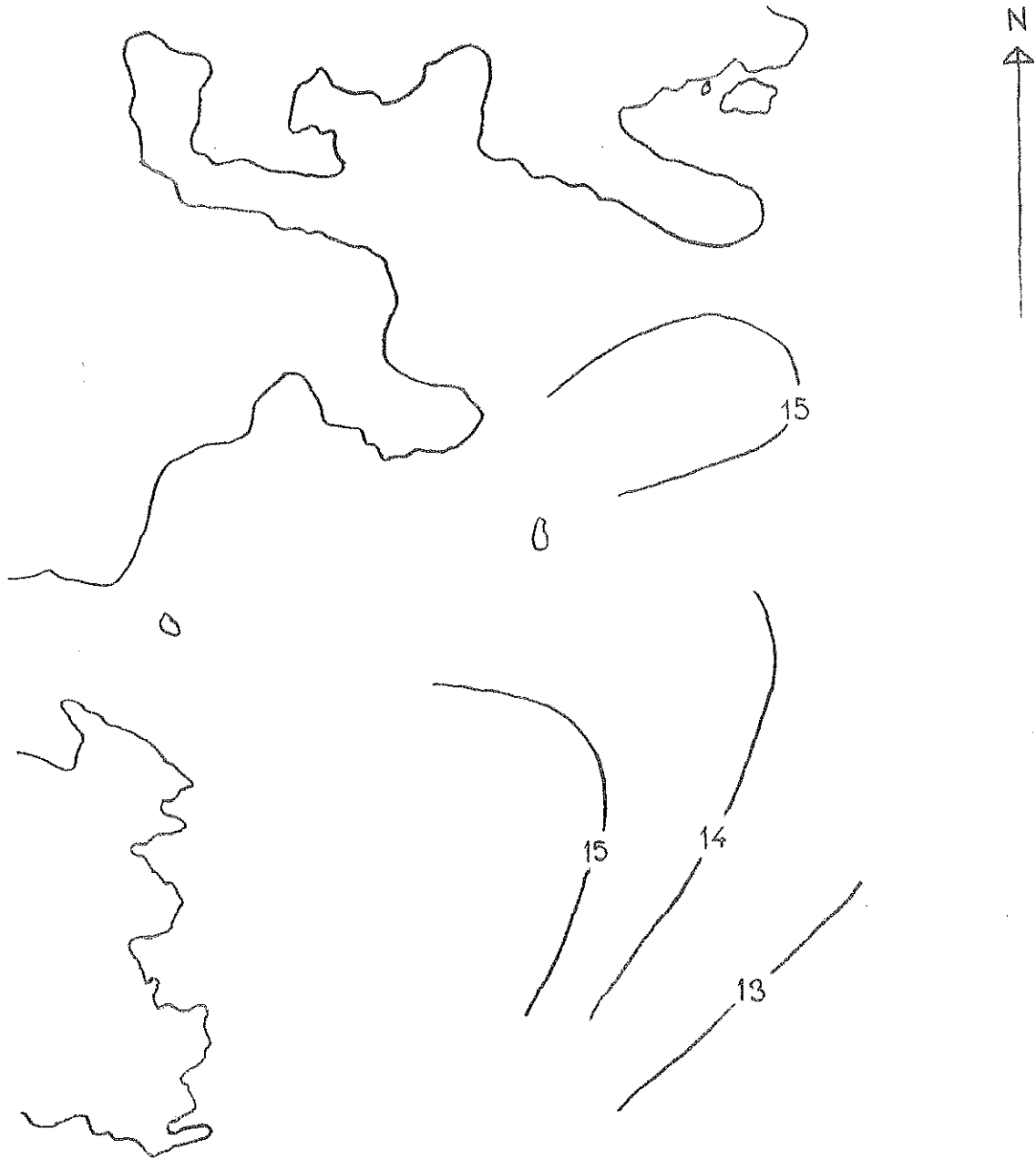
EM 3/10 1972

ISOTERMER

DJUP 0,5 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



EM. 3/10 1972

ISOTERMER

DJUP 1,0 m



SKALA 1:4000

SMHI  
HBO

0.5 m

129.

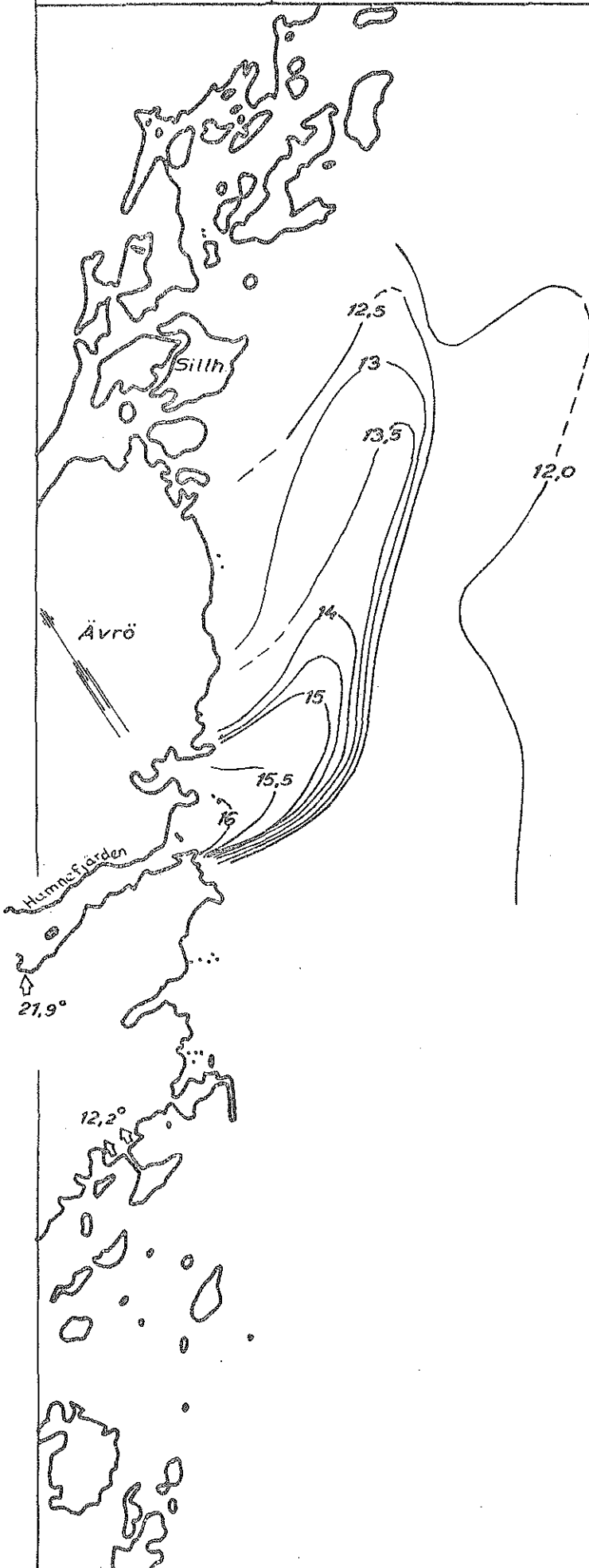
SIMPEVARP

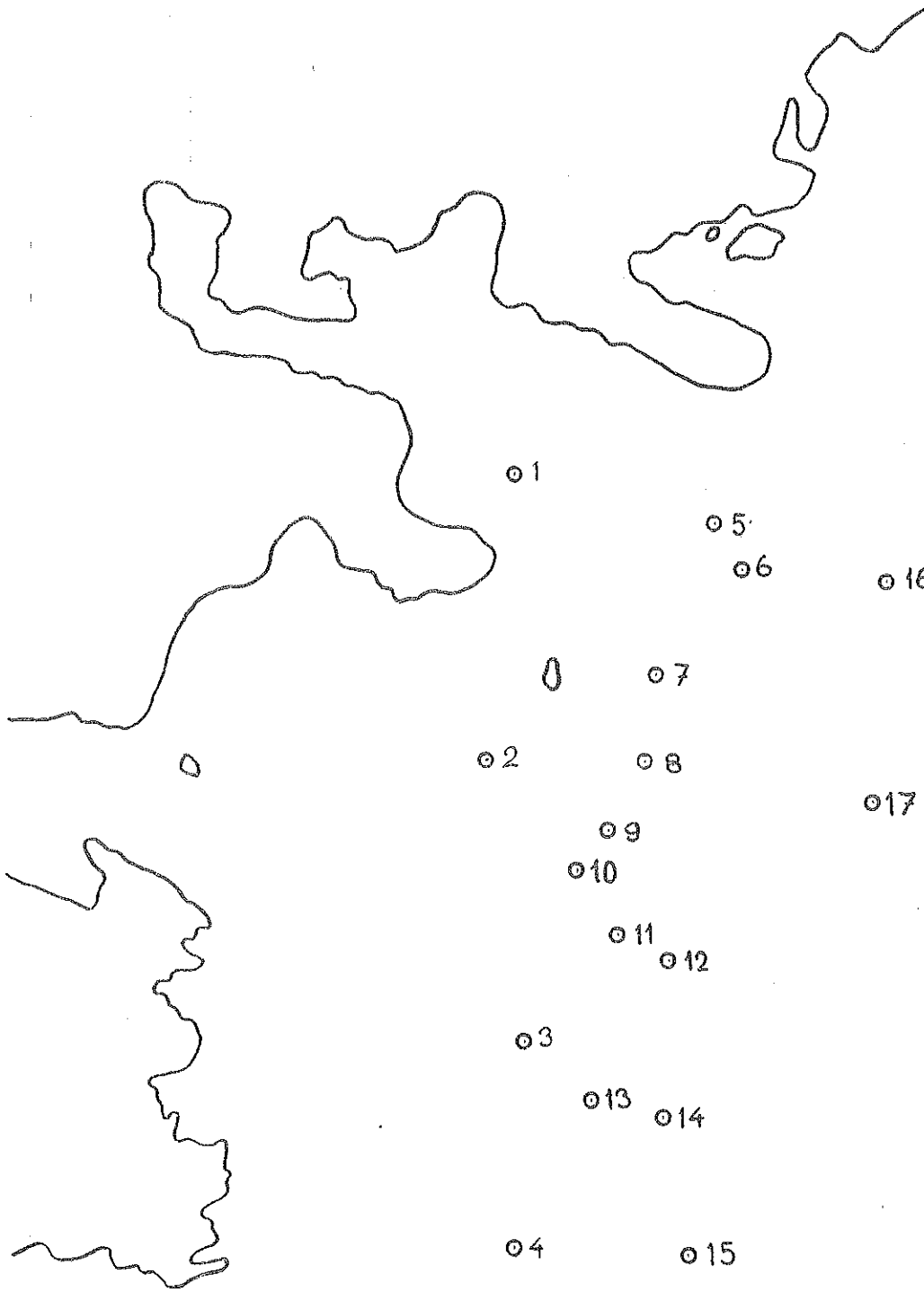
3.10.72

Kl. 1530-1640

Skala 1:25 000 1 km

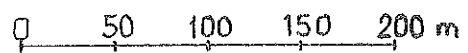
VIND: S-SSW 4-5 m/s





TEMPERATURMÄTPUNKTER

3/10 1972



SKALA 1:4000



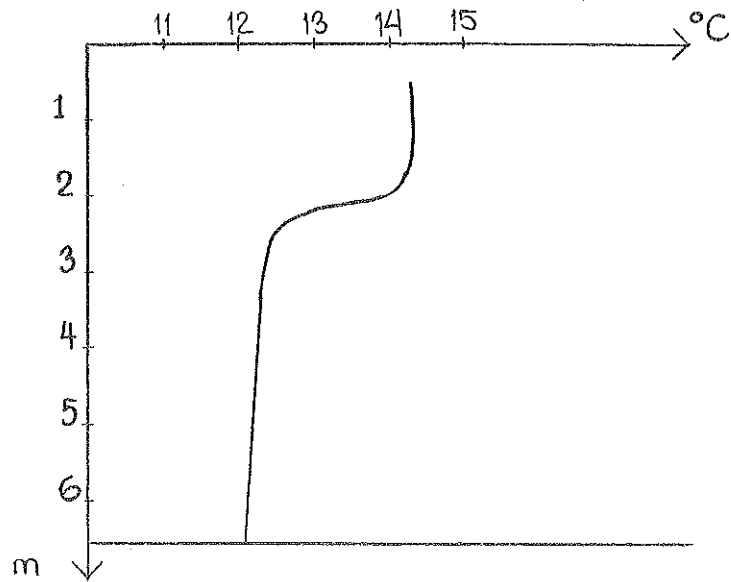
3/10 1972

131.

# TEMPERATURPROFILER

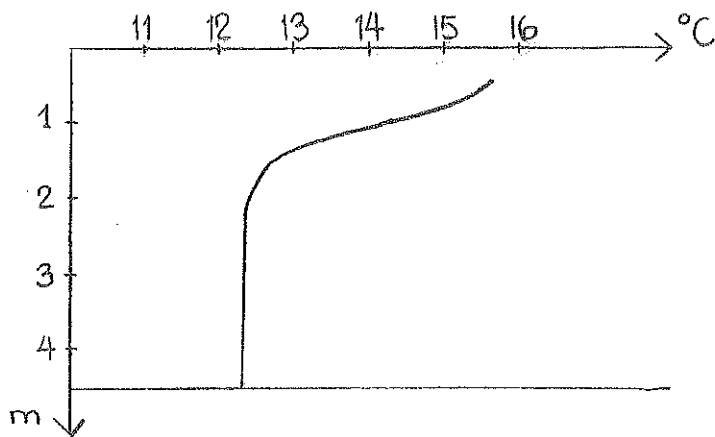
PUNKT 1

KL 14<sup>25</sup>



PUNKT 2

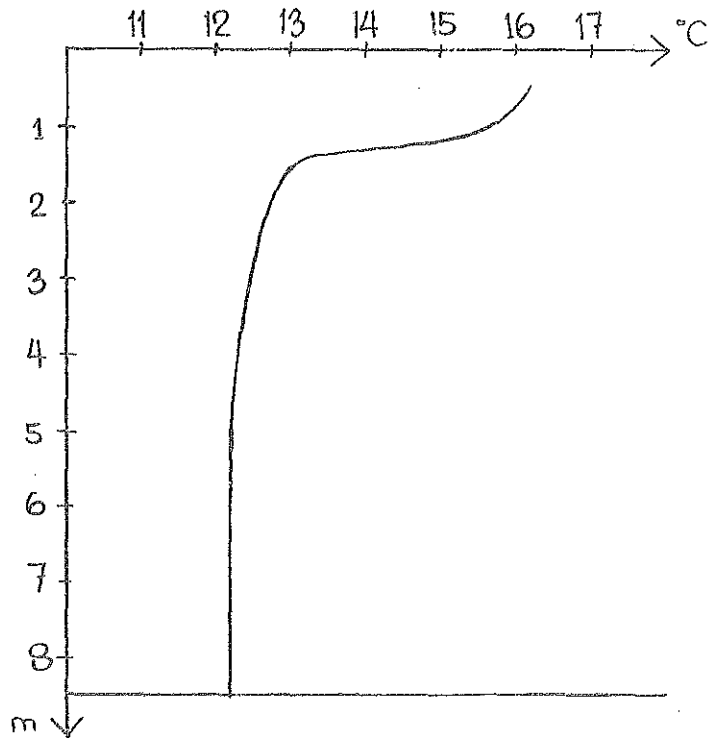
KL 17<sup>00</sup>



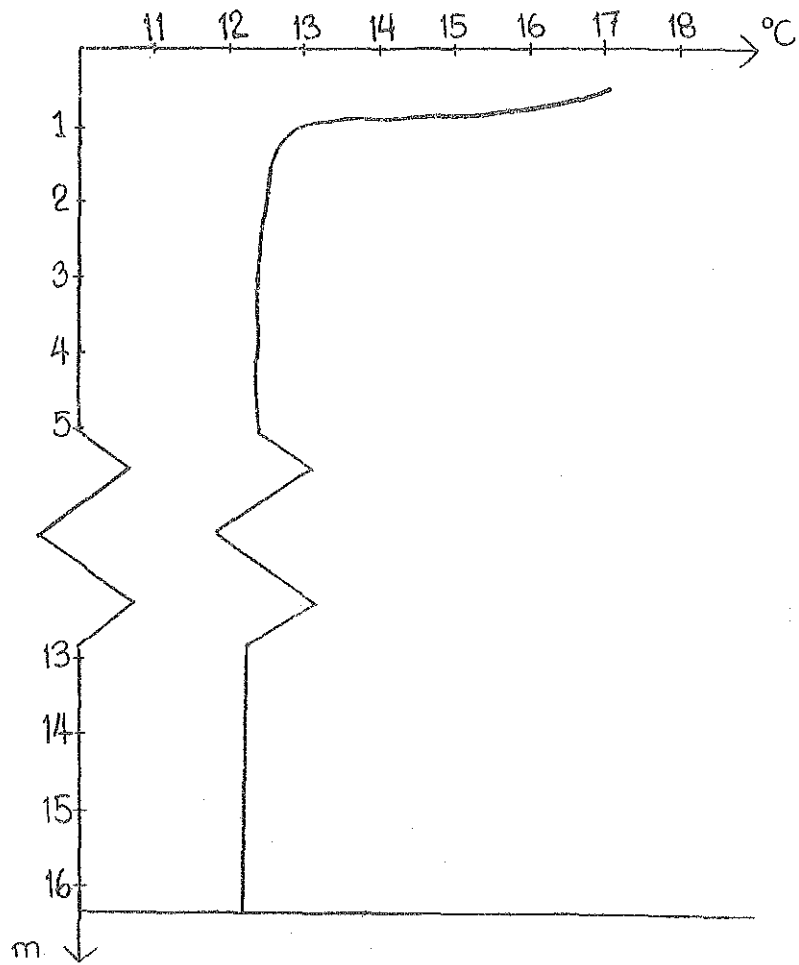
3/10 1972

132.

PUNKT 3 KL 16<sup>45</sup>



PUNKT 4 KL 11<sup>50</sup>

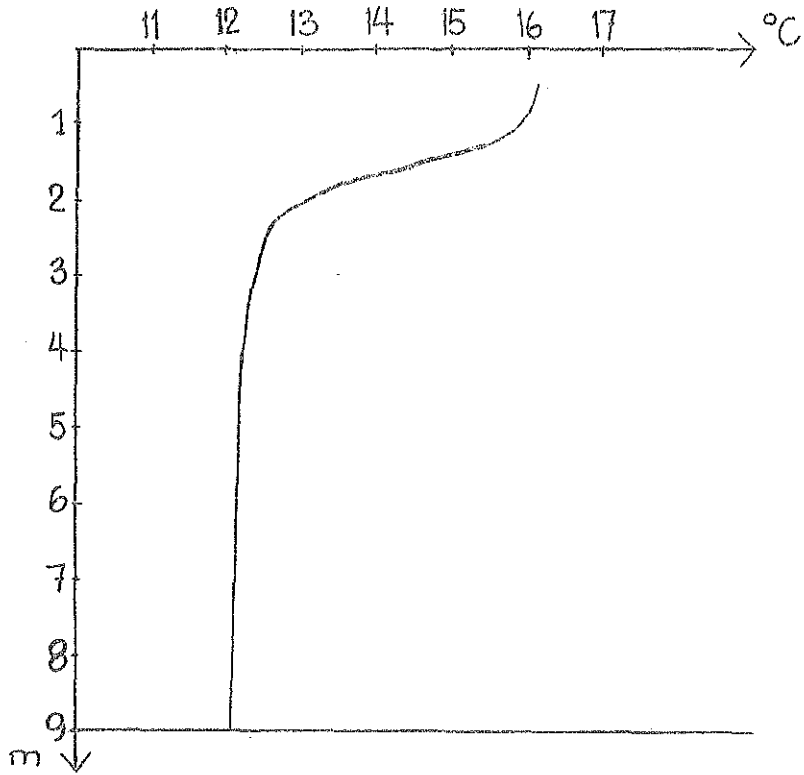


3/10 1972

133.

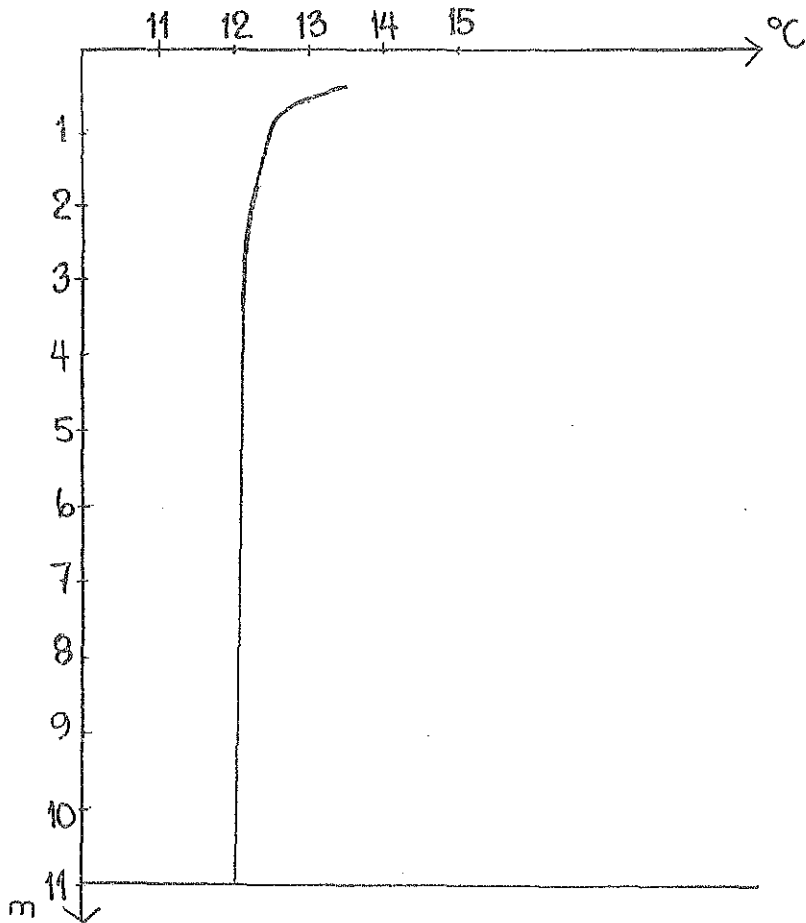
PUNKT 5

KL 14<sup>45</sup>



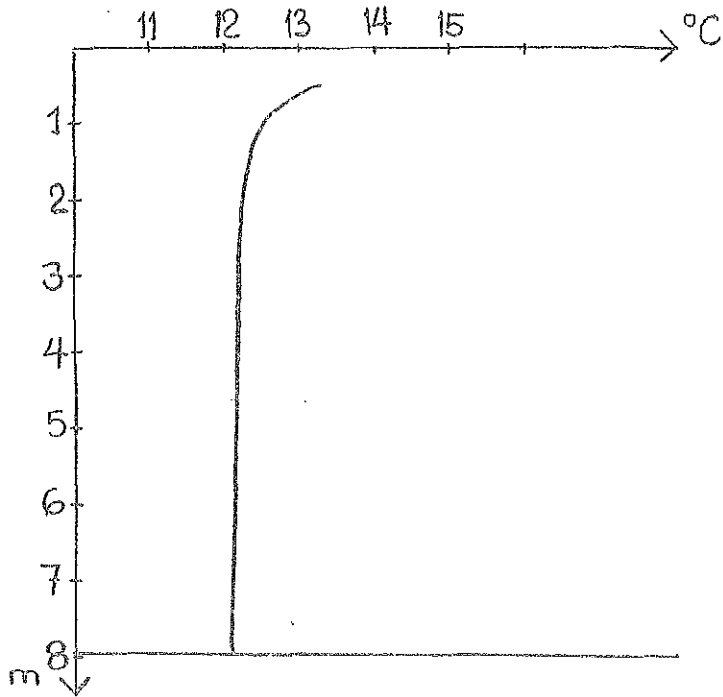
PUNKT 6

KL 10<sup>15</sup>

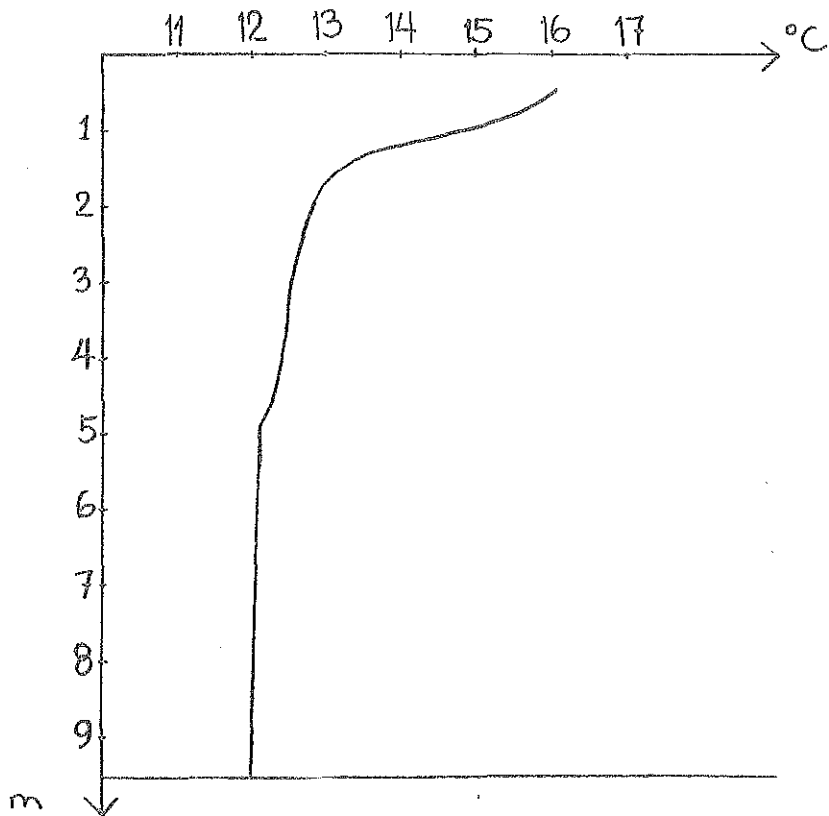


3/10 1972

PUNKT 7 KL 10<sup>35</sup>



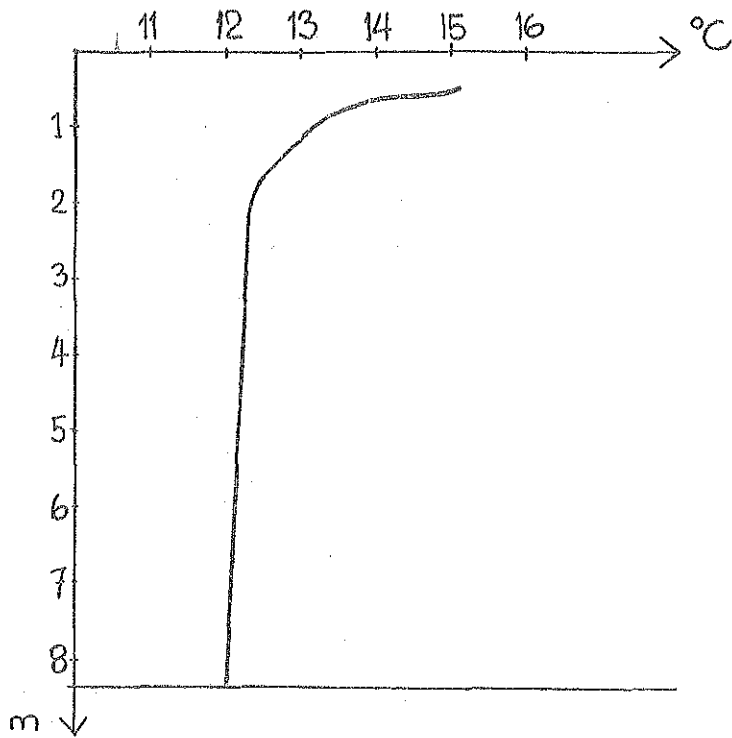
PUNKT 8 KL 15<sup>30</sup>



3/10 1972

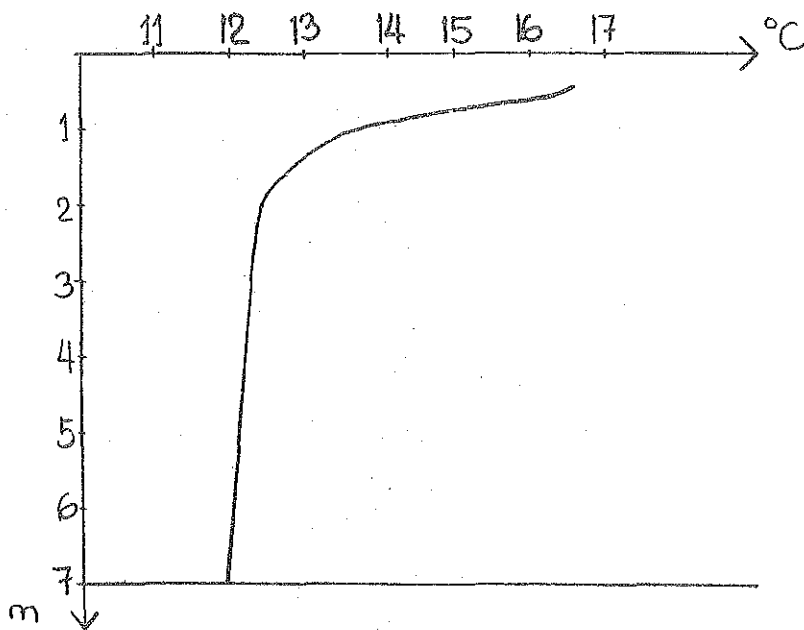
PUNKT 9

KL 11<sup>00</sup>



PUNKT 10

KL 16<sup>50</sup>

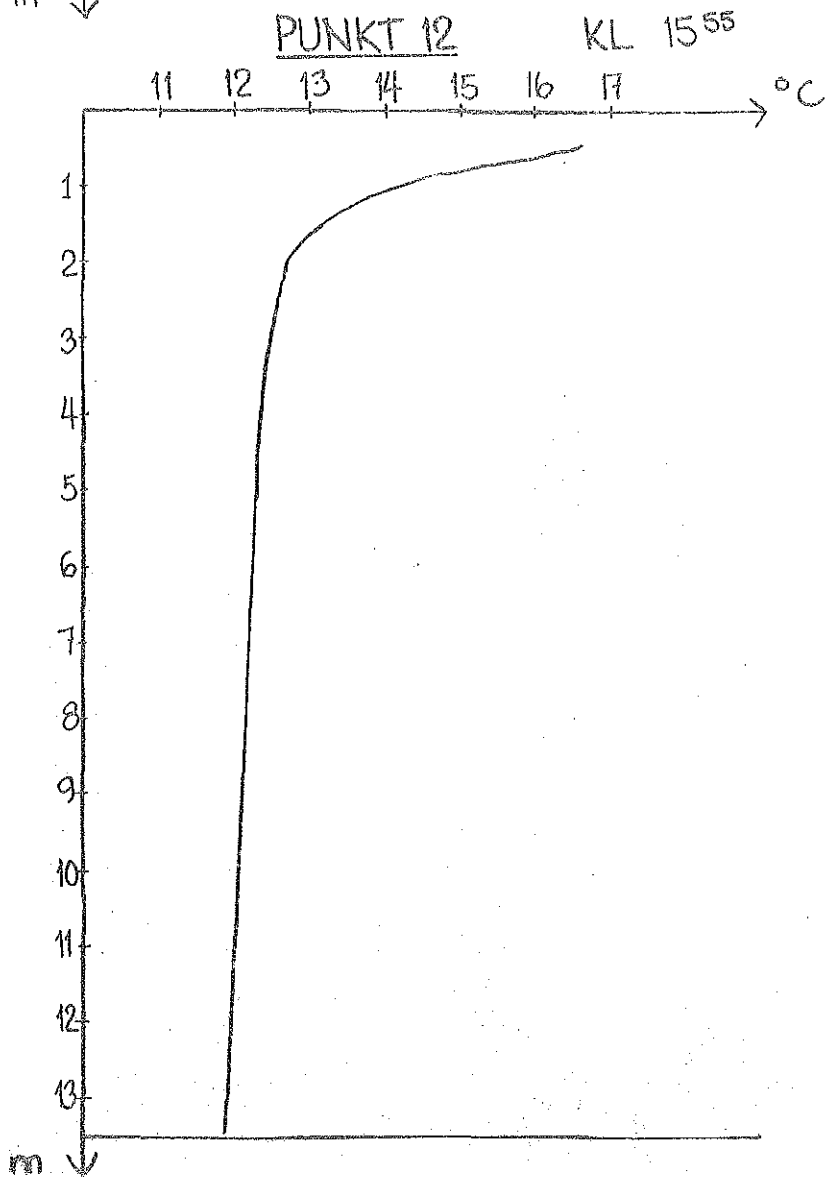
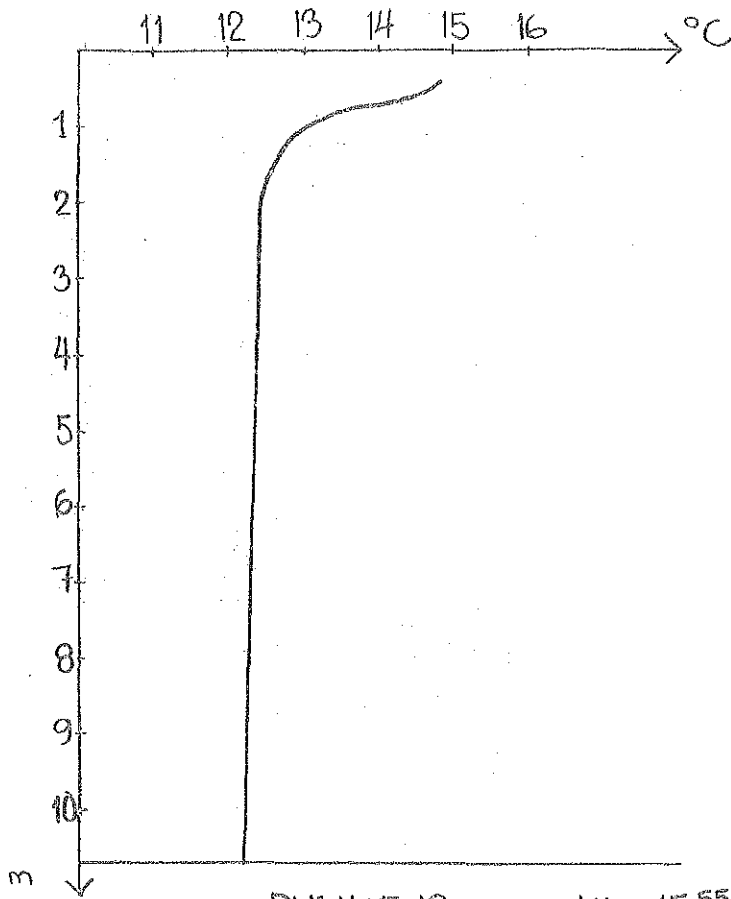


3/10 1972

PUNKT 11

KL 11<sup>15</sup>

136.

