

TEMPERATURFÖRHÅLLANDEN I SVENSKA KUST-
VATTEN

av B Vasseur

SMHI Rapporter

HYDROLOGI OCH OCEANOGRAPHI

Nr RHO 3 (1975)

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT



TEMPERATURFÖRHÅLLANDEN I SVENSKA KUST-
VATTEN

av B Vasseur

SMHI Rapporter

HYDROLOGI OCH OCEANOGRAPHI

Nr RHO 3 (1975)

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT

Stockholm 1975

1. The first of these is the

second of these is the

third of these is the

fourth of these is the

fifth of these is the

6. The first of these is the

second of these is the

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- Kapitel 1. De omgivande havens struktur - grunden för kustvattens egenskaper
- Kapitel 2. Temperaturvariationerna i havets ytskikt och dess orsaker
- Kapitel 3. Årliga variationer
- 3.1 Värmeutbytet med atmosfären och temperaturskiktningen
 - 3.2 Betydelsen av det geografiska läget
 - 3.3 Årscyklar för åren 1967-70
 - 3.4 År med hög respektive låg vattentemperatur under perioden 1923-70
- Kapitel 4. Dygnsvariationer
- Kapitel 5. Statistik över temperaturens maximala variation under 1 timme, 6 timmar och 24 timmar åren 1967-70
- Kapitel 6. Statistik över temperatursprångskiktets styrka och läge åren 1967-70

BILAGEFÖRTECKNING

- I Temperatur - ström
- II Speciella effekter i kustområden
- III Årscyklar för åren 1967-70, kartor och diagram
- IV Statistik över temperaturens maximala variation under 1 timme, 6 timmar och 24 timmar åren 1967-70, diagram
- V Statistik över temperatursprångskiktets styrka och läge åren 1967-70, diagram

1950
The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

The first of the year was a very busy one for the company.

ABSTRACT

This report is an attempt to describe natural temperature variations around the Swedish coast. The data are collected partly from Swedish and Danish lightship observations, partly from measurements made by SMHI observers and recording instruments. The observational stations are concentrated around the southern coast of Sweden, which leaves the Gulf of Bothnia somewhat under-represented.

For comparison of large scale temperature variations in the different areas during different years, monthly mean temperature values during the years 1924-39 from several lightships around Sweden have been calculated. A geographical distribution has been made from the yearly cycle and certain features in the different areas have been established. Furthermore an attempt has been made to characterize the years during the period 1923-70 as warm or cold in an oceanographic sense and briefly evaluate the causal relations.

In order to compare the "temperature shocks" caused by cooling water discharges with natural temperature variations, the maximum temperature variations during 1, 6 and 24 hours at different depths have been calculated. Temperature conditions along the Swedish coast have been studied by producing statistics of the thermocline's strength and depth during different months and for different places.

REFERENSFÖRTECKNING

- (1) H Pettersson, 1939: "Oceanografi". Albert Bonniers förlag.
- (2) S Fonselius, 1971: "Om Östersjöns och speciellt Bottniska vikens hydrografi". Vatten vol. 27 nr 3.
- (3) D Wallerius, 1933: "Östersjöns värmeinnehåll". Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Fyrskappsundersökning 1932.
- (4) O H Johnsson, 1946: "Termisk-hydrologiska studier i sjön Klämmingen". Geografiska Annaler Vol. 28:1/2.
- (5) B Kullenberg, 1935: "Interne Wellen im Kattegatt". Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens skrifter, serie Hydrografi XII.
- (6) N Zeilon, 1913: "On the seiches in the Gullmar Fjord". Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens skrifter V.
- (7) "Nautisk-meteorologisk aarbog", 1923-61. Det Danske Meteorologiske Inst.
- (8) "Oceanografiske observationer fra Danske fyrskibe og kyststationer", 1962-70. Det Danske Meteorologiske Inst.
- (9) Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens fyrskappsundersökningar 1923-50.
- (10) "Hydrographical observations on Swedish lightships", 1951-70. Kungl. Fiskeristyrelsen, serie Hydrography.

Denna studie har genomförts med medel som ställts till förfogande av Vattenfalls Miljövårdsstiftelse 1969.

1. DE OMGIVANDE HAVENS STRUKTUR - GRUNDEN FÖR KUSTVATTNENS EGENSKAPER

Vattnen runt Sveriges kuster är mycket speciella ur oceanografisk synpunkt, då Östersjön kan liknas vid en fjord med mycket litet tröskeldjup, smal mynning och stort sötvattentillflöde, och där Kattegatt-Skagerack är "fjordens" förbindelse med Atlanten. Se figur 1:1. Skagerack är i öppen förbindelse med Nordsjön och har därför mer oceanisk prägel än Kattegatt och Östersjön. Utmed svenska kusten ned till ungefär Göteborg går den så kallade Djupa rännan, vilken är en djup grav som går runt Sydnorge och mynnar i Norska Havet. Rännans djup i höjd med Göteborg är ca 80 m. Skageracks medeldjup är 218 m.

Kattegatt har sin djupare del mellan den svenska kusten och de danska öarna Laesö och Anholt. Längst i söder fortsätter en ca 30 m djup ränna in i Öresund, där botten stiger brant för att nå tröskeldjupet 8 m mellan Malmö och Köpenhamn. På andra sidan Sjaelland löper en smal ränna genom Stora Bält och ut till Östersjön. Rännans tröskeldjup är 18 m, som nås i höjd med Gedser. Kattegatts medeldjup är 25 m.

Östersjön har en yta på $365\,000\text{ km}^2$ och en volym på $22\,000\text{ km}^3$, varför medeldjupet blir 60 m. Bottentopografin är oregelbunden, då Östersjön till stor del består av djupare bäcken åtskilda av grunda trösklar.

Den årliga nettosötvattentillförseln genom floderna och saltvattentillflödet till Östersjön från Kattegatt har beräknats till ca 450 km^3 vardera. Summan av det tillflödande vattnet till Östersjön är alltså ca 900 km^3 . Motsvarande vattenvolym måste för balansens skull strömma ut genom Öresund och Bälten.

Salthalten är omkring 8 o/oo i höjd med Falsterbo. I Bältsjön och Öresund möter detta vatten saltare vatten från Kattegatt, vilket skapar en skarp saltfront, där omblandningen är intensiv på grund av den starka strömmen. Ytvattnets salthalt fördubblas härmed, och en ytvattenström, Baltiska strömmen, för detta vatten mot norr. Corioliskraften på norra halvklotet tvingar strömmarna åt höger, varför den Baltiska strömmen mestadels hålles väl samlad utmed svenska kusten. Salthalten är till en början ca 15 o/oo, men växer genom inblandning av Kattegatts djupvatten och är ca 22 o/oo vid Fladen.

I Östersjön har ytvattnet längst ner i söder en salthalt av ca 8 o/oo och salthalten minskar alltmer ju längre norrut man kommer. Således är salthalten ca 6 o/oo i höjd med Landsort, 5 - 5,5 o/oo i Bottenhavet och 3 - 3,5 o/oo i Bottenviken. Se figur 1:2.

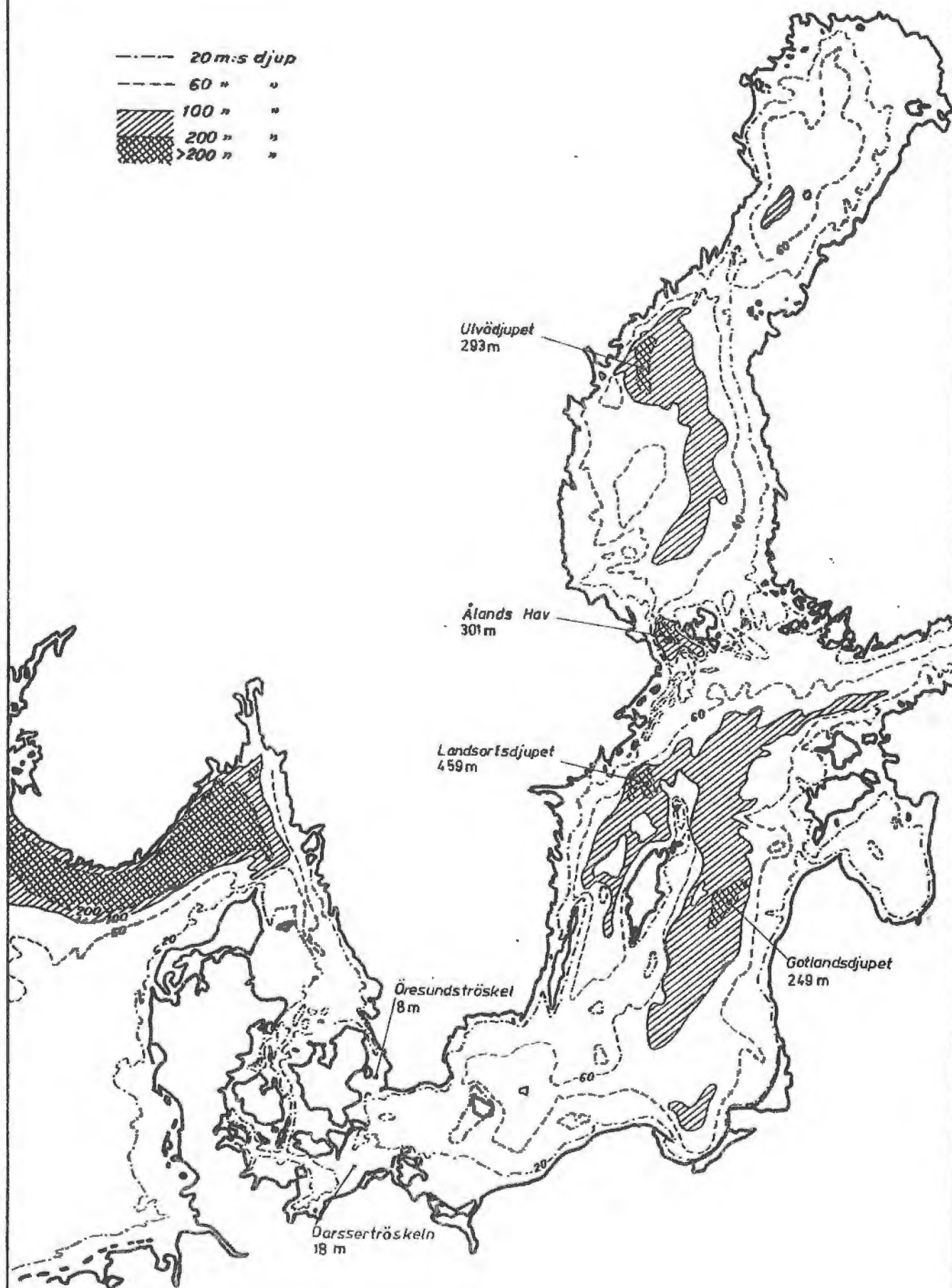
Vid saltfronten i Bältsjön skapas en täthetsgradient, som mestadels orsakar en inström vid botten över Darssertröskeln. Detta vatten rinner utefter botten på grund av sin höga täthet och bildar Östersjöns djup- och bottenvatten. Härigenom fås en skarp gräns i salthalten, en haloklin, vilken sänker sig från 25 - 30 m i Arkonabäcken till 60 m i norra delen av Centralbäckenet. (Se figur 1:2). Den täthetsskillnad, som uppstår, minskar avsevärt allt utbyte mellan det övre och undre vattenlagret.

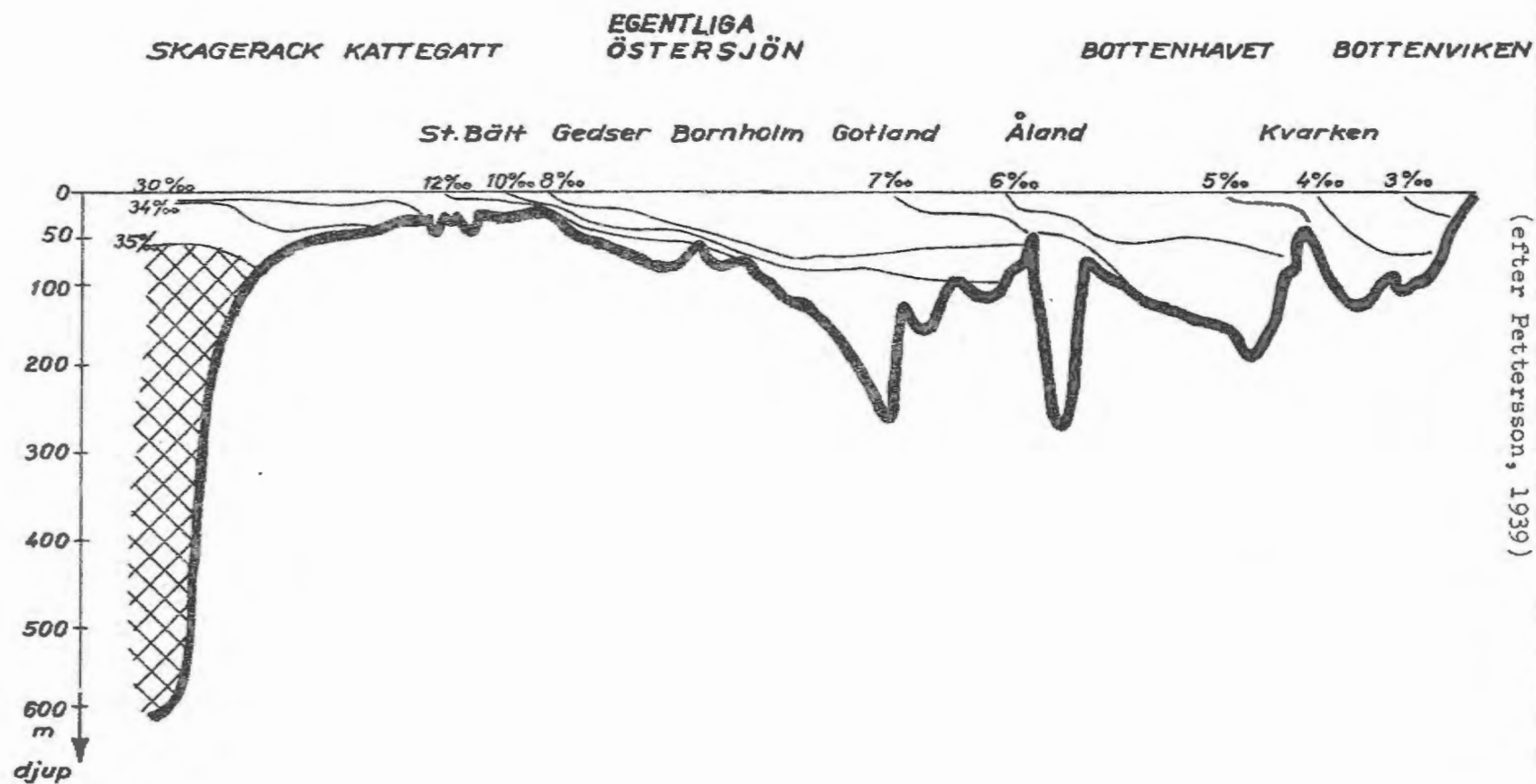
SMHQ
HBO

Djupkarta

Figur 1:1

Water depth in the seas
surrounding Sweden





(efter Pettersson, 1939)

SMHI
HBO

Salthaltsfördelningen i
Västerhavet och Östersjön
Salt distribution in the
seas surrounding Sweden

Figur 1:2

Tröskeldjupet mellan egentliga Östersjön och Bottniska viken är 45 m med undantag av en så smal ränna med ca 70 m djup att den anses sakna praktisk betydelse för vattentransporten. Detta gör att det i Bottniska viken inte finns något utpräglad saltsprångskikt, utan det är ytvattnet från Östersjön som bildar dess djupvatten. Tröskeln mellan Bottenhavet och Bottenviken är bara 25 m djup, vilket tillsammans med den stora sötvattentillförseln innebär att salthalten är liten i hela Bottenviken.

Östersjöns djupvattentemperatur i de närmast Öresund liggande bäckena uppvisar en icke obetydlig variation. Detta beror på att temperaturen bestämmes av den temperatur vattnet hade i Kattegatt. När vattnet från Kattegatt sedan transporteras norrut till Östersjöns övriga djupbassänger förlorar det mer och mer sin karaktär genom inblandning av annat vatten och de hos kattegattvattnet tämligen stora årstidsmässiga temperaturvariationerna minskar snabbt.

2. TEMPERATURVARIATIONERNA I HAVETS YTSKIKT OCH DESS ORSAKER

Förändringarna i havets temperatur dikteras av det varierande värmeenergiutbyte som sker med rymd och atmosfär genom in- och utstrålning, avdunstning och konvektiv värmeledning. Eftersom Sveriges geografiska läge ger stora årstidsvariationer i dessa parametrar erhålles en markerad årscykel i vattentemperaturen; jordrotationen orsakar dessutom en dygncykel. Aperiodiska temperaturvariationer, över längre eller kortare tidsperioder, vilka kan hänföras till skiftande värmeutbyte med atmosfären i takt med vädrets växlingar, förekommer även.

Förutom att vinden påverkar avdunstningens och den konvektive värmeledningens storlek skapar den också omblandning och advektiva vattentransporter, vilket oftast orsakar ändringar i vattentemperaturen på en plats. Vind- och lufttrycksändringar kan även initiera periodiska egensvängningar, så kallade seicher, som kan ge upphov till oscillerande temperaturer i en viss lokal liksom motsvarande företeelse kan orsakas av tidvattenvariationer. I bilaga I redogöres för några typer av temperaturvariationer, som är förknippade med olika slags strömmar.

Intill kusten, i skärgårdsområden och vid flodmynningar är förhållandena något annorlunda än ute till havs. Uppvärmningen i ytskiktet sker snabbare i trånga och/eller grunda områden, söt-vattenutflödet från floderna skapar en ytnära haloklin etc. I bilaga II samt i bilaga I under rubriken "Vindens inverkan" redovisas några exempel på speciella effekter i kustområden.

3. ÅRLIGA VARIATIONER

3.1 Värmeutbytet med atmosfären och temperaturskiktningen

Den årstidsmässiga temperaturvariationen styrs som nämnts av variationerna i värmeenergiutbytet mellan havet, atmosfären och rymden. Under våren är det den positiva nettoinstrålningen som är den dominerande och för uppvärmningen av ytskiktet avgörande termen i värmebalansen. Avdunstningen och den konvektiva värmeledningen spelar under denna årstid en underordnad roll framför allt beroende på den stabila luftskiktning som bildas över den jämförelsevis kalla vattenytan.

Ytskiktet har tidigt på våren en homogen temperatur vid eller i närheten av temperaturen för maximal täthet vid den för den aktuella platsen rådande salthalten. De isoterma förhållandena råder till sådant djup att en annan vattenmassa med större salthalt påträffas. I Östersjöns centrala delar till exempel innebär detta ned till 50 - 70 m djup, i Kattegatt till ca 20 m djup.

På grund av den starka instrålningen uppvärms sedan det översta vattenlagret förhållandevis snabbt varigenom tätheten minskar där och en stabil täthetsskiktning utbildas. Denna täthetsskiktning begränsar därefter den vertikala värmetransporten som till största delen sker genom vindinducerad turbulens. Gränsskiktet mellan det varma ytvattnet och det kalla underliggande vattnet, den så kallade termoklinen eller temperatursprångskiktet, sjunker efterhand till något djupare nivåer som bestäms av den vinddrivna turbulensens storlek och eventuell salthaltsskiktning. Under det varma ytlagret kan vattenmassorna i stort sett behålla sin vintertemperatur hela sommaren. Sedan uppvärmningssäsongen kulminerat och värmebalansen blivit negativ, avkyles ytskiktet genom utstrålning, avdunstning och konvektion. De båda sistnämnda termerna i balansekvationen har nu en större betydelse än tidigare bland annat beroende på att vattenytans temperaturöverskott i förhållande till luften orsakar en instabil luftskiktning varigenom den konvektiva transporten intensifieras.

När ytvattnet avkyls sjunker detta eftersom dess täthet ökar. Denna termiska konvektion når ned till nivåer där det sjunkande vattnet finner en täthet som motsvarar dess egen. Eftersom tätheten hos havsvatten till större del beror av salthalten än av temperaturen, kan en liten salthaltsökning med djupet emellertid verka som broms och ytterligare avkylning av vattnet erfordras för att åstadkomma ett isotermt ytlager till större djup. Denna så kallade termohalina konvektion orsakar, tillsammans med den av vinden drivna dynamiska konvektionen, en temperatur- och salthaltsmässig homogenisering av hela ytskiktet som är slutförd någon gång under oktober - november i svenska vattenområden.

Då ytskiktets temperatur sjunker under temperaturen för maximal täthet (ca $2,5^{\circ}\text{C}$ för Östersjövatten med 7 ‰ salthalt, $-0,3^{\circ}\text{C}$ för västkustvatten med 20 ‰ salthalt), minskar tätheten vid ytterligare avkylning och förutsättningar för en

1. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$.

2. In the second part, we consider the case when the function $f(x)$ is continuous. We show that in this case the function $f(x)$ is differentiable at every point of its domain.

3. In the third part, we consider the case when the function $f(x)$ is not continuous. We show that in this case the function $f(x)$ is not differentiable at any point of its domain.

4. In the fourth part, we consider the case when the function $f(x)$ is continuous and differentiable at every point of its domain. We show that in this case the function $f(x)$ is differentiable at every point of its domain.

5. In the fifth part, we consider the case when the function $f(x)$ is continuous and differentiable at every point of its domain. We show that in this case the function $f(x)$ is differentiable at every point of its domain.

6. In the sixth part, we consider the case when the function $f(x)$ is continuous and differentiable at every point of its domain. We show that in this case the function $f(x)$ is differentiable at every point of its domain.

omvänd temperaturskiktning har bildats. Vatten med högre salt-halt än 24,7 o/oo blir dock alltid tyngre vid avkylning, eftersom täthetsmaximum nås vid fryspunkten. Innan en sådan utvecklas sker dock vanligen en viss ytterligare avkylning av ytskiktets vatten i samband med en så här års ofta intensiv dynamisk konvektion. I samband med lugnare väderförhållanden kan en omvänd temperaturskiktning inträffa och isbildning ske (fryspunkten för 7 o/oo östersjövatten $-0,4^{\circ}\text{C}$, för 20 o/oo västkustvatten $-1,0^{\circ}\text{C}$). På våren uppstår på nytt i samband med uppvärmningen av vattnet upp till temperaturen för maximal täthet en termohalin konvektion.

Den starka salthaltsskiktningen i Kattegatt och vattenutbytesmekanismen i djupskiktet där orsakar en omvänd temperaturskiktning oberoende av om temperaturen för maximal täthet nåtts i hela vattenmassan eller ej. Detta förhållande beskrives närmare senare i detta kapitel.

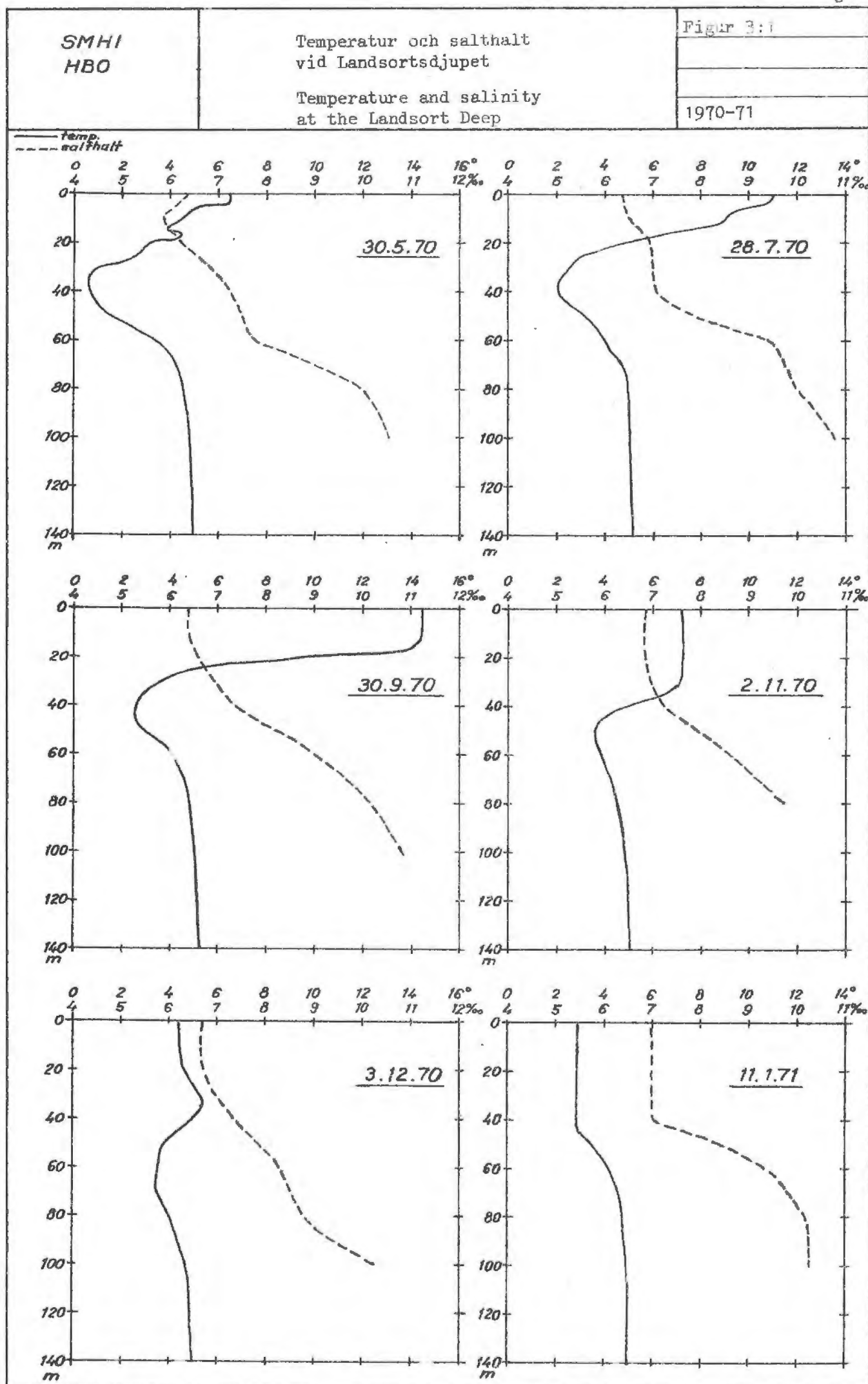
Som exempel på årsvariationen i temperaturen i Östersjön visas i figur 3:1 temperaturfördelningen i det översta 140 m djupa vattenskiktet i Landsortsdjupet under år 1970.

Den 30 maj 1970 hade instrålningen värmt upp ytskiktet så att sommarskiktning förelåg. Salthaltsökningen mot djupet förhindrar även en omblandning, varför vintertemperaturen är kvar under 30 m. Temperaturkurvan visar att en vattenmassa med en halv grad högre temperatur är inkilad mellan 15 och 20 m. Den visar också att ett ca 4 m tjockt ytlager är väl omblandat. Nedanför haloklinen på 50 - 70 m djup når aldrig den termohalina eller den dynamiska konvektionen. Temperaturvariationen under de sex mätillfällena är endast $0,2^{\circ}\text{C}$ på 140 m djup, $0,3^{\circ}\text{C}$ på 100 m och $0,9^{\circ}\text{C}$ på 80 m djup, medan variationen på 40 m djup är hela $4,3^{\circ}\text{C}$. Vintertid är den omvända temperaturskiktningen för svag för att motverka den vinddrivna turbulensen i öppna Östersjön, varför ett homogent vattenlager uppstår i ytan. Eftersom området ofta är mer eller mindre isfritt på vintrarna, för de kraftiga vindarna under hösten och vintern det avkylda vattnet allt längre ned tills det når haloklinen. Temperaturen är därför låg och konstant ända ned till denna. Under haloklinen stiger temperaturen med tilltagande djup snabbt till ca 5°C .

När temperaturen i ytskiktet ökar och den vinddrivna turbulensen transporterar värme ned mot haloklinen blir de under vintern bildade vattenmassorna ovan språngskiktet långsamt varmare. Den 28 juli hade temperaturen stigit till $2,0^{\circ}\text{C}$. Som synes av temperaturkurvan är emellertid den temperaturbetingade täthetsskillnaden tillräcklig för att förhindra de ofta svaga sommarvindarna att åstadkomma större vertikal omblandning.

Då yttemperaturen på sensommaren sänks på grund av minskad instrålning och ökad avdunstning, bildas ett isotermt ytskikt enligt vad som ovan beskrivits. Den 30 september hade detta skikt blivit ca 15 m tjockt och fortfarande var temperaturdifferensen under detta skikt så stor att värmetransport till större djup genom inblandning starkt förhindrades. Dessutom ökade salthalten under skiktet, vilket ännu mer stabiliserade lagren strax ovan den egentliga haloklinen. Detta hade till effekt att temperaturen i dessa lagers "vintervatten" bara steg till $2,6^{\circ}\text{C}$.





Vid ökad avkylning blir det homogena ytlagret allt tjockare och stabiliteten allt mindre. Skiktet var den 2 november 30 m tjockt och den minskade stabiliteten hade då tillåtit en så stor värmetransport att temperaturminimet i "vintervatt-net" nu var $3,6^{\circ}\text{C}$.

Ett nytt ytvatten med mindre salthalt skapade en ny situation den 3 december. Den turbulenta värmetransporten dämpades under en ytligare liggande salthaltsgradient och ett temperaturmaximum på 35 m djup orsakades. Därunder var temperaturen ungefär densamma som under november.

Den 11 januari 1971 var haloklinen mer utpräglad och ytligare belägen. Temperaturen var nu homogen i hela ytskiktet.

Temperaturen i de undre delarna av Östersjöns ytskikt, det vill säga strax ovan den primära haloklinen på 50 - 70 m djup, varierar således förhållandevis litet under året beroende på att termoklinen och den - om än svaga - salthaltsgradient som förekommer tidvis i ytskiktet hämmar den vertikala omblandningen. Även under den primära haloklinen varierar temperaturen obetydligt med undantag av i Arkona- och i Bornholmsbäckena där vattentemperaturen mer bestäms av temperaturen på det inströmmande vattnet från Kattegatt (se kapitel 1).

I Kattegatt bromsar på liknande sätt som i Östersjön den skarpa haloklinen värmeflödet mellan yt- och djupskikt. Haloklinen ligger dock i Kattegatt, som ovan nämnts, på betydligt grundare nivåer. Vid jämförelse av temperaturen vid ytan och på 20 m djup mellan Fladen och Landsort år 1968 speglas skillnaden i värmetransporten i det översta 20 m djupa skiktet tydligt, se figur 3:2.

Trots att Fladen ligger ca 17 mil längre söderut än Landsort är temperaturen tämligen lika i ytan under vintermånaderna. På grund av det starka saltsprångsskiktet vid Fladen stannar den under hösten och vintern skapade termohalina konvektionen inom det sötare ytlagret. Det är således i stor utsträckning enbart detta lager som avkyls direkt. Det undre lagret däremot avkyls indirekt genom att vattnet successivt byts ut mot kallare vatten från Skagerack. I Skageracks öppna delar finns ingen salthaltsskiktning som hindrar värmeutbytet inom de här aktuella djupnivåerna.

Den dynamiska och termohalina konvektionen i det övre 20 m tjocka vattenlagret hindras inte av något starkt saltsprångsskikt vid Landsort, varför vattnet på 20 meters djup är nästan lika kallt som ytvattnet under vinterperioden och nästan lika varmt som ytvattnet under sensommaren (se bilaga III, figurerna 21 - 24). Vid Fladen däremot (se bilaga III, figurerna 44 - 45) hindras konvektionen av den ytligt belägna haloklinen, och temperaturen på 20 m är högre under vintern men lägre under sensommaren än vid Landsort (se figur 3:2). Ett temperaturmaximum på 20 m djup vid Landsort i mitten av juni orsakades av en förtjockning av ytskiktet i samband med lågt lufttryck och starka SW-vindar, vattenståndet var ovanligt högt och det varmare ytlagret trängde ned och orsakade högre temperatur än normalt på nivåerna kring 20 m.



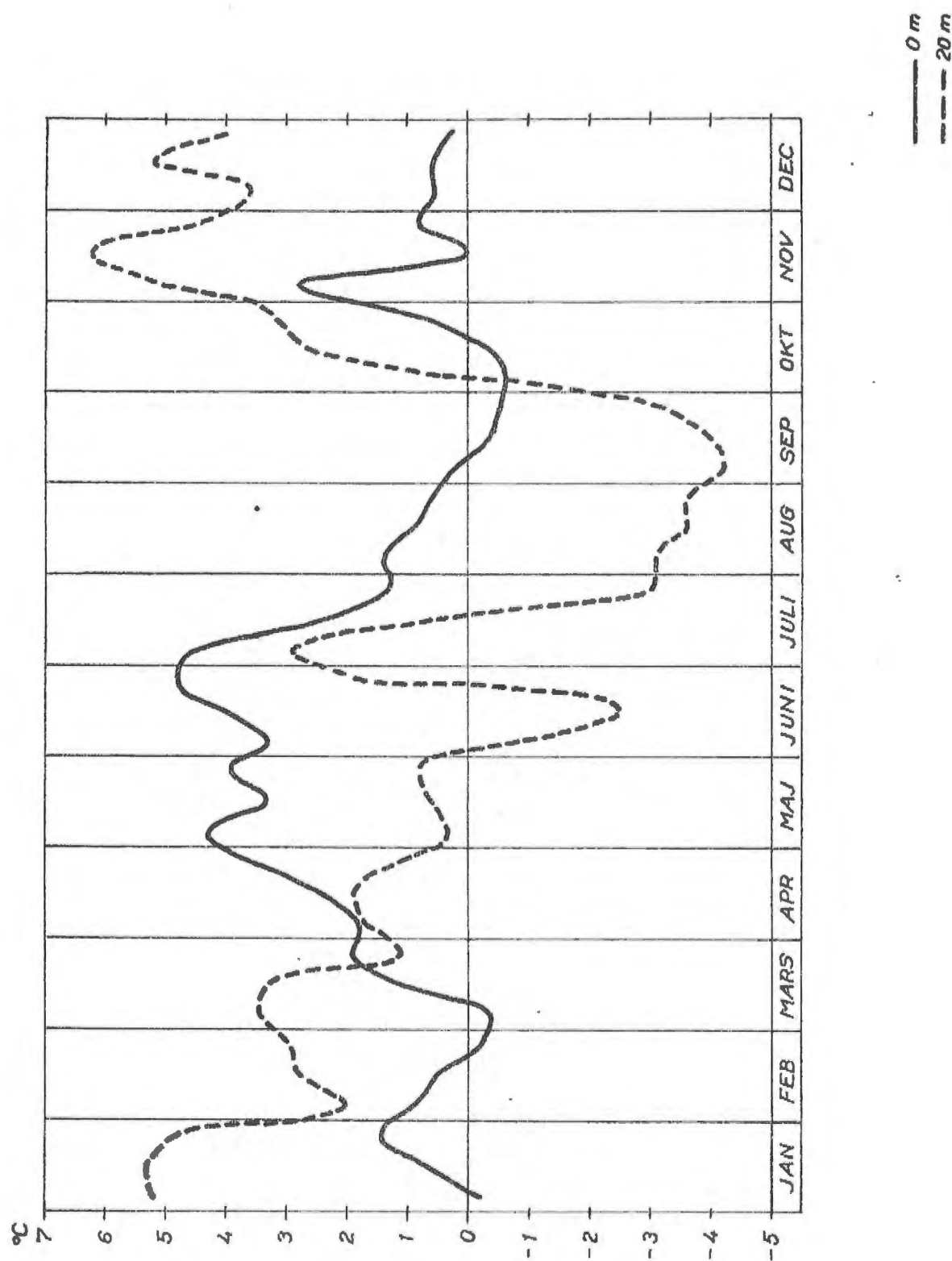
SMHI
HBO

Temperaturdifferens vid ytan och på 20 m
djup mellan Fladen och Landsort (10-dagars-
medelvärden)

Temperature difference at the surface and at
20 m depth between Fladen and Landsort

Figur 3:2

1968



Ett försök att beräkna värmeutbyteskoefficienter för olika djupnivåer vid Landsort och Fladen har gjorts och resultatet återfinns i tabell 3.1. Vid beräkningen har antagits att all värmetransport skett vertikalt, varför horisontella transporter av vatten med annorlunda temperatur inte är medräknade. Detta innebär bland annat att värdena för Fladen kan vara för höga i det undre lagret. Dessutom bortses från skillnaden mellan olika årstider, varför framräknade värden får ses som medelvärden över hela året. Det framgår tydligt vilken bromsande effekt saltsprångskiktet på 10 - 20 m djup vid Fladen har jämfört med de relativt salthaltshomogena förhållandena vid Landsort.

Tabell 3.1. Värmeutbyteskoefficienter mellan olika djup i cm^2/s

			10-20 m			
	0-5 m	5-10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m
Fladen	12	0,8	0,3	0,7	2	19
Landsort	70	16	10		10	15

I Kattegatt ökar salthalten i ytskiktet snabbare i vertikal led än i norra Östersjön, varför utbyteskoefficienten blir förhållandevis liten vid Fladen jämfört med vid Landsort.

För att visa att skillnaden i latitud inte påverkar resultatet i sin helhet, är skillnaden i yttemperatur mellan Fladen och Ölandsrev, vilka ligger på ungefär samma breddgrad, utritade i figur 3:3. Här framgår det att avkylningen stannar i översta lagret vid Fladen medan avkylningen tydligen sker till större djup vid Ölandsrev, varvid yttemperaturen sjunker långsammare.

En schematisk bild över temperatur- och salthaltsförhållandena under sommar och vinter i Östersjön samt i Kattegatt visas i figur 3:4. Här kan man ytterligare se hur maloklinerna begränsar den vertikala utbredningen av uppvärmning och avkylning.

3.2 Betydelsen av det geografiska läget

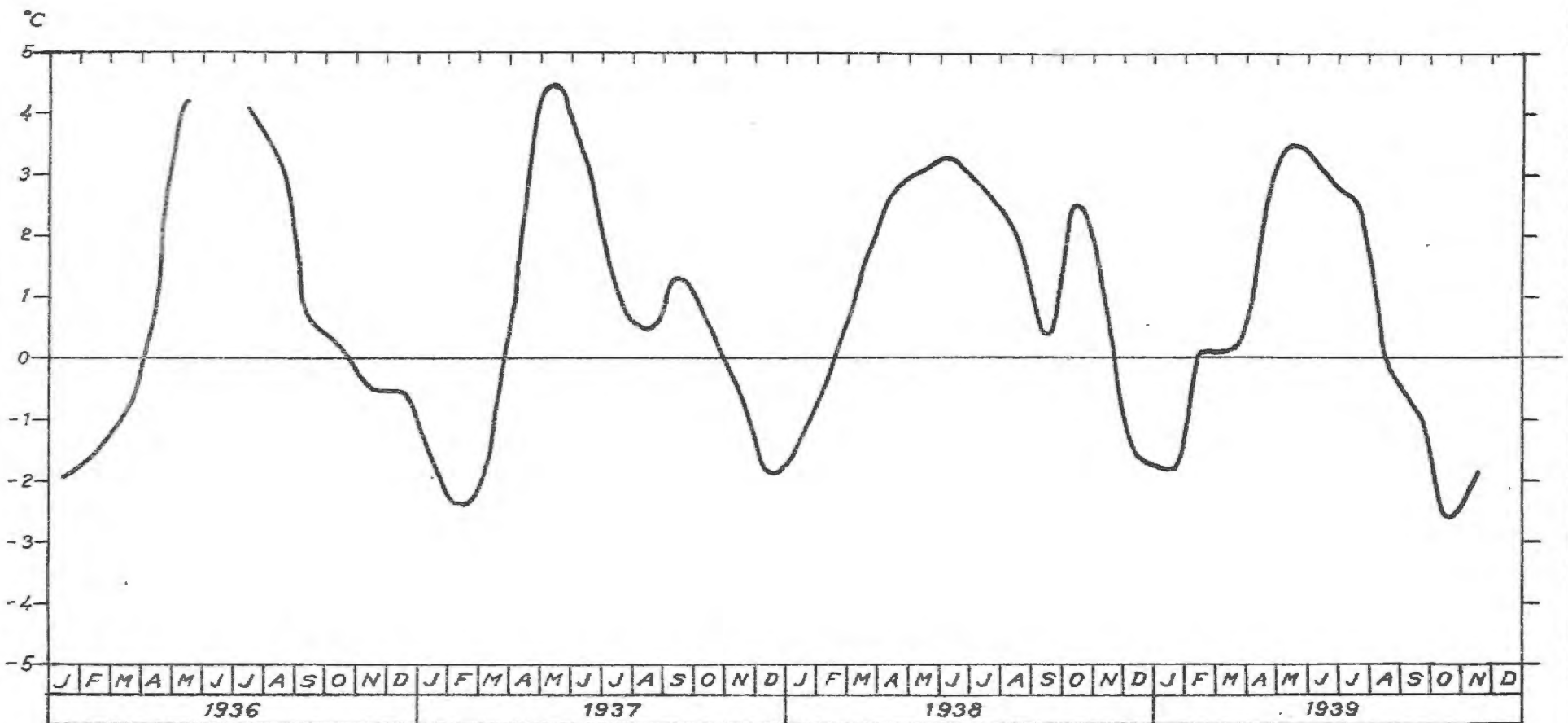
För jämförelser mellan vattentemperaturens årsvariationer på olika platser längs kusten, har temperaturmedelvärden för åren 1924-39 bildats för fyrskeppen Sydostbrotten, Finngrundet, Grundkallen, Svenska Björn, Ölandsrev, Falsterborev, Drogden, Oskarsgrundet, Lappegrund, Svinbådan, Anholt Knob, Fladen, Laesö Trindel och Skagens Rev. (7, 9). Medelvärdena är baserade på månadsmedelvärden, utom i vissa fall vid årstemperaturens maximum eller minimum, då medelvärden av de vid enstaka valda datum uppmätta temperaturerna har använts. I figurerna 3:5-7 är den lodräta axeln indelad på två olika sätt, dels geografiskt med avseende på de olika fyrskeppens läge (jämför kartorna), dels skalenligt i djupled vid observationsplatserna. Den tidsperiod där vattentemperaturen är över 5°C har för varje mät-djup markerats med en horisontell linje. Ovanpå denna har ytterligare två linjer lagts. Den nedre av dessa markerar perioden med temperaturer över 10°C och den övre linjen perioden med temperatur högre än 15°C . Tidsintervallet med temperaturer över 15°C har även snedstreckats.