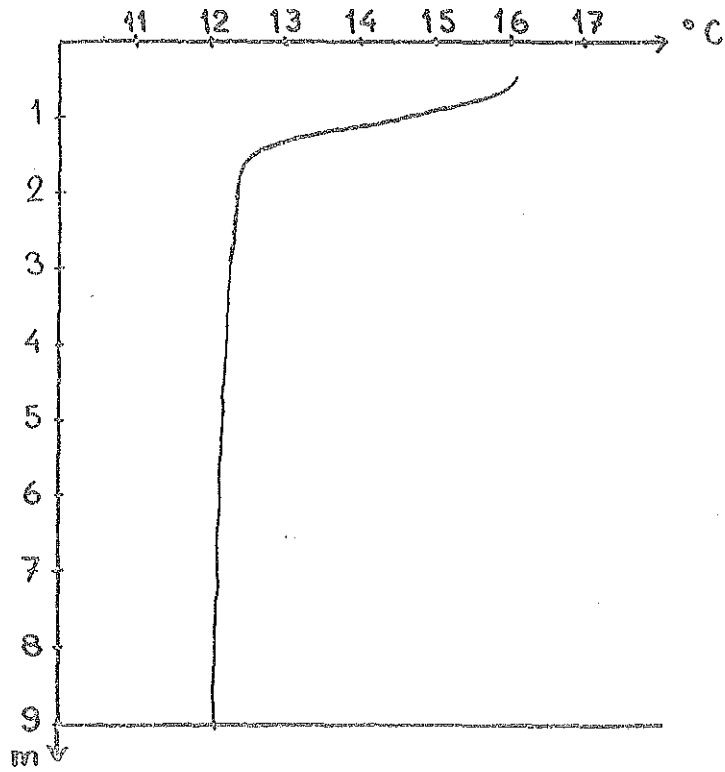


3/10 1972

137.

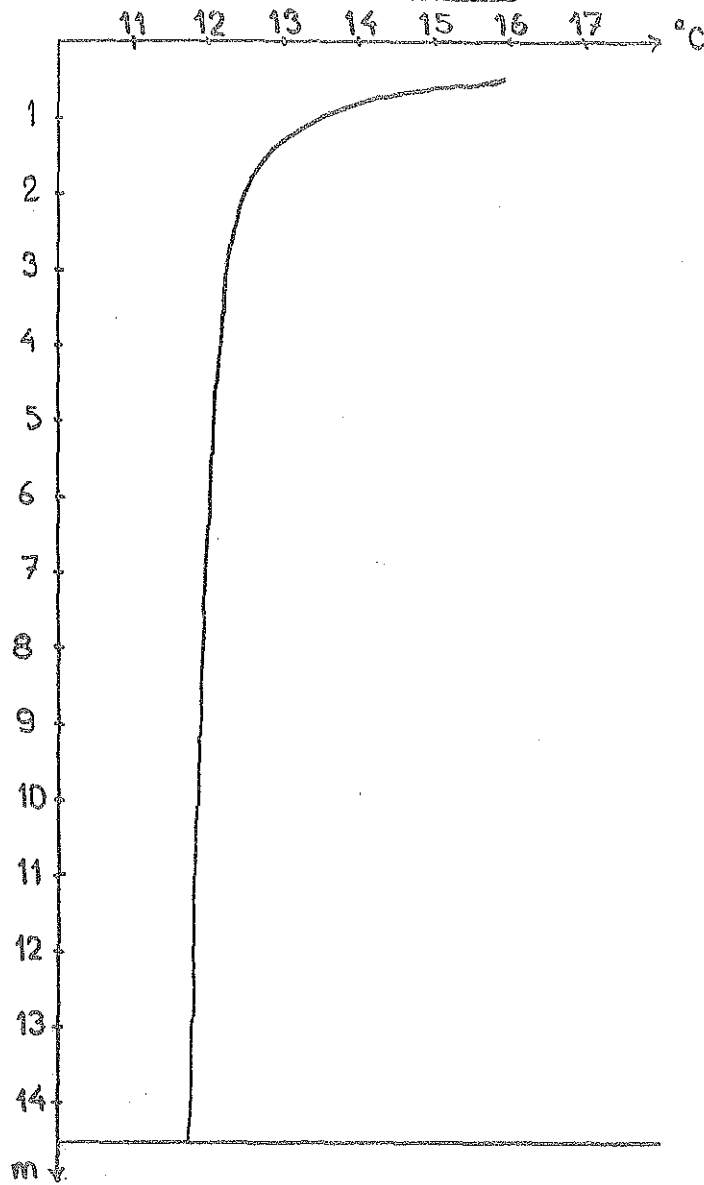
PUNKT 13

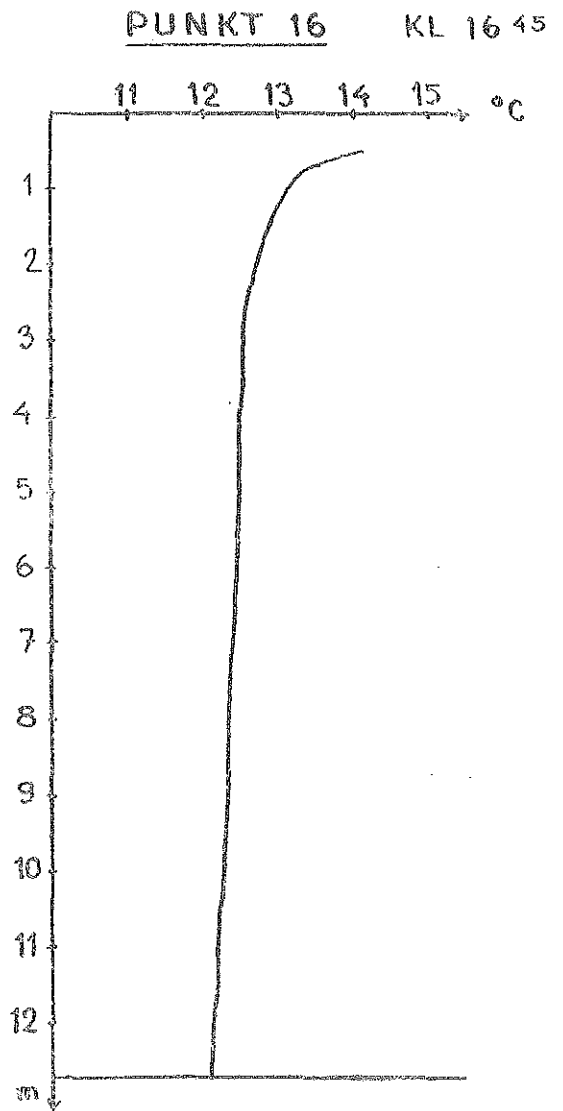
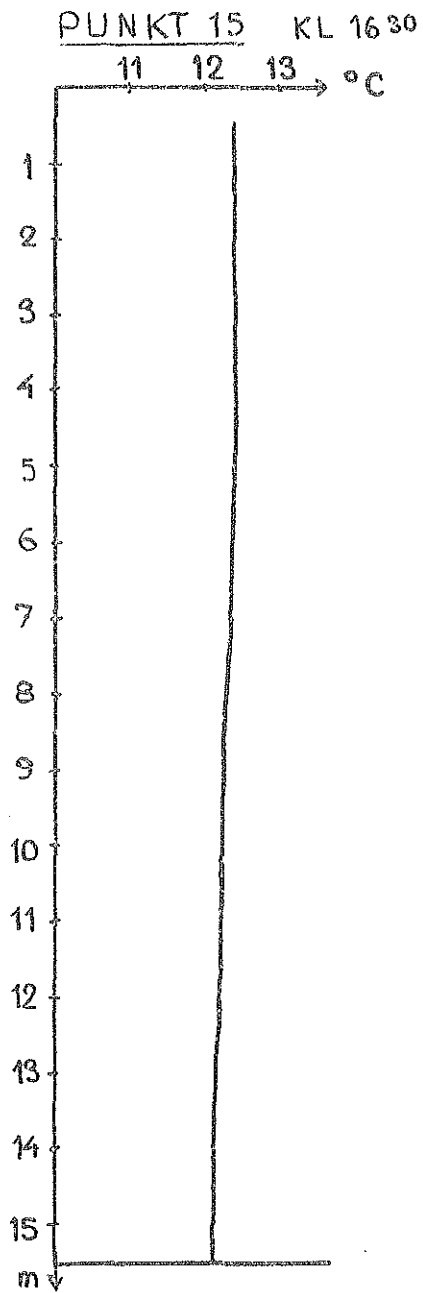
KL 11.25



PUNKT 14

KL 16.15

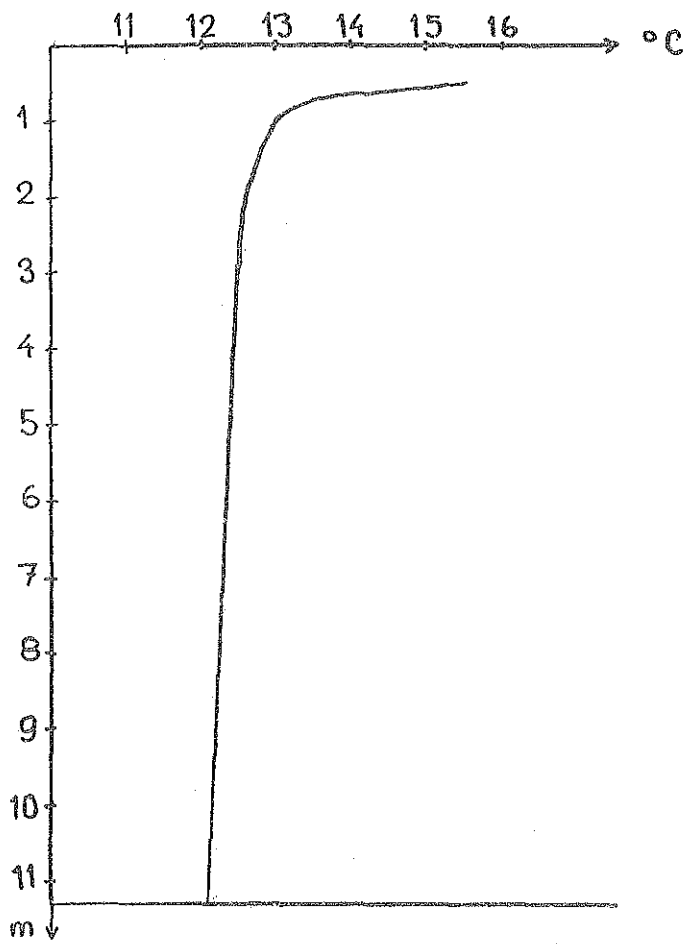


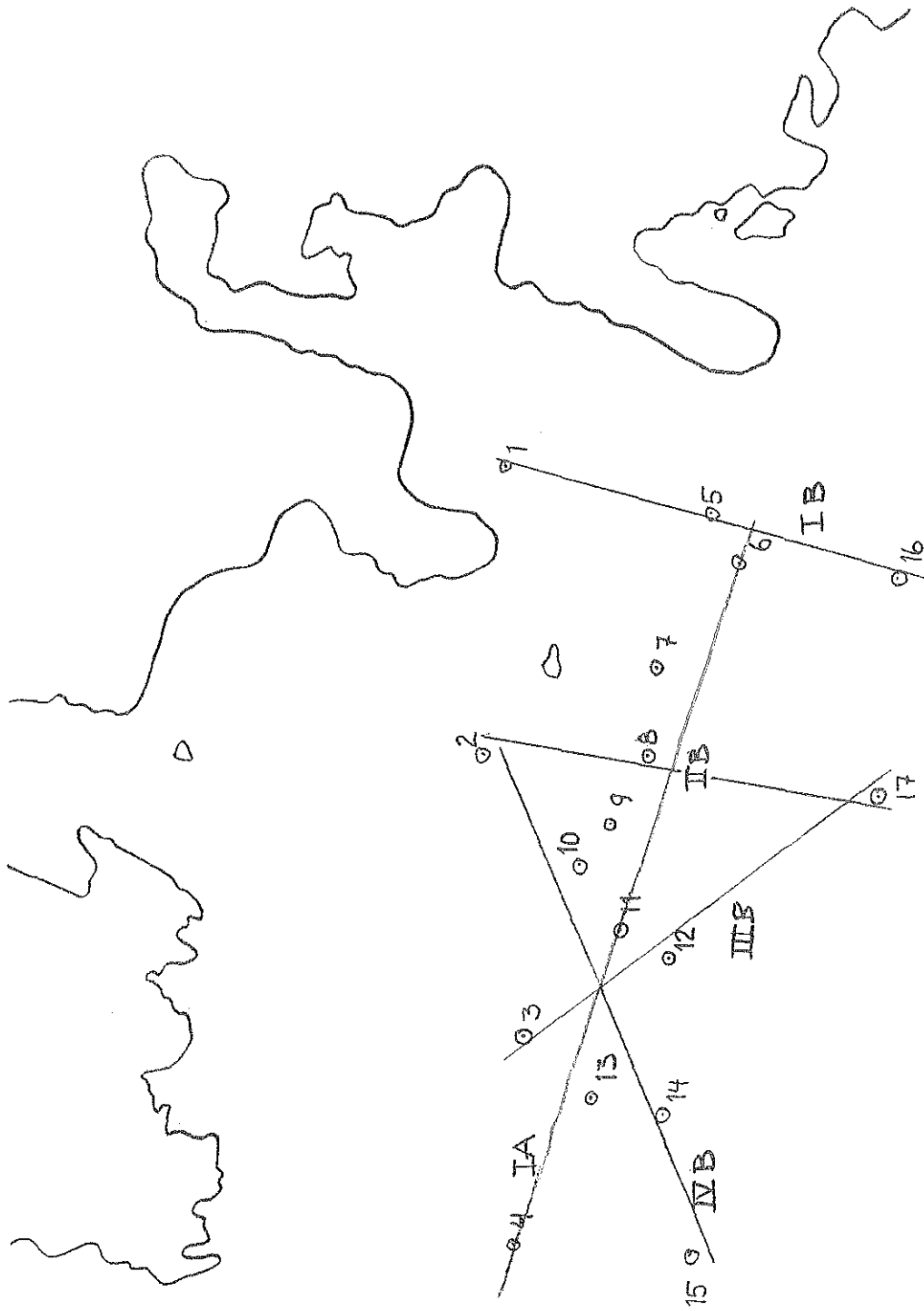




PUNKT 17

KL 16 20





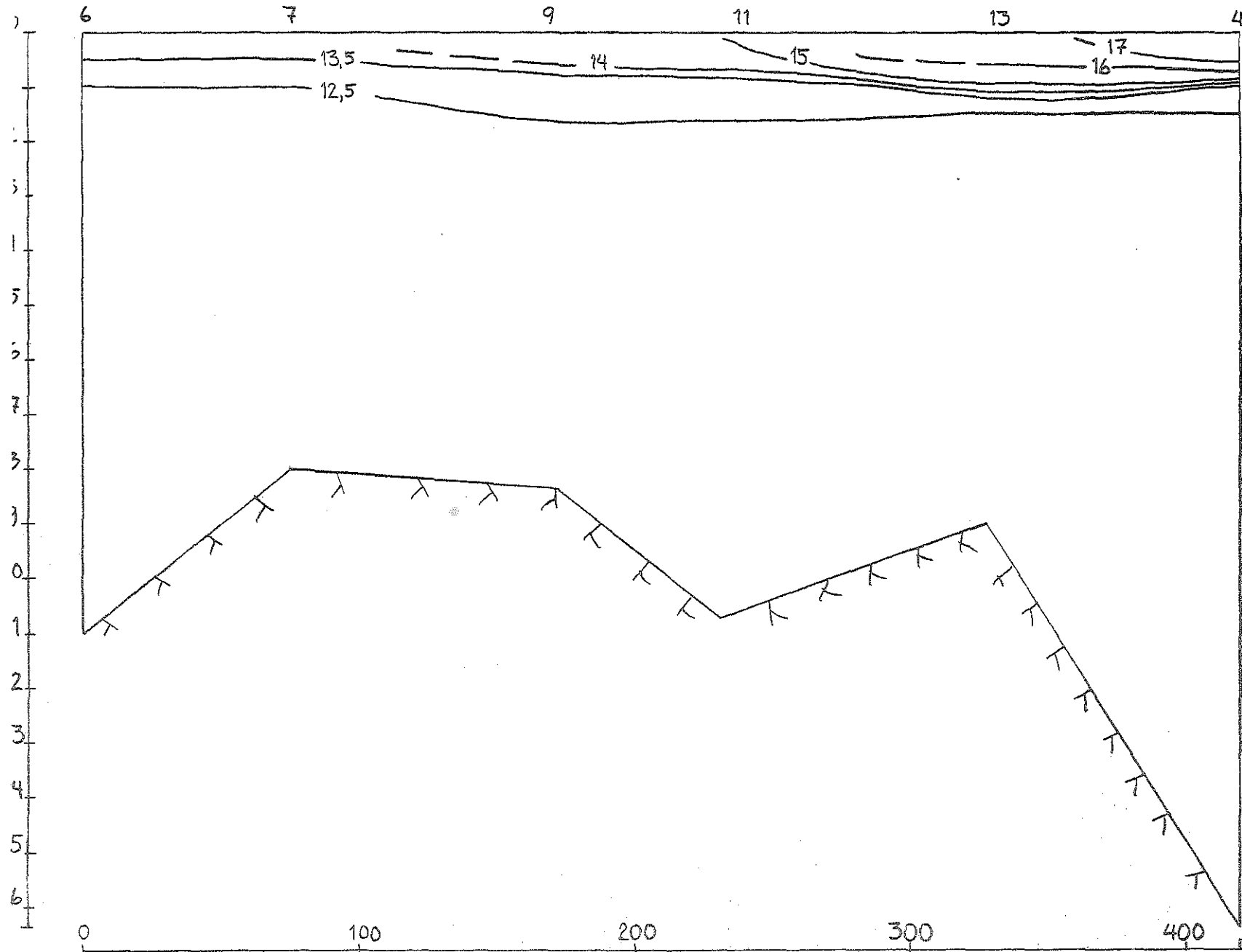
LÄGEN FÖR TEMPERATURSEKTIONER

3/10 1972



SKALA 1:4000

SEKTION JA



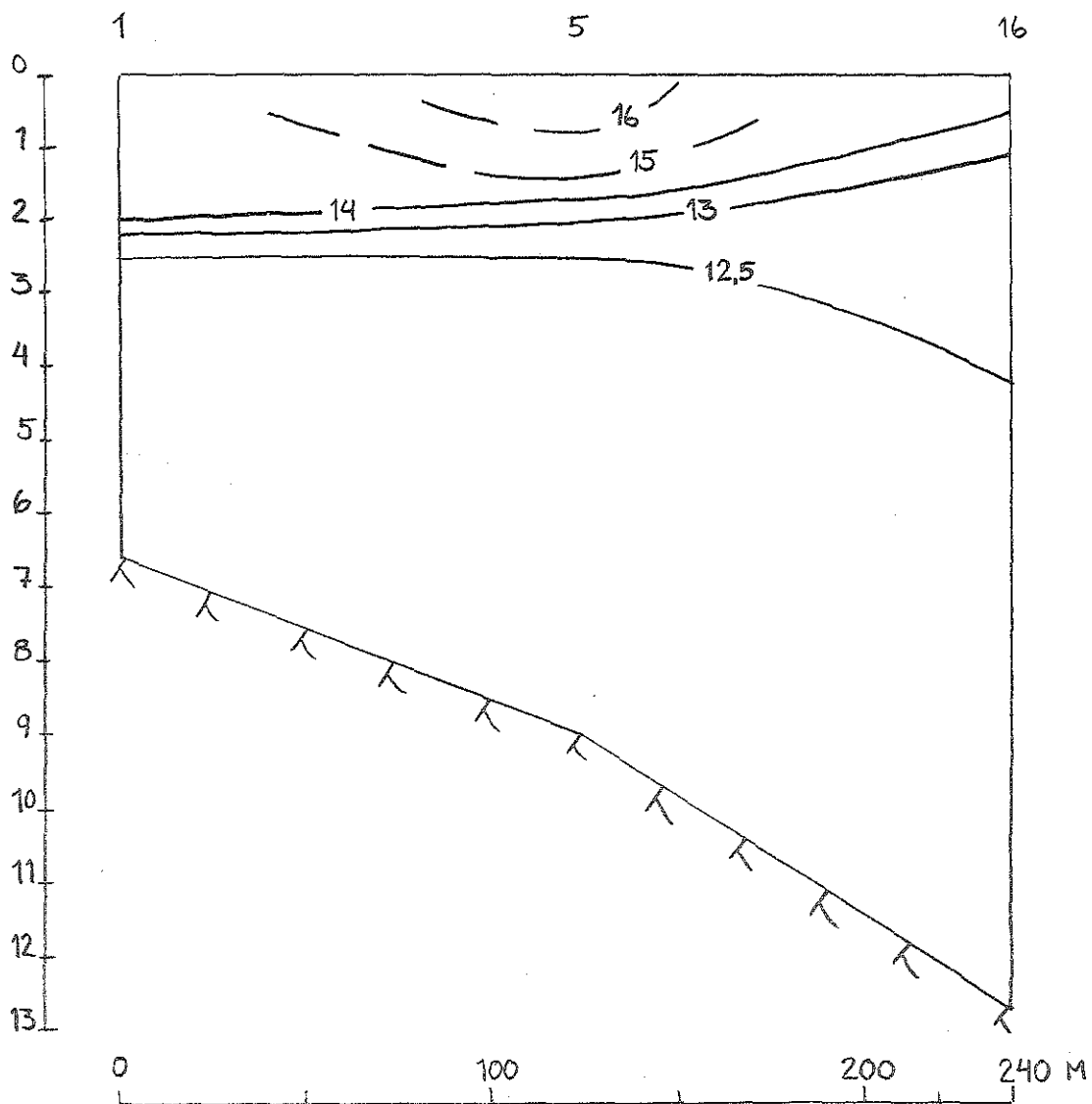
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

3/10 1972 F.M.

# SEKTION I B



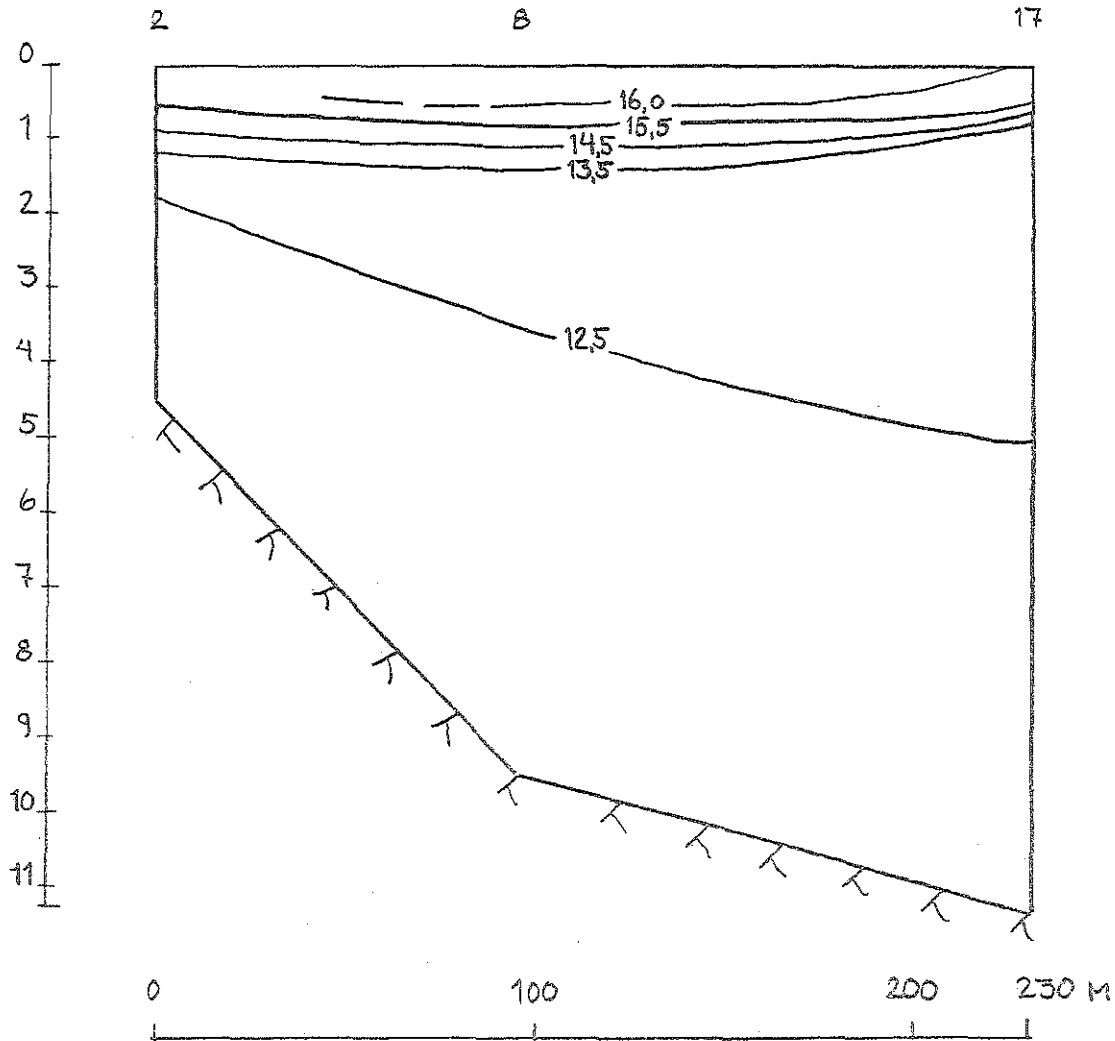
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

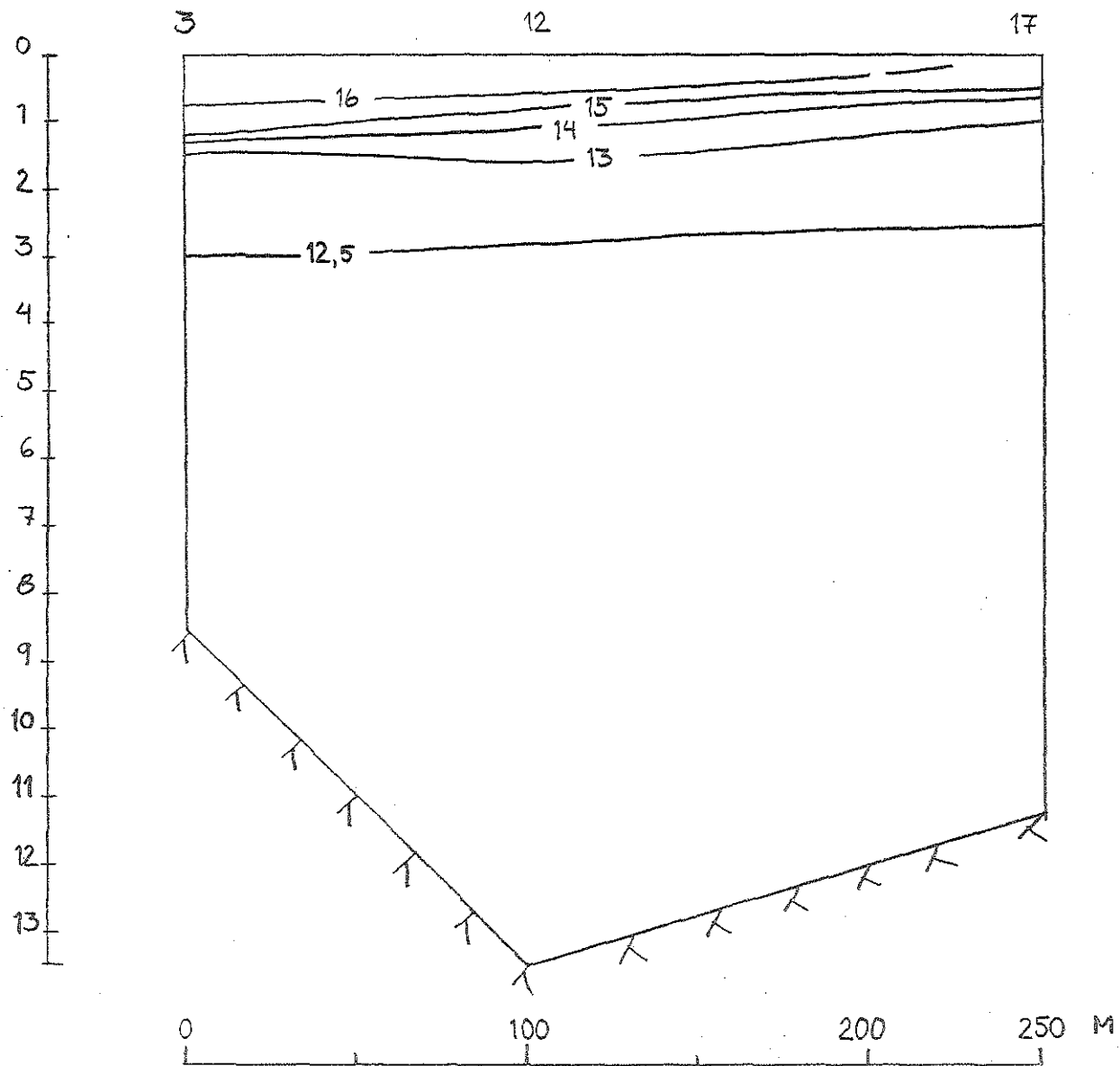
3/10 1972 E.M.

SEKTION IIB



TEMPERATURSEKTION  
LÄNGDSKALA 1:2000  
HÖJDSKALA 1:100  
3/10 1972 E.M.