SMHI
HBO

Temperaturskillnaden vid ytan mellan Fladen
och Ölandsrev (genomsnittsvärden)
Temperature difference at the surface
between Fladen and Ölandsrev

Figur 3:3

1936-39



ÖSTERSJÖN

(i huvudsak efter Fonselius, 1971)

SOMMAR

VINTER

Havsytan

Varmt ytlager

låg salthalt
temp. ibland över 20°C
salthalt 6-7 o/oo

Ytvatten

kallt
låg salthalt

Termoklin 1-30 m

(vintervatten)

temperatur 0-3°C
salthalt 6-7 o/oo

Primär haloklin 50-70 m

Djupvatten

varmare än vintervattnet
högre salthalt
temperatur 4-5°C
salthalt 8-12 o/oo

Sekundär haloklin 70-400 m

Bottenvatten

högsta salthalten
något högre temp. än djupvattnet
temperatur 4-5°C
salthalt 11-13 o/oo

Botten

KATTEGATT

SOMMAR

VINTER

Havsytan

Varmt ytlager (Baltiska strömmen)

låg salthalt
temp. ibland över 20°C
salthalt 13-24 o/oo

Ytlager

omvänd temp. skiktning
låg salthalt
temperatur 0-4°C
salthalt 15-24 o/oo

Primär haloklin 15-20 m

Djupvatten (Kattegatt-vatten)

temperatur 10-18°C
salthalt 20-30 o/oo

Djupvatten

varmare än ytlagret
temperatur 2-5°C
salthalt 20-30 o/oo

Sekundär haloklin 20-50 m

Bottenvatten (Skagerack-vatten)

temperatur 5-15°C
salthalt 30-35 o/oo

Bottenvatten

varmare än djupvattnet
temperatur 4-6°C
salthalt 30-35 o/oo

Botten

SMHI
HBO

Schematisk bild av temperatur- och salthalts-fördelningen i Östersjön och Kattegatt
Schematic figure of temperature and salt distributions in the Baltic and the Kattegatt

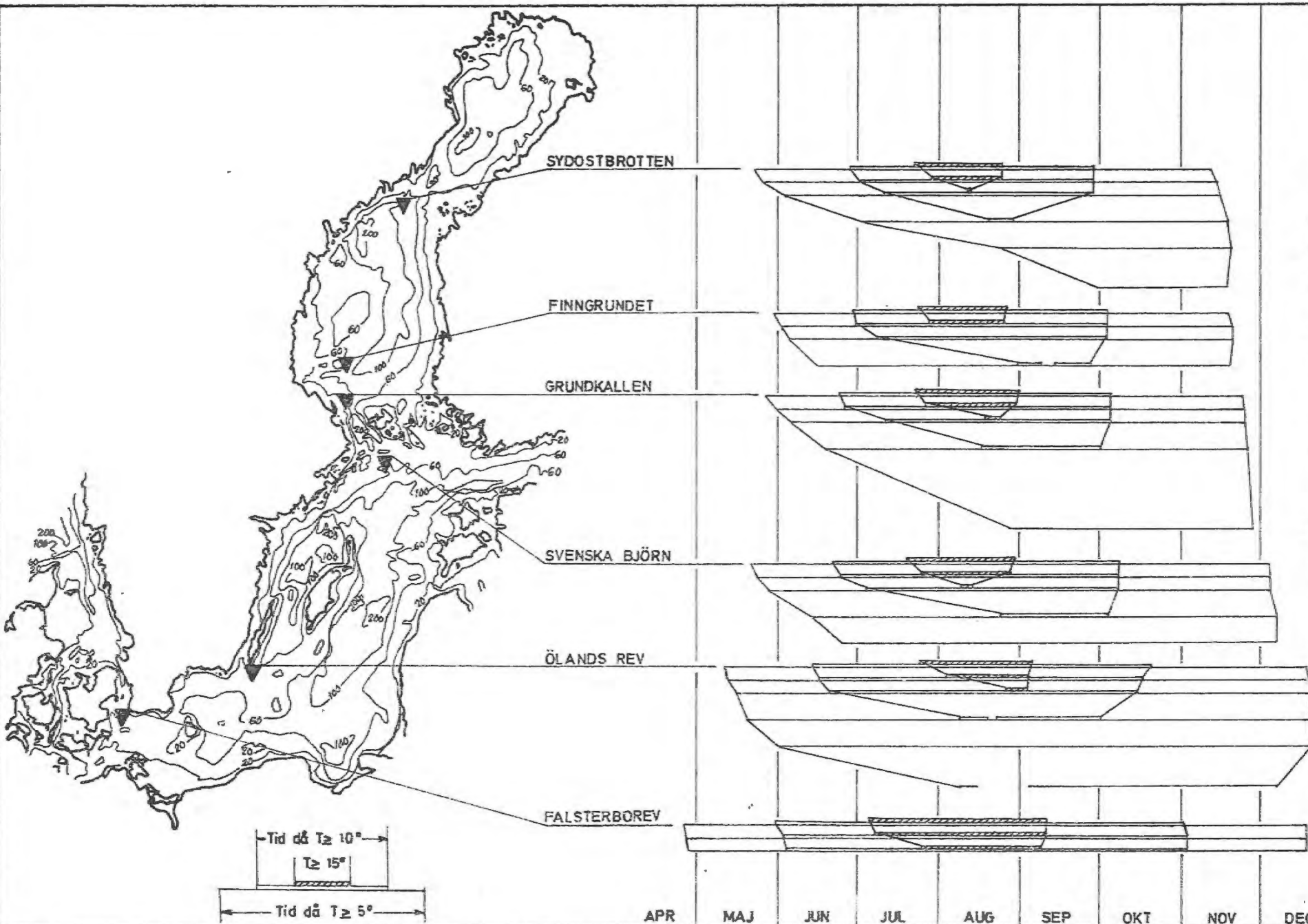
Figur 3:4

SMHI
HBOTemperaturvariationer i Östersjön
Annual temperature variations in the Baltic

1924-39

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

APR MAJ JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC

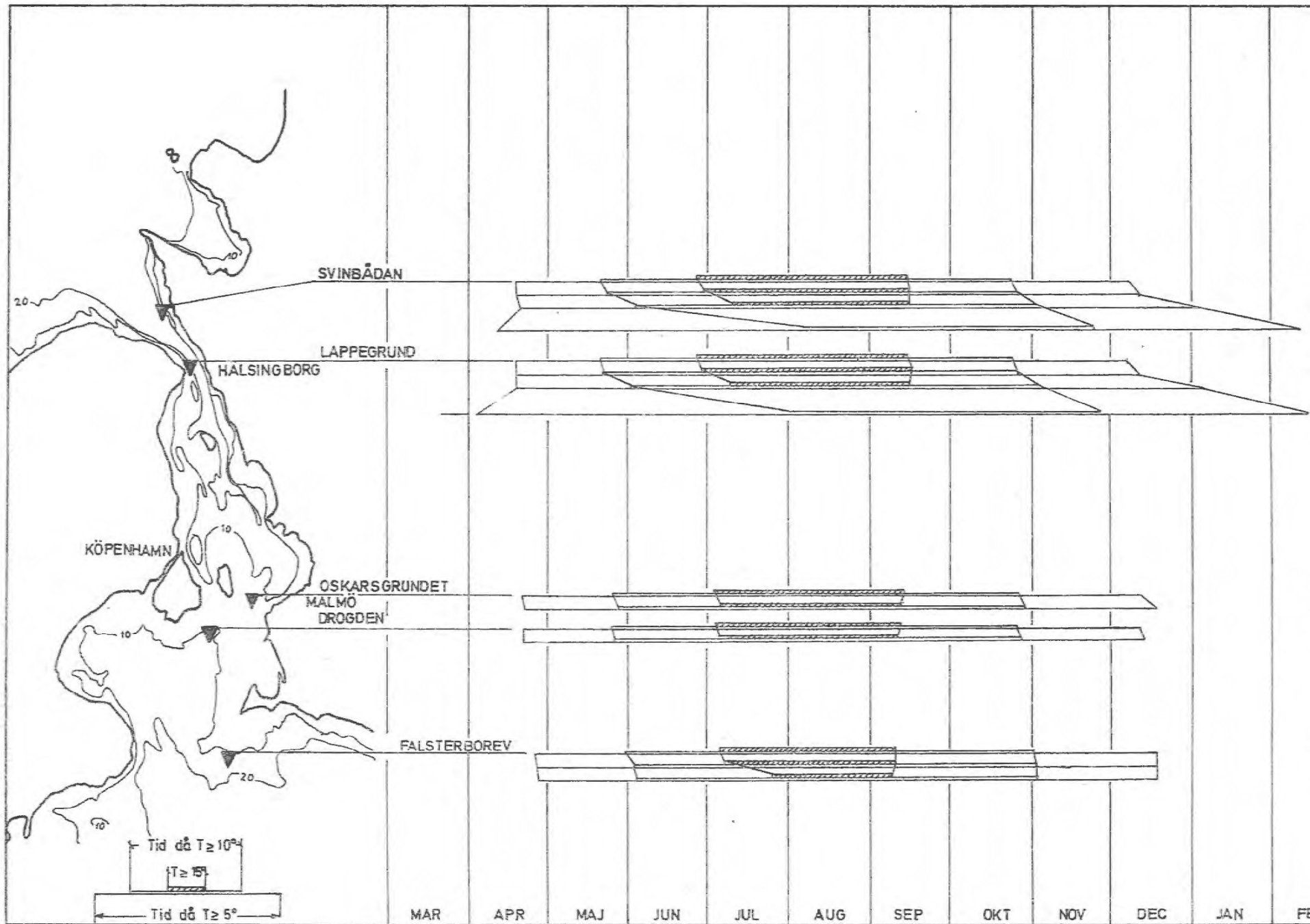


SMHI
HBO

Temperaturvariationer i Öresund
Annual temperature variations in the Sound

Figur 3:6
1924-39

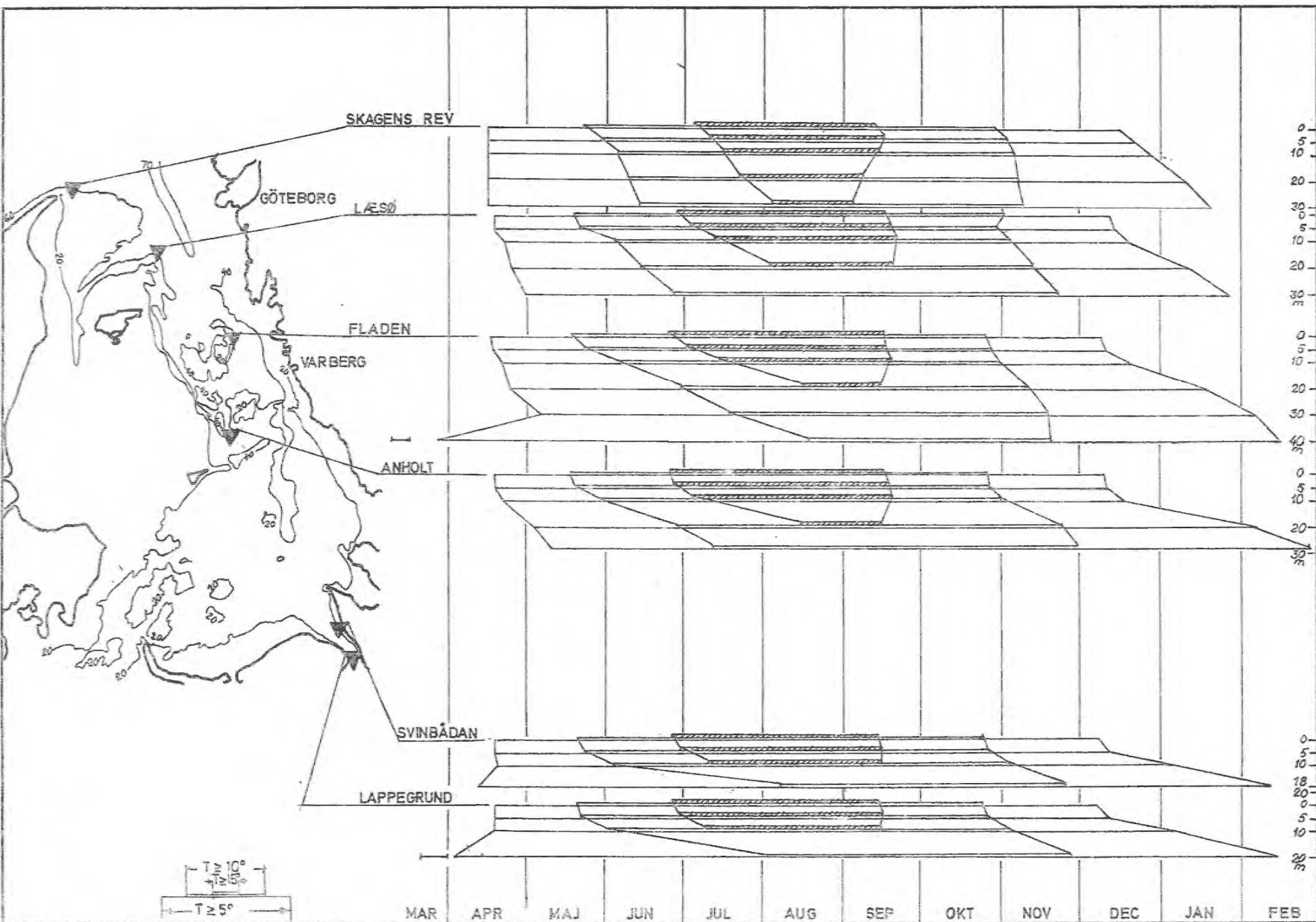
0 5 10 15 20
0 5 10 15 20
0 5 10 15 20
0 5 10 15 20



SMHI
HBOTemperaturvariationer i Kattegatt
Annual temperature variations in the
Kattegatt

1924-39

Figur 3:7



Då temperaturbilderna för olika fryskepp utefter den svenska kusten jämföres, framträder sådana skillnader, att en första indelning i tre områden kan göras: Östersjön från Sydostbrotten till Ölandsrev, Kattegatt från Skagens Rev till Lappegrund samt övergången mellan Östersjön och Kattegatt, Öresund. Skillnaden mellan de olika områdena markeras starkast genom längden av den period inom vilken temperaturen överstiger 15°C . I Östersjön är denna endast en till en och en halv månad i ytan samt av storleksordningen någon vecka på 10 m djup. Motsvarande tidsperiod i Kattegatt i ytan och på 10 m är två till två och en halv månad. I Öresund är periodlängden ca två månader både i ytan och på 10 m djup.

Östersjön (se figur 3:5)

Uppvärmning till temperaturer över 5°C sker med en markant tidsförskjutning mellan olika djup, allt större ju djupare nivåer jämförelsen gäller. Tidsförskjutningen är mest utpräglad i norr och avtar söderut. I diagrammen visar detta sig genom att 5°C -isotermen ger figuren i diagrammet en spetsig form, som blir allt trubbigare och mer avrundad ju sydligare läge den representerar. Tidsförskjutningen gör sig gällande även då temperaturen stiger över 10°C och 15°C .

Avkylningen till temperaturer under 15°C , 10°C , resp 5°C sker i allmänhet snabbt och med relativt liten tidsförskjutning mellan de olika djupen. Det är enbart temperaturförändringen till värden under 15°C och 10°C på större djup som inträffar något tidigare än i ovanför belägna nivåer. Områdenas olika vertikala stabilitet under våren och hösten orsakar de skilda tidsförloppen vid passeringen av 5°C - och 10°C -isotermerna.

De olika temperaturgränserna passeras under uppvärmningsperioden allt tidigare och under avkylningsperioden allt senare ju längre söderut i Östersjön observationsplatsen är belägen. Till följd av detta blir längden av den varma perioden allt större med sydligare läge.

I norr når temperaturen över 5°C i ytan i slutet av maj och motsvarande tidpunkt i söder är ca tre veckor tidigare. I detta avseende utgör Sydostbrotten ett undantag med en 5°C -passage redan omkring den tjugonde maj, ca 10 dagar innan samma passage vid Finngrundet. Isotermen för 10°C passeras i norr omkring den 30 juni och i söder omkring den 15 juni, det vill säga ca två veckor tidigare, även i detta fall utgör Sydostbrotten ett undantag med en något tidigare passage än Finngrundet. Beträffande 15°C -isotermen sker uppvärmningen mer oregelbundet och inget geografiskt nord-sydligt beroende kan skönjas. Avkylningen däremot sker tidigast i norr och senast i söder.

Anledningen till att Sydostbrotten värms upp tidigare i ytan och har spetsigare form på temperaturdiagrammet (5°C) än Finngrundet och Grundkallen beror på de olika vertikala salthaltsfördelningarna under våren och försommaren.

Tabell 3:2. Medelsalthalten i maj månad åren 1924-39

	0 m	10 m	20 m	ΔS 0-20 m
	o/oo	o/oo	o/oo	o/oo
Sydostbrotten	4,70	4,89	5,08	0,38
Finngrundet	5,34	5,34	5,34	0,00
Grundkallen	5,34	5,35	5,37	0,03

Tabell 3:2 visar att varken Finngrundet eller Grundkallen har en turbulenshämmande salthaltsgradient i övre lagret, varför värmets fördelas vertikalt i ett tjockare skikt här än vid Sydostbrotten, där salthaltsökningen är tillräckligt stor för att bromsa den vertikala värmetransporten. Därför når ytttemperaturen 5°C tidigare vid Sydostbrotten än vid Finngrundet och Grundkallen.

Kattegatt (se figur 3:7)

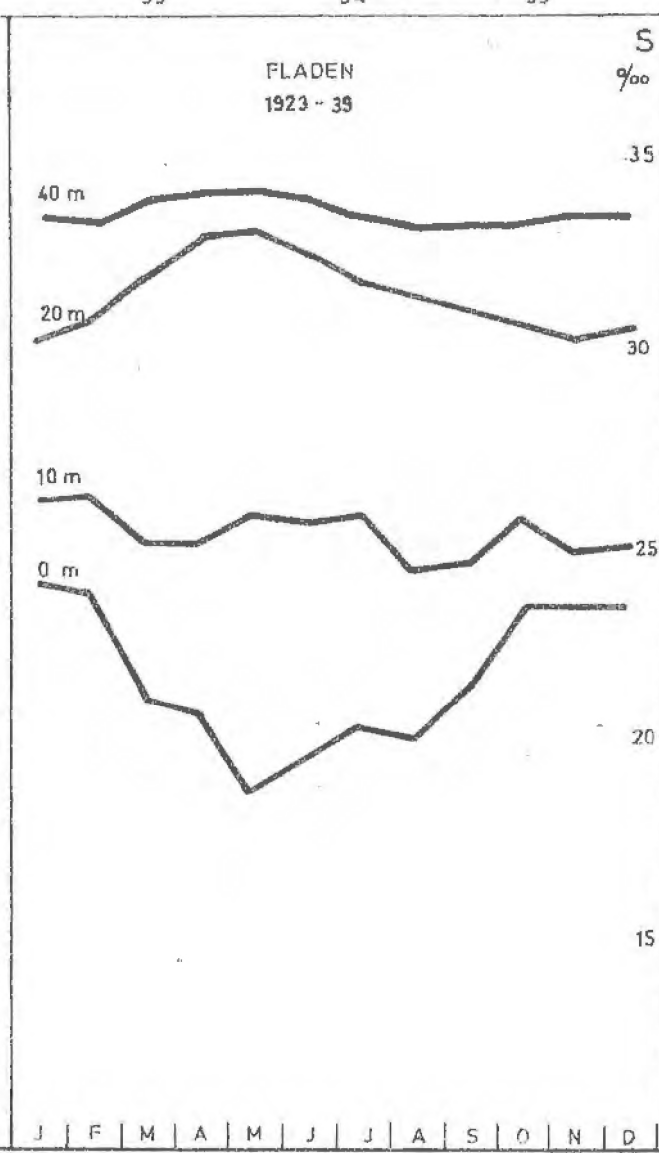
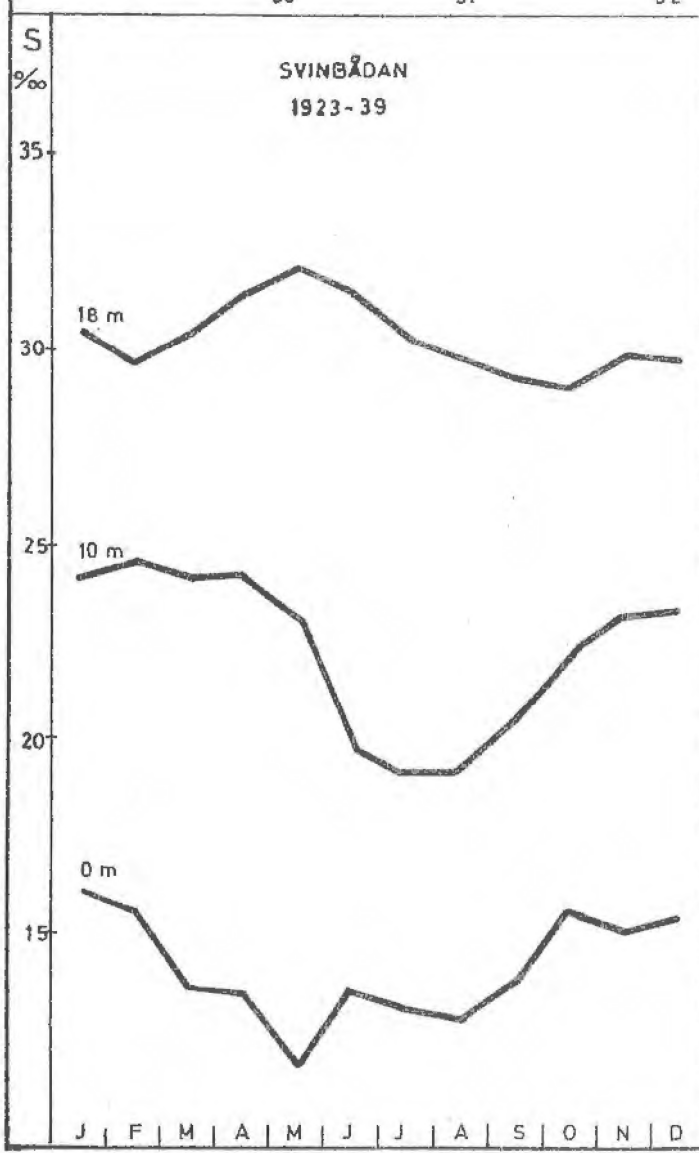
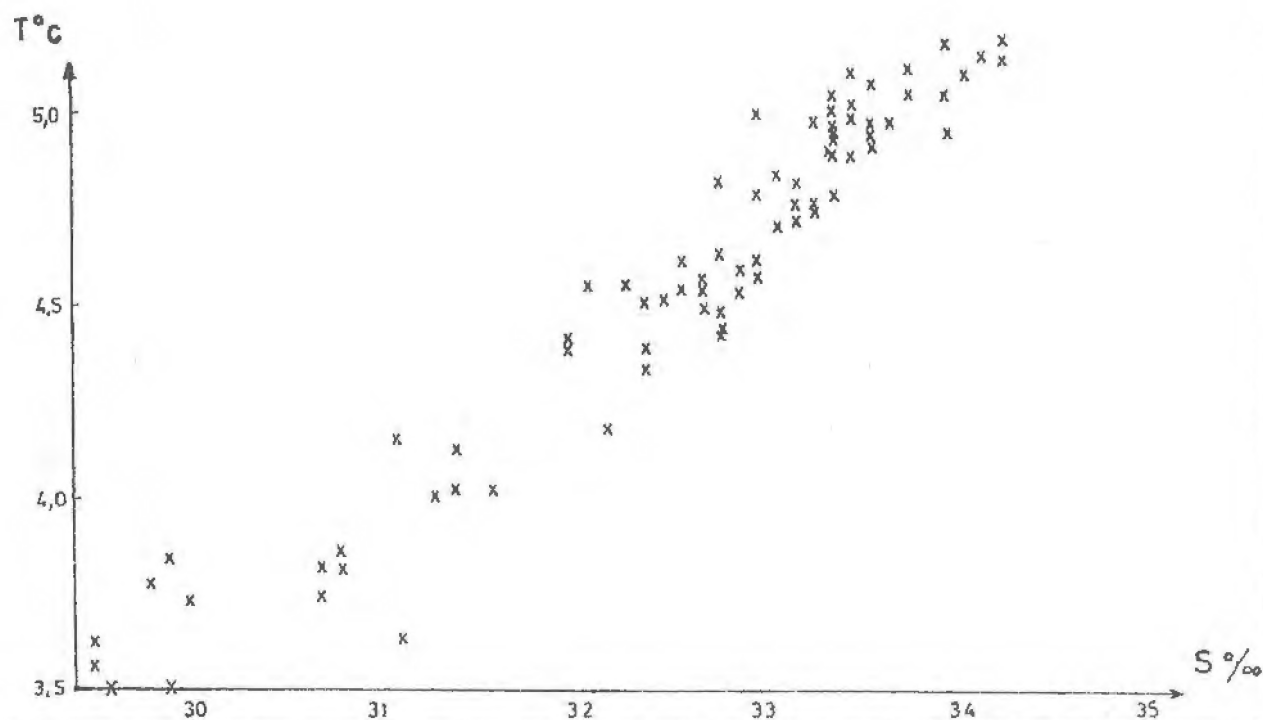
Något direkt geografiskt beroende för vattentemperaturens års-cykel har inte kunnat konstateras inom Kattegatt, ty de olika temperaturgränserna passeras i det närmaste samtidigt under både uppvärmnings- och avkylningsskedet. Detta har sin förklaring bland annat i områdets begränsade utsträckning, att det är ur topografisk synpunkt enhetligt och ej består av avgränsade bassänger, samt att strömmarna ofta är starka och vattenomsättningen stor.

Temperaturstegringen till värden över 5°C sker samtidigt i hela skiktet 0-10 m omkring den 20 april. I underliggande skikt sker en viss tidsförskjutning så att 5°C uppnås från några dagar till några veckor senare. Vid vissa stationer förekommer inte denna eftersläpning på djupet, utan där passeras temperaturgränsen i stället tidigare än i det ytligare vattnet. Vid Lappegrund i norra delen av Öresund inträffar detta på 20 m redan i slutet av mars och vid Svinbådan på 18 m omkring den 10 april. På 40 m vid Fladen sker också uppvärmningen mycket tidigare än i de ytligare vattenlagren. Där stiger temperaturen över 5°C i mars. Detta beror på att under våren vatten från Skagerack med något högre temperatur och salthalt än kattegattvattnet tränger fram längs botten som en reaktionsström till det ökande sötvattenflödet från Östersjön, varvid temperaturen strax ovan botten ökar. Figur 3:8 åskådliggör sambandet mellan högre salthalt och högre temperatur under mars 1934 på 30 och 40 m djup vid Fladen samt salthaltens månadsmedelvärden under perioden 1923-39 vid Svinbådan och Fladen. De senare diagrammen visar hur salthaltsminskningen i ytskiktet genom ökad utströmning från Östersjön under vår och försommar till tiden i stort sett sammanfaller med en salthaltsökning i djupare lager på grund av djupvatteninströmning från Skagerack. Se även blockdiagrammet i figur 3:4.

Temperaturgränserna 10°C och 15°C nås i ytan omkring den 20 maj respektive den 25 juni. I Kattegatts nordligaste del, vid Skagens Rev, nås dock 15°C först omkring den 5 juli. De olika djupen uppnår dessa gränser med en allt större eftersläpning ju större djup som betraktas.

SMHI HBO	T-S diagram för Fladen, 30-40 m, samt salthalt vid Svinbådan och Fladen T-S diagram for Fladen, 30-40 m, salinity at Svinbådan and Fladen	Figur 3:8

FLADEN 30 Och 40 m
MARS 1934



Avkylningen sker olika inom de olika temperaturintervallen, dels ovan 15°C -gränsen, dels 10°C - och 5°C -gränserna. En praktiskt taget samtidig avkylning till värden under 15°C sker på de olika djupnivåerna medan avkylning förbi både 10°C - och 5°C -gränserna sker betydligt senare på större djup än i ytan. Ungefärliga tidpunkter när de olika gränserna passeras i ytan är för 15°C den 15 september, för 10°C den 10 - 20 november och för 5°C den 10 januari längst i norr samt den 10 februari i Öresunds mynning.

Dessa tidsförskjutningar mot djupet beror på den starka vertikala salthaltsgradienten i Kattegatt.

Öresund (se figur 3:6)

Förhållandena i Öresund utgör, som redan nämnts, en övergång från östersjöförhållanden till kattegattförhållanden. Här är nämligen vattnet i det översta 10 m tjocka skiktet av östersjökaraktär med relativt homotermt vatten, medan kattegattvattnet härunder markant släpar efter i temperaturhänseende på grund av den starka salthaltsgradienten. Att förändringen sker just omkring 10 m djup är naturligt, eftersom Öresunds tröskeldjup är 8 m och det stora utflödet från Östersjön mestadels orsakar nordgående ström ända ned till denna tröskelnivå.

3.3 Årscyklar för åren 1967-70

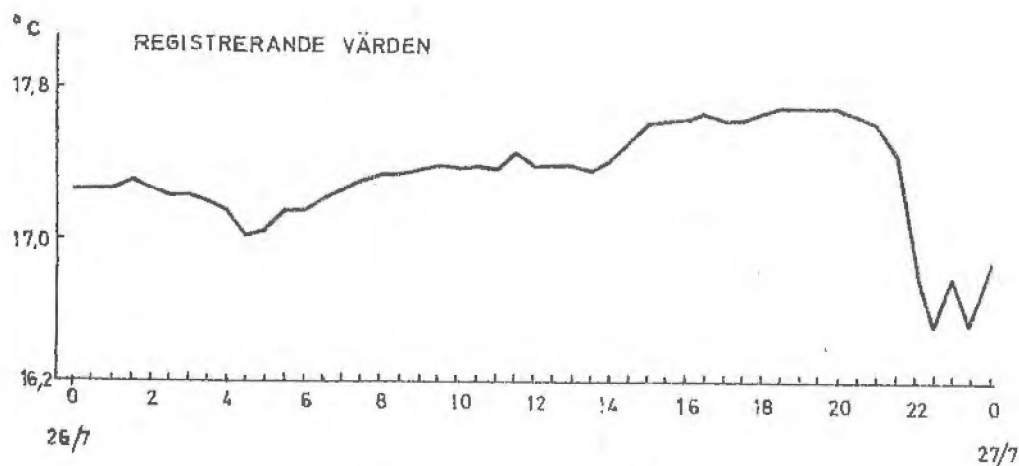
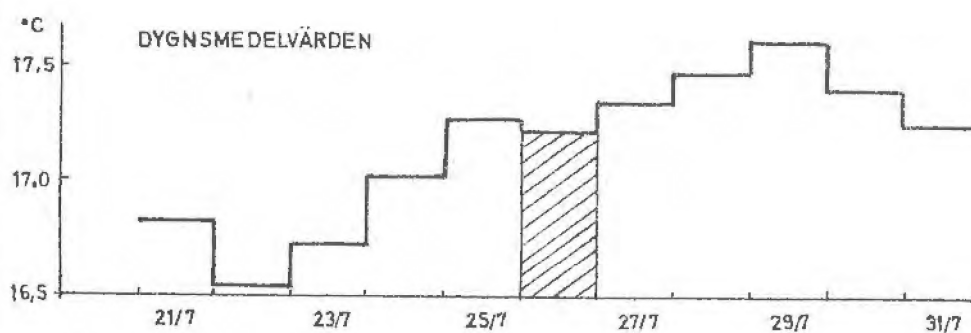
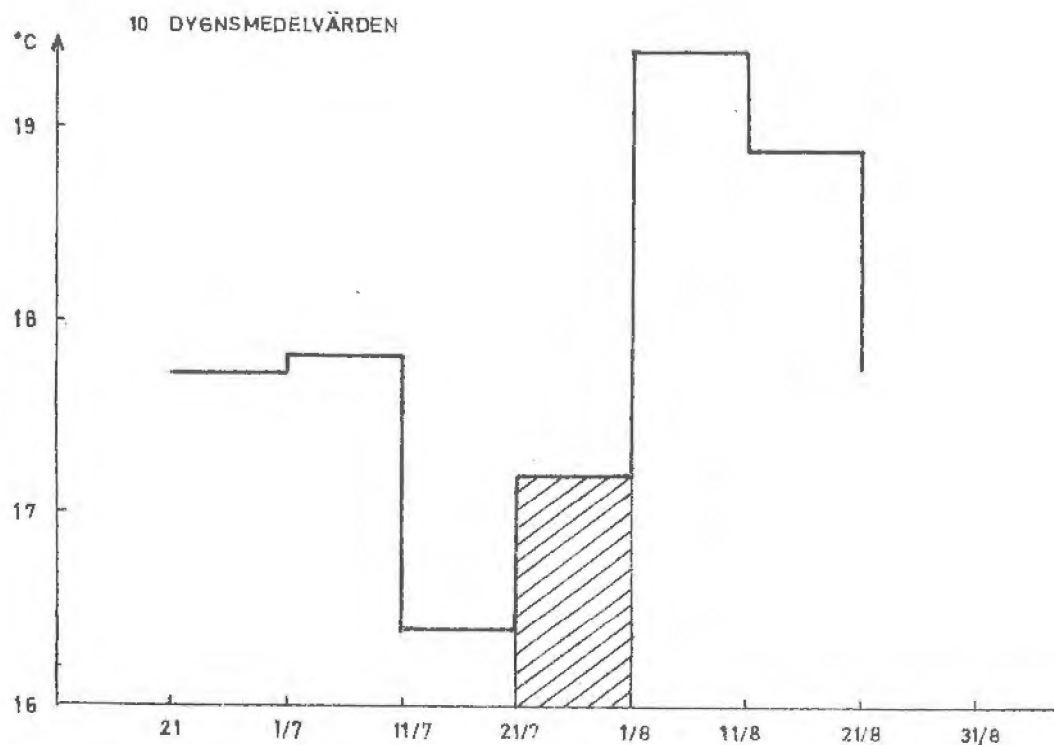
Här har de svenska fyrskeppsobservationerna vid Norströmsgrund, Finngrundet-Västra Banken, Svenska Björn, Hävringe, Falsterbo-rev, Fladen och Vinga och observationerna vid Bornö (10) samt de danska fyrskeppsobservationerna vid Drogden, Lappegrund och Kattegatt S använts (8) förutom SMHI:s egna mätningar med automatiskt registrerande instrument eller utförda manuellt av observatörer. Enbart mätserier med minst 3 observationer i veckan (undantagsvis 1 - 2 gånger/vecka) har medtagits (se bilaga III, figurerna 2 - 3) och 10-dagarsmedelvärden har bildats härav. De därmed erhållna årscyklerna redovisas i bilaga III.

Ett exempel på hur dessa 10-dagarsmedelvärden jämnar ut temperaturkurvan visas i figur 3:9 där värden från en registrerande mätare på 5 m djup i vertikal 8 Ringhals redovisas. Överst ses 10-dagarsmedelvärden, i mitten 1-dygnsmedelvärden och underst de enstaka registreringarna, tagna med 30 minuters intervall.

Man måste dock komma ihåg att yttemperaturerna kan vara svåra att jämföra under sommaren eftersom fyrskeppsobservationerna alltid har skett kl 8; SMHI:s observatörer har oftast gjort mätningarna mitt på dagen och de registrerande mätarna hela dygnet. Medelvärdena för fyrskeppen ligger då ofta under och observatörmätningarna ligger något över det sanna temperaturmedelvärdet. Är dygnsamplituden stor kan skillnaden mellan fyrskeppsobservationerna och observatörmätningarna bli fullt märkbar. Enligt tabell 4:1 är juni månads medelvärde 1970 på dygnsamplituden $0,39^{\circ}\text{C}$, det vill säga en skillnad av storleksordningen $0,8^{\circ}\text{C}$ kan fås då. Dygns cyklerna för Ringhals och Trosa i kapitel 4 visar att minimum inträffade kl 6 och maximum kl 18, det vill säga mätningarna kl 8 infaller rätt nära minimum och mätningarna mitt på dagen infaller nära kurvans medelvärde.

SMHI HBO	10 dygns- och dygnsmedelvärden samt värden mätta två gånger i timmen av temperaturen på 5 m djup i vertikal 8 vid Ringhals	Figur 3:9
		1968-06-21--08-21

Values of 10 day and of 1 day means and recordings twice an hour of the temperature at 5 m depth at Ringhals



Vid jämförelse mellan kustnära stationer belägna rätt långt från kusten bör hänsyn tas till framför allt hur språngskiktet lutar mellan dessa stationer och varifrån de olika vattenmassorna kommer. En kustparallell ström till exempel orsakar en språngskikt-lutning vid kusten och ju starkare denna ström är desto större blir lutningen.

Detta fenomen är särskilt märkbart på västkusten där den Baltiska strömmen flyter från Östersjön utmed den svenska kusten. Vid jämförelse mellan Laesö Trindel och Vinga åren 1930-39 visade det sig att det ökade sötvattenutflödet under försommaren skapade en så stark lutning på isohalinerna och isotermerna att salthalten var i medeltal 2,8 o/oo högre och temperaturen $0,4^{\circ}\text{C}$ lägre i ytan vid Laesö Trindel än vid Vinga. På 30 m djup var förhållandet tvärtom, ty en underström in i Kattegatt gav en motsatt lutning, så att salthalten var 0,6 o/oo högre och temperaturen $1,5^{\circ}\text{C}$ lägre vid Vinga.

En jämförelse av vattentemperaturerna åren 1967, -68, -69 och -70 med medelvärdena under 1924-39 visar att Östersjöns temperatur var ungefär lika med långtidsmedelvärdet 1967, över detta 1968 och 1969 samt något under 1970. För Öresund, Kattegatt och Skagerack erhöles temperaturer något över långtidsmedelvärdet 1967, över detta 1968 och 1969 samt något över 1970. Se även nedan.

Temperatursvackorna i Östersjön i augusti 1967 samt i juli 1969 och 1970 berodde på att ihållande västliga vindar med stormstyrka drev ut det varma ytvattnet från svenska kusten, och kallare djupvatten trängde upp. Detta förorsakade att temperaturen tillfälligtvis blev kallare på alla djup som påverkades av stormen.

På västkusten däremot är svackan i ytan mindre åren 1969 och 1970, och syns inte alls år 1967. De västliga vindarna driver ytvattnet mot svenska kusten i Kattegatt och Skagerack, varför språngskiktet sänks och temperaturen följaktligen höjs på ca 20 m djup. Genom vindens starka omblandningseffekt blandas det varma ytvattnet med underliggande kallare, varför yttemperaturen sjunker något.

Den maximala temperaturen på olika djup redovisas nedan i tabell 3:3. Av tabellen framgår, att ytans maximitemperatur nåddes mellan den 31 juli och 5 augusti år 1967, mellan den 7 och 12 augusti år 1968, mellan den 4 och 19 augusti år 1969 och slutligen mellan den 19 och 24 juni år 1970. Detta innebär att ytans lokala maximitemperatur för olika platser utmed Sveriges kust under åren 1967-70 uppmättes inom 6, 8, 16 respektive 5 dagar. Skillnaden är som synes inte stor, utan man kan säga att maximitemperaturen i ytan nås samtidigt. En kontroll av det fåtal vintermätningar, som utförts, visar att troligtvis även ytans minimitemperaturer nås ungefär samtidigt.

På större djup sker däremot en spridning av värdena beroende på områdenas olika salthaltsgradienter.

1947-1948

1947-1948

1947-1948

1947-1948

Tabell 3:3. Forts

	0 m		10 m		20 m		30 m		40 m	
	°C	datum	°C	datum	°C	datum	°C	datum	°C	datum
<u>1970</u>										
BOTTNISKA VIKEN										
● Forsmark			16,2	1 sep	15,7	27 aug				
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN										
● Simpevarp	18,0	24 jun	16,8	26 aug	11,3	23 jun				
● Karlshamn	19,0	19 jun	16,8	1 jul						
KATTEGATT										
● Ringhals	19,9	20 jun	19,0	24 jun						
SKAGERACK										
○ Brofjorden	20,3	23 jun	19,5	21 jun	17,1	26 jun	15,2	11 sep		

3.4 År med hög respektive låg vattentemperatur under perioden 1923-70

När det talas om ett varmt år med avseende på vattentemperaturen menar man oftast att yttemperaturen var ovanligt hög under den eller de varmaste månaderna det året. Ett annat synsätt för att särskilja varma och kalla år är att betrakta högsta värmeinnehållet i havet för olika år. Det första sättet har många fördelar vid till exempel marinbiologiska bedömningar medan den andra metoden innefattar hela uppvärmningsperioden.

I figurerna 3:10-11 är ytans temperaturmedelvärden för augusti presenterade. Augusti är generellt sett årets varmaste månad med avseende på ytvattentemperaturen runt Sveriges kust. Figurerna visar att yttemperaturen varierar i stort sett likartat runt hela kusten mellan olika år. Temperaturvariationerna är dock något mindre i Öresund och Kattegatt. Temperaturen är genomgående lägre i Bottniska viken och högre i Öresund och Kattegatt än vid Svenska Björn. Undantag utgör Ölandsrev, som vid dominerande västvindar lätt får uppvällning av kallare vatten upp till ytan och därmed en mer accentuerad variation vissa år. Med anledning av den stora likheten mellan kurvorna har korrelationsberäkningar utförts med yttemperaturen vid Svenska Björn respektive Fladen som jämförelseobjekt.