SEKTION III B



TEMPERATURSEKTION

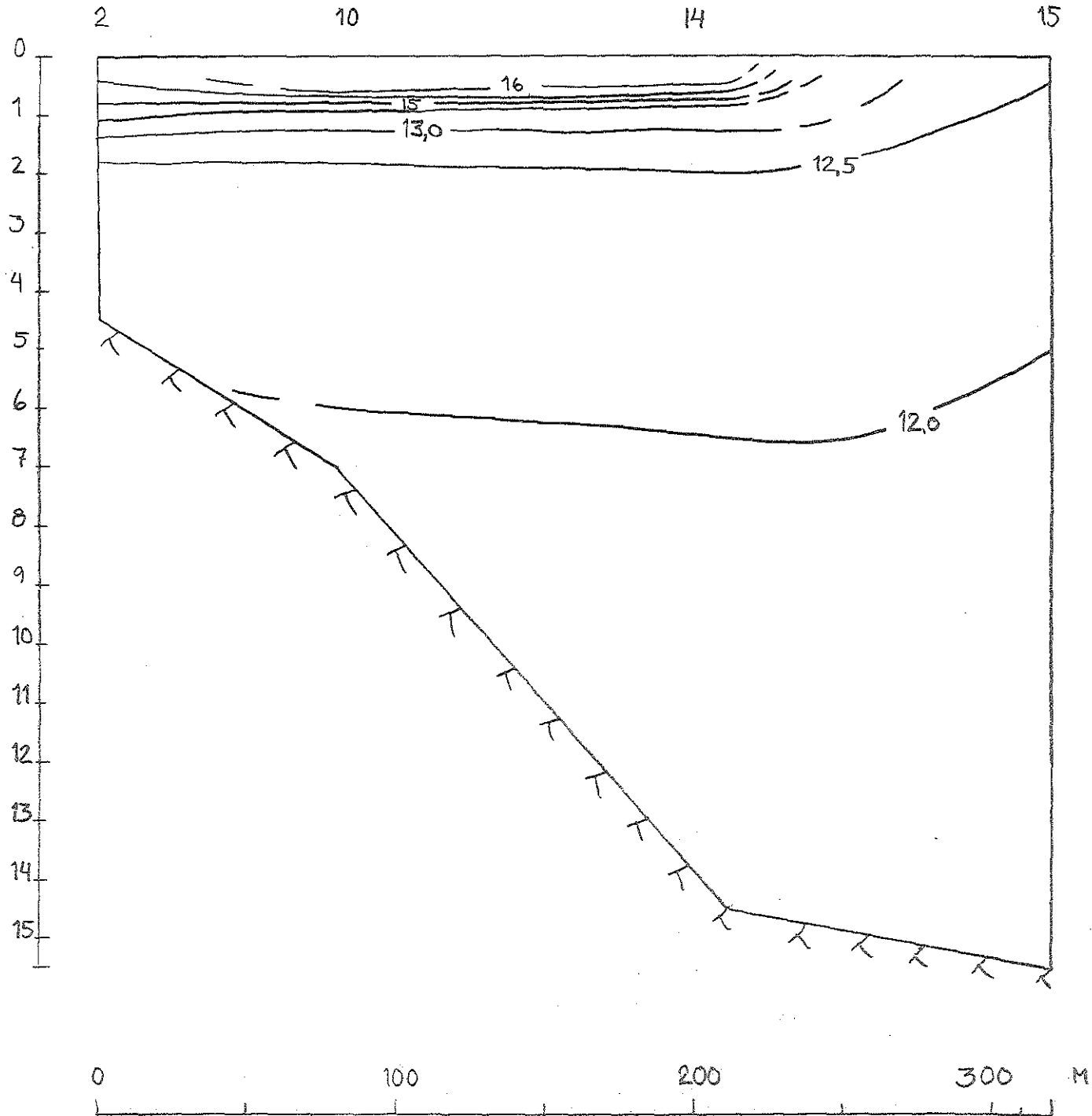
LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

3/10 1972 E.M.

144.

SEKTION IV B

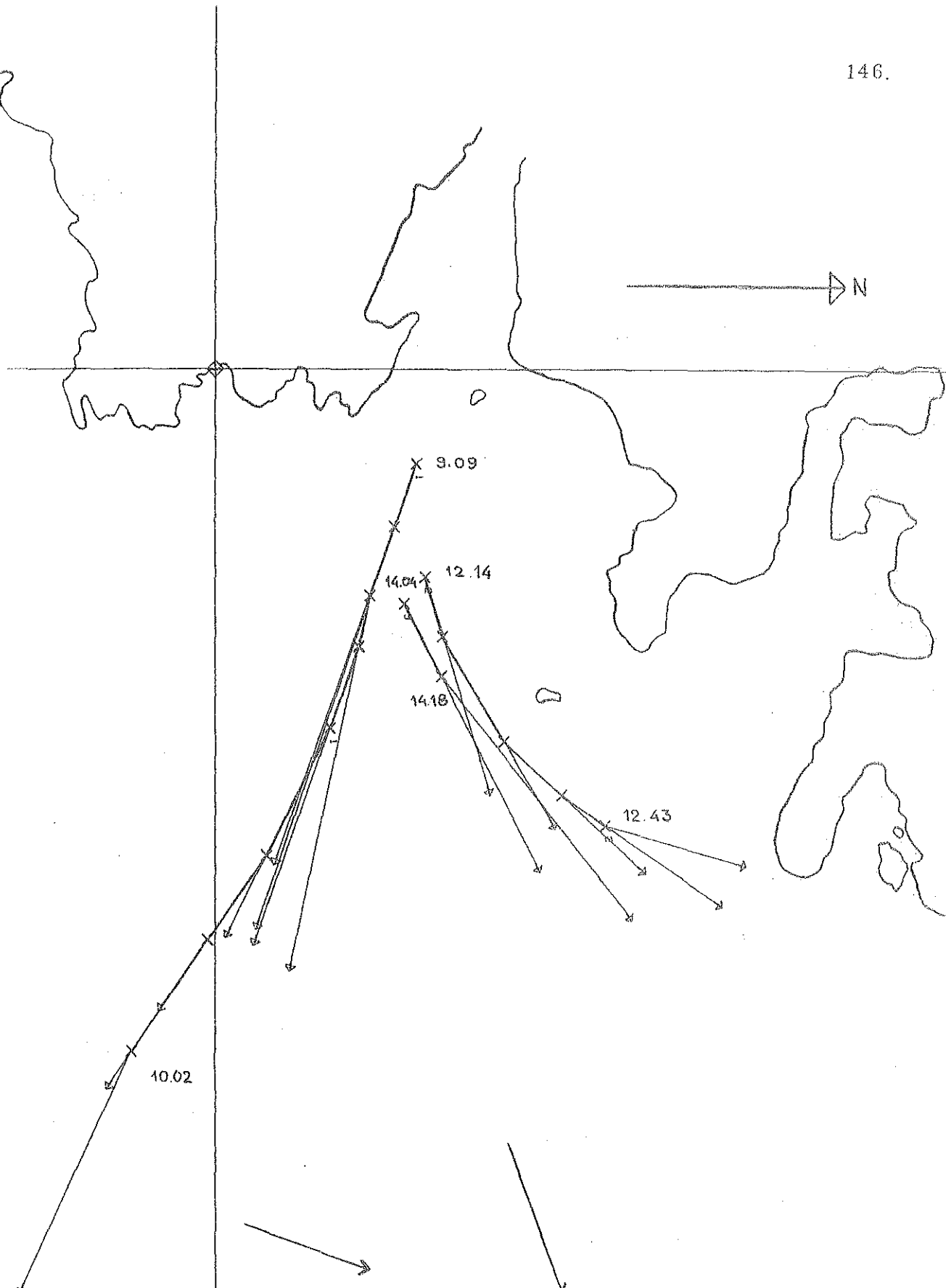


TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

3/10 1972 E.M.



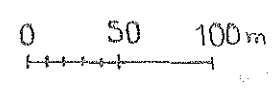
SSW 5 m/s  
FÖRMIDDAG

WSW 7 m/s  
EFTERMIDDAG

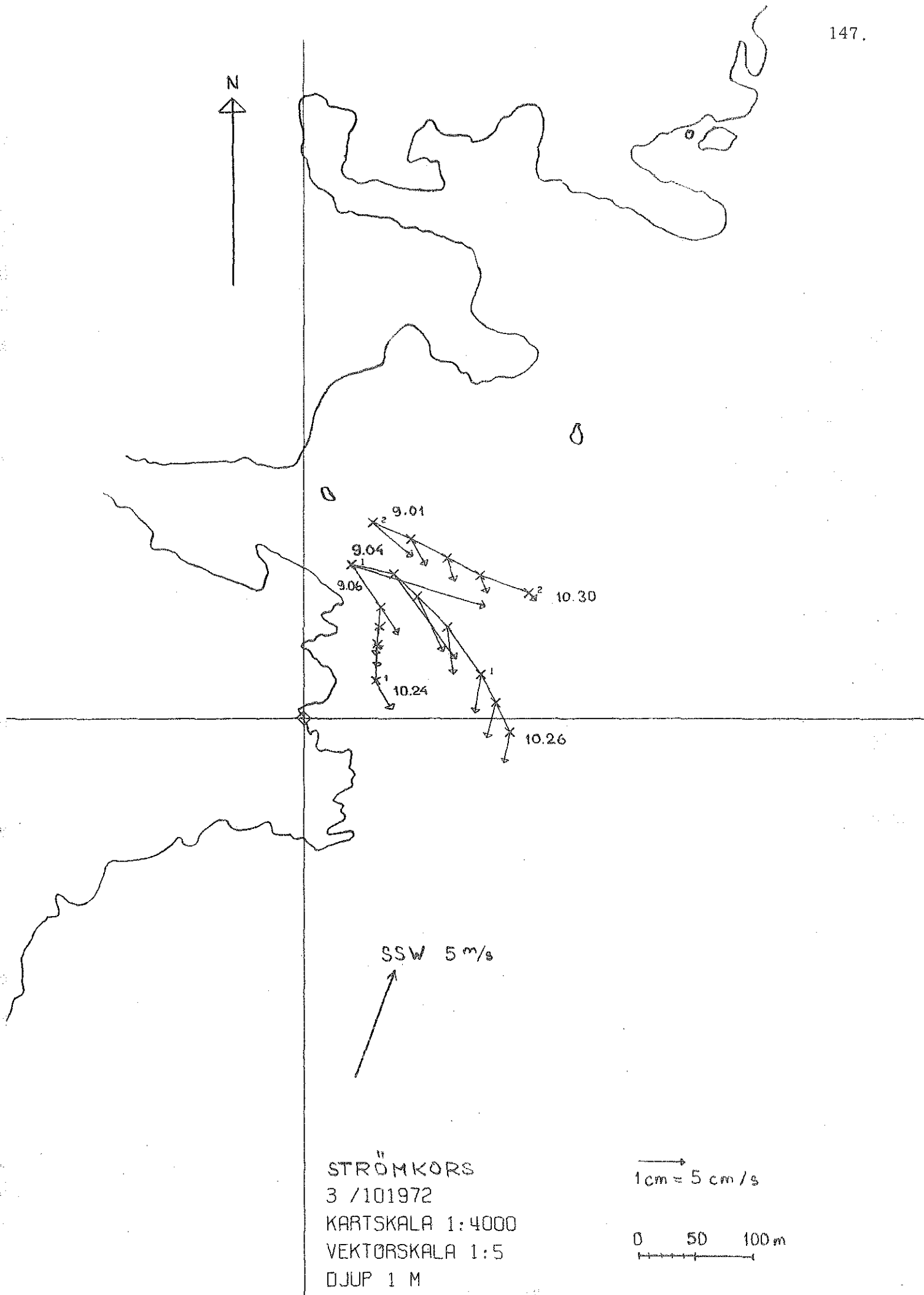
YTKORS

3 /101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5

1cm = 5 cm/s

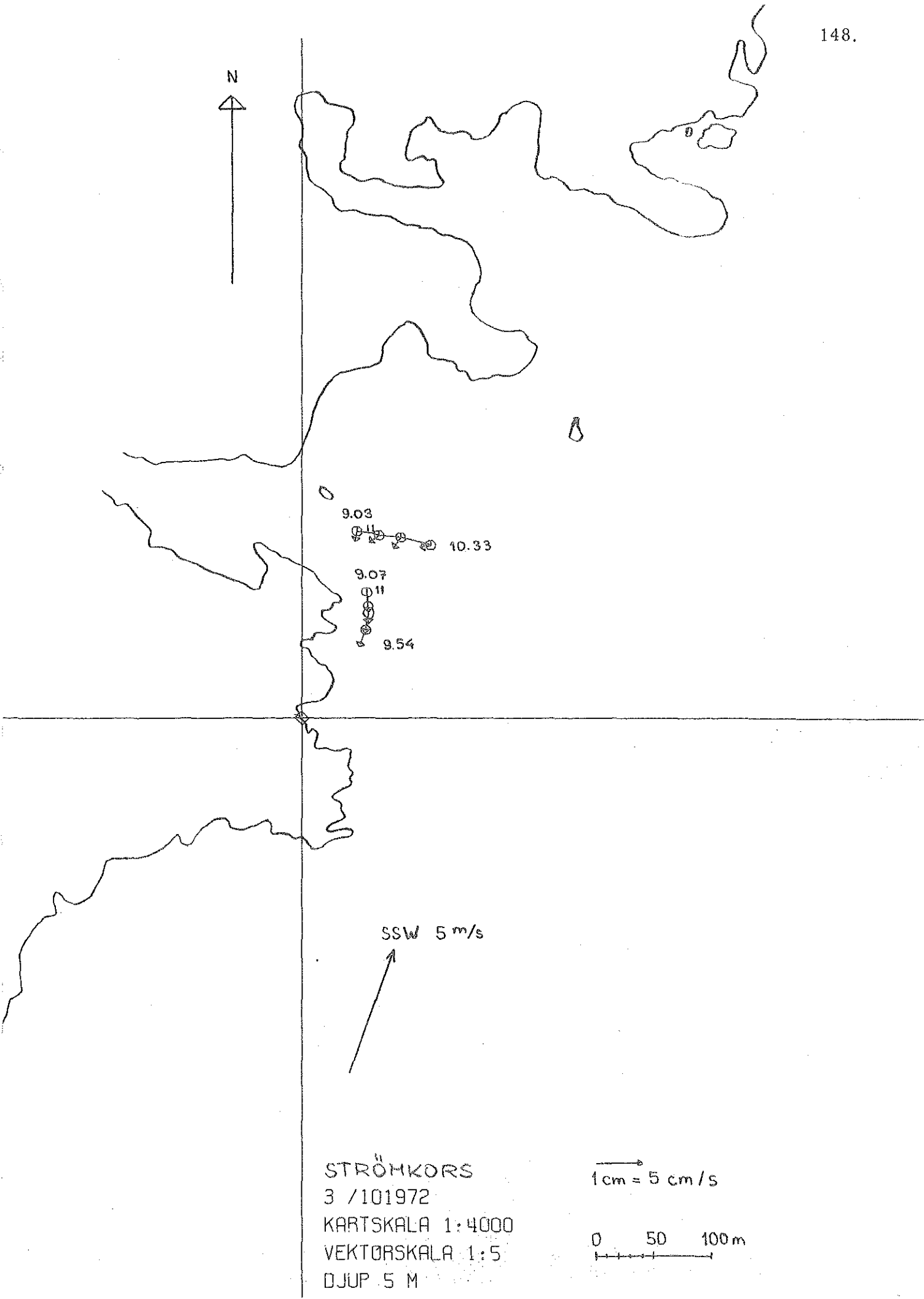






STRÖMKÖRS  
3 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTORSKALA 1:5  
DJUP 1 M

1 cm = 5 cm / s  
0 50 100 m



9.03 10.33

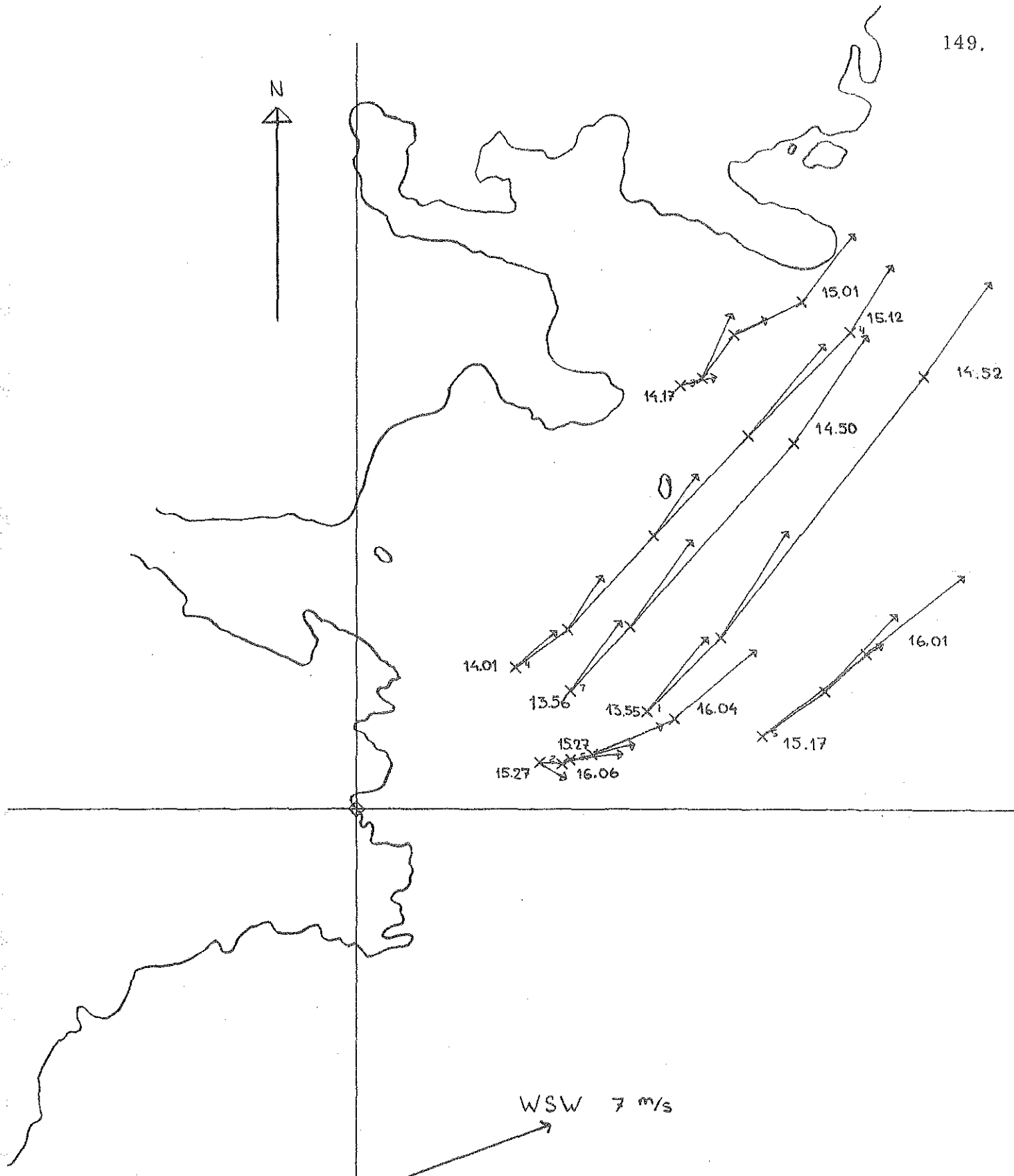
9.07 9.54

SSW 5 m/s

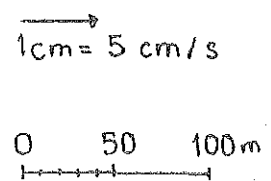
STRÖMKORS  
3 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTORSKALA 1:5  
DJUP 5 M

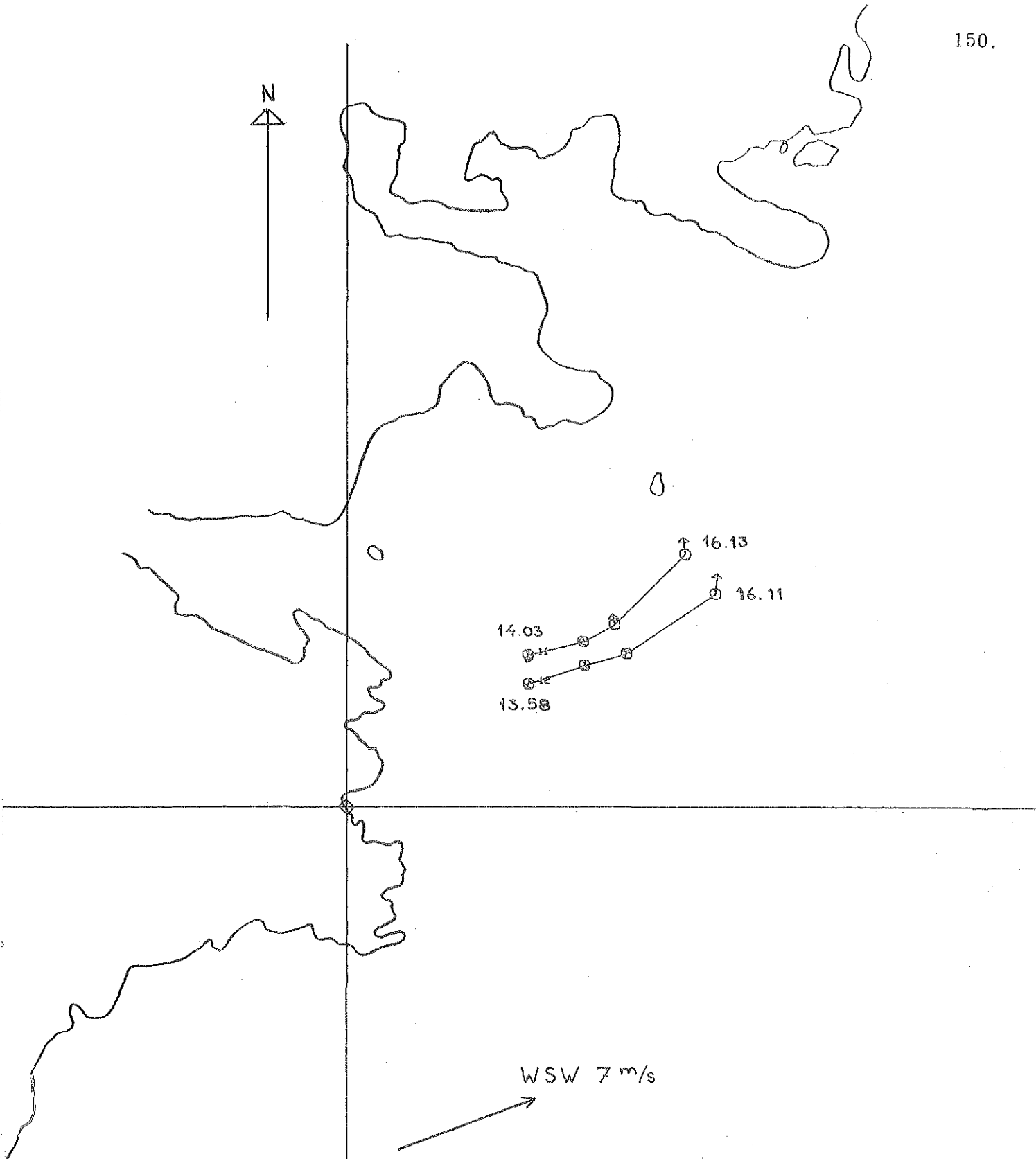
1 cm = 5 cm/s

0 50 100 m

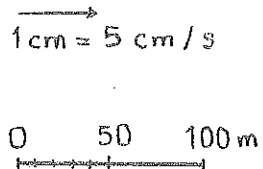


STRÖMKORS  
3 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 1 M





STRÖMKORS  
3 /101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTORSKALA 1:5  
DJUP 5 M





FM 3/10 1972

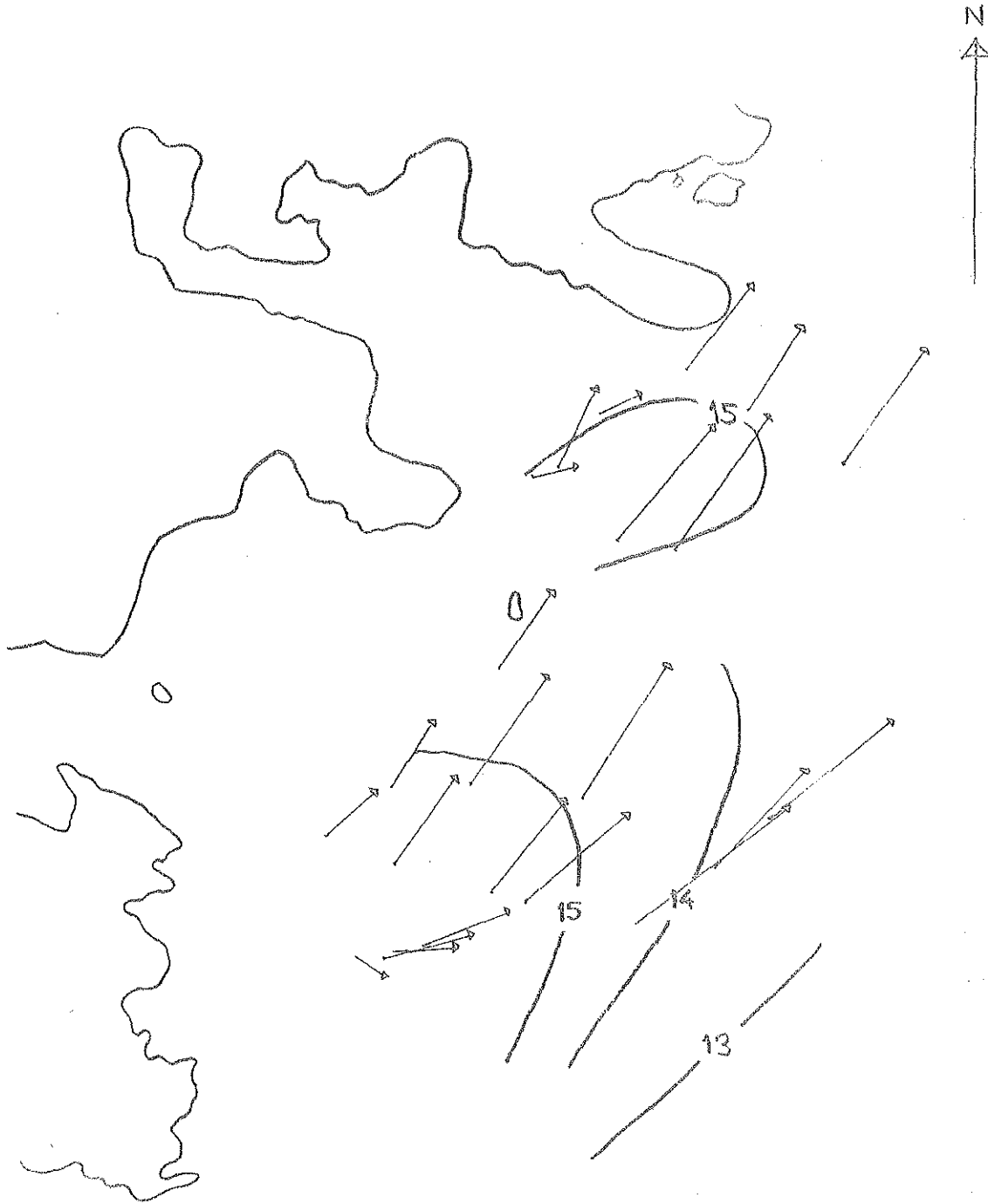
ISOTERMER OCH HASTIGHETSVEKTORER

DJUP 1,0 m

→ 1 cm = 5 cm/s

0 50 100 150 200m

SKALA 1:4000



EM 3/10 1972

ISOTERMER OCH HASTIGHETSVEKTORER

DJUP 1,0 m

WSW 7 m/s  
→

→ 1 cm = 5 cm/s

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

Onsdag 4 oktober 1972

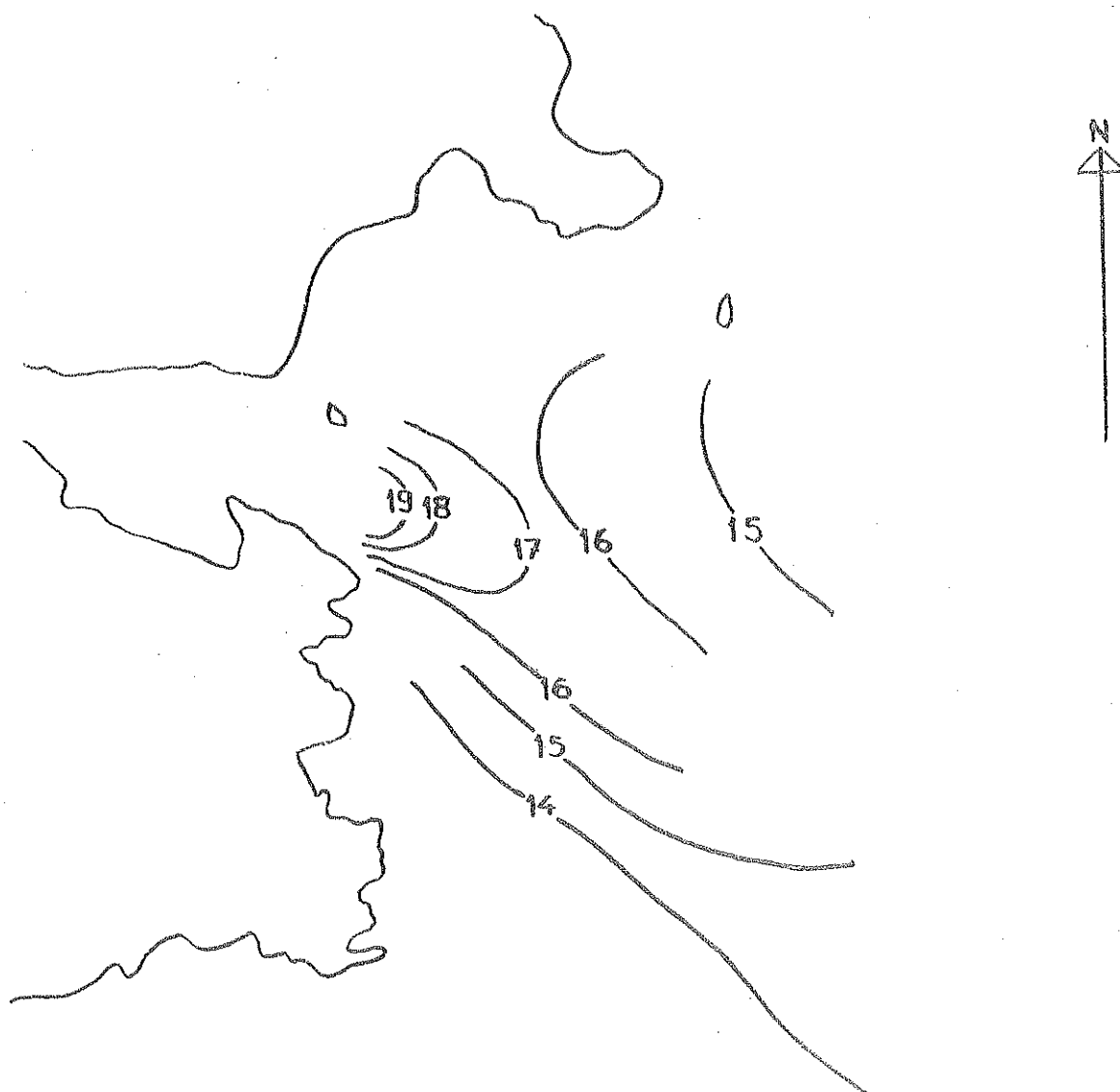
Väder: Lufttemperatur på morgonen + 6°C.  
Vackert väder under förmiddagen.  
Mulnande på eftermiddagen.

Vind: Västlig vind, 5 m/s hela dagen

Vattentemperatur: Intagstemperatur 12°C  
Utsläppstemperatur 21°C

Recipientström: Ost-nordost ca 20 cm/s

Mätningar: Dagens mätningar utfördes utanför Hamnehålet.  
Strömkors- och termistormätningar utfördes.