Tabell 3:4. Korrelation med Svenska Björns yttemperatur (X) i medeltal under augusti månad

Område (Y)	Undersökta år	Antal år	Framräknat förhållande	Standard- avvikelse (°C)
BOTTNISKA VIKEN				
Kemi	1923-39, 1946-66	38	$Y = -4,74 + 1,23X$	$\pm 1,53$
Snipan	1923-39, 1946-60	32	$Y = 1,42 + 0,85X$	$\pm 0,77$
Sydostbrotten	1923-39, 1946-63	35	$Y = 3,61 + 0,74X$	$\pm 0,84$
Finngrundet	1923-39, 1946-68	40	$Y = 1,40 + 0,88X$	$\pm 0,51$
Grundkallen	1923-39, 1946-55, 1957-59	30	$Y = 1,52 + 0,91X$	$\pm 0,53$
Storbrotten	1923-39, 1948-58	28	$Y = 0,79 + 0,94X$	$\pm 0,58$
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN				
Hävringe	1952-67	16	$Y = -1,32 + 1,11X$	$\pm 0,87$
Ölandsrev	1923-39, 1946-51	23	$Y = -1,84 + 1,10X$	$\pm 1,19$
Falsterborev	1923-39, 1950-68	36	$Y = 4,67 + 0,74X$	$\pm 1,08$
ÖRESUND				
Oskarsgrundet	1923-39, 1950-61	29	$Y = 6,33 + 0,65X$	$\pm 0,88$
Svinbådan	1923-39, 1949-60	29	$Y = 8,48 + 0,55X$	$\pm 0,74$
KATTEGATT				
Anholt	1924-39, 1946-48, 1950-68	39	$Y = 6,56 + 0,70X$	$\pm 0,79$
Fladen	1923-39, 1947-68	39	$Y = 8,00 + 0,60X$	$\pm 0,79$
Vinga	1930-39, 1947-65	29	$Y = 7,57 + 0,63X$	$\pm 0,76$

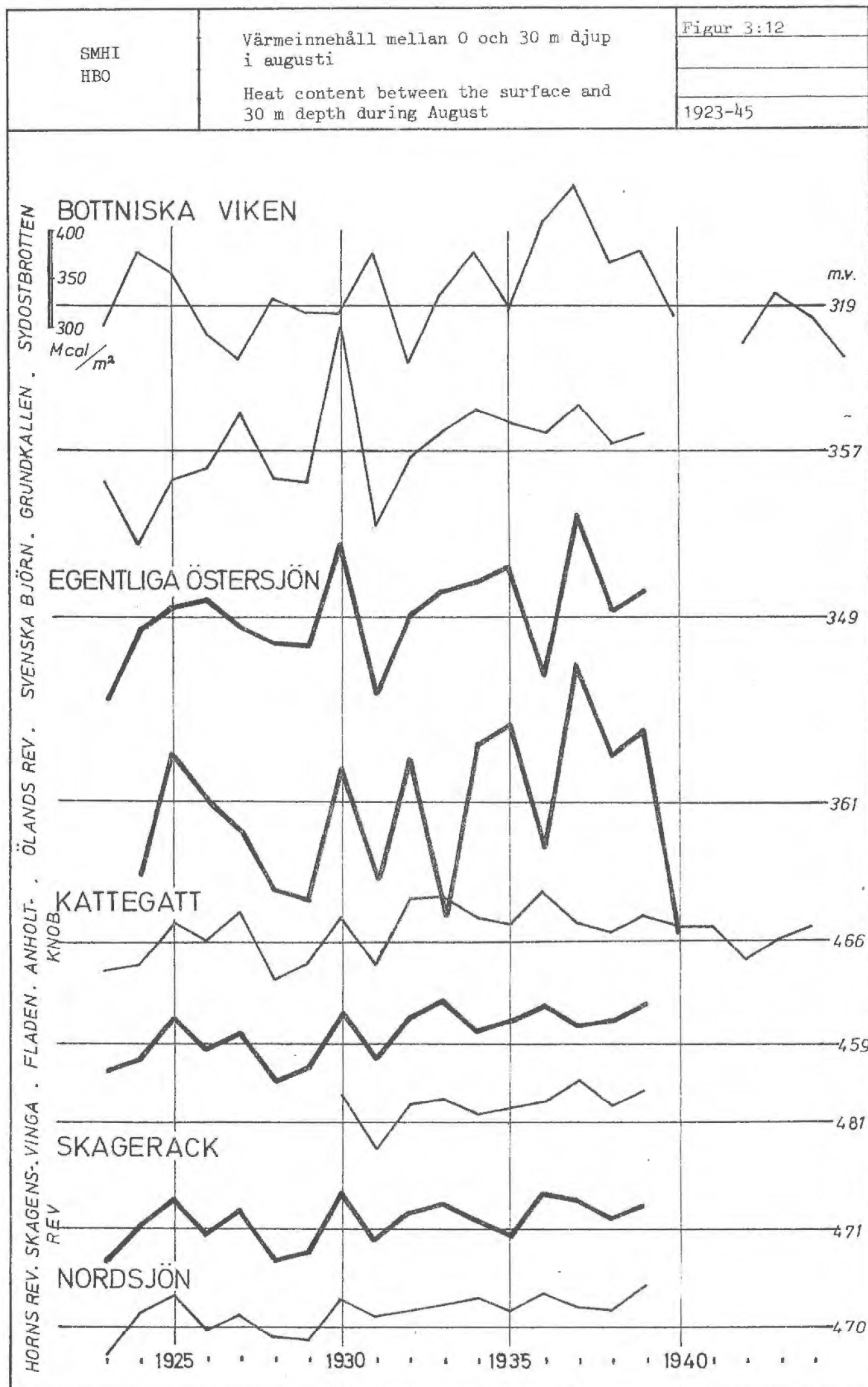
Tabell 3:5. Korrelation med Fladens yttemperatur (X) i medeltal under augusti månad

Område (Y)	Undersökta år	Antal år	Framräknat förhållande	Standard- avvikelse (°C)
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN				
Svenska Björn	1923-39, 1947-68	39	$Y = -13,3 + 1,66X$	$\pm 0,79$
Falsterborev	1923-39, 1950-68	36	$Y = -7,40 + 1,37X$	$\pm 0,61$
ÖRESUND				
Oskarsgrundet	1923-39, 1950-61	29	$Y = -3,90 + 1,18X$	$\pm 0,50$
Svinbådan	1923-39, 1949-60	29	$Y = -0,04 + 0,99X$	$\pm 0,34$
KATTEGATT				
Anholt	1923-39, 1947-48, 1950-68	38	$Y = -0,16 + 1,01X$	$\pm 0,20$
Vinga	1930-39, 1947-65	29	$Y = 0,37 + 0,98X$	$\pm 0,17$

Tabellerna visar att en uppskattning av yttemperaturens medelvärde i augusti kan göras med förhållandevis god noggrannhet inom ett relativt vidsträckt område från en plats med känt värde.

Av figurerna 3:10-11 framgår det dessutom att åren 1923, 1928-29, 1958, 1961-62 och 1964-65 var kalla och åren 1925, 1927, 1937-39, 1950, 1955, 1959 och 1968 var varma, bedömt efter yttemperaturerna i augusti.

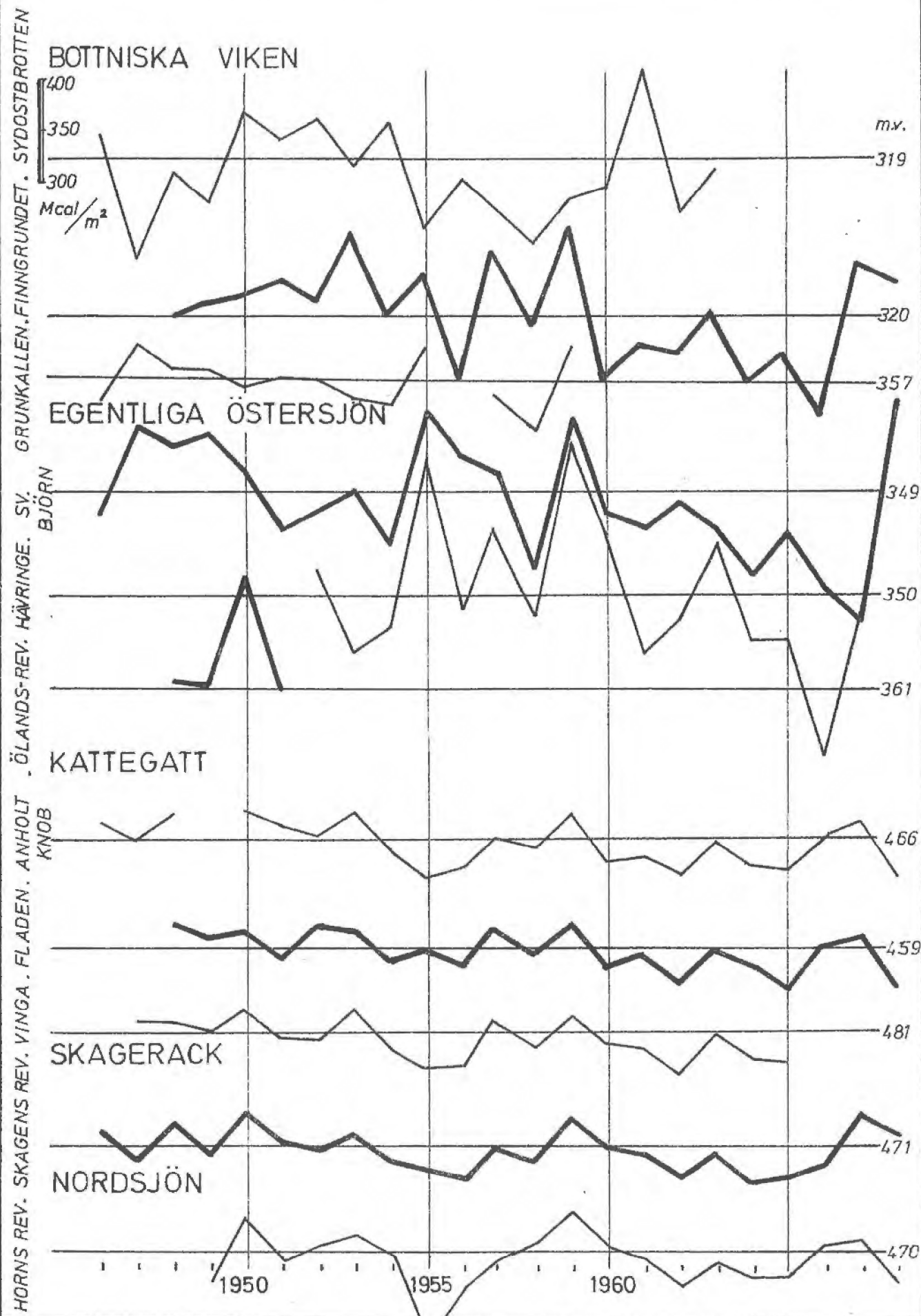
I ett försök att karakterisera olika år som "varma" eller "kalla" enligt den andra nämnda metoden, har värmeinnehållet i en vattenpelare, som sträcker sig från ytan ned till 30 m och har 1 m² basyta, beräknats (se figurerna 3:12-13). Beräkningarna är utförda med medeltemperaturerna i augusti månad, eftersom dessa i regel ger högsta värdet.



SMHI
HBOVärmeinhåll mellan 0 och 30 m djup
i augustiHeat content between the surface and
30 m depth during August

Figur 3:13

1946-68



Undersökningen syftar inte till att bestämma hela Östersjöns vattenuppvärmning. För detta krävs observationer ned till haloklinen på 50 - 70 m djup i ett flertal punkter runt hela Östersjön under såväl vinter som sensommar. Den enkla metod att beräkna Östersjöns uppvärmning, som Wallerius (3) använt sig av, har inte någon större noggrannhet. Wallerius antog att medeltemperaturen för de översta 25 m var 0°C i Östersjön utom vid Ölandsrev ($+1^{\circ}\text{C}$) under årets kallaste period. Motsvarande värde för Västkusten bedömdes vara $+2^{\circ}\text{C}$. Enligt observationerna vid Svenska Björn åren 1923-68 var differensen mellan högsta och minsta medeltemperatur för årets kallaste månad över $2,5^{\circ}\text{C}$. Denna värmeinnehållsdifferens motsvarar hälften av värmeinnehållsskillnaden mellan den varmaste och kallaste augustimånaden vid samma plats.

De i undersökningen använda fyrskeppen är belägna utefter den svenska kusten, och observationerna når endast vid ett fåtal platser ned till 45 - 50 m djup. Dessutom kan det ifrågasättas om inte till exempel Ölandsrev är för lokalt påverkat med för låga värmeinnehållsvärden som följd för att kunna kvantitativt representera egentliga Östersjön. Emellertid visar de höga korrelationstalen mellan värmeinnehåll beräknat för 0 - 30 m och större djupintervall (se tabell 3:6) att höga värmeinnehåll 0 - 30 m ett år även betyder högt värmeinnehåll utefter svenska kusten. Normalt sett torde detta innebära stort värmeinnehåll i hela Östersjön, men vid ihållande ostvindar under augusti kan termoklinens snedställning ge för höga värden vid svenska kusten. På motsvarande sätt kan de under sommaren mycket vanliga sydvästvindarna ge för låga värden. Åren 1936 och 1937 var instrålningen under uppvärmningsperioden ungefär densamma med något högre värde det första året. Trots detta visar år 1936 väsentligt lägre värmeinnehållsvärden än år 1937. Detta kan åtminstone delvis bero på att under augusti 1936 dominerade en relativt stark sydvästvind, medan vinden samma månad 1937 var ihållande ostnordostlig.

Tabell 3:6. Korrelation mellan värmeinnehållet i medeltal i djupintervallet 0-30 m (X) och i djupintervallen 0-40 m, 0-45 m respektive 0-50 m (Y)₂ vid olika fyrskepp under augusti månad (Mcal/m^2)

Område	Djupintervall	Undersökta år	Antal år	Framräknat förhållande	Korrelationskoefficient
BOTTNISKA VIKEN					
Sydostbrotten	0-45 m	1923-40, 1942-50	27	$Y = -22 + 1,23X$	0,997
Sydostbrotten	0-40 m	1951-63	13	$Y = -135 + 1,54X$	0,945
Grundkallen	0-50 m	1923-39, 1946-47	19	$Y = -53 + 1,47X$	0,965
Grundkallen	0-40 m	1948-55, 1957-59	11	$Y = -10 + 1,18X$	0,957
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN					
Svenska Björn	0-40 m	1948-62	15	$Y = -16 + 1,21X$	0,992
Hävringe	0-40 m	1952-67	16	$Y = -3,7 + 1,16X$	0,995
Ölandsrev	0-45 m	1924-40, 1946-47	19	$Y = -26 + 1,32X$	0,989
KATTEGAT					
Fladen	0-40 m	1924-39, 1948-68	37	$Y = -48 + 1,33X$	0,940
Vinga	0-40 m	1930-39, 1947-65	29	$Y = -7,9 + 1,28X$	0,911

Korrelationen mellan olika stationers värmeinhåll under augusti inom dels Östersjön, dels Kattegatt är god, se tabellerna 3:7 och 3:8, men mindre god mellan dessa områden. Den goda korrelationen mellan Fladens och Horns Revs värmeinhåll tyder på att värmeinhållet per ytenhet är likartat i Kattegatt och Nordsjön. Här kan man dock inte bortse från ett rätt betydande advektivt vattenutbyte.

Tabell 3:7. Korrelation mellan värmeinhållet i medeltal under augusti månad i djupintervallet 0-30 m vid Svenska Björn (X) och andra fyrskepp (Y)

Område	Undersökta år	Antal år	Framräknat förhållande	Korrelations- koefficient
BOTTNISKA VIKEN				
Sydostbrotten	1923-39, 1946-63	35	$Y = 940 - 1,74X$	-0,120
Finngrundet	1948-68	21	$Y = 16 + 0,89X$	0,557
Grundkallen	1923-39, 1946-55, 1957-59	30	$Y = 79 + 0,78X$	0,680
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN				
Hävringe	1952-67	16	$Y = -210 + 1,68X$	0,782
Ölandsrev	1924-39, 1946-51	22	$Y = -380 + 2,06X$	0,673
KATTEGATT				
Anholt	1923-39, 1946-48, 1950-68	39	$Y = 410 + 0,16X$	0,242
Fladen	1923-39, 1948-68	38	$Y = 390 + 0,20X$	0,362
Vinga	1930-39, 1946-65	30	$Y = 390 + 0,25X$	0,492
SKAGERACK				
Skagens Rev	1923-39, 1946-68	40	$Y = 400 + 0,21X$	0,397
NORDSJÖN				
Horns Rev	1923-39, 1949-68	37	$Y = 460 + 0,041X$	0,058

Tabell 3:8. Korrelation mellan värmeinhållet i medeltal under augusti månad i djupintervallet 0-30 m vid Fladen (X) och andra fyrskepp (Y)

Område	Undersökta år	Antal år	Framräknat förhållande	Korrelations- koefficient
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN				
Svenska Björn	1923-39, 1948-68	38	$Y = -1950 + 4,95X$	0,362
Ölandsrev	1924-39, 1948-51	20	$Y = -2700 + 6,50X$	0,453
KATTEGATT				
Anholt	1923-39, 1948, 1950-68	37	$Y = -44 + 1,10X$	0,899
Vinga	1930-39, 1948-65	28	$Y = 8 + 1,01X$	0,860
SKAGERACK				
Skagens Rev	1923-39, 1948-68	38	$Y = 9 + 1,00X$	0,678
NORDSJÖN				
Horns Rev	1923-39, 1949-68	37	$Y = -83 + 1,20X$	0,668

Wallerius (3) fann att värmestillskotten till Östersjön via regn- och flodvatten var relativt betydelselösa. Det ovanstående skulle därför indikera att värmeinhållet - främst i Östersjön - var i första hand beroende på de storskaliga meteorologiska faktorerna och i synnerhet på instrålningen under uppvärmningsperioden. En jämförelse av antalet soltimmar under uppvärmningsperioden mellan olika kuststationer visar en bra överensstämmelse. Således är antalet soltimmar högt utmed hela svenska kusten ett varmt år. Korrelationerna mellan antalet soltimmar i Visby under uppvärmningsperioden

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..

och värmeinnehållet i djupintervallet 0-30 m vid Östersjöns fyr-skepp under augusti låg omkring 0,7, vilket får betecknas som tillfredsställande bevis för ett mycket starkt samband, i synnerhet som inte de ovan nämnda kusteffekterna beaktades vid beräkningarna.

Rent generellt kan sägas att variationerna i värmeinnehållet mellan olika år är betydligt mindre och värmeinnehållet i medeltal större vid västkusten än i Östersjön. Detta beror på det stora vattenutbytet mellan Kattegatt-Skagerack och Nordsjön, som i sin tur står i öppen förbindelse med Atlanten. Därmed försvagas variationerna och utjämnas årskurvan.

Termoklinens läge i Bottenhavet påverkas i hög grad av vinden. Effekten härav visar sig i den motvariation hos värmeinnehålls-kurvorna för Grundkallen och Sydostbrotten, som vanligen förekommer. Grundkallens kurva liknar dessutom oftast kurvorna från egentliga Östersjön på grund av närheten, medan Sydostbrotten intar en särställning.

Av figurerna 3:12-13 framgår, att åren 1923, 1928-29, 1956, 1958, 1962 och 1964-66 var kalla och åren 1930, 1934-39 och 1959 var varma bedömt efter värmeinnehållen i djupintervallet 0-30 m i augusti.

En samtidig bedömning med de båda metoderna ger vid handen att åren 1923, 1928-29, 1962 och 1964-65 var kalla samt att åren 1937-39 och 1959 var varma. Jämförelser under åren 1967-70 av de i bilaga III redovisade årscyklerna visar att även 1969 var ett varmt år.

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research.

2. The second part of the report is a detailed description of the methodology used in the study. It includes information about the sample size, the data collection methods, and the statistical analysis techniques.

3. The third part of the report is a presentation of the results of the study. It includes tables and graphs showing the data and the statistical analysis results. The results are discussed in the context of the research objectives.

4. The fourth part of the report is a discussion of the findings of the study. It discusses the implications of the results and the limitations of the study. It also provides suggestions for future research.

5. The fifth part of the report is a conclusion. It summarizes the main findings of the study and provides a final statement on the importance of the research.

4. DYGNSVARIATIONER

Värmeenergiutbytet med atmosfären varierar även periodiskt med periodlängden ett dygn. Detta orsakar en dygnsvariation i havets ytemperatur.

Utstrålningen jämte avdunstningen och konvektionen skapar nattetid vanligen en nettovärmetransport från havsytan till atmosfären, varför ytemperaturen sänks. Precis som vid den årliga temperaturvariationens avkylningsperiod bildas en termisk konvektion och ytvattnet sjunker. När sedan solen går upp och instrålningen blir tillräckligt stark för att nettovärmetransporten skall ändra riktning, höjs ytemperaturen. Största delen av instrålningen förmår endast tränga ned i ett några meter tjockt ytskikt. Är den vertikala omblandningen liten, beroende på svag vind, stannar därför den mesta värmeenergin kvar där och ytemperaturen ökar snabbt. Vid hårdare vindar fördelas däremot värmets över större djupintervall, varför ytemperaturen stiger mer långsamt.

Lufttemperaturen ökar snabbare än ytvattentemperaturen och blir snart högre än denna. Därmed blir skiktningen i luften ovan gränsytan vatten-luft stabil, vilket medför en sämre konvektiv värmetransport från vattenytan upp i atmosfären. Avdunstningen hämmas även av den stabila skiktningen vid gränsytan.

Vattentemperaturen stiger under dagen ända till dess värmeenergens nettotransport blir negativ, vilket sker någon gång på eftermiddagen. Om lufttemperaturen under natten blir lägre än vattentemperaturen blir skiktningen vid gränsytan instabil. Konvektionen och avdunstningen förstärks då.

Dygnsvariationens storlek ändras under året eftersom de olika värmetransportparametrarna varierar enligt ovan beskrivna mönster. Detta innebär att dygnsamplituden oftast har sitt maximum i juni och sitt minimum i december-januari.

Månadsmedelvärden för dygnsamplituden vid Ringhals på västkusten under perioden juni-november 1970 på 0,5 m djup redovisas i tabellen nedan.

Tabell 4:1

Månad	Ringhals 0,5 m dygnsamplitud, °C	Göteborg totalinstrålning, cal/cm ²	Göteborg medelvindhastig- het, m/s
juni	0,39	16 793	2,8
juli	0,11	11 368	3,8
augusti	0,17	11 704	2,8
september	0,09	7 193	3,3
oktober	0,06	3 250	3,4
november	0,07	1 088	4,4

Temperaturvärdena är uppmätta med automatiskt registrerande temperaturinstrument av typ Aanderaa med registrering var 30:e minut.

De i tabellen upptagna dygnsamplituderna är således månadsmedelvärden. Betraktas enskilda värden finner man ibland naturligtvis stora avvikelser från dessa medelvärden. Dagarna 16 - 20 juni 1970 hade stor instrålning och mycket lugnt väder, vilket hade till följd att dygnsvariationerna blev stora. Även stegringen i vattentemperaturen på 0,5 m djup från det ena dygnet till det andra var betydande. I figur 4:1 är temperaturen på 0,5 m jämförd med lufttemperaturen vid Nidingen under dessa dagar. Lufttemperaturen har större dygnsamplitud med lägre temperatur på natten och högre på dagen, samt är fasförskjuten jämfört med ytvattentemperaturen.

Tabell 4:2

Datum	Ringhals Max - min, °C (=2 x dygnsampl)	Ringhals Dygnsökning °C	Göt borg Totalinstrålning cal/cm ²
16.6	2,98	1,24	665
17.6	1,37	0,30	637
18.6	1,91	0,79	686
19.6	3,23	1,66	679
20.6	1,83	0,20	671
medel	2,26	0,80	668

Figur 4:1 visar även hur den på eftermiddagen den 17 och 18 juni tilltagande vinden deformerar den jämna periodiska vattentemperaturkurvan. Den höga instrålningen och den på förmiddagen låga vindhastigheten gav en snabb höjning av yttemperaturen. När sedan vinden tilltog ökade den vertikala omblandningen och den tillförda värmen fördelades över större djup. Därför sjönk yttemperaturen sakta.

Som jämförelse till Ringhals kan nämnas en observerad dygnsrytm i skärgården utanför Trosa under dagarna 18 - 20 juli 1968. Mätningarna utfördes med en automatiskt registrerande kombinerad ström- och temperaturmätare av typ Aanderaa med registrering var 10:e minut på 1 m djup i det grunda Bokösund. Detta sund är 3,8 m djupt, har en ungefärlig tvärsnittsytta på 330 m² och ligger i ett trångt skärgårdsområde mellan Hållsfjärden och Fifongsdjupet, se figur 4:2. På sundets ena sida ligger den grunda och skyddade Gillisviken, i vilken det instrålade värmets ofta stannar i ett relativt tunt ytskikt. I det något mer öppna området nordost Bokösund blandas värmets däremot ned till något större djup.

Vindhastigheten var under mätningarna 18 - 20 juli låg, varför vindens transportförmåga och omblandningseffekt var så liten att de olika vattenmassornas särart bevarades och den höga instrålningen kunde skapa ett tämligen starkt skiktat vatten i Gillisviken. En seiche med ca 1 3/4 timmars period orsakade omväxlande in- och utströmmar i Bokösund. Figur 4:2 visar att ström från Gillisviken ger höga temperaturer medan motsatt ström ger låga temperaturer. Temperaturväxlingen var upp till 2°C på 10 minuter. Vattenmassorna från de två områdena kan alltså särskiljas ur temperaturkurvan, eftersom de låga temperaturerna tillhör den yttre vattenmassan och de höga temperaturerna den inre vattenmassan.

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

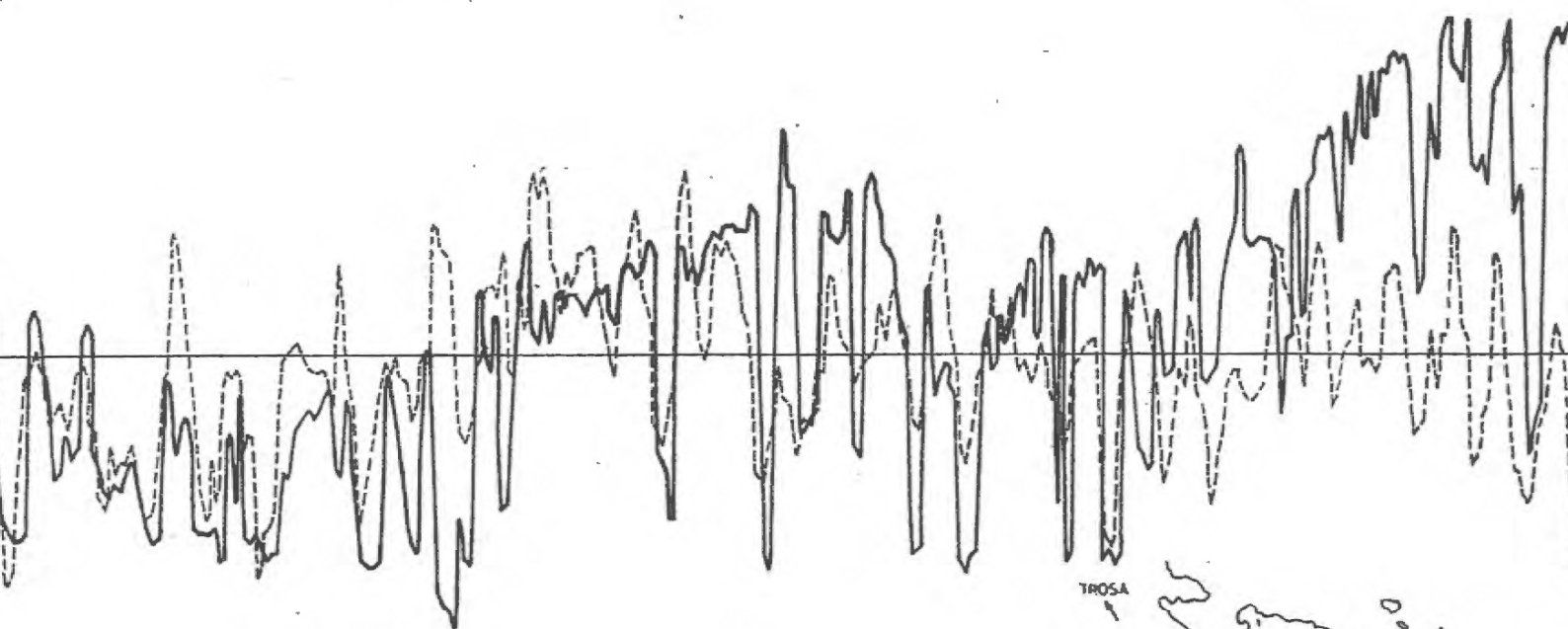
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

— Temp.

- - - Ström



19.7
kl 12⁰⁰

20.7
kl 12⁰⁰



I Gillisviken skedde en temperaturökning från dag till dag, beroende på att nettovärmetransporten till vattnet i medeltal var positiv under dessa dagar. Den 18 juli var uppvärmningen ca $0,5^{\circ}\text{C}$ och den 19 juli ca $0,4^{\circ}\text{C}$. Totalinstrålningen uppmättes i Stockholm till $400 - 450 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{dygn}$. Om hänsyn toges till avdunstning, utstrålning och konvektiv värmeledning bör ca $120 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{dygn}$ av totalinstrålningen bidra till Gillisvikens uppvärmning, vilket motsvarar att ett i genomsnitt 3 m tjockt skikt uppvärms $0,4^{\circ}\text{C}$. Detta överensstämmer relativt väl med topografin och temperaturökningen i Gillisviken. O H Johnsson (4) har uppmätt värmebudgetvärden i sjön Klänningen, som styrker den gjorda beräkningen. Klänningen tillhör Trosaåns vattensystem och är belägen ca 3 mil ifrån Gillisviken.

För en beräkning av tidpunkterna för dygnstemperaturens maximum och minimumvärden kan följande förutsättningar antagas gälla. I mitten av juli går solen upp kl 3 och ned kl 21. Instrålningen varierar sinusformat längs dagen med maximum kl 12 och minimum kl 3 och kl 21, samt sätts lika med noll före kl 3 och efter kl 21. Värmeavgivningen varierar sinusformat med minimum kl 4 och maximum kl 16 och amplituden är förhållandevis liten. Med dessa förutsättningar erhålles ett teoretiskt beräknat vattentemperaturminimum något före kl 6 och maximum något före kl 18. Dessa tidpunkter kan jämföras med Bokösunds ytemperatur som hade sitt minimum mellan kl 2 och 6 och sitt maximum mellan kl 17 och 21.

5. STATISTIK ÖVER TEMPERATURENS MAXIMALA VARIATION UNDER 1 TIMME, 6 TIMMAR OCH 24 TIMMAR ÅREN 1967-70

De naturliga temperaturvariationerna i ett område är av intresse att känna till i flera sammanhang, bland annat i samband med studier av naturliga biologiska förhållanden i ett vattenområde. Detta gäller även vid bedömningar av eventuella effekter på växt- och djurliv av planerade kylvattenutsläpp från värmekraftverk och andra industrier. Av speciellt stort intresse är de största temperaturförändringar som uppträder under en viss tidsperiod. Med hjälp av SMHI:s observationer med automatiskt registrerande temperaturmätare (typ Aanderaa med elva termistorer på olika nivåer) på ett antal platser längs den svenska kusten, har därför med hjälp av dator upprättats en statistik över den maximala temperaturvariationen under tidsperioderna 1 respektive 6 timmar per dag och den totala förändringen samma dygn; i varje vertikal för varje djup och månad. I figur 5:1 visas ett exempel på hur metoden fungerar.

För varje dygn för sig låter man 1-timmes- och 6-timmarsintervallen rulla framåt ett mätvärde i taget. Starten sker med mittpunkten av intervallet på dygnets första temperaturregistrering och rullningen stoppas när mittpunkten nått dygnets sista registrering, det vill säga en viss överlappning sker (se i exemplet 6-timmarsintervallet för den 13 juni). Därefter väljs det intervall som hade störst temperaturvariation ut och det får representera dygnet i statistiken. 24-timmarsintervallet har fasta gränser (kl 0 och 24) och uppvisar alltså dygnets temperaturmaximum minus dess temperaturminimum. I figur 5:1 är de utvalda intervallen för tre dygn utritade. Eftersom endast ett värde per dygn för varje tidsintervall tas med i statistiken blir högsta antalet värden per intervall och månad 31. Resultaten redovisas något förenklat i bilaga IV, där för åskådlighetens skull en indelning i intervallen $\Delta T < 0,50^{\circ}\text{C}$, $0,50 - 1,50^{\circ}\text{C}$ samt $> 1,50^{\circ}\text{C}$ har utförts. Den vänstra stapeln för varje mät-nivå är statistiken över de maximala 1-timmesvariationerna, den mittersta över de maximala 6-timmarsvariationerna samt den högra över de maximala variationerna under 24 timmar. Dessa tre staplar är i figuren centrerade kring mät djupet enligt skalan nedtill.

Figur 5:1 visar också hur tre olika typer av temperaturförlopp ger olika fördelningar av temperaturvariationen. Den 12 juni 1970 steg temperaturen på 4 m djup i Forsmarks vertikal 130 nästan hela dagen. Denna temperaturförändring var slutfasen i en 4 - 5 dagar lång störning förorsakad av starka nordvästvindar, vilka pressade ner det varma ytvattnet i Öregrundsgrepen. Två störningar med ca 12 timmars period är överlagrade den långa svängningen och detta gör att maximala temperaturvariationerna under 1 timme respektive 6 timmar ändå i förhållande till 24-timmarsvariationen är 5:24 respektive 10:24 (de teoretiskt minsta förhållandena fås då temperaturutvecklingen sker utefter en rät linje och är därför 1:24 respektive 6:24, det teoretiskt största förhållandet är givetvis 24:24).

Den 13 juni domineras temperaturbilden av två jämna svängningar med ca 12 timmars period och detta får till följd att den maximala temperaturvariationen under 6 timmar är nästan lika stor som den är under hela dygnet. 1-timmesvariationen är fortfarande liten i förhållande till de övriga.

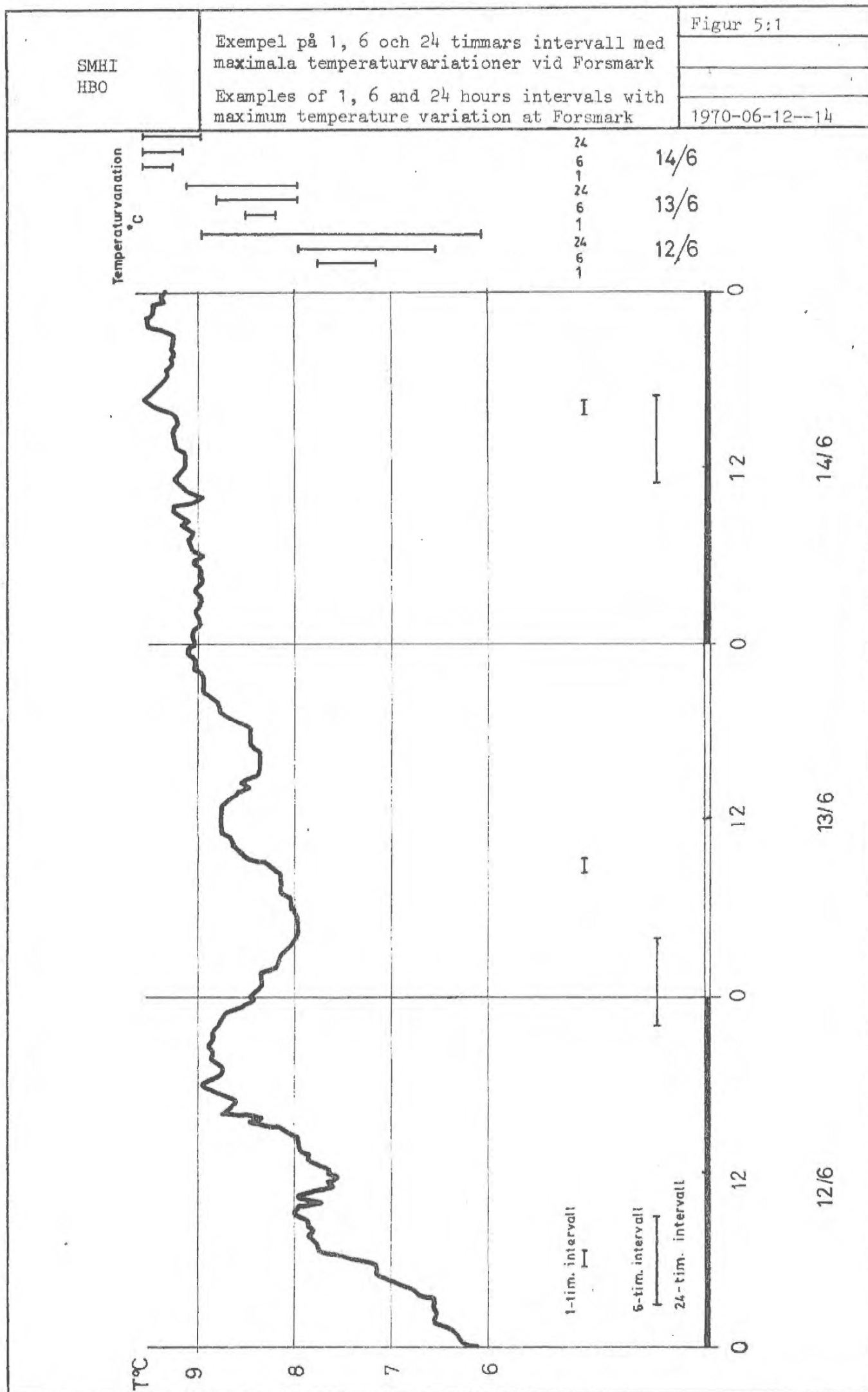
1. 1990年12月25日，在俄罗斯莫斯科市，俄罗斯联邦总统叶利钦在克里姆林宫正式签署《俄罗斯联邦宪法》，宣布俄罗斯联邦正式成为民主国家。

[illegible]

•

•

9





Dagen därpå är bilden förändrad. Temperaturvariationerna har perioder på 1 - 4 timmar och förhållandet mellan maximala temperaturvariationerna under 1 timme och hela dygnet är 12:24. Vid stabila väderförhållanden eller i nästan homogena vattenmassor är denna bild den dominerande. Variationerna är då sällan stora och perioderna mycket korta.

Situationer som liknar bilden den 12 juni 1970 i Forsmark skapas bland annat i ytlagret vid uppvärmningen på våren och med motsatt förlopp vid avkylningen på hösten. Långperiodiska temperaturförändringar på djup omkring språngskiktet orsakas ofta av de långperiodiska vindförändringar som hör ihop med förbipasseringen av låg- eller högtryck. I vikar som Öregrundsgrepen kan dessa språngskiktsvariationer bli avsevärt större än ute vid öppna kusten, vilket förklarar de stora temperaturvariationerna här jämfört med Landsort och Simpevarp (bilaga III:1).

Interna vågor med tidvattenperioder är vanliga på västkusten och ger då i princip samma bild som temperaturvariationen den 13 juni 1970 i Forsmark. I bilaga IV:10 syns tydligt vilken effekt detta har i statistiken över Ringhals vertikal 8 på djup omkring 15 m, vilket var språngskiktets medeldjup sommaren och hösten 1968. Staplarna för den maximala temperaturvariationen under 6 respektive 24 timmar är mycket lika trots de stora variationerna.

Betraktas enbart temperaturen till och med 40 m djup, finner man enligt kapitel 3 att vattnet i Östersjön nästan är homotermt under perioden oktober-april. Temperaturvariationerna är då av denna anledning mycket små i det nämnda vattenskiktet. Under sommaren däremot är temperatursprångskiktet väl utbildat med den starkaste temperaturgradienten i juni-juli. Ett stycke ovanför och nedanför språngskiktet är temperaturen relativt konstant. När språngskiktet förflyttas förbi en termistor i dessa djupnivåer blir utslaget därför stort. Eftersom språngskiktet hela tiden är något i rörelse registrerar termistorerna i närheten av dess jämviktsläge ofta stora temperaturvariationer. Språngskiktets huvudsakliga nivåfördelning under sommarmånaderna kan därför avläsas i nivåfördelningen av temperaturdifferenserna större än exempelvis $1,5^{\circ}\text{C}$.

På västkusten däremot är vattnet i det närmaste homotermt bara under någon vecka i april och oktober då ytskiktets uppvärmning respektive avkylning och djupskiktets avkylning respektive uppvärmning ger ungefär samma temperaturer i de två skikten (se till exempel bilaga III:41). I övrigt är den vertikala temperaturdifferensen tillräcklig för att ge stora variationer runt språngskiktets jämviktsläge. Även här gäller att fördelningen av temperaturvariationerna större än $1,5^{\circ}\text{C}$ speglar språngskiktets statistiska nivåfördelning i djupled.

I Öresund bildas en front mellan Östersjöns och Kattegatts vatten, med ofta relativt stor horisontell temperaturgradient i Öresund som följd. Norr om tröskeln ligger oftast språngskiktet mellan de två vattenmassorna kring 10 - 15 m djup. Liksom i Västerhavet och i Östersjön skapas stora temperaturvariationer i nivåer omkring språngskiktets vertikala jämviktsläge.

1. The first part of the report
describes the general situation
of the country in 1960.

2. The second part of the report
describes the economic situation
of the country in 1960.

3. The third part of the report
describes the social situation
of the country in 1960.

4. The fourth part of the report
describes the cultural situation
of the country in 1960.

5. The fifth part of the report
describes the political situation
of the country in 1960.

6. The sixth part of the report
describes the international situation
of the country in 1960.

Eftersom utflödet från Östersjön emellertid fluktuerar skapar även den horisontella gradienten temperaturvariationer ovan tröskeldjupet. Denna horisontella gradient är dock svagare än den vertikala, varför dessa variationer blir mindre. Se bilaga IV:8-9.

Den största uppmätta naturliga variationen under vissa år och under 1 timme, 6 timmar och 24 timmar på olika djup och i olika områden runt Sverige visas i nedanstående tabell.

Tabell 5:1

1-timmes maxvariation ($^{\circ}\text{C}$)

Område	År	Djup, m						
		0,5	5-6	10-11	15-16	20-21	25-26	30-31 40-41
BOTTNISKA VIKEN								
Forsmark	1970		8,12	5,82	4,18	3,23	2,78	
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN								
Landsort	1969		2,63	2,65	4,36	4,22	3,75	3,85
Simpevarp	1970	1,87	1,74	3,79	3,57	2,97		
ÖRESUND								
Barsebäck	1967		2,12	4,78	5,00			
KATTEGATT								
Ringhals	1968		1,94	7,53	10,81			
Ringhals	1970		3,48	4,77	13,45			
SKAGERACK								
Brofjorden	1969		3,49	3,76	2,91	2,27		

6-timmars maxvariation ($^{\circ}\text{C}$)

Område	År	Djup, m						
		0,5	5-6	10-11	15-16	20-21	25-26	30-31 40-41
BOTTNISKA VIKEN								
Forsmark	1970		10,13	7,09	6,08	5,54	5,95	
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN								
Landsort	1969		3,18	4,29	7,56	9,61	8,11	7,25
Simpevarp	1970	4,47	3,38	6,20	5,71	4,18		
ÖRESUND								
Barsebäck	1967		3,24	6,71	5,41			
KATTEGATT								
Ringhals	1968		2,36	11,50	11,94			
Ringhals	1970		7,70	8,37	14,37			
SKAGERACK								
Brofjorden	1969		5,34	7,48	4,88	5,18		

24-timmars maxvariation ($^{\circ}\text{C}$)

Område	År	Djup, m						
		0,5	5-6	10-11	15-16	20-21	25-26	30-31 40-41
BOTTNISKA VIKEN								
Forsmark	1970		10,57	7,12	6,72	6,94	6,40	
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN								
Landsort	1969		3,15	5,69	10,53	11,71	11,28	8,52
Simpevarp	1970	6,43	6,41	7,04	8,04	4,47		
ÖRESUND								
Barsebäck	1967		3,90	7,76	6,71			
KATTEGATT								
Ringhals	1968		3,51	11,56	12,20			
Ringhals	1970		7,86	8,58	14,37			
SKAGERACK								
Brofjorden	1969		7,65	8,90	5,55	5,37		

1. The first part of the document
 2. The second part of the document
 3. The third part of the document

4. The fourth part of the document
 5. The fifth part of the document

6. The sixth part of the document
 7. The seventh part of the document

8. The eighth part of the document
 9. The ninth part of the document
 10. The tenth part of the document
 11. The eleventh part of the document
 12. The twelfth part of the document

13. The thirteenth part of the document
 14. The fourteenth part of the document
 15. The fifteenth part of the document
 16. The sixteenth part of the document
 17. The seventeenth part of the document
 18. The eighteenth part of the document

19. The nineteenth part of the document
 20. The twentieth part of the document
 21. The twenty-first part of the document
 22. The twenty-second part of the document
 23. The twenty-third part of the document
 24. The twenty-fourth part of the document

25. The twenty-fifth part of the document
 26. The twenty-sixth part of the document
 27. The twenty-seventh part of the document
 28. The twenty-eighth part of the document
 29. The twenty-ninth part of the document
 30. The thirtieth part of the document

31. The thirty-first part of the document
 32. The thirty-second part of the document
 33. The thirty-third part of the document
 34. The thirty-fourth part of the document
 35. The thirty-fifth part of the document
 36. The thirty-sixth part of the document

Kylvatten som släpps ut från värmekraftverk lägger sig vanligen under en stor del av året ovanpå recipientvattnet som ett tunt skikt. Härvid skapas en stark både horisontell och vertikal temperaturgradient mellan det uppvärmda vattnet och det kallare recipientvattnet. Eftersom det uppvärmda, förhållandevis tunna skiktet flyter relativt friktionslöst på recipientvattnet, kan vindkantringar få kylvattenplymen att snabbt ändra utbredningsriktning.