4/10 1972

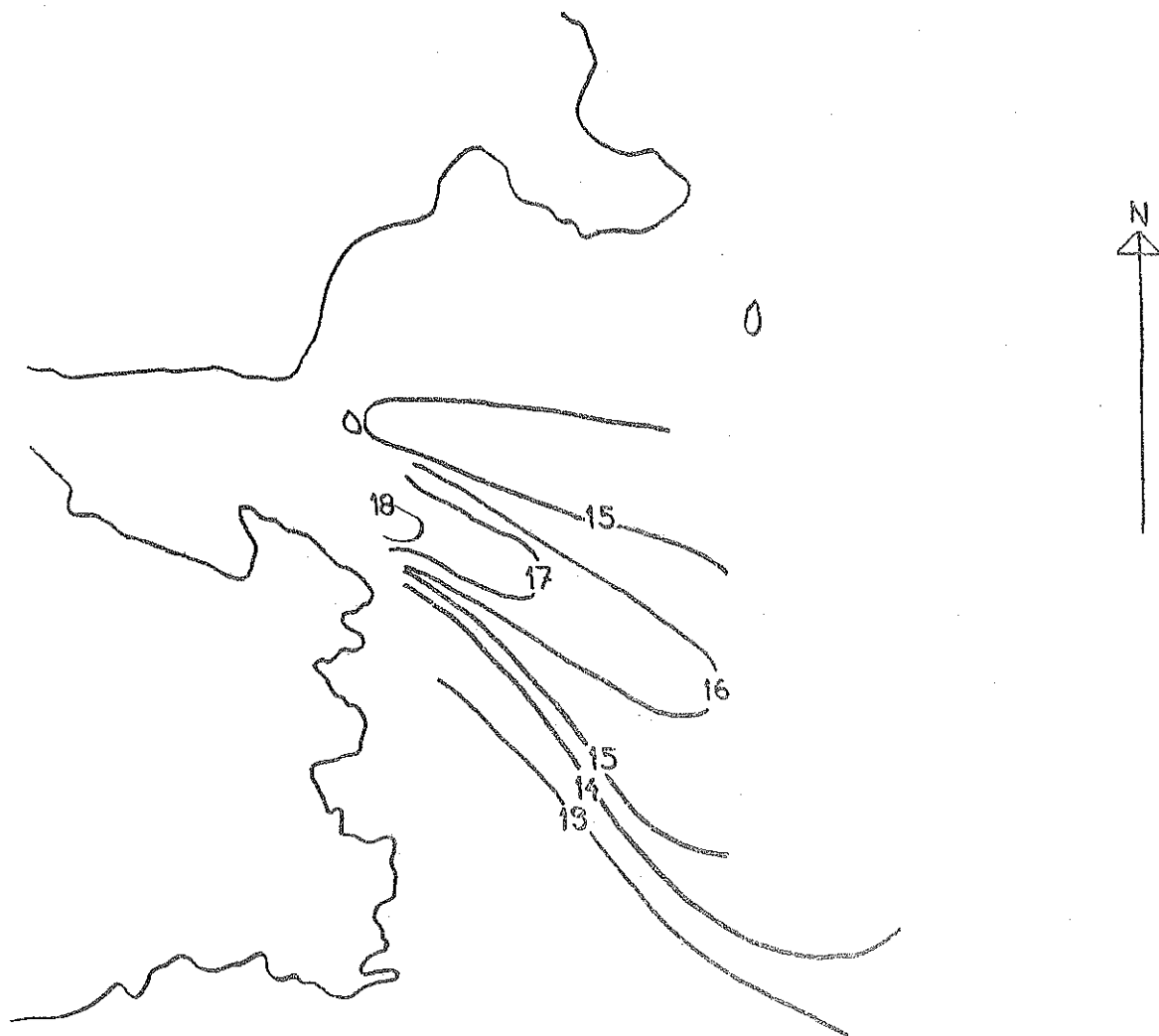
ISOTERMER

DJUP 0,5 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000





4/10 1972

ISOTERMER

DJUP 1,0 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

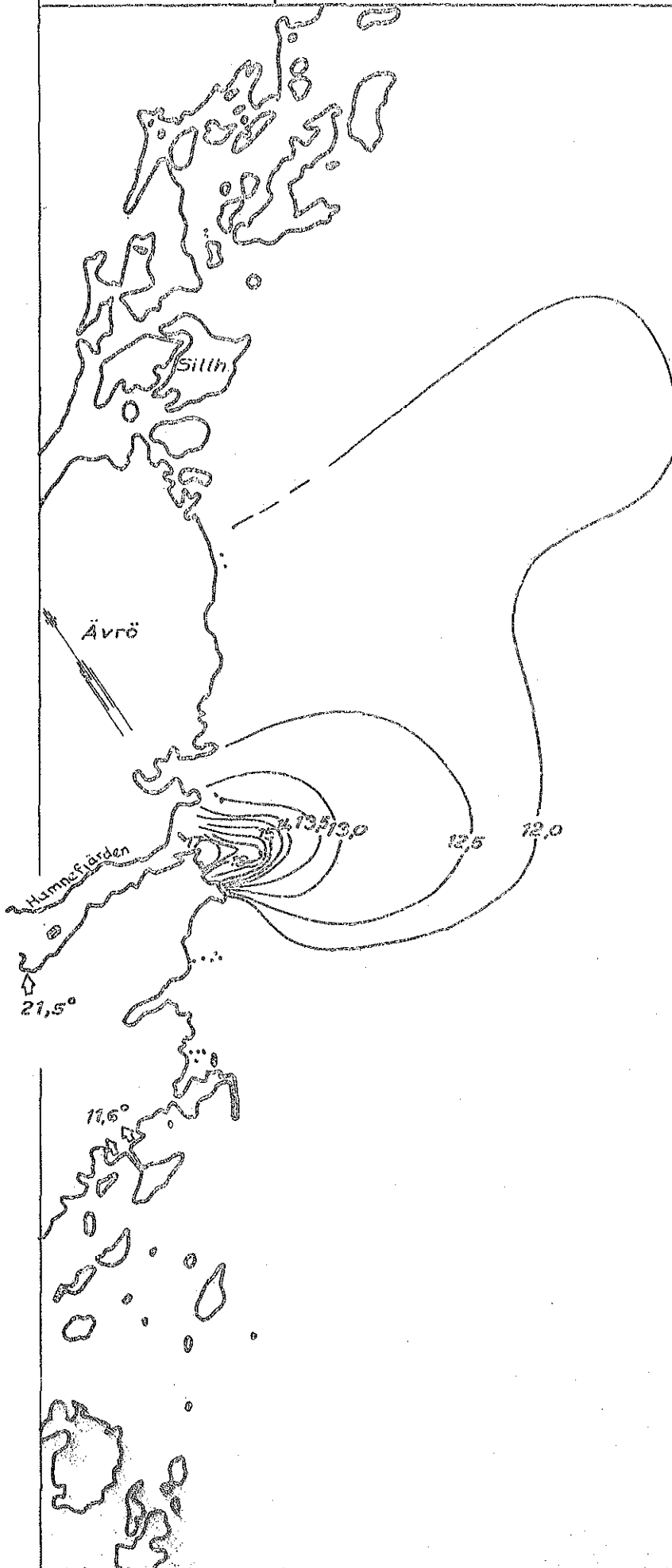
SMHI  
HBO

0,5 m

156.
SIMPEVARP
4.10.1972
kl 12 <sup>25</sup> - 17 <sup>10</sup>

Skala 1:25 000 1 km

VIND: SW-W 5-6 m/s



Temperaturreducering utanför Hamnehålet

1972-10-04

Utgångspunkt från Fiskefällan.

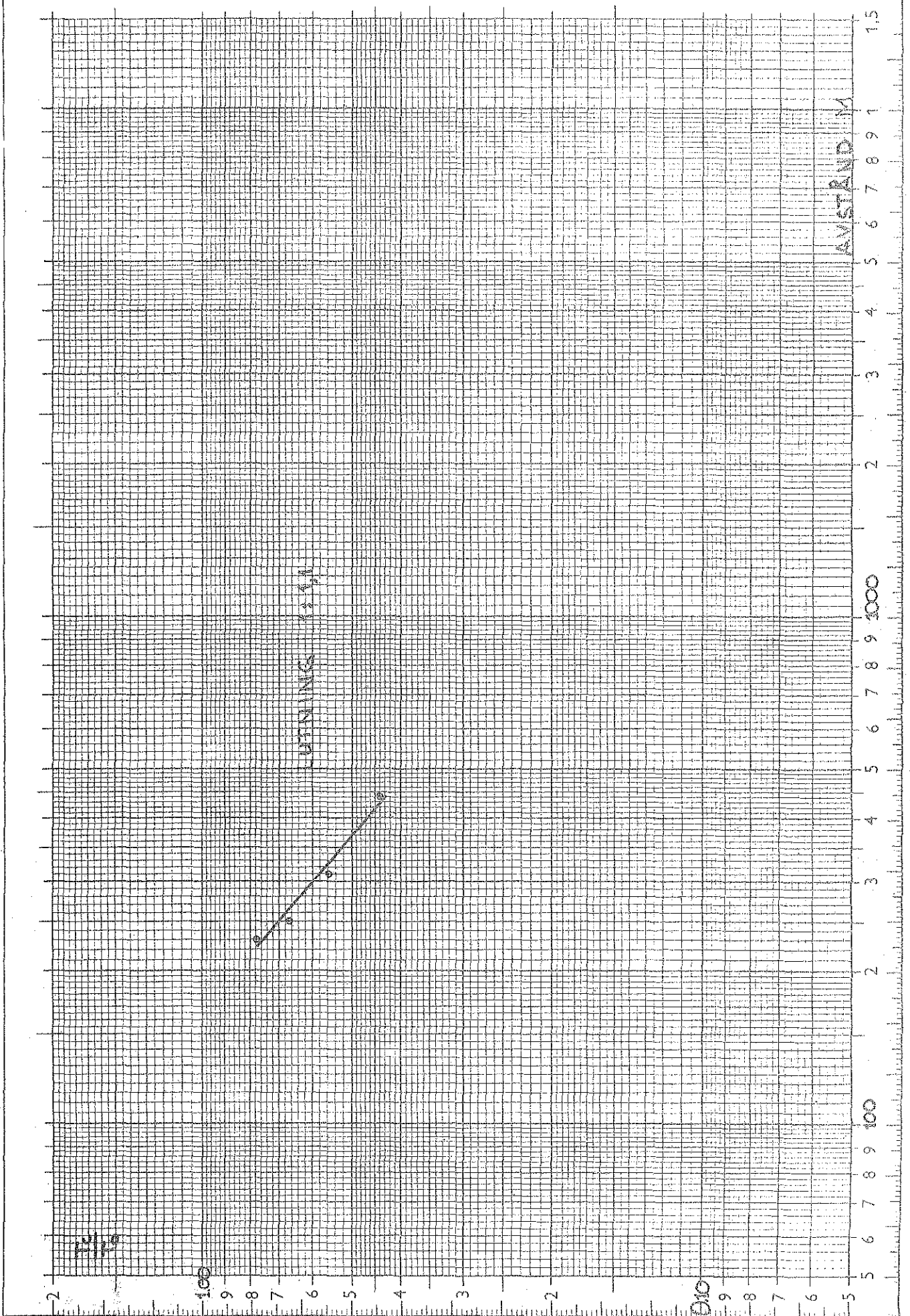
Recipienttemperatur  $T_{\text{rec}} = 12^{\circ}\text{C}$ Utsläppstemperatur  $T = 21^{\circ}\text{C}$ 

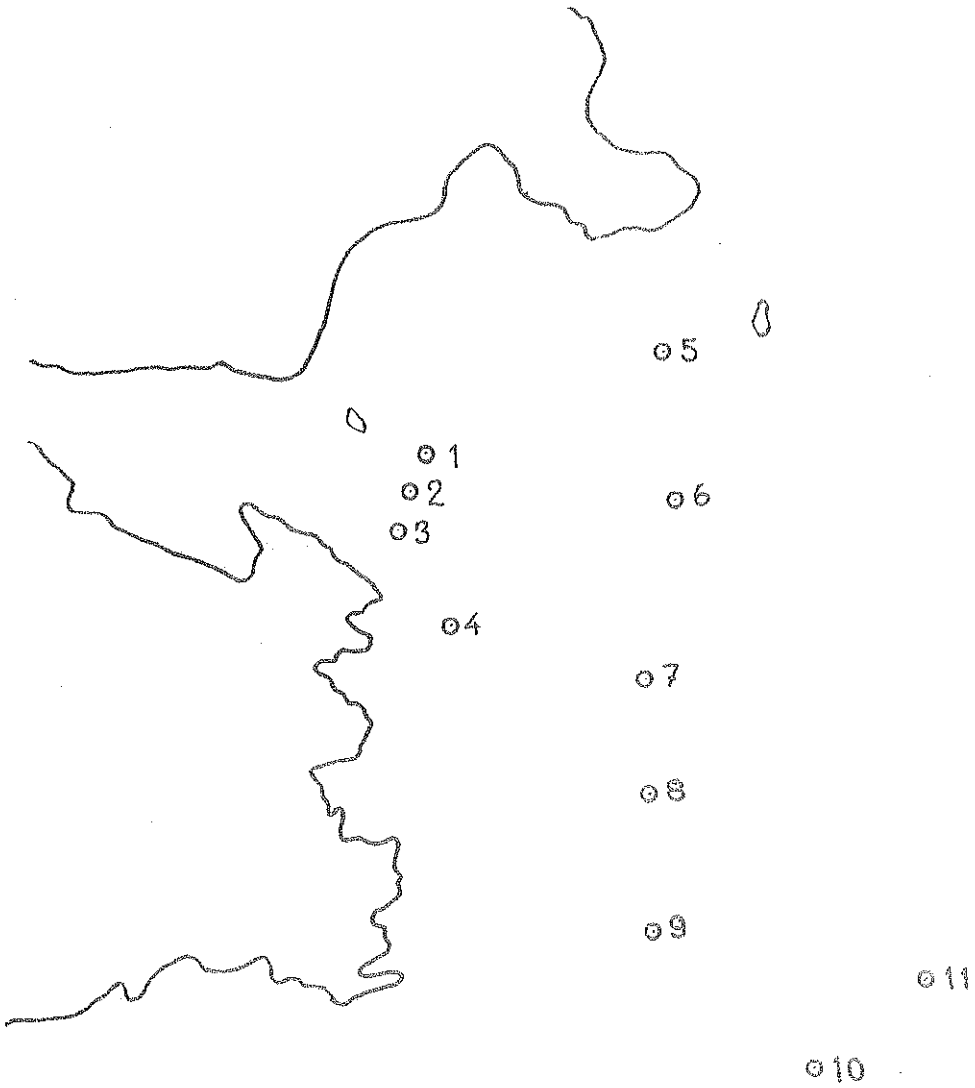
$$T_o = 21 - 12 = 9^{\circ}\text{C}$$

Isoterm	$T_c = T_{\text{isoterm}} - T_{\text{rec}}$	$\frac{T_c}{T_o}$	Avstånd
19	7	0,78	230
18	6	0,67	250
17	5	0,56	310
16	4	0,44	440

DIAGRAM ÖVER TEMPERATUR-  
REDUCERING

4/10 1932





TEMPERATURMÄTPUNKTER

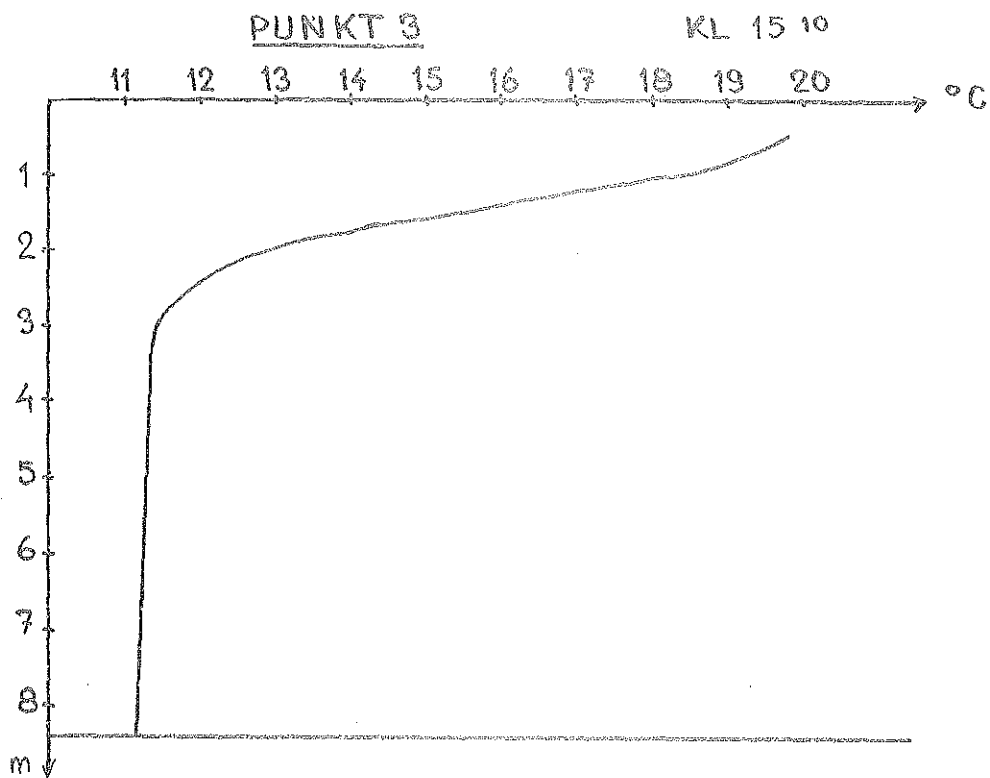
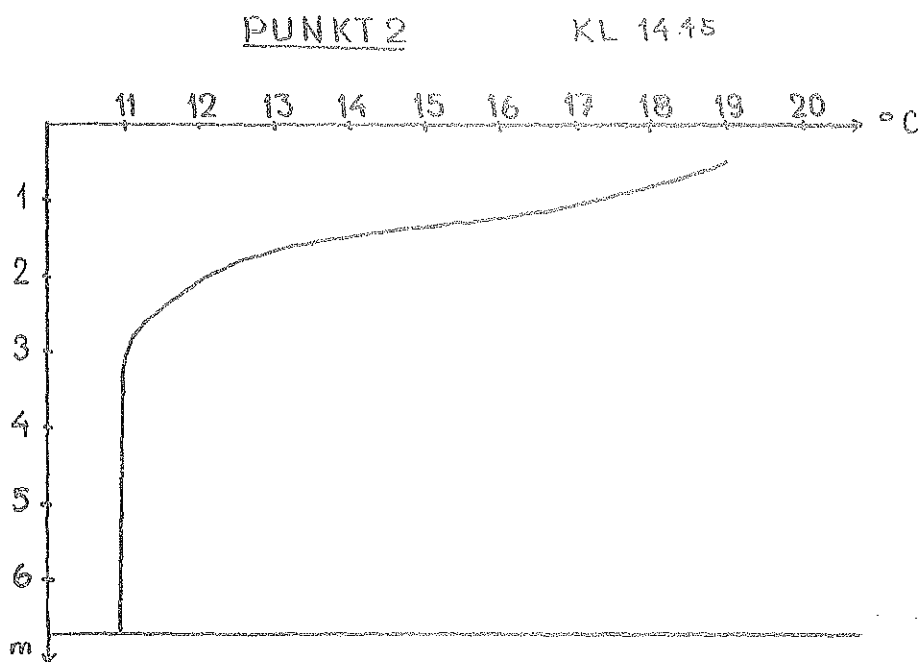
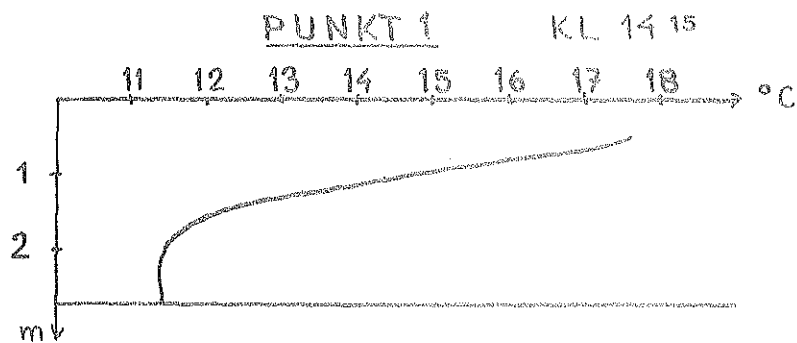
4 / 10 1972



SKALA 1:4000

4/10 1972

TEMPERATUR PROFILER

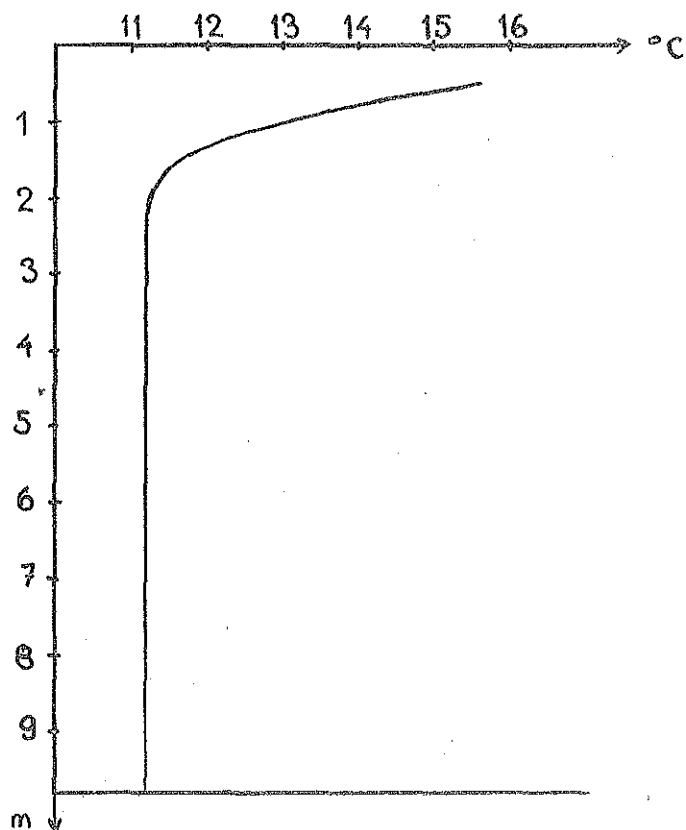


4/10 1972

161.

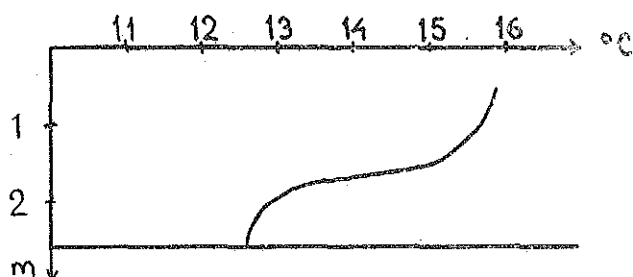
PUNKT 4

KL 15 35



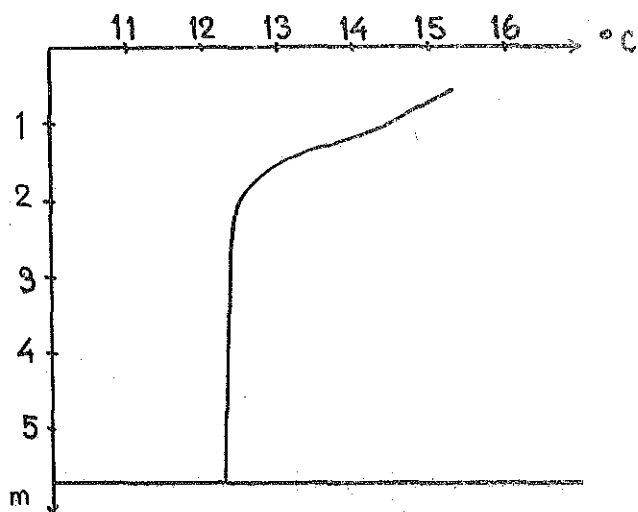
PUNKT 5

KL 14 05



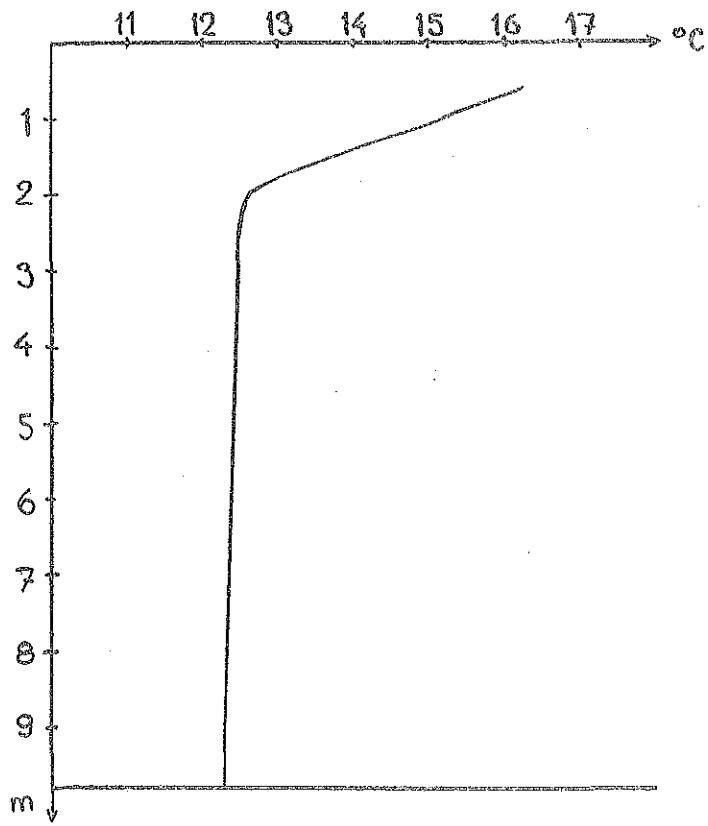
PUNKT 6

KL 15 15



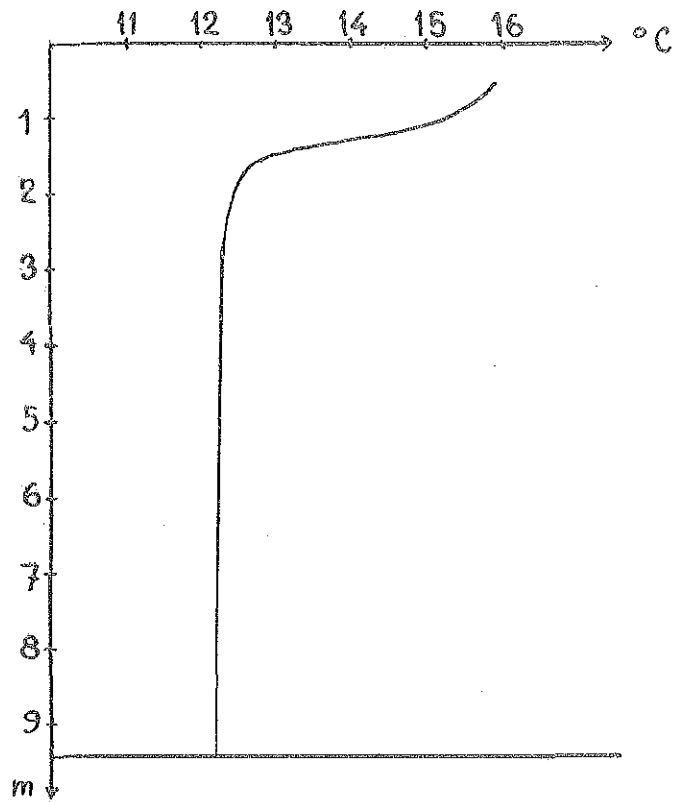
PUNKT 7

KL 15 30



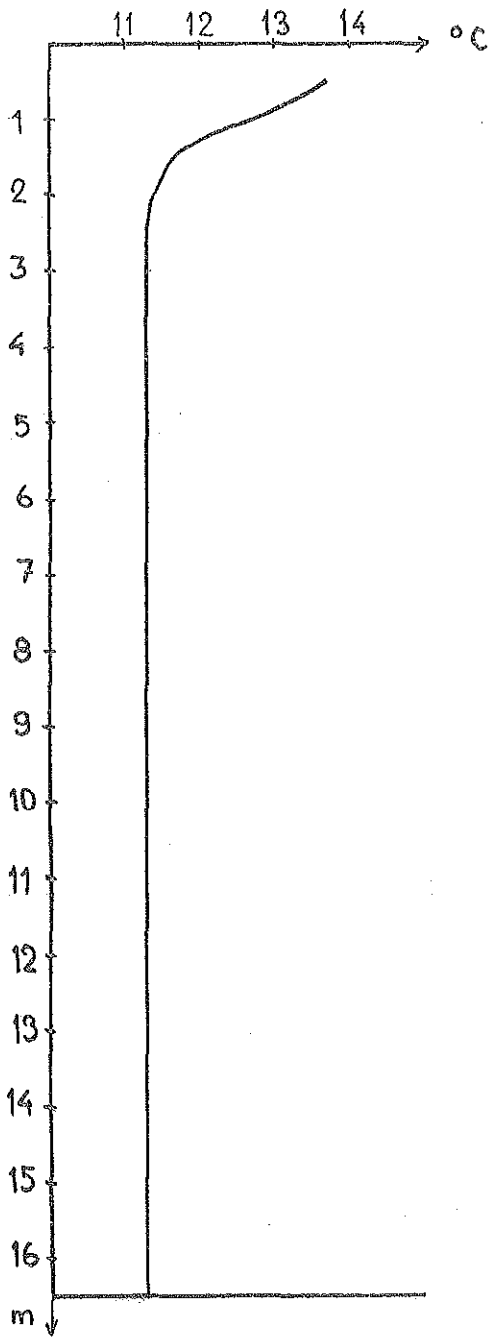
PUNKT 8

KL 15 50

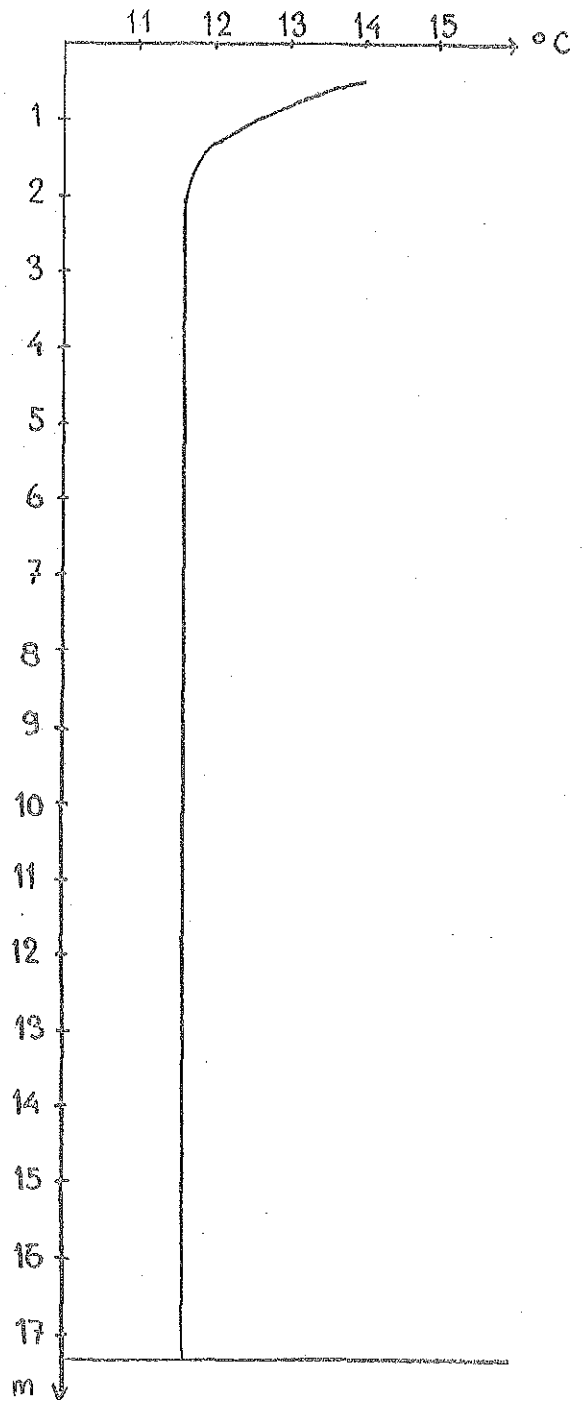




PUNKT 9 KL 15<sup>55</sup>



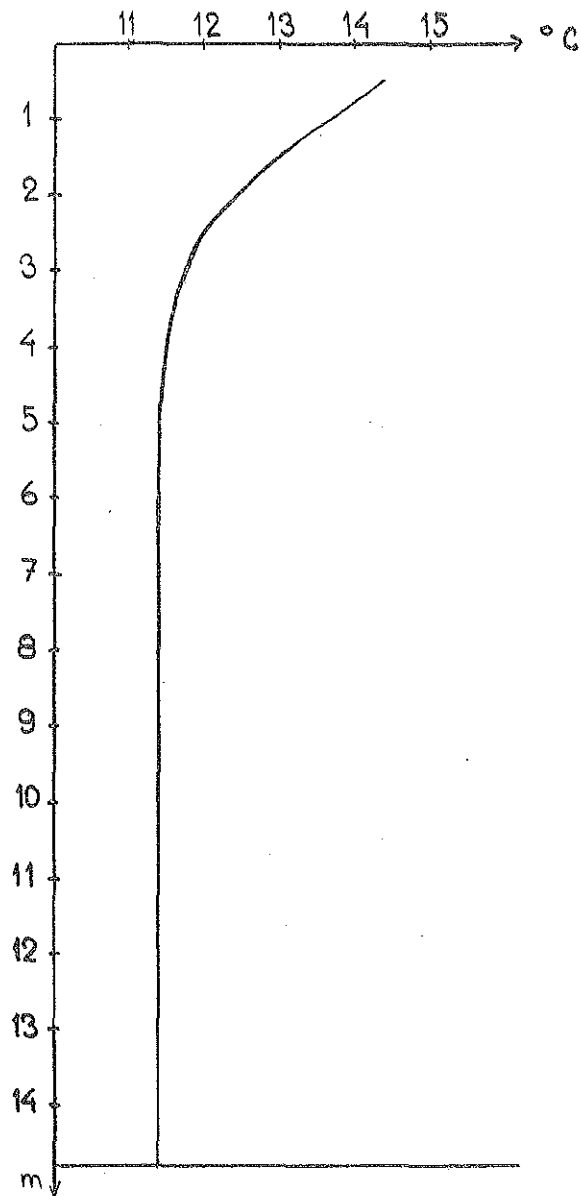
PUNKT 10 KL 16<sup>10</sup>

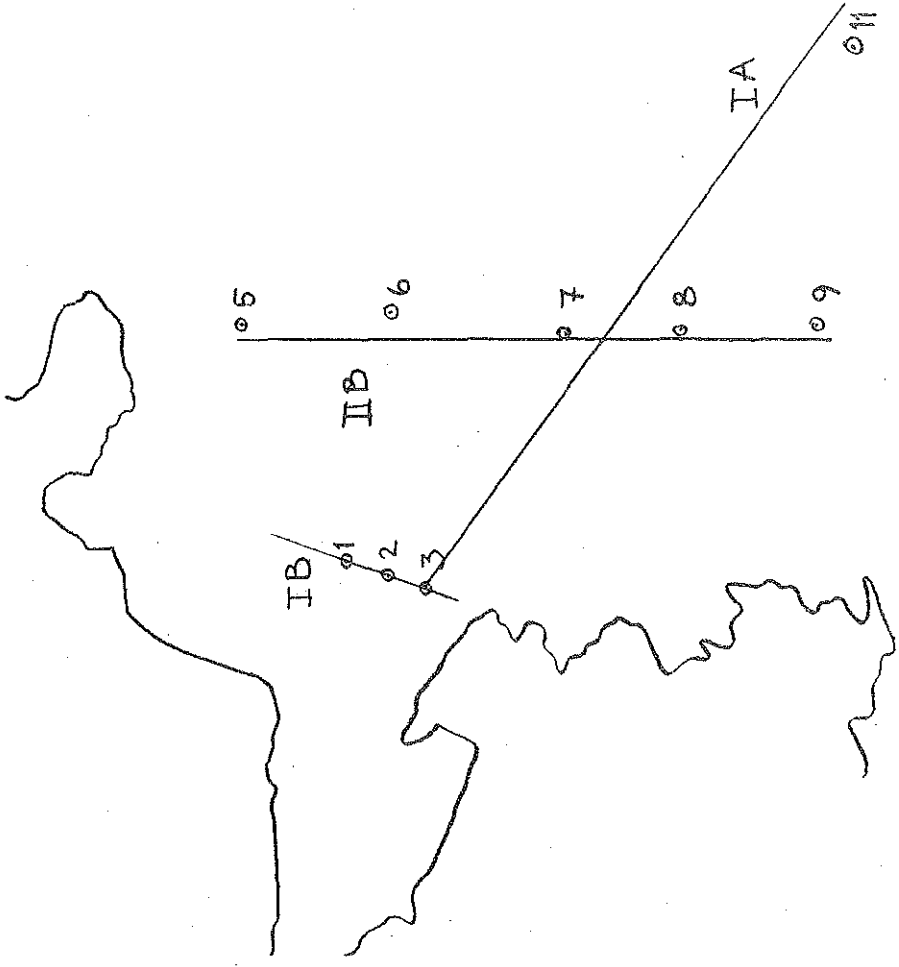


4/10 1972

PUNKT 11

KL 15 50

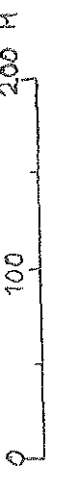




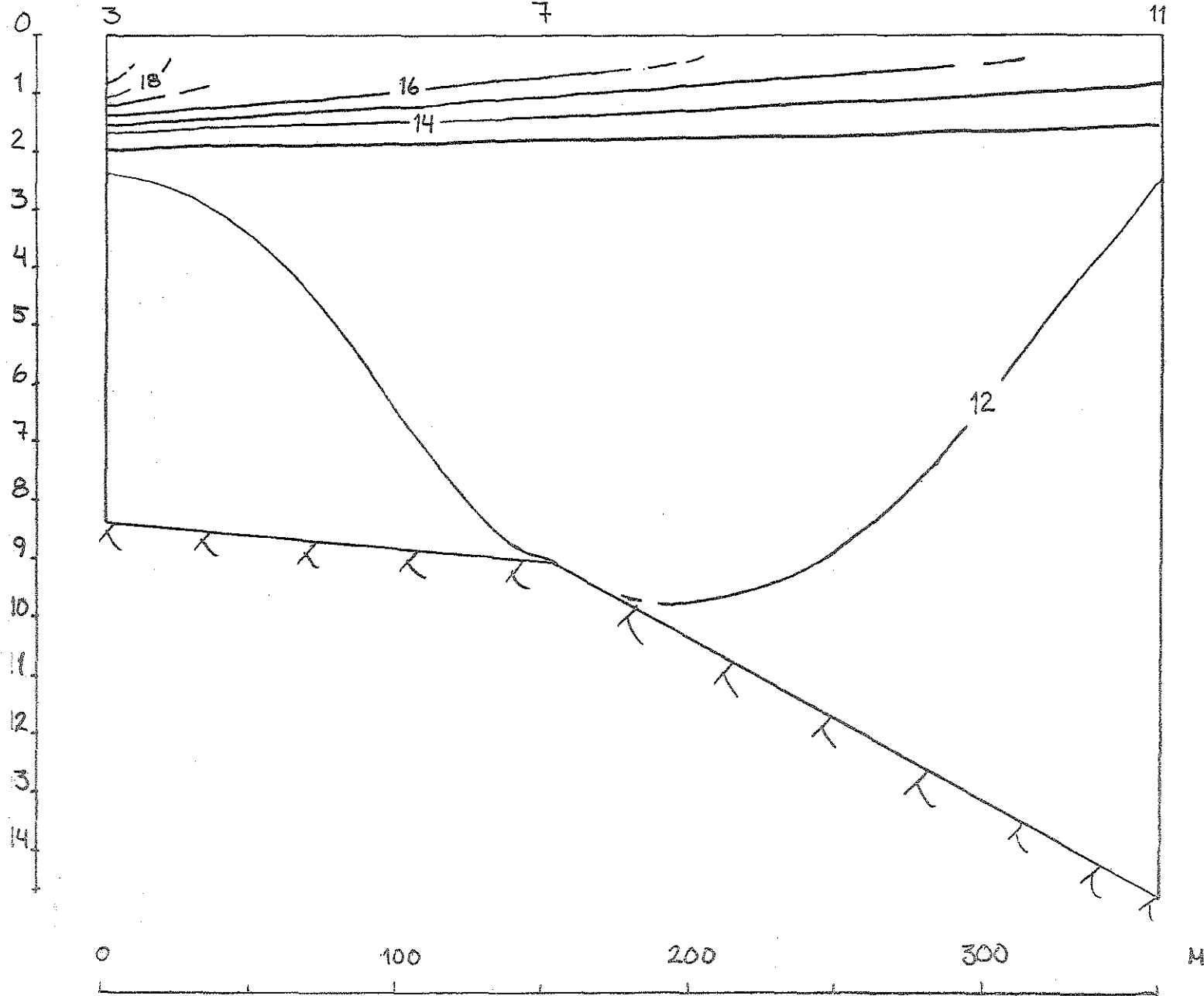
LÄGEN FÖR TEMPERATURSEKTIONER

4/10 1972

SKALA 1:4000



SEKTION LA



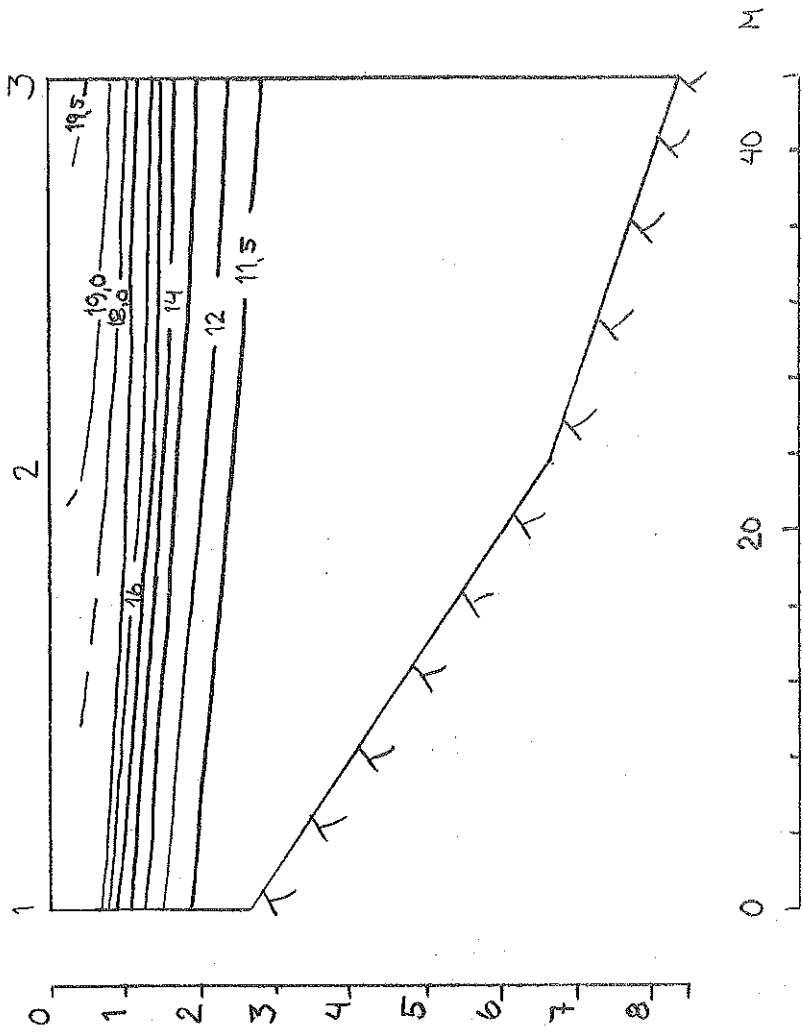
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

4/10 1972

SEKTION IB



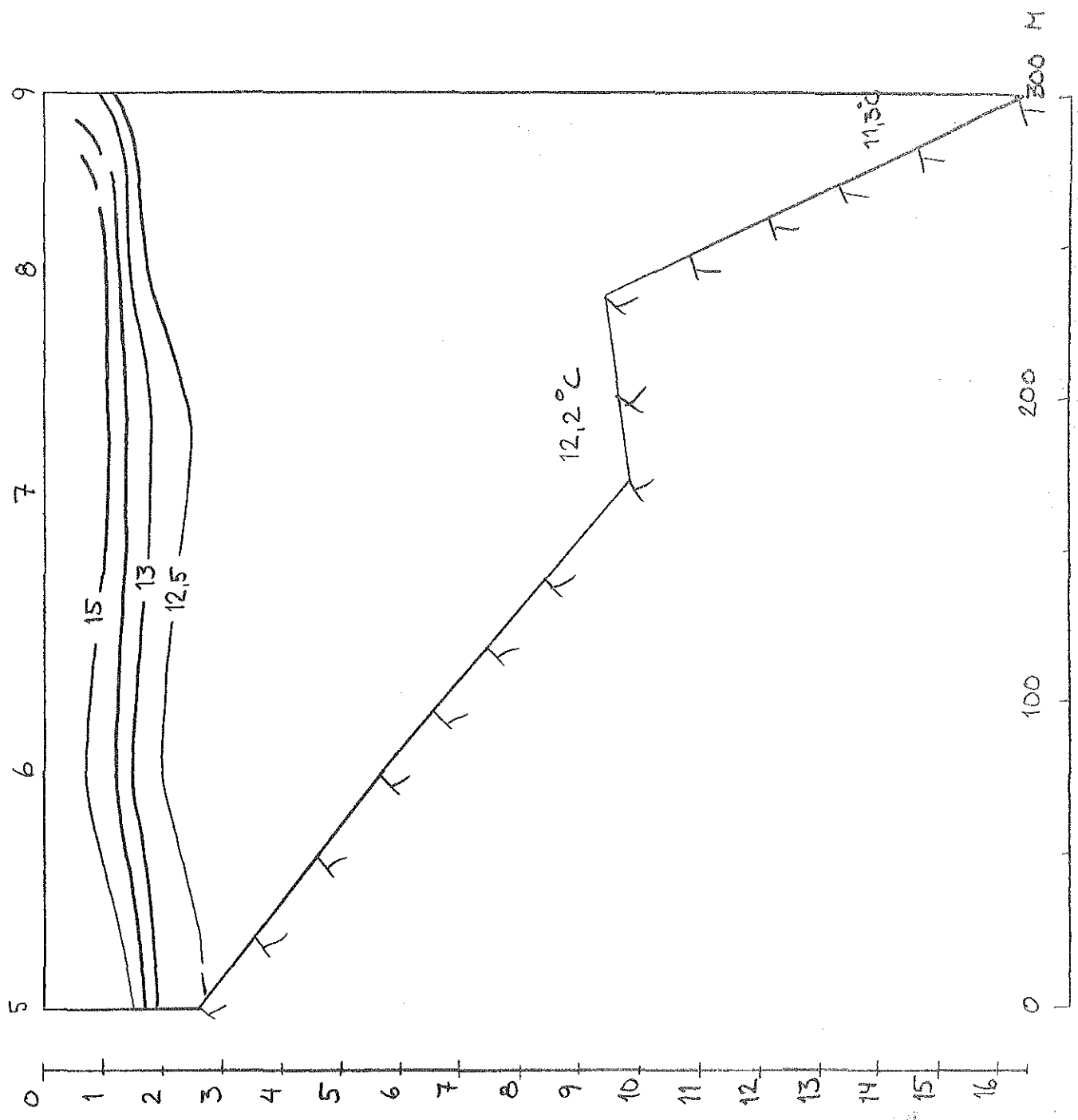
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:400

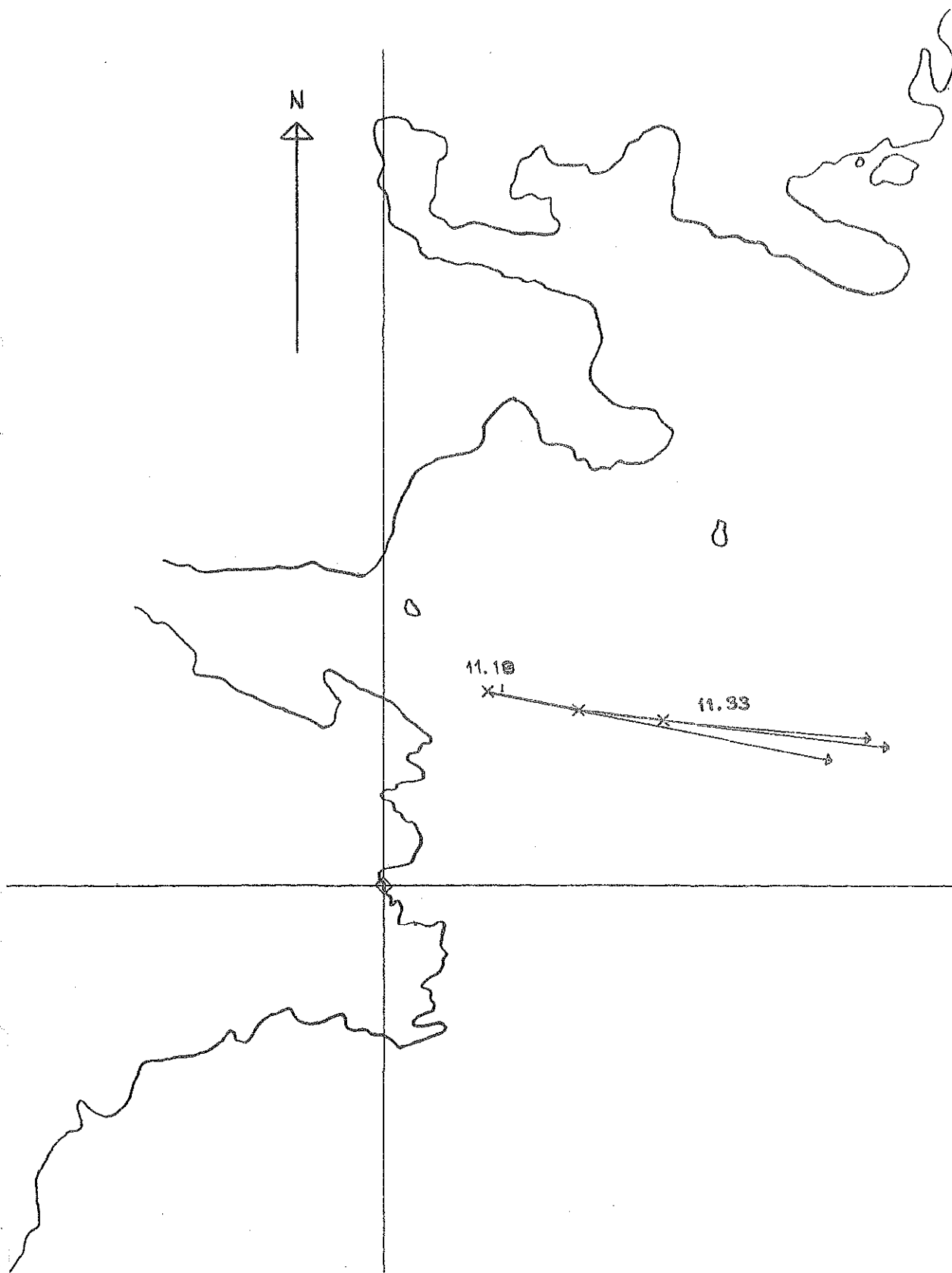
HÖJDSKALA 1:100

4/10 1972

SEKTION II B



TEMPERATURSEKTION  
LÄNDSKALA 1:2000  
HÖJDSKALA 1:100  
4/10 1972



YTKØRS

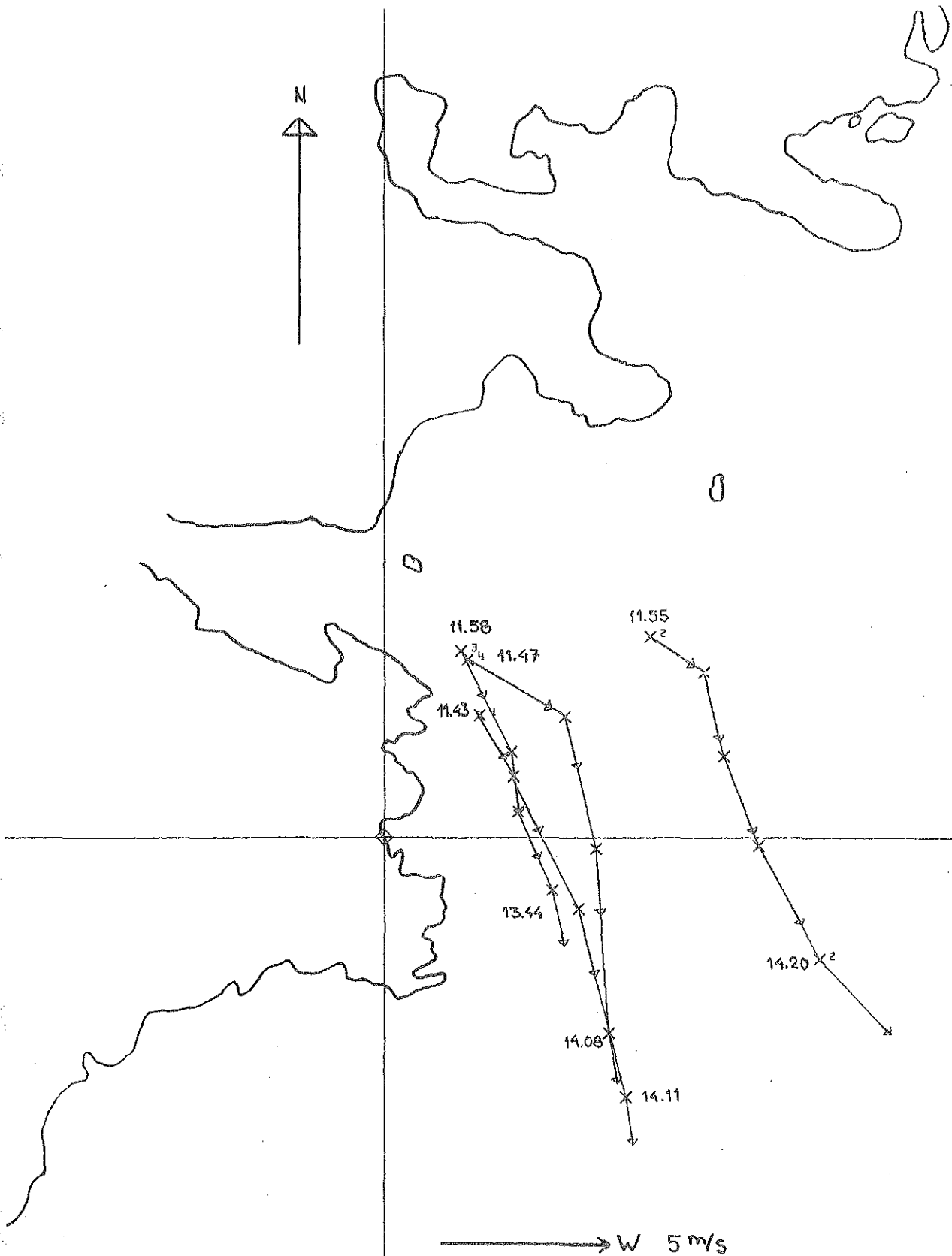
4 /101972

KARTSKALA 1:4000

VEKTØRSKALA 1:5

→ 1cm = 5 cm/s

0 50 100m  
|-----|-----|

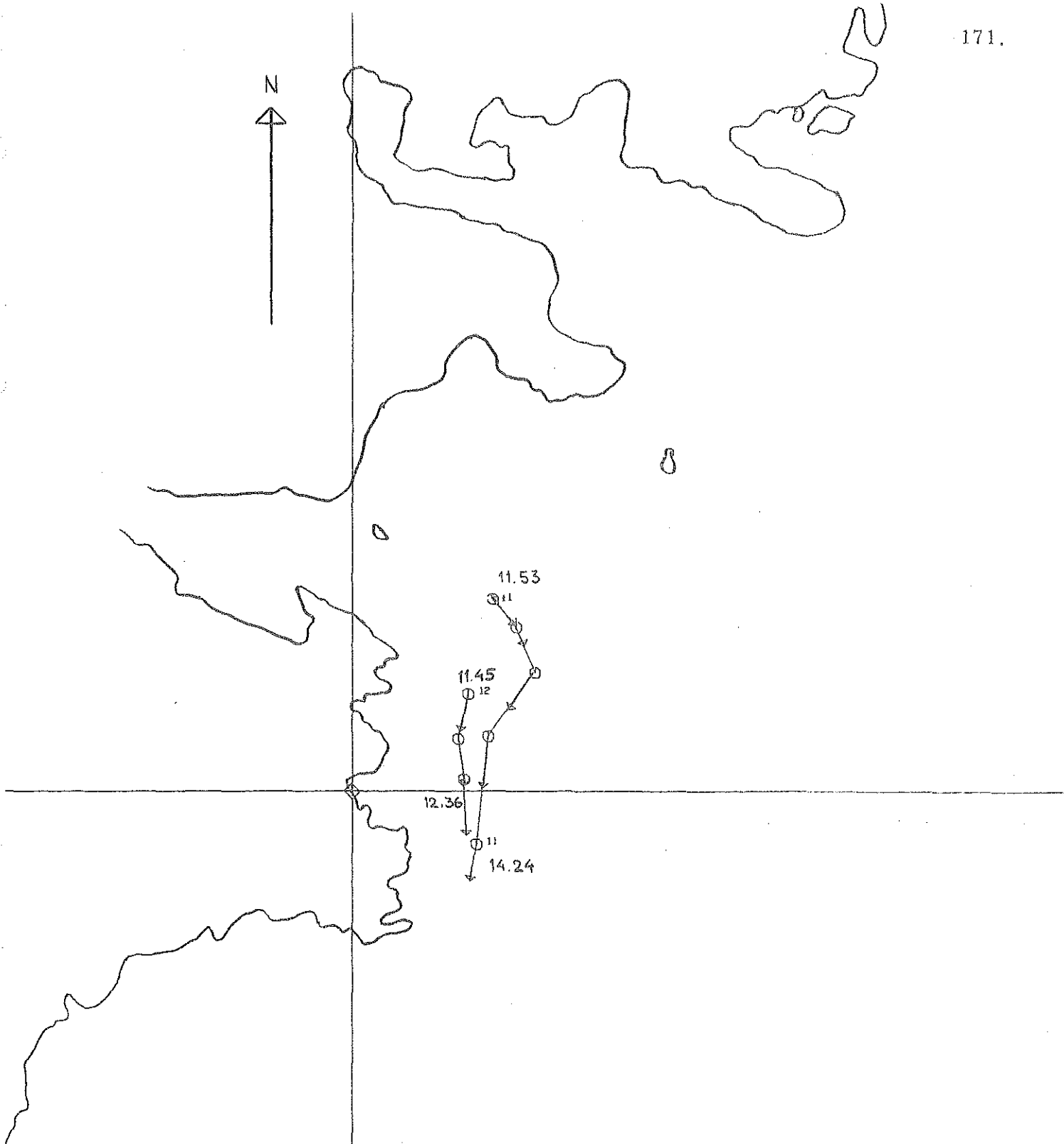


STRÖMKORS  
4 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 1 M

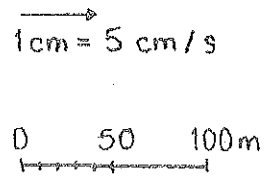
1 cm = 5 cm/s

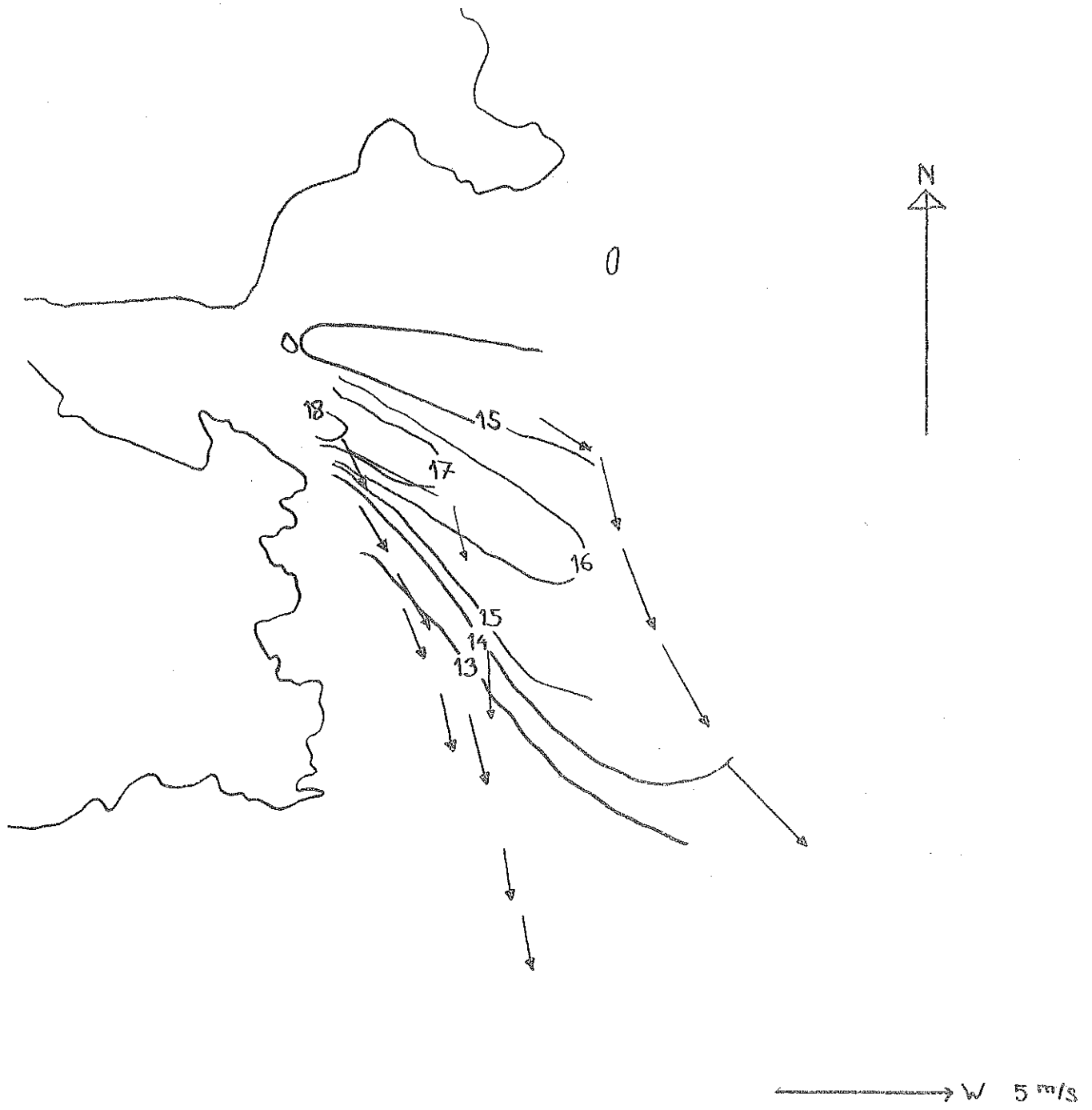
0 50 100 m





STRÖMKORS  
4 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 5 M





4/10 1972

ISOTERMER OCH HASTIGHETSVEKTORER

DJUP 1,0 m

→ 1 cm = 5 cm/s

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

Torsdag 5 oktober 1972

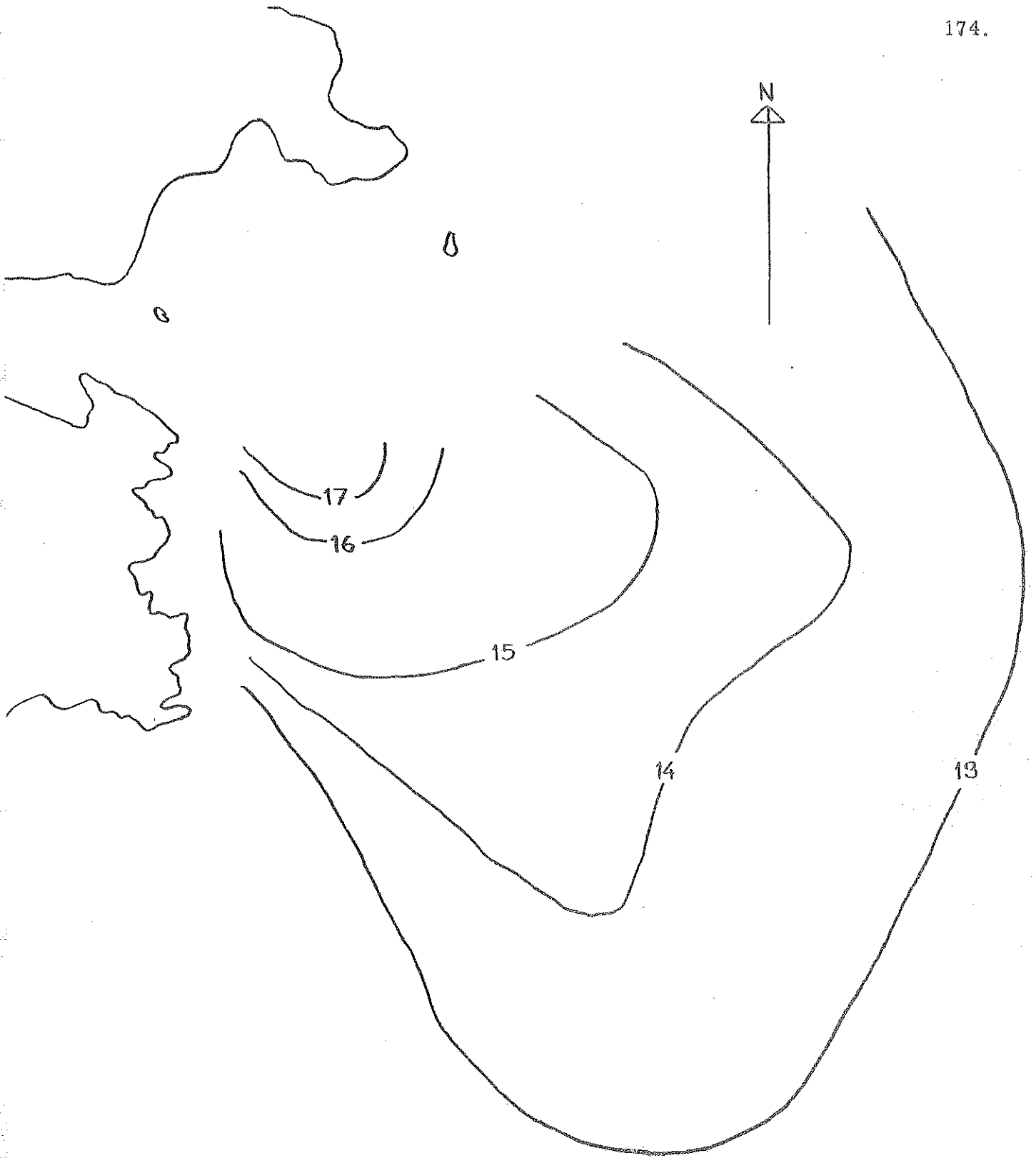
Väder: Lufttemperatur på morgonen  $+7^{\circ}\text{C}$ .  
Mulet och varmt väder hela dagen.