År 1970 släppte Karlshamnsverket vid full drift ut $10,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kylvatten uppvärmt ca 9°C dygnet runt. Verket var ej i drift under perioden 24 juli - 24 augusti, men kördes med full effekt under perioden 29 augusti - 29 september. I en mätvertikal (T1) 800 m från utsläppsplatsen, registrerades temperaturen ned till och med 15 m djup. En jämförelse mellan temperaturvariationerna i mätvertikalen under de nämnda tidsperioderna finns i figur 5:2.

Jämförelsen visar hur starkt ytvattnet påverkas av kylvattenutsläppet. Anmärkningsvärt är att det vattenlager, som får märkbara skillnader mellan tidsperioderna i statistiken över temperaturvariationerna, endast är någon meter tjockt. Det visar sig även att av den från kylvattnet härrörande temperaturvariationen sker största temperaturförändringen redan inom en timme, medan de naturliga temperaturförändringarna i ytskiktet sker långsammare. Största variationen på 0,5 m djup under en timme var $2,33^\circ\text{C}$ i den första perioden och $4,37^\circ\text{C}$ i den andra.

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the methodology used in the study. It discusses the data sources, the data collection methods, and the data analysis methods. It also provides a brief overview of the results of the study.

3. The third part of the report is a discussion of the results of the study. It discusses the findings of the study and their implications. It also provides a brief overview of the conclusions of the study.

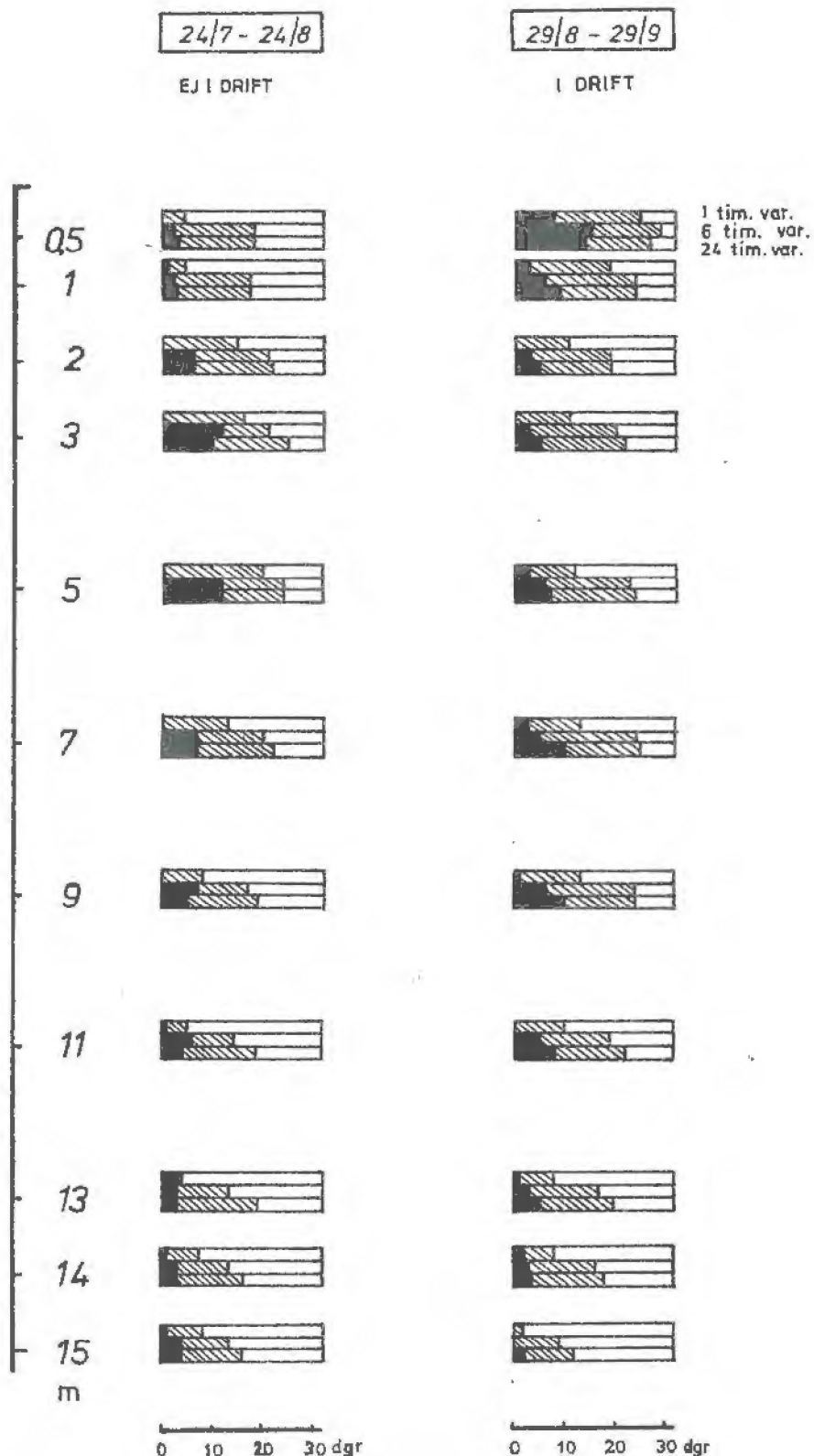
SMHI
HBOJämförelse av 1, 6 och 24 timmars
maximala temperaturvariationer vid
Karlshamn mellan perioder med och
utan kylvattenutsläpp

Figur 5:2

1970-07-24--09-29

- ☐ < 0,5 °C
☒ 0,5 - 1,5
☒ > 1,5

Comparison of 1, 6 and 24 hours maximum
temperature variations at Karlshamn between
periods with and without cooling water
discharge



6. STATISTIK ÖVER TEMPERATURSPRÅNGSKIKTET STYRKA OCH LÄGE ÅREN 1967-70

SMHI:s observationer med automatiskt registrerande temperaturmätare har även använts för beräkning av djupläget och styrkan av temperaturgradientens maximum. Detta maximum har beräknats medelst linjär interpolation mellan termistorernas temperaturangivelser. Genom att denna förhållandevis grova metod använts har upplösningen i det beräknade djupläget blivit något sämre än om en mer sofistikerad beräkning av den vertikala temperaturfördelningen utnyttjats. Den maximala temperaturgradientens styrka torde även ha beräknats till något för låga värden.

Instrumentens alla registreringar - vanligen 2 gånger/timme - har använts och därefter har en statistik för varje månad upprättats. Statistiken har ansetts representativ för månaden, om registreringar under minst halva månaden har kunnat utnyttjas.

Om termoklinen legat under största mätdjupet eller om temperaturgradienten under en viss period varit så svag att man inte kan tala om en termoklin, har ändå den starkaste gradienten under denna period beräknats. Härigenom ingår ett "falskt" språngskikt med låg styrka i statistiken. För att urskilja dessa bidrag har en uppdelning av värdena skett i två grupper, en där styrkan är upp till $0,5^{\circ}\text{C/m}$ och en där styrkan är över $0,5^{\circ}\text{C/m}$. Därefter har procenttalen för varje djup och styrkegrupp av det totala antalet registreringar i respektive månad framräknats. Se bilaga V. Dessa procenttal har i sin tur delats med avståndet mellan respektive termistorer så att den horisontella skalan i bilaga V:s diagram har blivit procent per meter. Staplarnas totala yta för varje månad har därmed blivit 100 %. Härigenom blir de olika diagrammen mera direkt jämförbara, oavsett mätdjupens vertikala fördelning.

Statistiken visar att temperaturgradienten är stark året om vid västkusten och att termoklinens läge vanligtvis är ovanför 20 m. Termoklinens läge sammanfaller helt naturligt ofta med haloklinens läge, eftersom stabiliteten här i högre grad förhindrar vertikal värmetransport.

Statistiken över temperatursprångskiktet i Öresund, representerat av Barsebäck, visar att även här sammanfaller termoklinen och haloklinen. Termoklinens läge varierar mellan 10 och 15 m, vilket vanligtvis strax norr om Öresunds tröskel utgör gränsdjupet mellan det sötare östersjövattnet och det saltare kattegattvattnet. Eftersom salthaltsgradienten mellan det sötare och saltare vattnet är stark, är ofta också temperaturgradienten stark.

Eftersom någon stark salthaltsskiktning ej förekommer i Östersjöns ytskikt är termoklinens styrka och läge i hög grad beroende av väderförhållandena. Fördelningen av övre språngskiktets läge är därför här mer utbredd i djupled än vid västkusten. Från och med oktober till och med april håller vinden och den termiska konvektionen vattnet i stort sett homotermt ända ned till den haloklin, som avgränsar djupvattnet och ligger på ca 60 m djup. Under försommaren, här representerad av juni månad, orsakar den stora instrålningen i kombination med ofta

svaga vindar en ytnära termoklin. Under sommarens gång sjunker den till i medeltal djupare nivåer, ca 30 - 40 m, och i augusti börjar den att försvagas, för att så småningom försvinna igen.

Vid jämförelser mellan de största beräknade temperaturgradientvärdena måste observeras att dessa värden ibland är baserade på observationer med instrument med olika vertikal termistortäthet. Således är enligt nedan den största uppmätta gradienten i Landsort $2,04^{\circ}\text{C/m}$ och i Karlshamn $7,68^{\circ}\text{C/m}$. Detta ger i Landsort, med ett termistoravstånd på 5 m, en temperaturskillnad på $10,20^{\circ}\text{C}$ mellan de två termistorerna. Däremot är temperaturdifferensen mellan 0 och 5 m i Karlshamn endast $5,95^{\circ}\text{C}$ trots den höga maxigradienten på 0,5 m djup. Vid stora termistoravstånd blir troligtvis värdet ytterligare förminskat och jämförelser med andra värden kan bli svåra att göra. Därför är även det aktuella termistoravståndet medtaget i nedanstående tabell där de högsta observerade temperaturgradienterna per område och år är uppställda.

Tabell 6:1. Funna maximala temperaturgradienter

Område	Datum	Max.temp.- gradient ($^{\circ}\text{C/m}$)	Gradientens läge (m)	Termistor- avstånd (m)
BOTTNISKA VIKEN				
Forsmark	1970-06-11	7,57	7,5	1,0
EGENTLIGA ÖSTERSJÖN				
Landsort	1968-07-18	1,56	38,5	5,0
Landsort	1969-08-26	2,04	13,5	5,0
Simpevarp	1970-10-03	2,45	22,0	2,0
Karlshamn	1970-07-08	7,68	0,8	0,5
ÖRESUND				
Barsebäck	1967-07-31	7,79	11,5	1,0
Barsebäck	1968-01-07	8,84	12,5	1,0
KATTEGATT				
Ringhals	1968-06-23	5,97	16,0	2,0
Ringhals	1970-06-26	13,44	13,5	1,0
SKAGERACK				
Brofjorden	1969-06-30	3,97	10,0	2,0

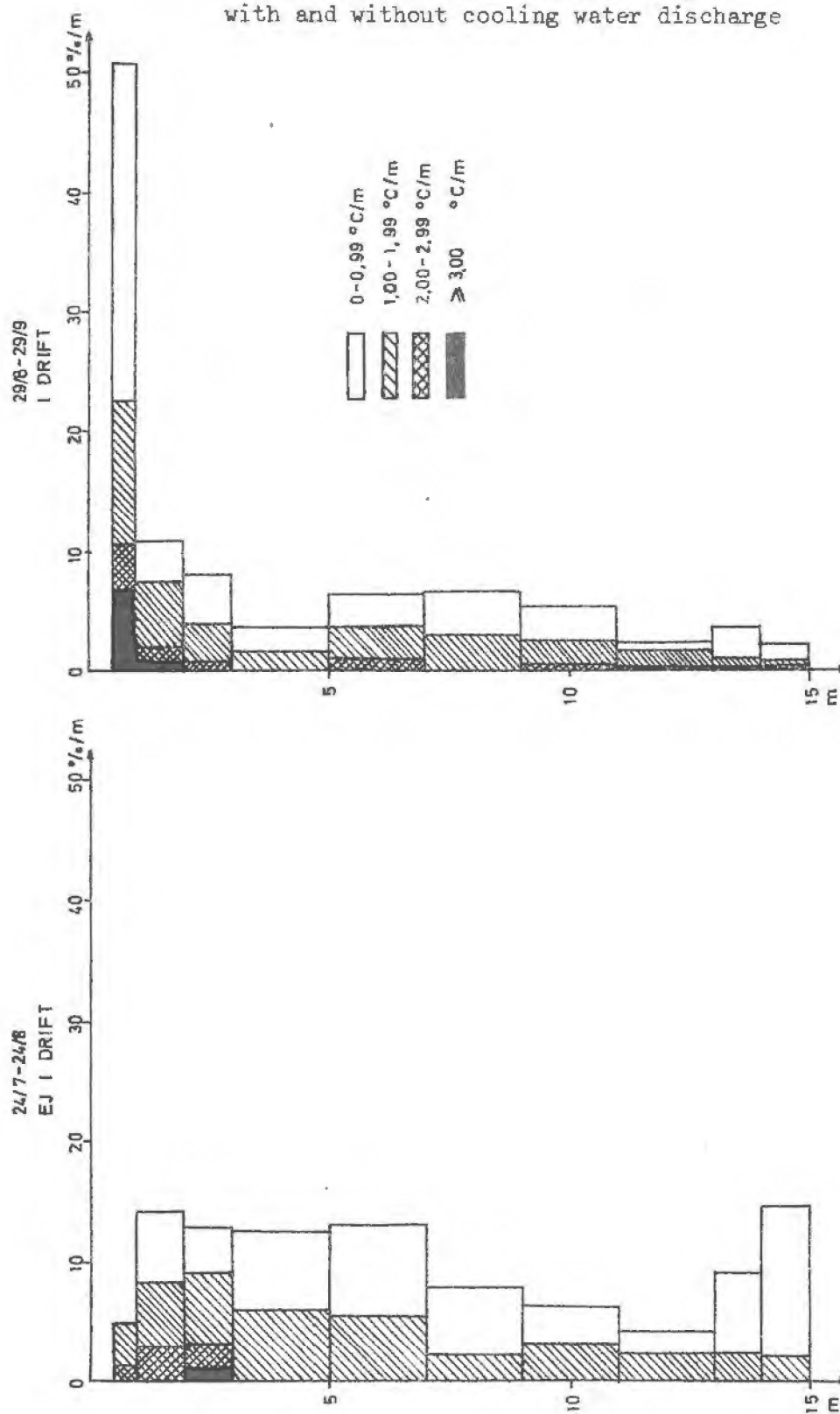
Hur ett värmeutsläpp kan påverka temperaturgradienten i ett närområde intill utsläppet belyses av en jämförelse mellan av kylvattenutsläpp opåverkade respektive påverkade förhållanden i Karlshamns vertikal T1 under perioden 1970-07-24--08-24 och perioden 1970-08-29--09-29 (se figur 6:1). Under den första perioden skedde inget utsläpp, medan $10,5 \text{ m}^3/\text{s}$ kylvatten uppvärmt ca 9°C släpptes dygnet runt i den andra perioden. Vertikal T1 ligger ca 800 m från utsläppsplatsen. Se även kapitel 5.

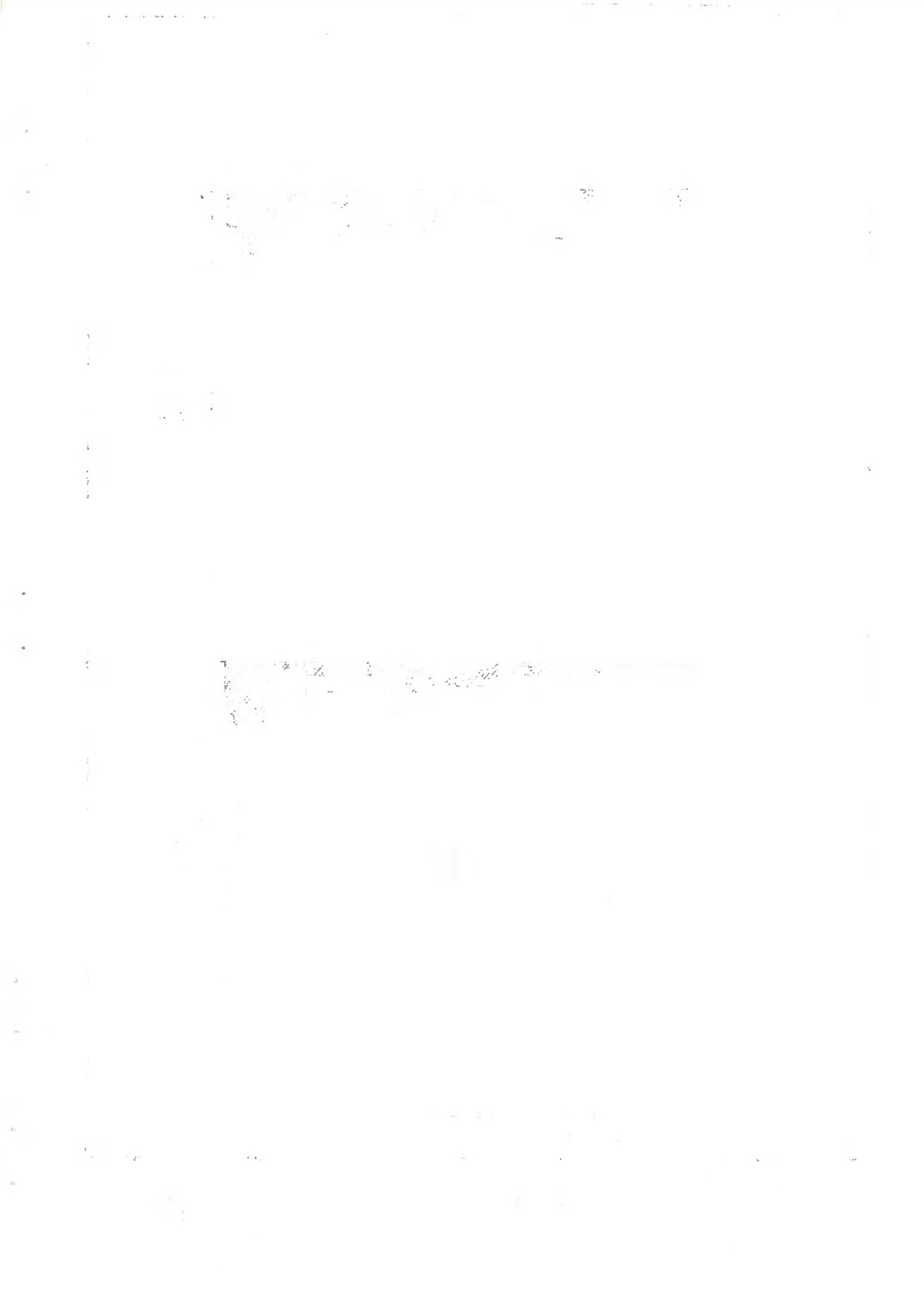
Kylvattnet lägger sig som ett relativt tunt ytlager på grund av sin låga täthet och skapar härmed ett ytterligare temperatursprångskikt. Den höga utsläppstemperaturen gör att vertikal T1 vid gynnsamma vindförhållanden ofta får höga temperaturgradienter vid ytan. Över 50 % av alla värden i statistiken ligger därför mellan 0,5 m och 1,0 m och det högsta värdet har beräknats till $11,80^{\circ}\text{C}$ per m. Detta bör jämföras med att 5 %

SMHI
HBOJämförelse av termoklinens styrka och
läge vid Karlshamn mellan perioder med
och utan kylvattenutsläpp

Figur 6:1

1970-07-24--09-29

Comparison of strength and depth of the
thermocline at Karlshamn between periods
with and without cooling water discharge



av värdena låg i ovanstående intervall och högsta värdet var $3,66^{\circ}\text{C/m}$ under första perioden. I normala fall (se övriga områden, speciellt i Östersjön) visar statistiken för augusti i genomsnitt högre gradientvärden än den för september. Dessutom brukar medelnivån för språngskiktets läge sjunka något.