Vind: Svaga vindar omkring syd-sydväst 3-4 m/s

Vattentemperatur: Intagstemperatur  $12,5^{\circ}\text{C}$   
Utsläppstemperatur  $21^{\circ}\text{C}$

Recipientström: Förmiddag syd-väst ca 15 cm/s  
Eftermiddag syd-väst ca 15 cm/s

Mätningar: Dagens mätningar utfördes utanför Hamnehålet.  
Strömkors- och termistormätningar.



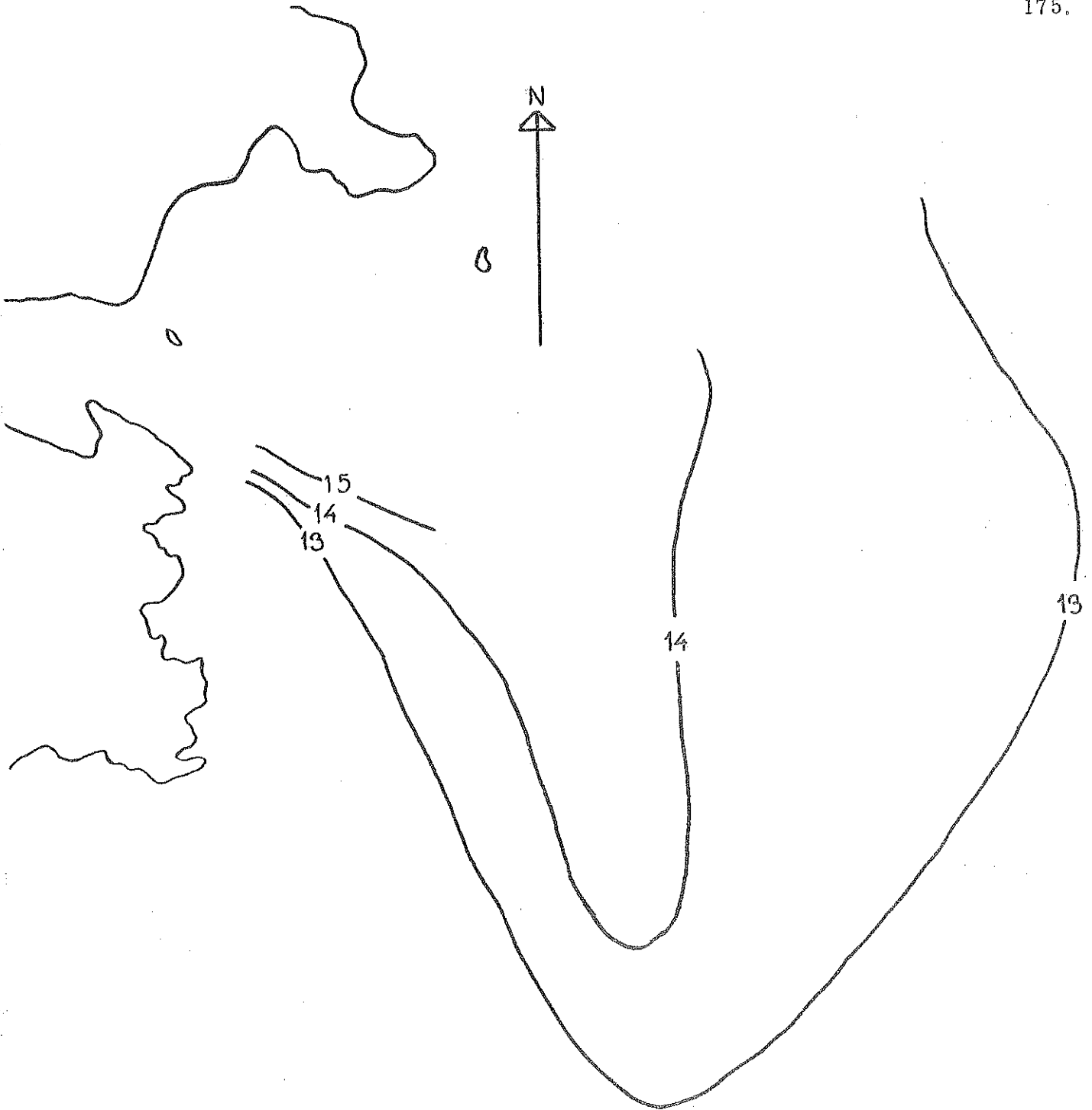
5/10 1972

ISOTHERMER

DJUP 0,5 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000



5/10 1972

ISOTERMER

DJUP 1,0 m

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

SMHI  
HBO

176.

SIMPEVARP

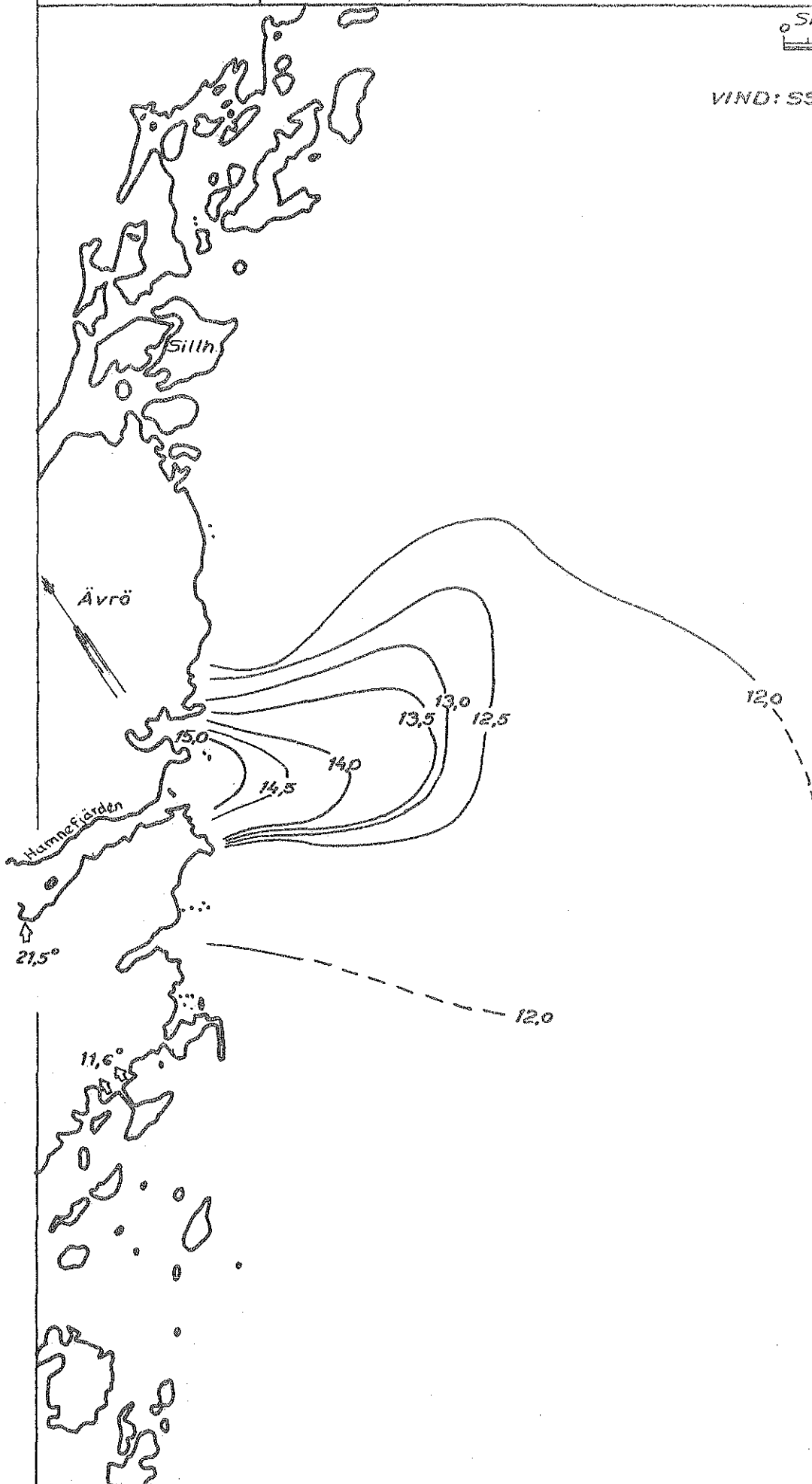
5.70.72

KL 7.25-17.00

0,5 m

Skala 1:25 000 1 km

VIND: SSW-WSW 4-6 m/s



Temperaturreducering utanför Hamnehålet

1972-10-05

Utgångspunkt från Fiskefällan.

Recipienttemperatur  $T_{\text{rec}} = 12,5^{\circ}\text{C}$ Utsläppstemperatur  $T = 21^{\circ}\text{C}$ 

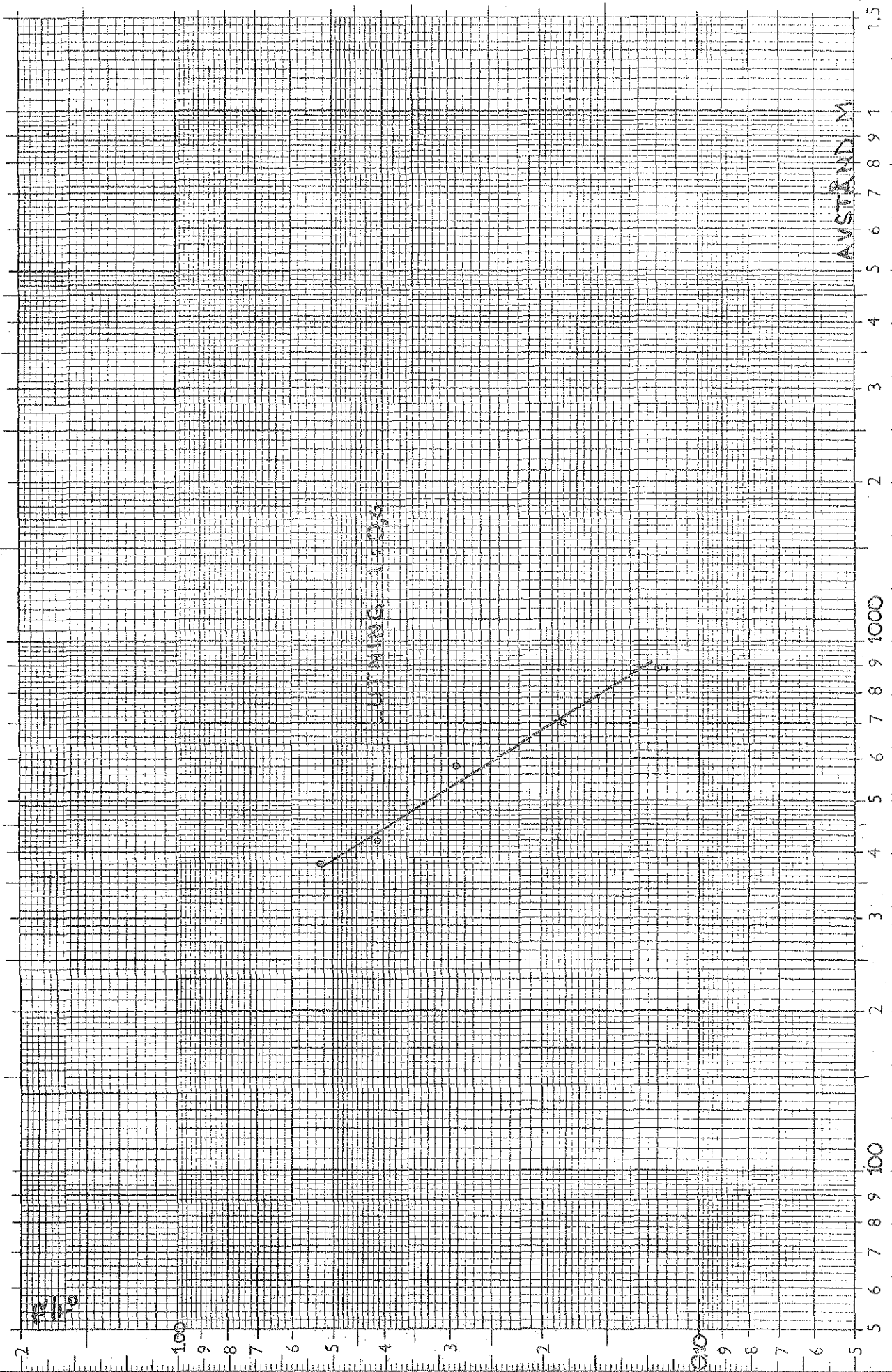
$$T_o = 21 - 12,5 = 8,5^{\circ}\text{C}$$

ISOTERM	$T_c = T_{\text{ISOTERM}} - T_{\text{REC}}$	$\frac{T_c}{T_o}$	AVSTÅND
17	4,5	0,53	380
16	3,5	0,41	420
15	2,5	0,29	580
14	1,5	0,18	700
13	0,5	0,12	890

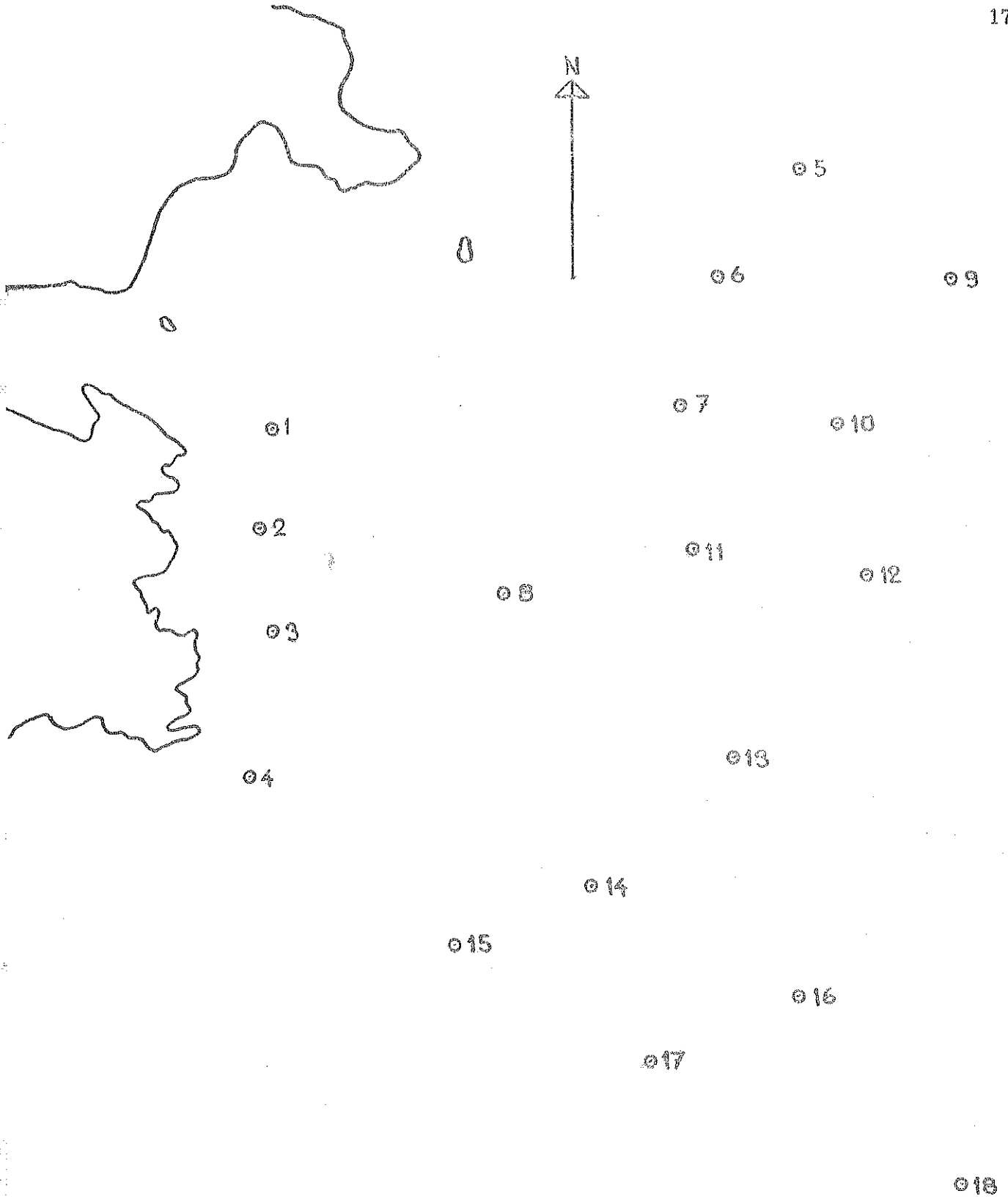
# DIAGRAM ÖVER TEMPERATUR- REDUCERING

178.

5/10 1972







TEMPERATURMÄTPUNKTER  
5/10 1972

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

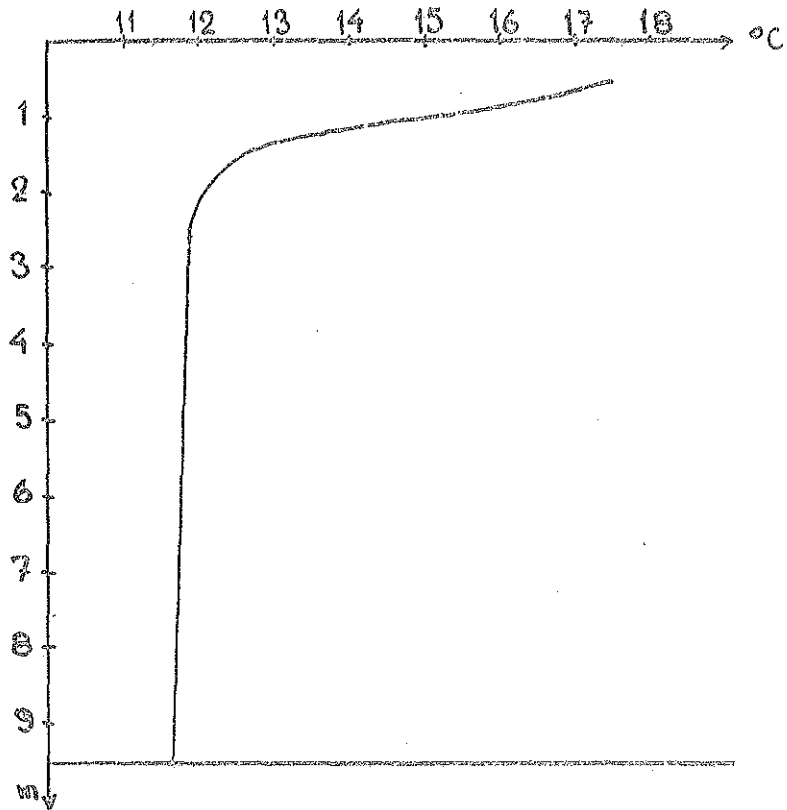
5/10 1972

TEMPERATUR PROFILER

180.

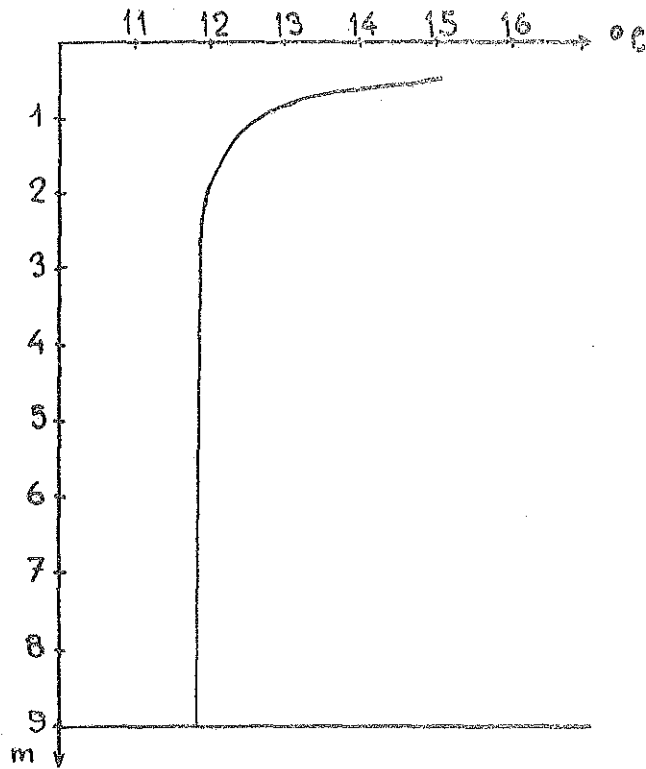
PUNKT 1

KL 09 20



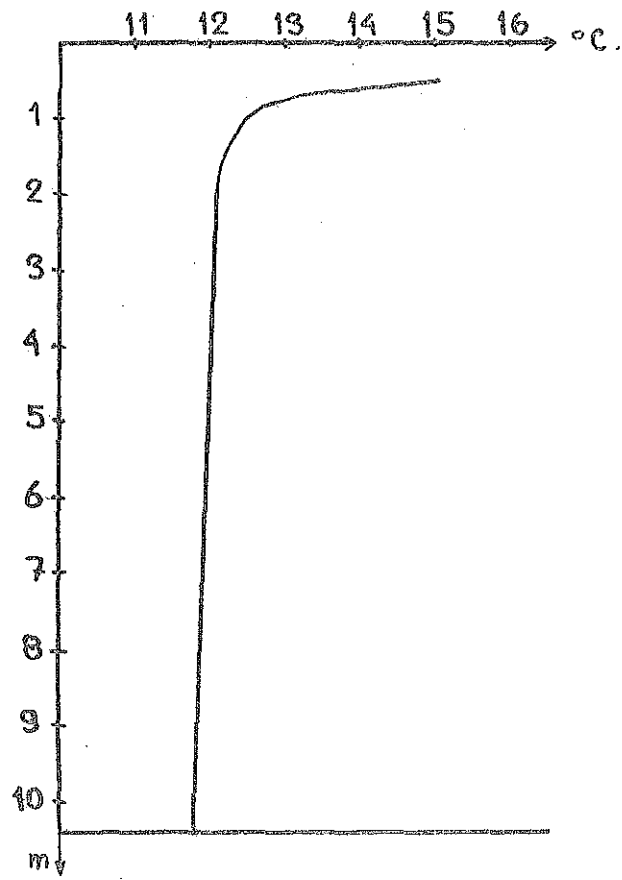
PUNKT 2

KL 09 45



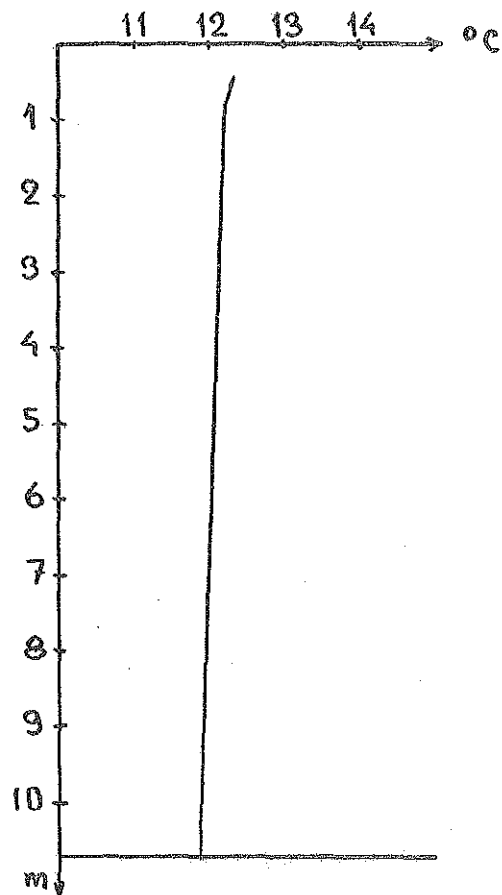
PUNKT 3

KL 10 10

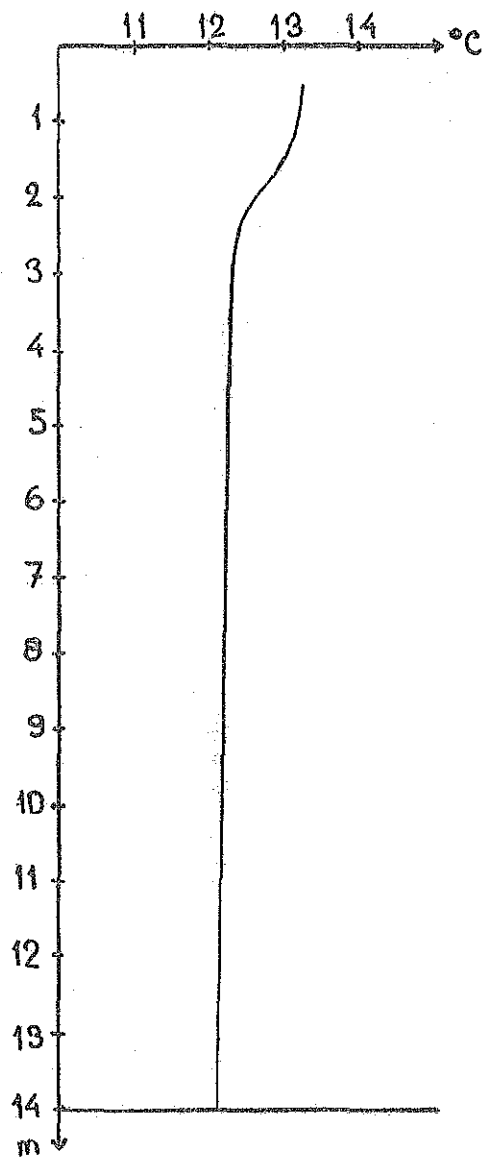


PUNKT 4

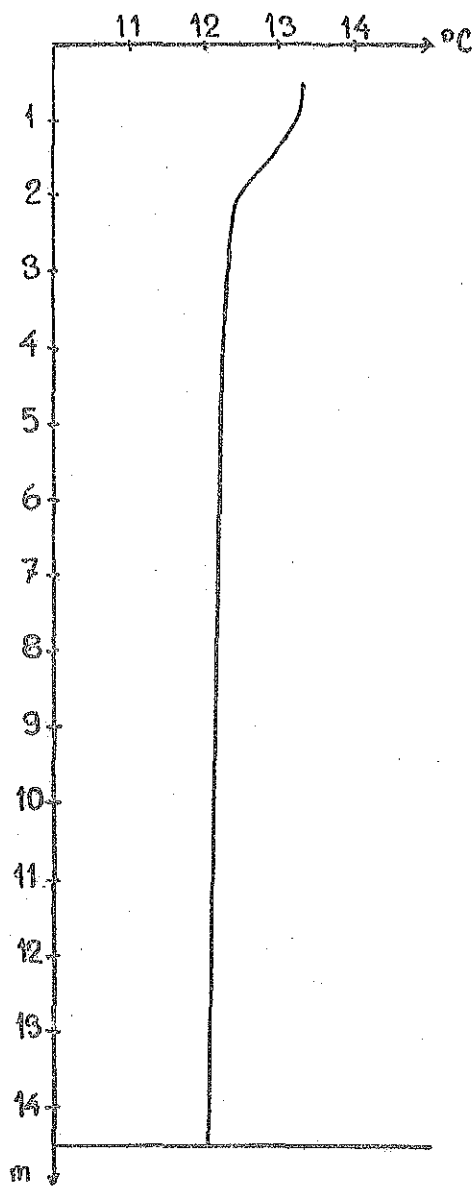
KL 10 55



PUNKT 5 KL 14<sup>30</sup>



PUNKT 6 KL 14<sup>45</sup>

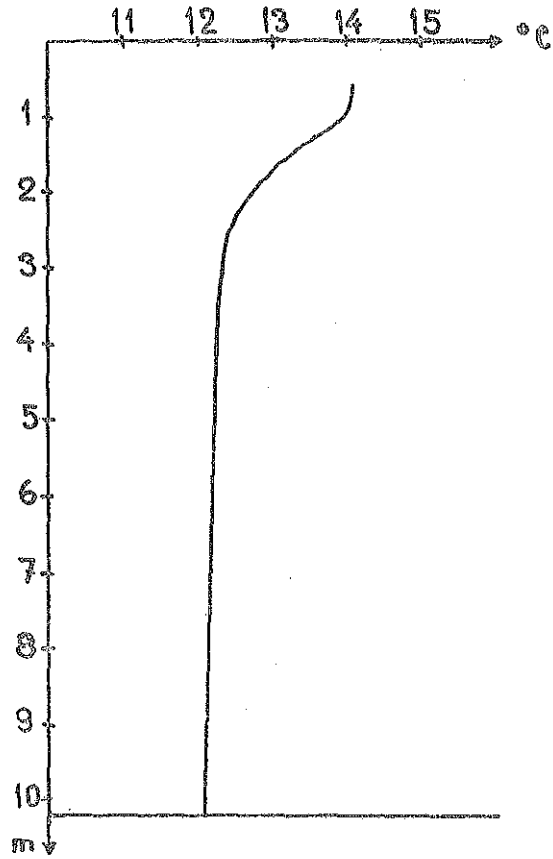


5/10 1972

183.

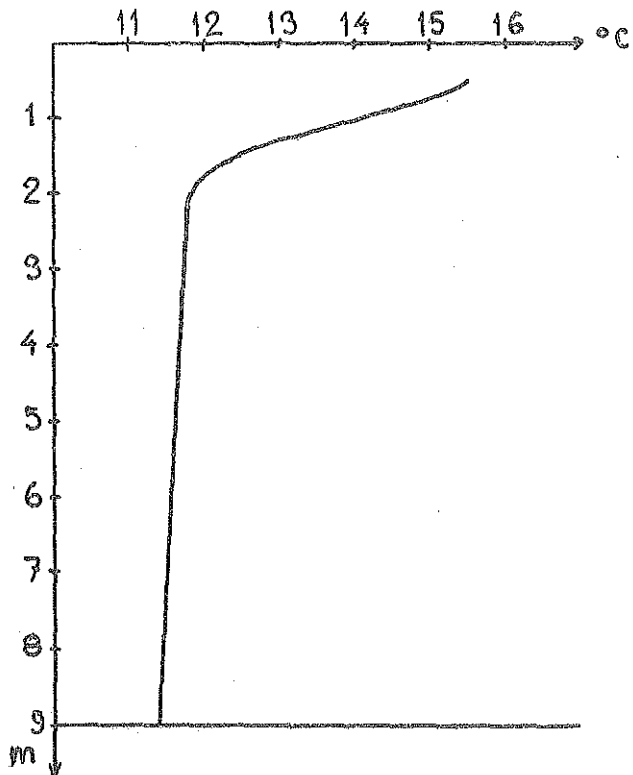
PUNKT 7

KL 15<sup>00</sup>

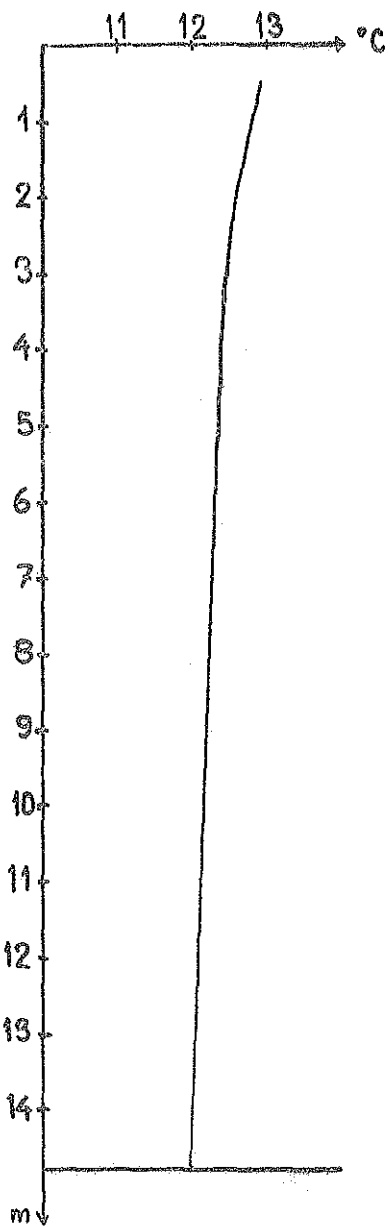


PUNKT 8

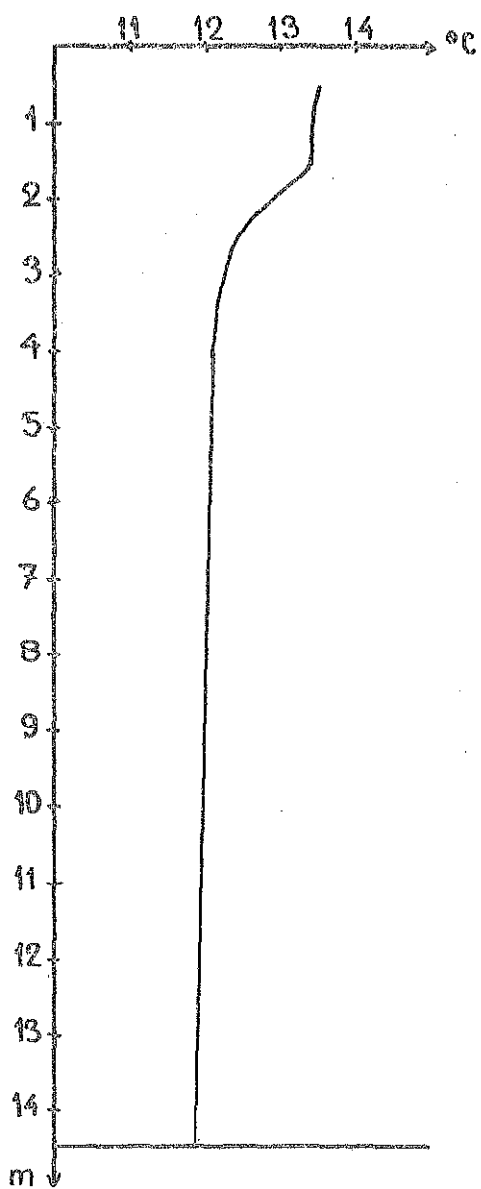
KL 14<sup>40</sup>



PUNKT 9 KL 14<sup>10</sup>



PUNKT 10 KL 13<sup>40</sup>

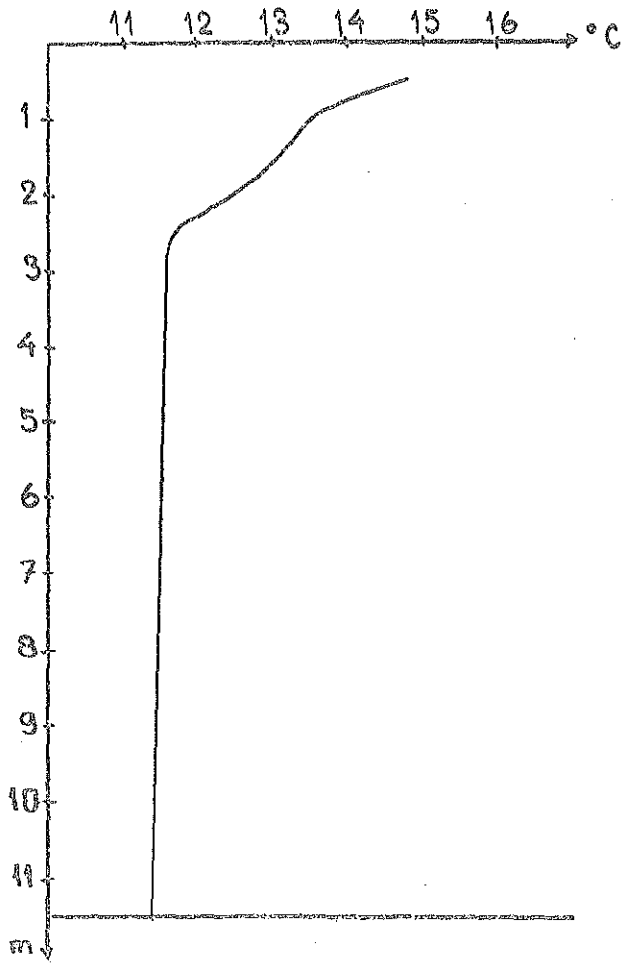


5/10 1972

185.

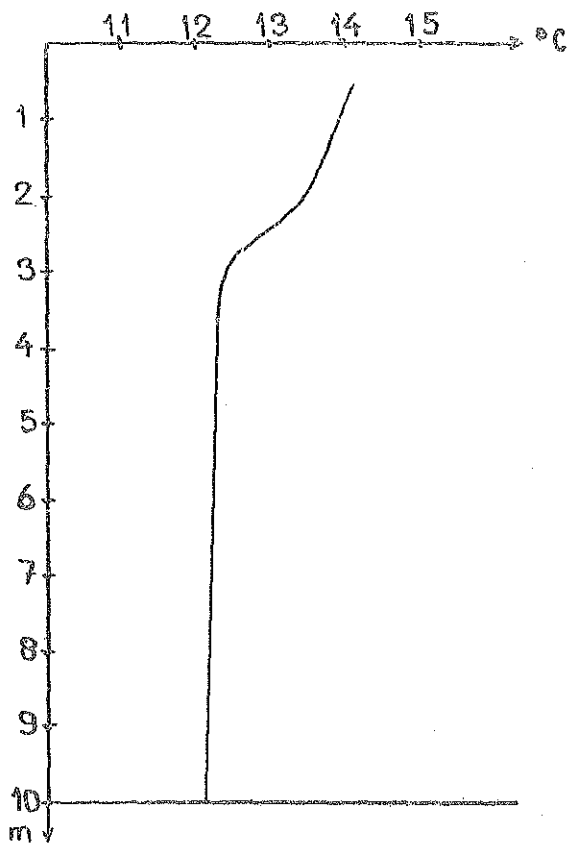
PUNKT 11

KL 11<sup>30</sup>

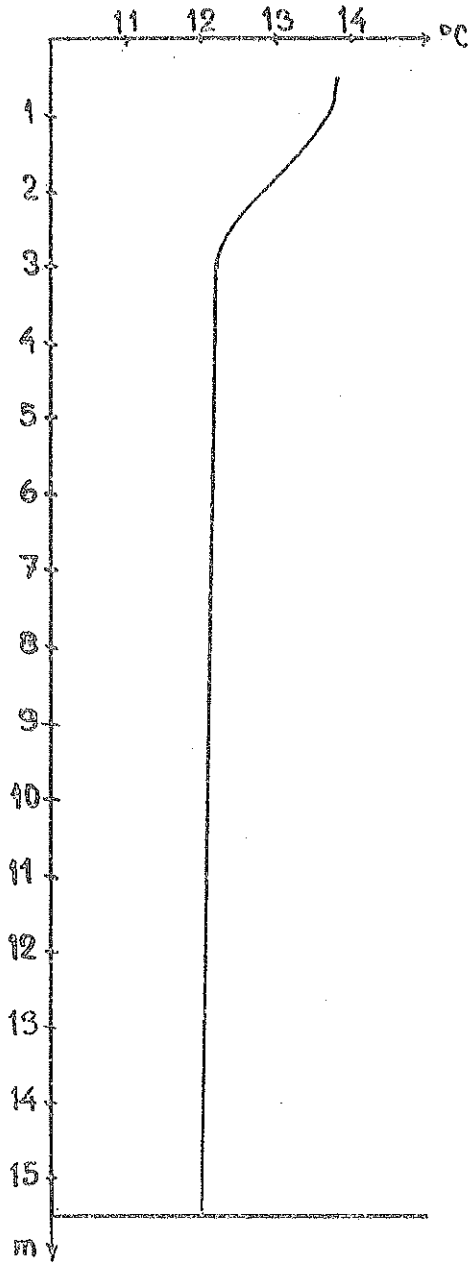


PUNKT 12

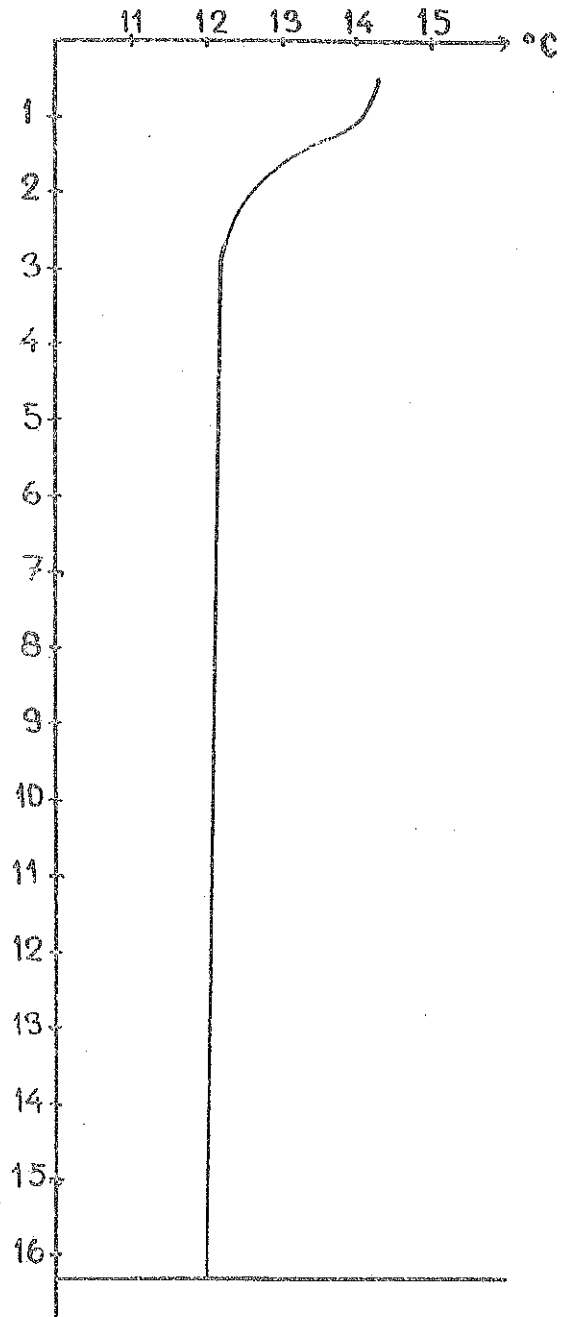
KL 13<sup>20</sup>



PUNKT 13 KL 11<sup>40</sup>

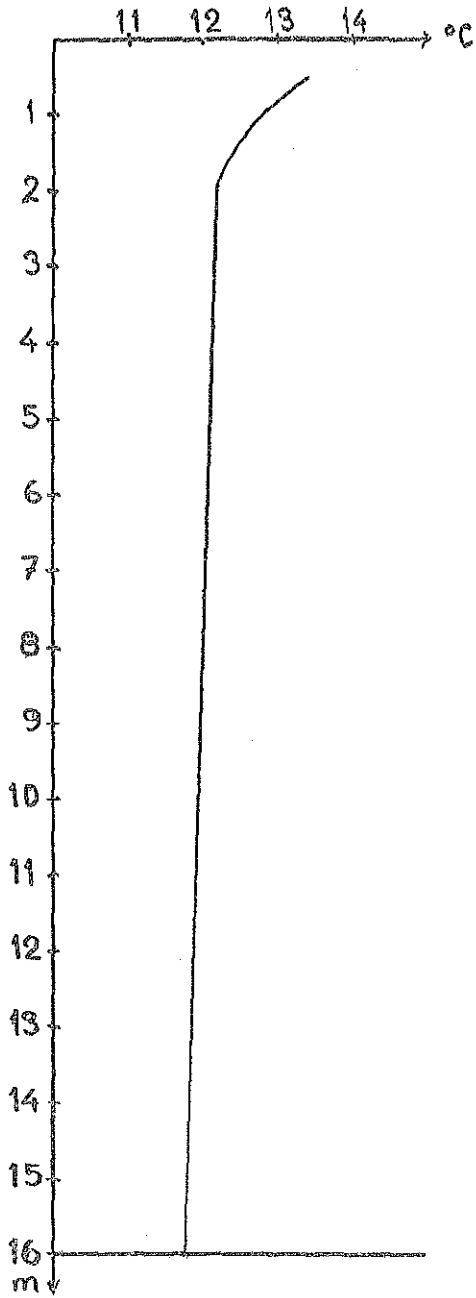


PUNKT 14 KL 11<sup>20</sup>

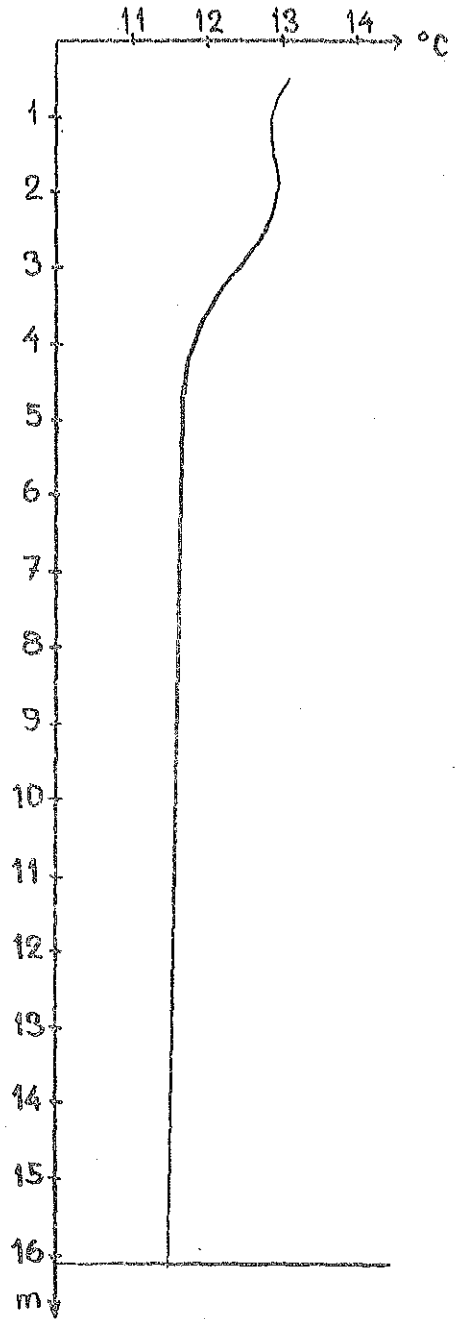




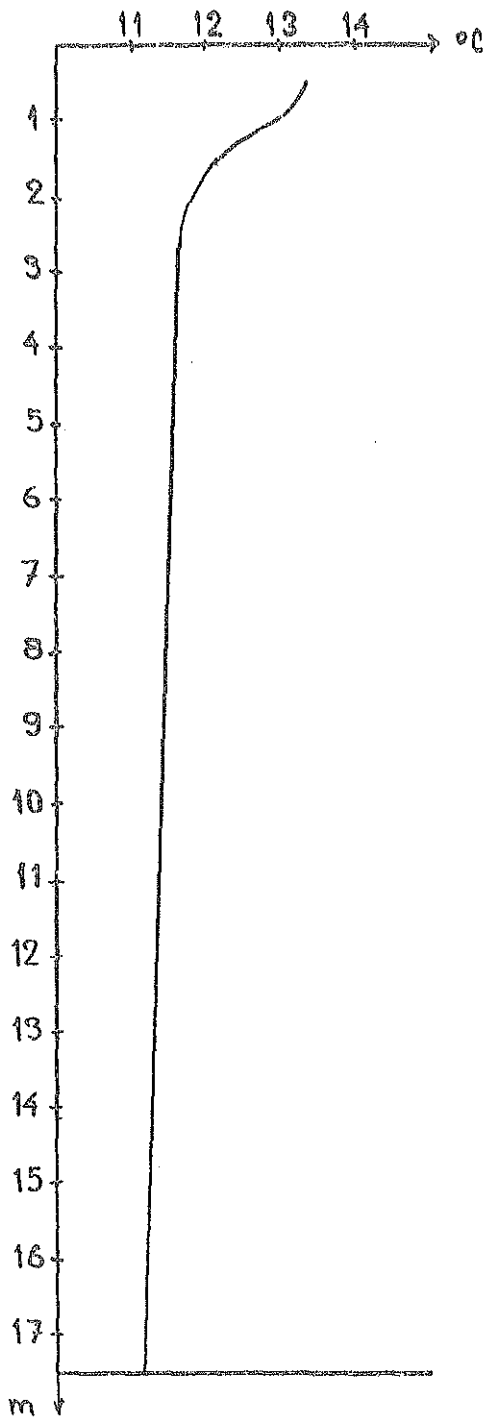
PUNKT 15 KL 10<sup>55</sup>



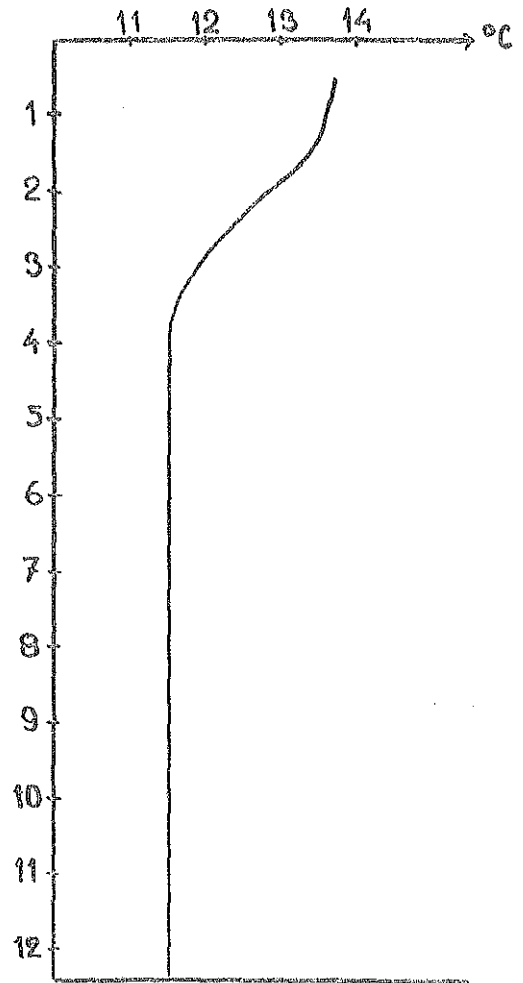
PUNKT 16 KL 14<sup>10</sup>

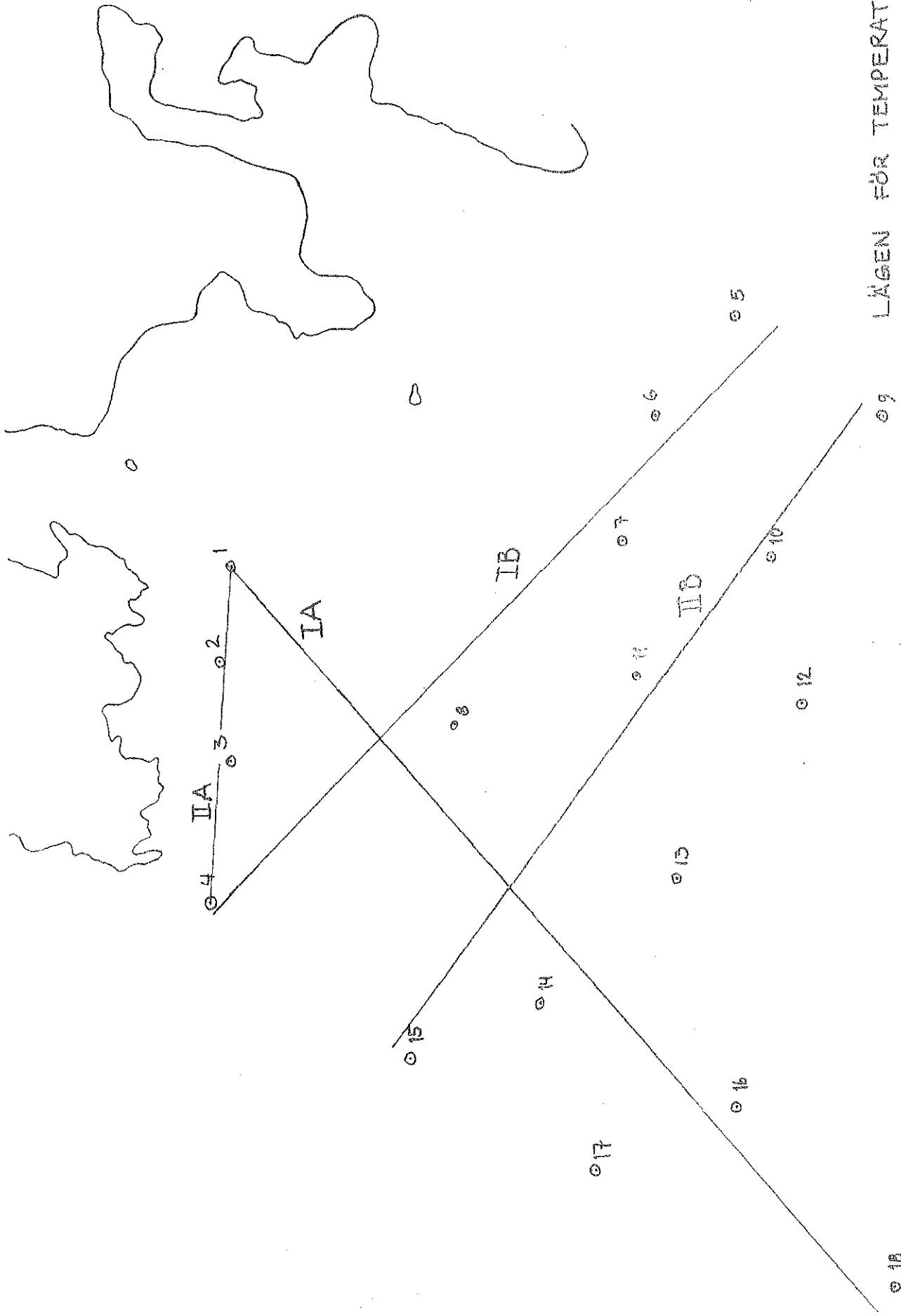


PUNKT 17 KL 11<sup>00</sup>



PUNKT 18 KL 10<sup>35</sup>

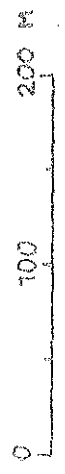




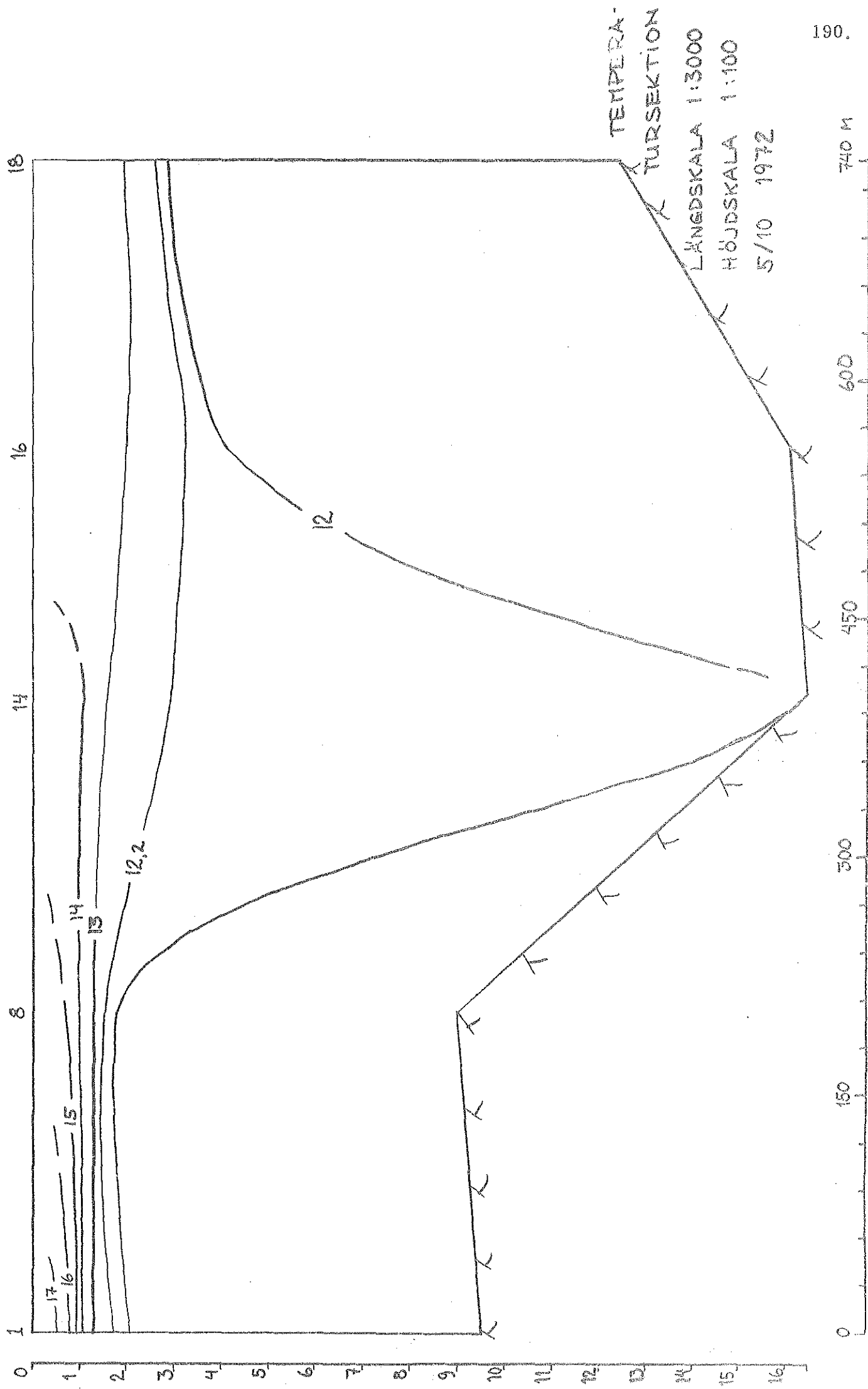
LÄGEN FÖR TEMPERATURSEKTIONER

5/10 1972

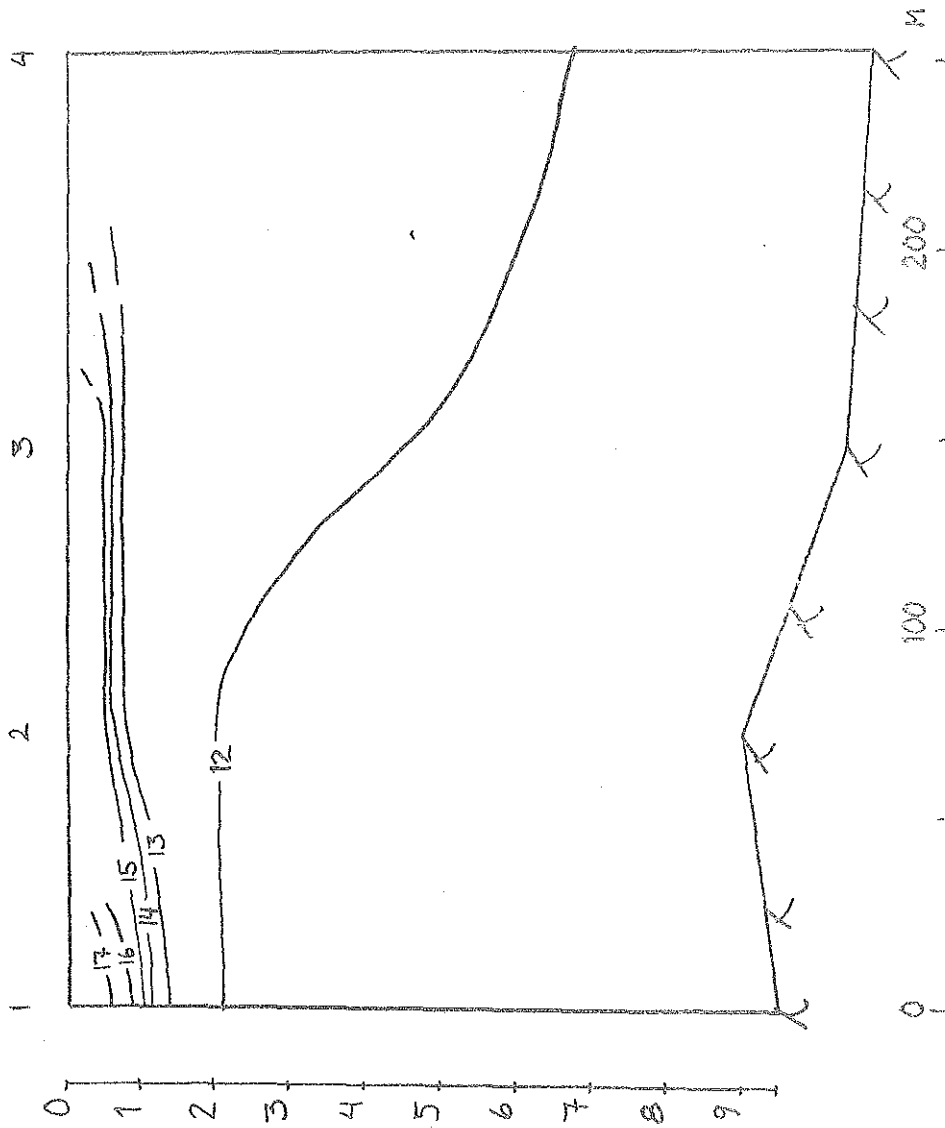
SKALA 1:4000



SEKSION JA



SEKTION II-A



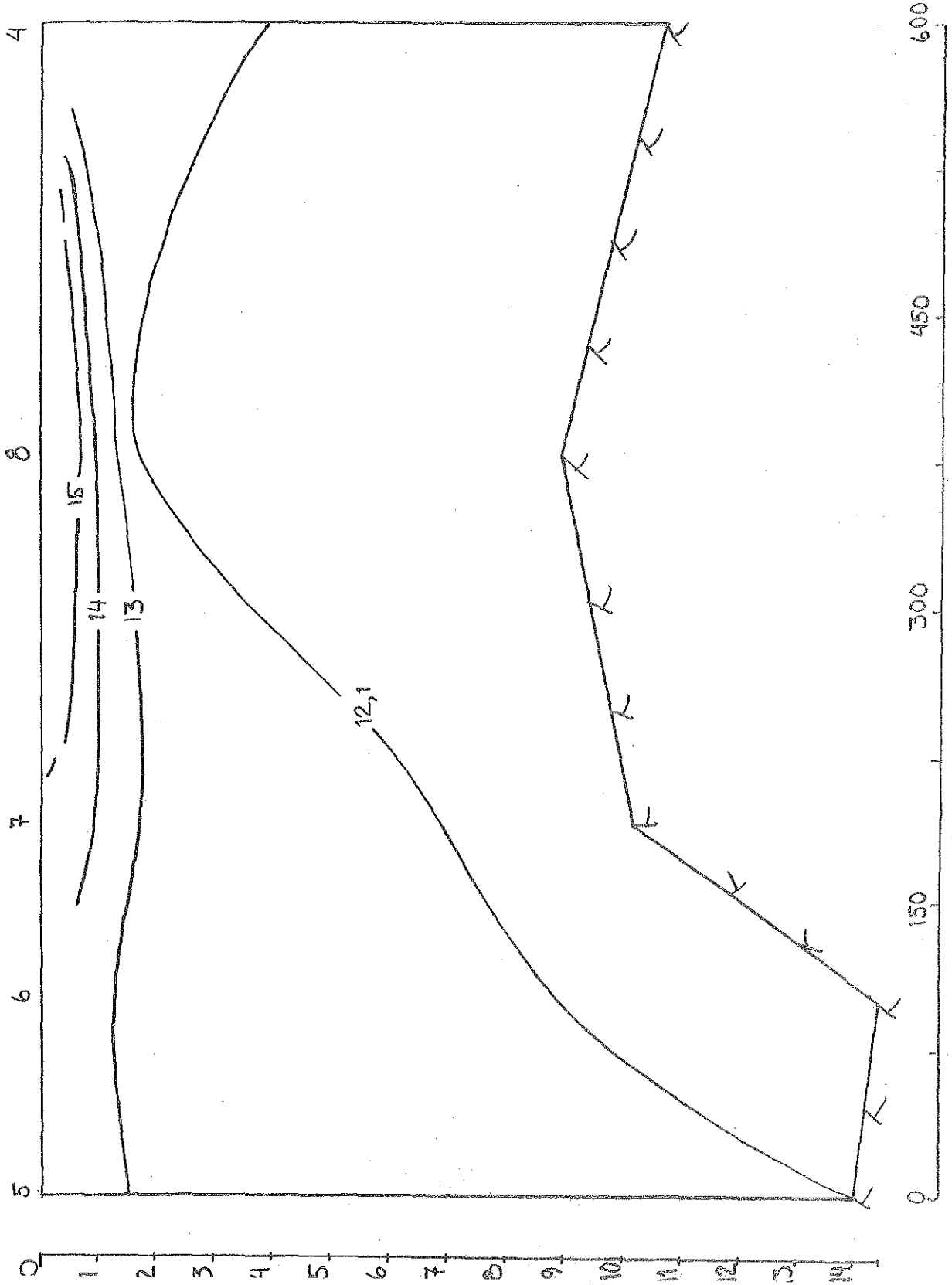
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:2000

HÖJDSKALA 1:100

5/10 1972

SEKTION IB



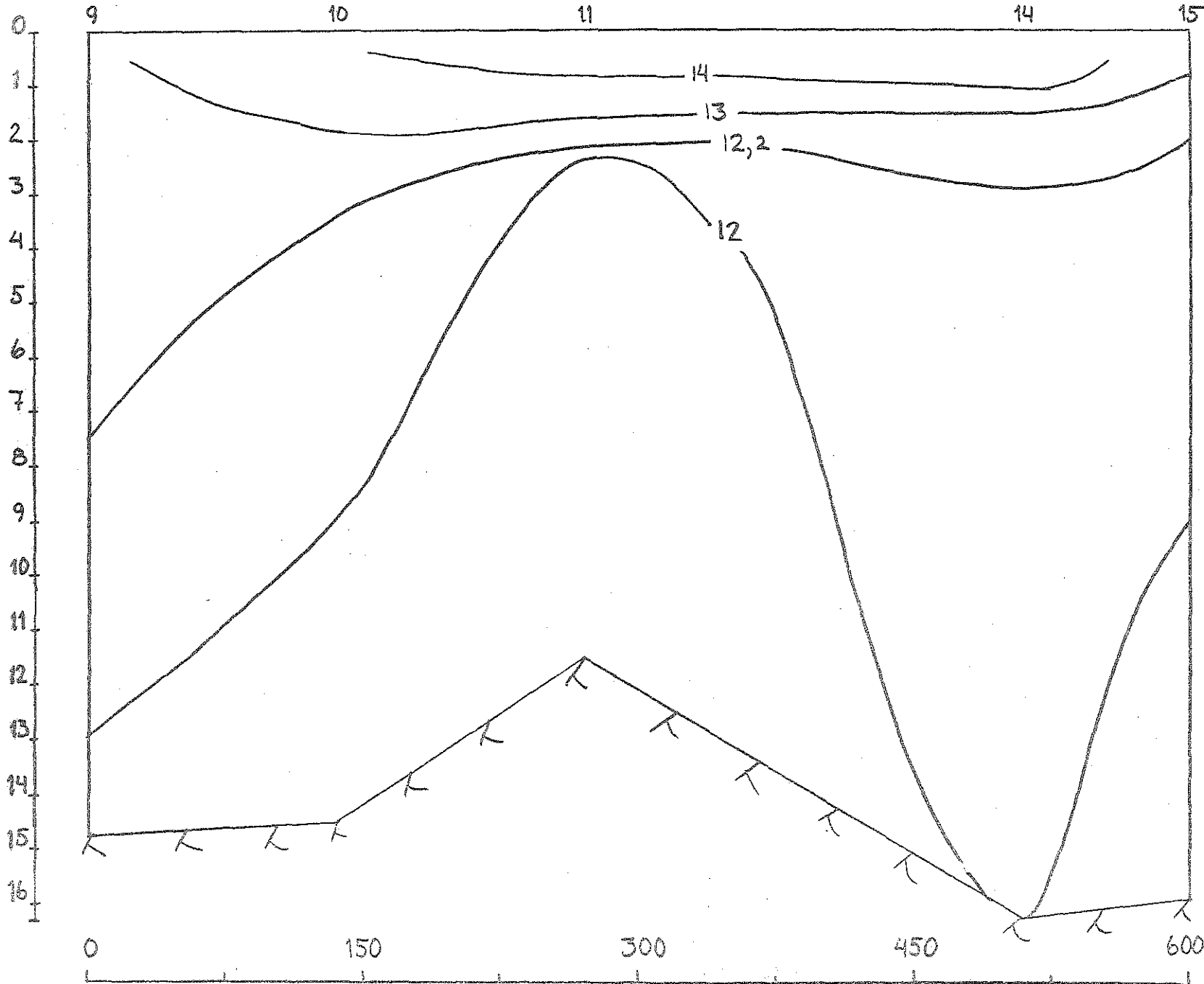
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:3000

HÖJDSKALA 1:100

5/10 1972

SEKTION II B



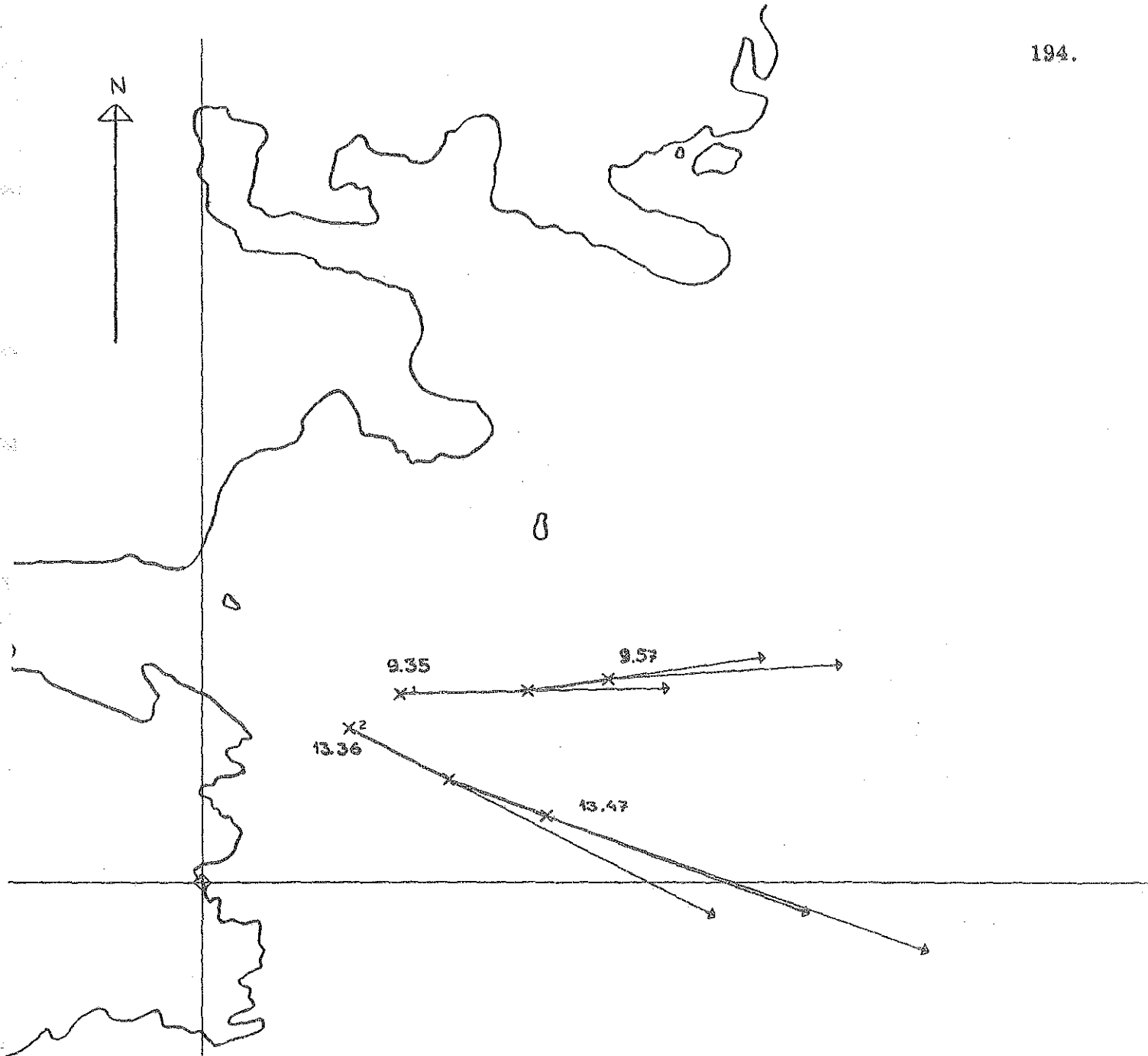
TEMPERATURSEKTION

LÄNGDSKALA 1:3000

HÖJDSKALA 1:100

5/10 1972

193.



SSW 4 m/s

S 3 m/s

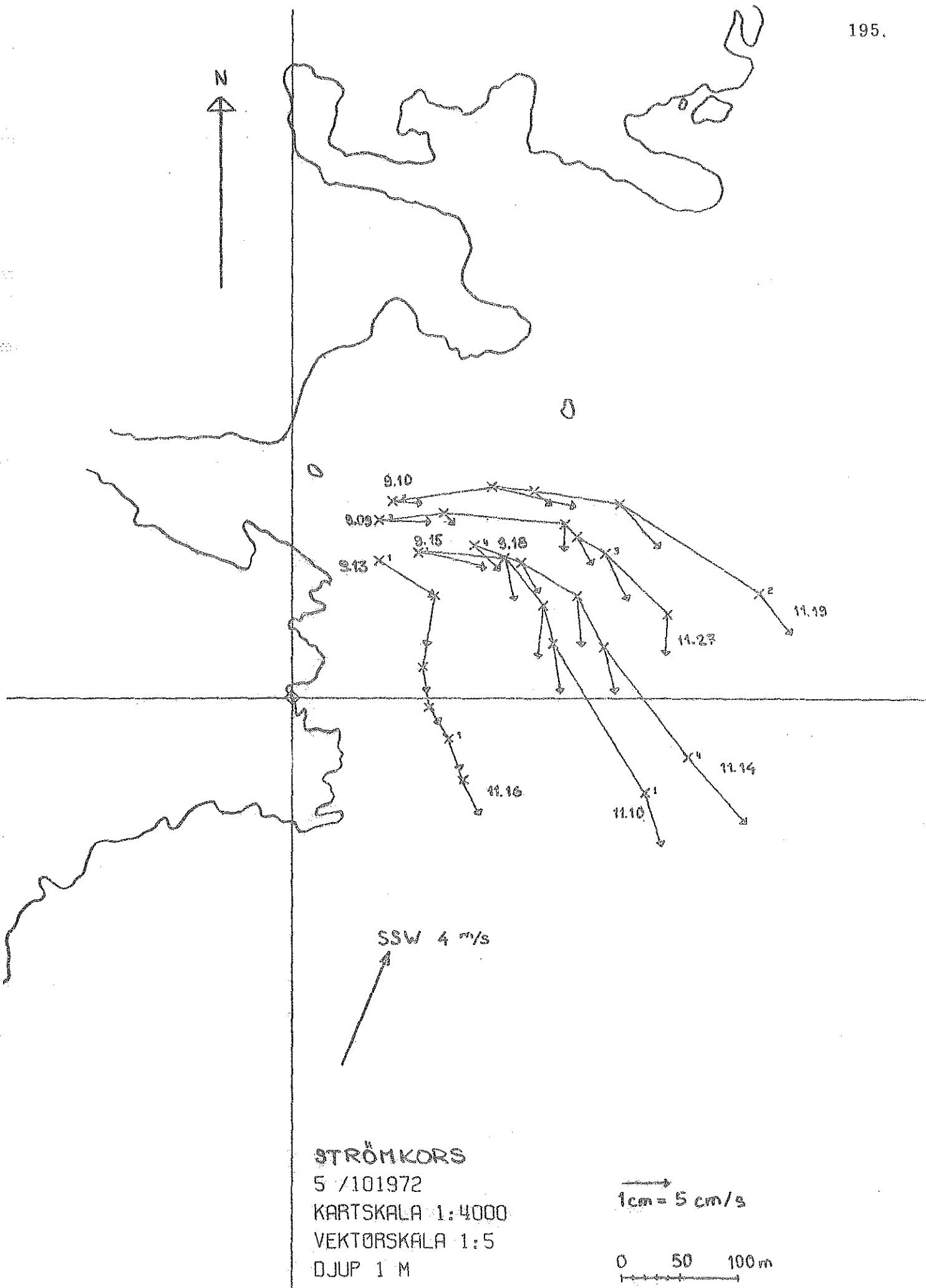
YTKORS

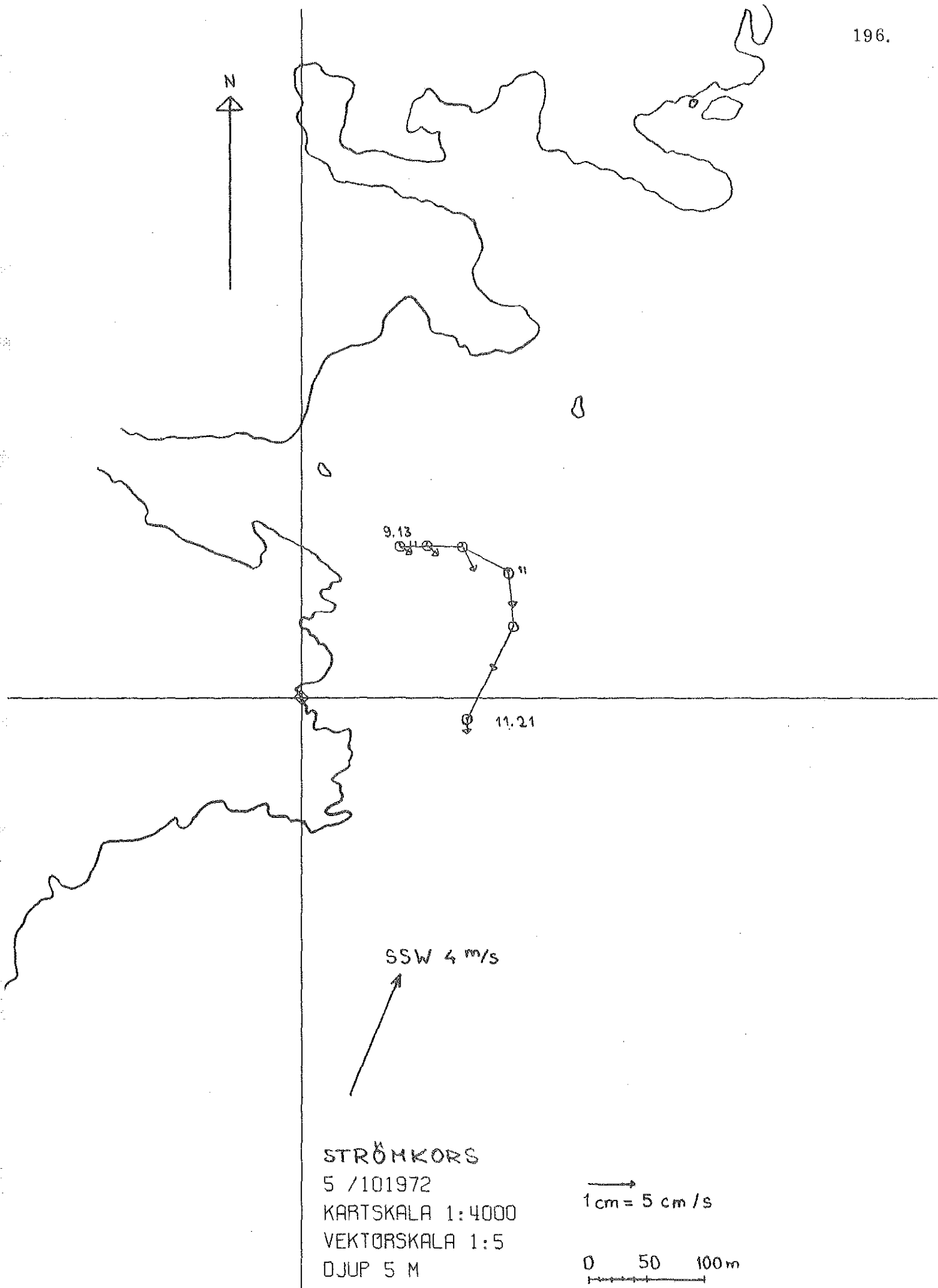
5 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTORSKALA 1:5

1cm = 5 cm/s









9.13

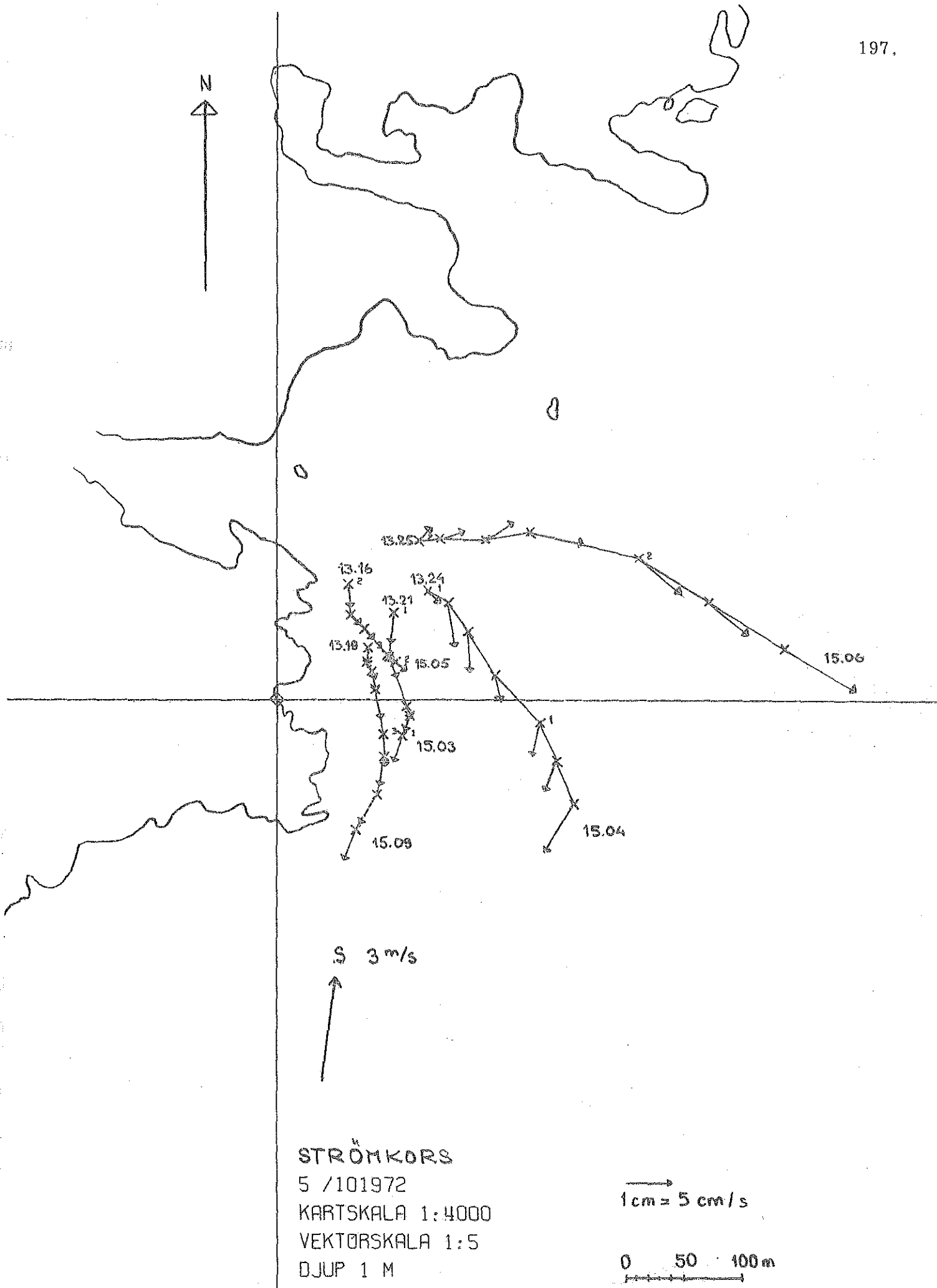
11.21

SSW 4 m/s

STRÖMKORS  
5 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 5 M

1 cm = 5 cm / s

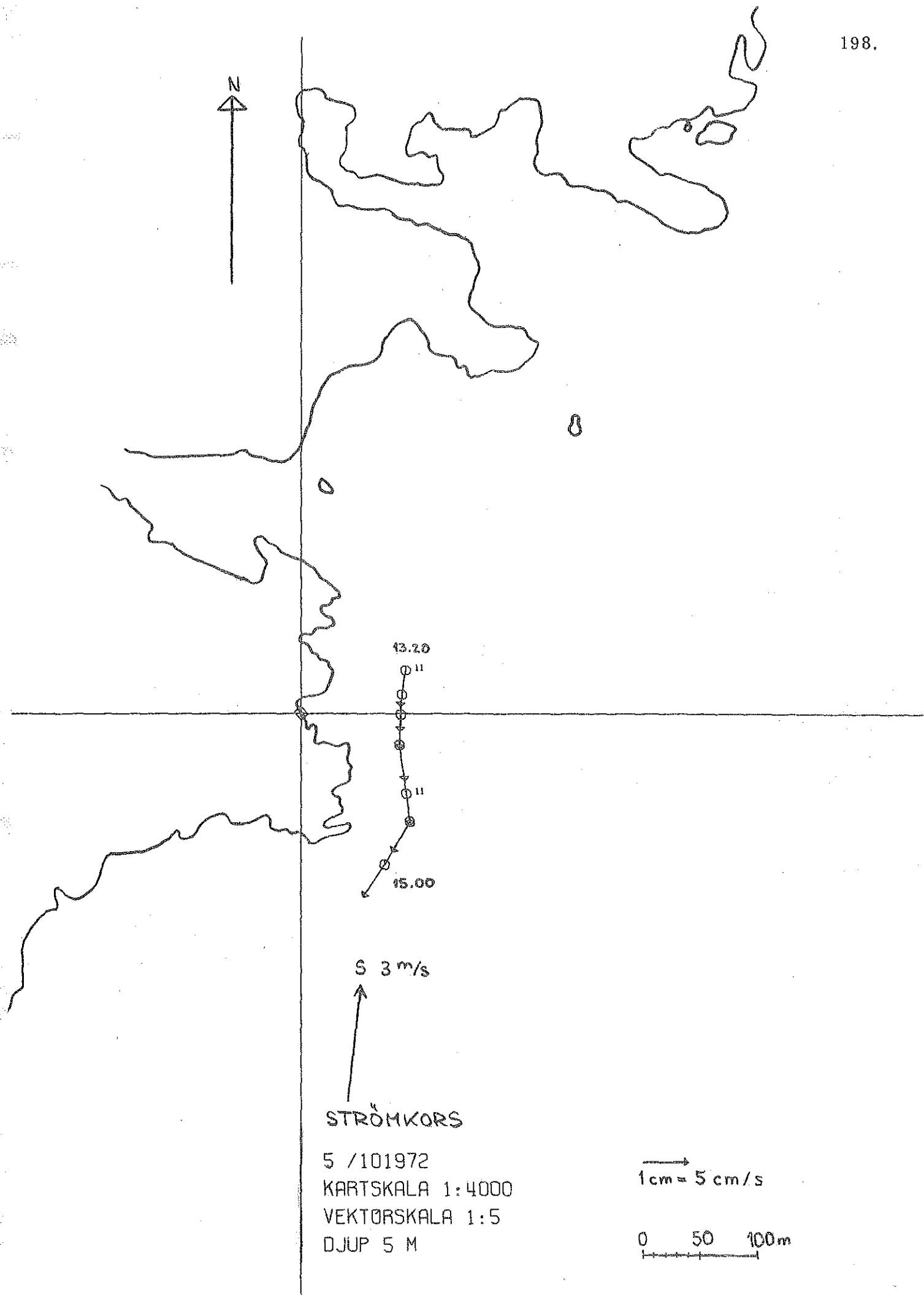
0 50 100 m



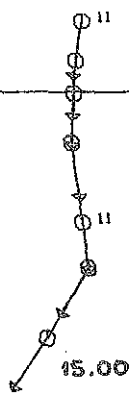
STRÖMKORS  
5 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTÖRSKALA 1:5  
DJUP 1 M

→  
1 cm = 5 cm/s

0 50 100 m



13.20



S 3 m/s

STRÖMKORS

5 / 101972  
KARTSKALA 1:4000  
VEKTORSKALA 1:5  
DJUP 5 M

1 cm = 5 cm/s





5/10 1972

ISOTERMER OCH HASTIGSVEKTORER

DJUP 1,0 m

→ 1cm = 5 cm/s

0 50 100 150 200 m

SKALA 1:4000

## 5. SAMMANFATTNING

### 5.1 Mätningar i Hamnehålet

Mätningarna gav till resultat att en inström kunde konstateras i de ytters- ta sektionerna. Vidare observerades en virvel utefter den södra stranden. De approximativa beräkningarna av kylvattenflöde och värmeflöde i sektio- nerna I, II och III i Hamnehålet ger ungefär samma värde som de verkliga flödena.

### 5.2 Mätningar utanför Hamnehålet

- 29 september På förmiddagen böjer plymen av mot sydost. Recipient- strömmen har varierande riktning, varför dess påver- kan är osäker. Vinden är nordlig omkring 5 m/s, vil- ket gör att plymen kan antas vara något vindpåverkad. Plymen har i stort sett samma riktning på eftermidda- gen medan recipientströmmen har stabiliserats mot nordost med hastigheten ca 25 cm/s. Detta skulle tyda på att plymen är opåverkad. Vidare bör i detta sam- manhang påpekas att den registrerande flygeln, vari- från recipientströmdata erhållits, ligger norr och utan- för vårt mätområde. Vinden är nordvästlig omkring 4 m/s, alltså samma riktning som plymen.
- 30 september Plymen har samma riktning som den 29 september. Recipientströmmen har sydostlig riktning med hastig- heten 25 cm/s och vinden är nordvästlig med styrkan 5 m/s. Plymens utbredningsriktning kan således vara påverkad av både recipientström och vind.
- 1 oktober Plymen har ostlig utbredningsriktning. Vinden var svag varför dess påverkan denna dag kan anses vara ringa. Recipientströmmen har i stort sett samma rikt- ning som plymen.
- 2 oktober Plymen utbreder sig i två förgreningar, en kraftig i sydlig riktning och en svagare i nordlig. Recipient- strömmen är västlig med hastigheten 8 cm/s vilket kan

förklara plymens form. Hastighetsvektorerna visar att strömkorsen starkt bromsats upp utanför 14-graders-isotermer.

Vinden är svag och växlar under dagen från nordväst till sydsydväst. Strömkorsen visar en tendens att mot eftermiddagen böja av norrut, medan däremot plymens utseende förefaller vara opåverkad av vinden.

3 oktober

På förmiddagen har plymen sydostlig utbredningsriktning, vilket överensstämmer med recipientströmmens riktning. Denna har emellertid så låg hastighet som 5 cm/s men dess inverkan är troligtvis liten.

På eftermiddagen vred vinden något mot ost och tilltog i styrka. Plymens riktning svängde trots detta kraftigt mot nordost, varför vindpåverkan torde vara obetydlig. Däremot kan inverkan av recipientströmmen antas vara stor, eftersom även denna vred mot nordost och ökade i hastighet till 16 cm/s.

4 oktober

Något samband mellan plymens och recipientströmmens riktningar kan inte ses på våra egna mätningar. Däremot kan ett visst samband ses på SMHI:s mätningar.

5 oktober

Plymen böjer nästan av i helt sydlig riktning. Vinden är sydsydväst och svag, varför dess påverkan på plymen antagligen är relativt liten. Recipientströmmen påverkar däremot troligtvis plymens riktning kraftigt då dess riktning är sydvästlig, med hastigheten 15 cm/s.

Vid en betraktelse av mätresultaten som helhet kan följande kommentarer göras:

Resultaten visar att god överensstämmelse föreligger mellan isotermer och strömkorsbanor. Detta syns bäst på de kartor, där både isotermer och hastighetsvektorer redovisats. På dessa sammanfaller höga strömhastigheter med hög vattentemperatur och strömriktningen passar väl in i isotermbilden.

Den 3, 4 och 5 oktober utförde SMHI temperaturmätningar i ett vidsträckt område utanför Hamnehålet. Isotermerna från dessa mätningar stämmer väl överens med våra egna isotermer från de aktuella dagarna.

En betraktelse av temperaturprofiler och temperatursektioner ger vid handen att kylvattenplymens tjocklek minskar och temperaturen avtar vid ökat avstånd från Hamnehålets mynning.

Vid en jämförelse av kylvattenplymens utbredningsriktning i recipienten och vindriktning kan inga direkta samband spåras. Däremot föreligger ett klart samband mellan recipientströmmar och kylvattenplymens utbredningsriktning. Ett exempel på detta är den tvära omkastningen av recipientström- och plymriktning den 3 oktober. Även andra dagar är överensstämmelsen god mellan kylvattenplymens utbredningsriktning och recipientströmmen. Uppgifter om recipientströmmar har erhållits från SMHI:s registrerande flygel k3, belägen ca 1 sjömil ostnordost om Hamnehålets mynning.

### 5.3 Temperaturreducering

För att få en jämförelse med jetstråleteorin har diagram över temperaturreducering uppritats. I teorin är lutningen på kurvan 1:1 för tredimensionell stråle och 1:2 för tvådimensionell stråle. I vårt fall är lutningen ganska varierande. Kurvans lutning i diagrammet är beroende på vilken utgångspunkt som väljes. Dessutom ger Hamnehålet en successiv ökning av sektionsarean, vilket gör att jetstråleteorin ej är direkt applicerbar på temperaturreduceringsförloppet.

### 5.4 Slutkommentar

Avsikten var från början att mätningarna skulle ha utförts i två tvåveckorsperioder, en i augusti och en i september-oktober. På grund av att Oskarshamnsverkets drift blev inställd av tekniska skäl under augustiperioden kunde endast den senare perioden utnyttjas för mätningar. Antalet mätningar blev därför mindre än beräknat, varför generella slutsatser kan vara svåra att dra. Dessutom hade en första mätperiod varit värdefull ur erfarenhetssynpunkt inför planläggningen av en andra. Ytterligare mätningar under andra årstider hade troligen givit ett bättre underlag för utvärderingen.



6. LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] Ehlin, U. "Kylvattenutsläpp i sjöar och hav". Notiser och preliminära rapporter, Serie hydrologi: Nr 28.
- [2] Andersson, R. "Strömkorsmätningar vid Sunninge sund, Byfjorden". Examensarbete i vattenbyggnad, CTH 1971:3  
Arnell, V.  
Bengtsson, P-E
- [3] Gilljam, C. "Strömkors". Examensarbete i vattenbyggnad, CTH, 1970:5.  
Österlind, B.
- [4] Rodesjö, B. "Strömkorsmätningar i Byfjorden". Examensarbete i vattenbyggnad, CTH, 1970:2  
Rohdin, L.  
Ringqvist, S.
- [5] Cederwall, K. "Kylvattenutsläpp från värmekraftverk". Särtryck ur Väg- och vattenbyggaren nr 8-9 1969.  
Sjöberg, A.