TEMPERATUR - STRÖM

Vid horisontell temperaturskiktning kan horisontella strömmar transportera nya vattenmassor med annan temperatur över mätområdet. Ett exempel på detta är situationen i Trosa under perioden 1968-07-18--20, utförligare beskriven ovan i kapitel 4. Här var temperaturen i Bokösund beroende på om vatten från Gillisviken eller vatten utifrån Fifongsfjärden strömmade förbi. När strömmen växlade riktning ändrades temperaturen omedelbart, så när som på ca 10 minuters fördröjning i vissa fall (se figur 4:2).

Strömmar orsakar också en snedställning av täthetsfördelningen, utom nära kusten och över grunda områden, då friktionen mot botten ger större verkan än corioliskraften. Om man ser i strömmens riktning ställer sig gränsytan under strömmen med vänstra delen högre upp än den högra. Eftersom strömmen oftast växlar riktning just kring språngskiktet, kan denna snedställning orsaka stora temperaturdifferenser mellan två mätpunkter placerade vinkelrätt mot strömmen, trots att mätningarna utförs på exakt samma djup. I kapitel 3.3 omtalas jämförande mätningar tvärs Baltiska Strömmen, vilken är ett tydligt exempel på corioliskraftens verkan i Sveriges kustvatten.

Periodiska temperaturvariationer

Ytvågor kan generera interna vågor vid plötslig förändring i bottenpogrofin. På västkusten kan därför tidvattnet skapa interna vågor, vilka går ut från svenska kusten med en relativt stor amplitud. Figur 1 nedan visar de periodiska temperatursvängningarna på olika djup i Ringhals vertikal 8 under perioden 1968-08-04--08. Språngskiktets jämviktsläge låg dessa dagar på ca 15 m djup, varför de största temperaturvariationerna, i medeltal 5°C under en tidvattensperiod, observerades där.

Interna svängningar med tidvattenperioder förekommer mycket ofta vid västkusten (se även figur 4), och har visats av flera forskare däribland B Kullenberg (5), som 1932 uppmätte interna periodiska svängningar i flera stationer runt Fladen grund. Han fann då att förutom tidvattenperioderna M_2 , M_4 , S_2 och S_4 fanns även perioder på 11,0 timmar och 14,3 timmar. 11-timmarsperioden härrör antagligen från en seicheperiod i Kattegatt, medan 14,3-timmarssvängningen troligen är genererad av plötsliga tryck- eller vindförändringar, eftersom perioden är lika med tröghetssvängningens vid denna latitud. En undersökning av 11,0-timmarssvängning i Ringhals perioden 1968-07-14--29 gav signifikant resultat med medelamplituden 0,21°C på 15 m.

I likhet med seicheperioden på 11,0 timmar kan stående vågor, så kallade egensvängningar, uppstå i vikar och fjordar. En undersökning av Zeilon (6) visade sålunda en intern svängning i Gullmaren på 2 dygn, vilket motsvarar en fri grundsvängning i en vik av Gullmarens mått och hydrografi.

I den strax norr om Gullmaren belägna Brofjorden uppstod interna egensvängningar den 10 och 13 augusti 1969, då troligtvis den snabbt växlande vinden skapade egensvängningar i fjorden.

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the problem and the objectives of the research.

2. The second part of the report is a detailed description of the methods used in the study. It includes a discussion of the experimental design, the data collection procedures, and the statistical analysis techniques.

3. The third part of the report is a presentation of the results of the study. It includes a discussion of the findings, a comparison of the results with previous research, and a conclusion about the significance of the study.

4. The fourth part of the report is a discussion of the implications of the study. It includes a discussion of the limitations of the study, the strengths of the findings, and the potential for future research.

5. The fifth part of the report is a summary of the study. It includes a brief overview of the main findings and a final conclusion about the significance of the study.

6. The sixth part of the report is a list of references. It includes a list of all the sources used in the study, including books, articles, and other documents.

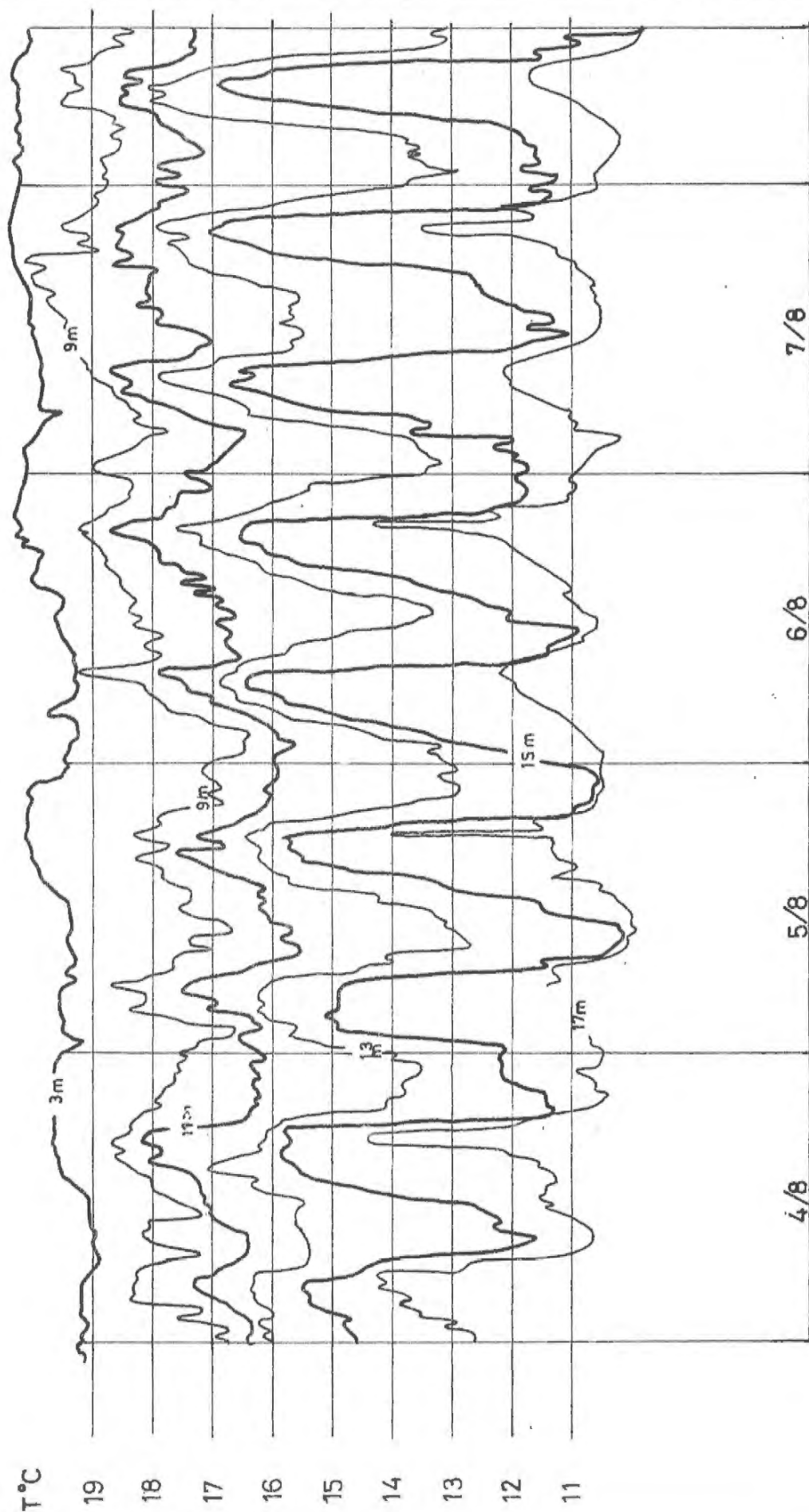
SMHI
HBO

Periodiska temperaturvariationer
i vertikal 8, Ringhals

Periodic temperature variations
at Ringhals

Bilaga I, figur 1

1968-07-04--08



En intern våg med perioden 14 timmar skapades vid den plötsliga stigningen i bottenpogografen ett par kilometer utanför egentliga Brofjorden. Figur 2 visar att vågen är stående. Strömmen är noll både på 5 och 20 m i vertikal 10 när språngskiktet når maximi- och minimiläge. Svängningen som startade den 10 augusti hade två tydliga perioder, och den som startade den 13 augusti hade tre tydliga perioder.

I en fjord blir vattnet ofta mer eller mindre isolerat och stagnant nedanför tröskeldjupet. Därför är vattnet på båda sidorna om tröskeln ofta olika nedanför denna. Så är till exempel fallet i Havstensfjord och Kalvöfjord, som är en del av fjordsystemet innanför Orust och Tjörn.

Kalvöfjordens djupvatten förnyas nästan enbart genom Nötesund, vars tröskeldjup är 10,3 m, och inte genom det mycket trånga och grunda Malö strömmar. Salthalten i Kalvöfjords djupvatten blir på grund av tröskelns ringa djup låg jämfört med Havstensfjords djupvatten. Dessutom är temperaturen låg och konstant under språngskiktet i Kalvöfjord medan temperaturen avtar mot djupet i Havstensfjord under det här något mer ytnära språngskiktet (se figur 3).

Från Marstrand, förbi Stenungsund och genom Nötesund, fortplantar sig bland annat halvdagligt måntidratten. Härvid skapas en intern våg med samma period i språngskiktet.

Som ett exempel på temperatureffekter av en sådan vågrörelse kan följande förhållanden relateras.

Efter en blåsig period i augusti 1967 med i huvudsak västliga vindar avtog vinden och språngskiktet intog ett nytt jämviktsläge mellan 5 och 10 m i Havstensfjord, från att under vindens inverkan legat mellan 10 och 20 m.

När tidvattenströmmen vid denna situation gick från Havstensfjord till Kalvöfjord höjde sig den interna vågen tillräckligt för att språngskiktet skulle nå över tröskeln mellan fjordarna. Därvid skapades en täthetsström och kallt, saltrikare vatten strömmade in genom Nötesund längs botten. Detta syns som plötsliga strömpikar samtidigt med stora temperatursänkningar tiden 1967-08-24--09-01 i figur 4. När sedan språngskiktets jämviktsläge ånyo sänks, förmådde inte den interna vågen att höja språngskiktet över tröskeln, varför temperaturkurvan blev jämn igen.

Vindens inverkan

Vinden är oftast den främsta orsaken till strömmars uppkomst. Därför kan en markant vindväxling ge upphov till stora strömändringar och därmed ändrade hydrologiska förhållanden i ett område. En nettoström mot land i vattenlagret ovan språngskiktet orsakar en höjning av vattenståndet, vilket pressar den underliggande vattenmassan nedåt, varvid språngskiktet sänks och en utåtriktad ström under detta skapas. Motsatsen, en så kallad uppvällning, skapas av en frålandsström i det övre lagret. Vattenståndet sänks, och en inåtriktad kompensationsström i det undre lagret höjer språngskiktsnivån. Dessa fenomen orsakas oftast av pålands- respektive frånlandsvindar.

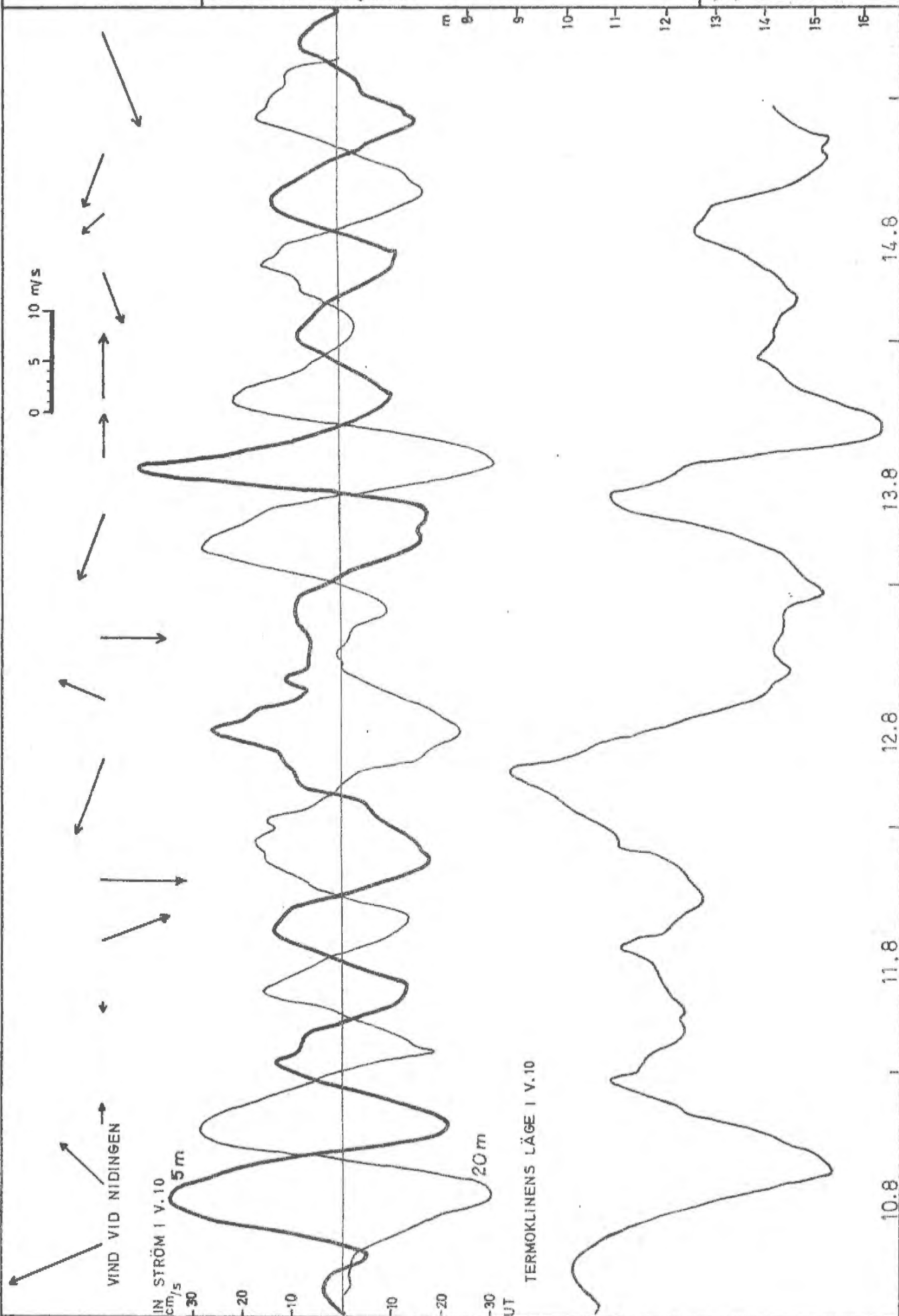
SMHI
HBO

Periodiska variationer av strömmen på 5 och
20 m djup och av termoklinens djup i Bro-
fjorden

Periodic variations in the currents at 5 and
20 m depth and in the depth of the thermo-
cline at Brofjorden

Bilaga I, figur 2

1969-08-10--14

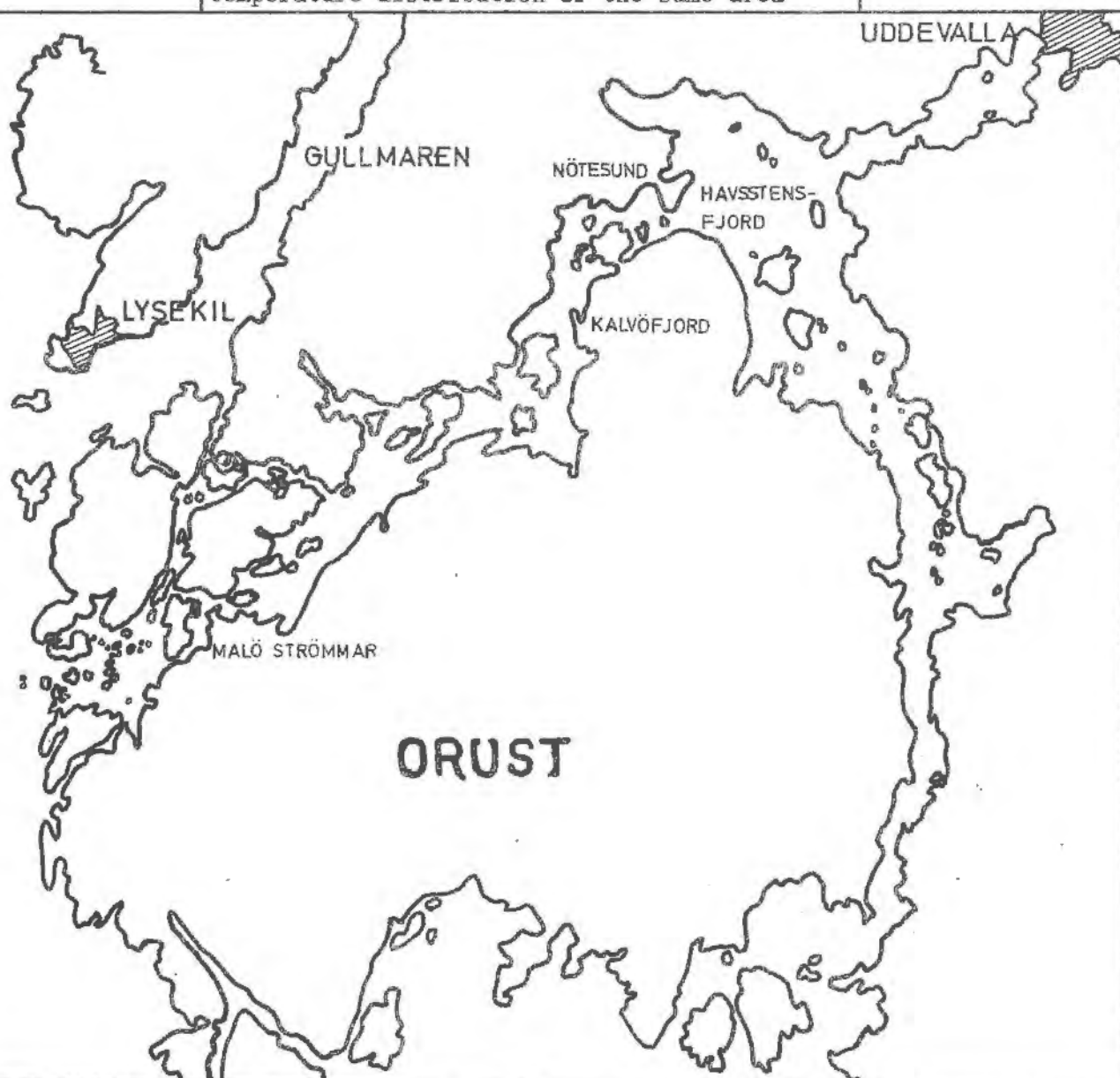


SMHI
HBO

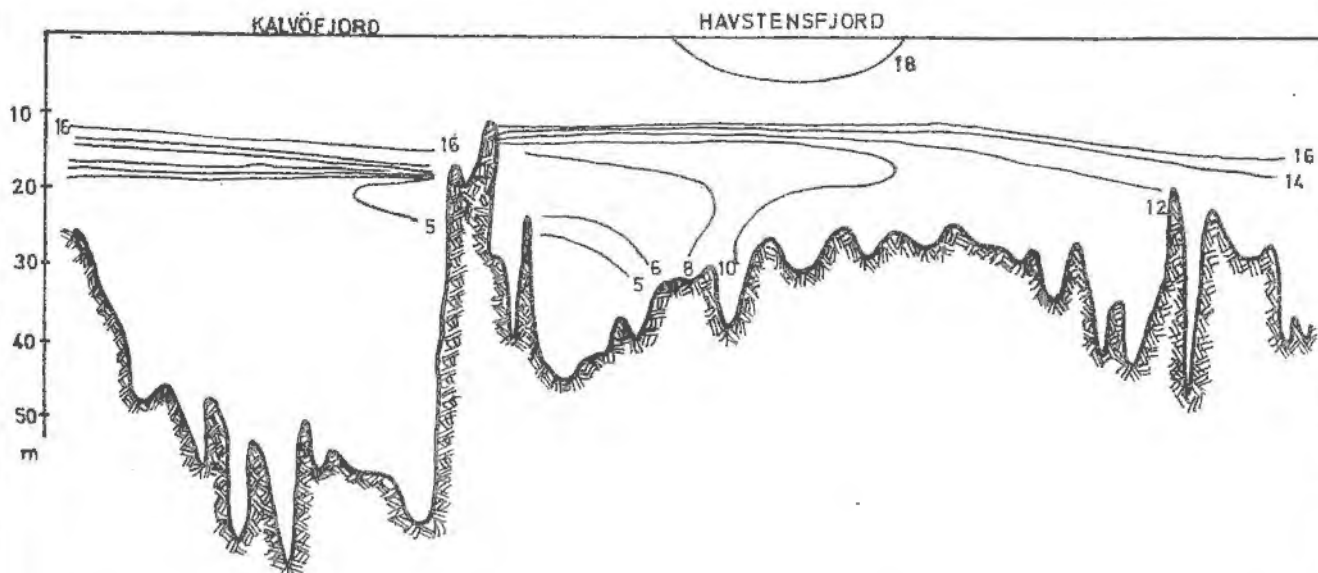
Karta över området runt Nötesund och vertikal
temperaturfördelning i området 1968-08-18

Map of the area around Nötesund and vertical
temperature distribution of the same area

Bilaga I, figur 3



TEMPERATUR °C



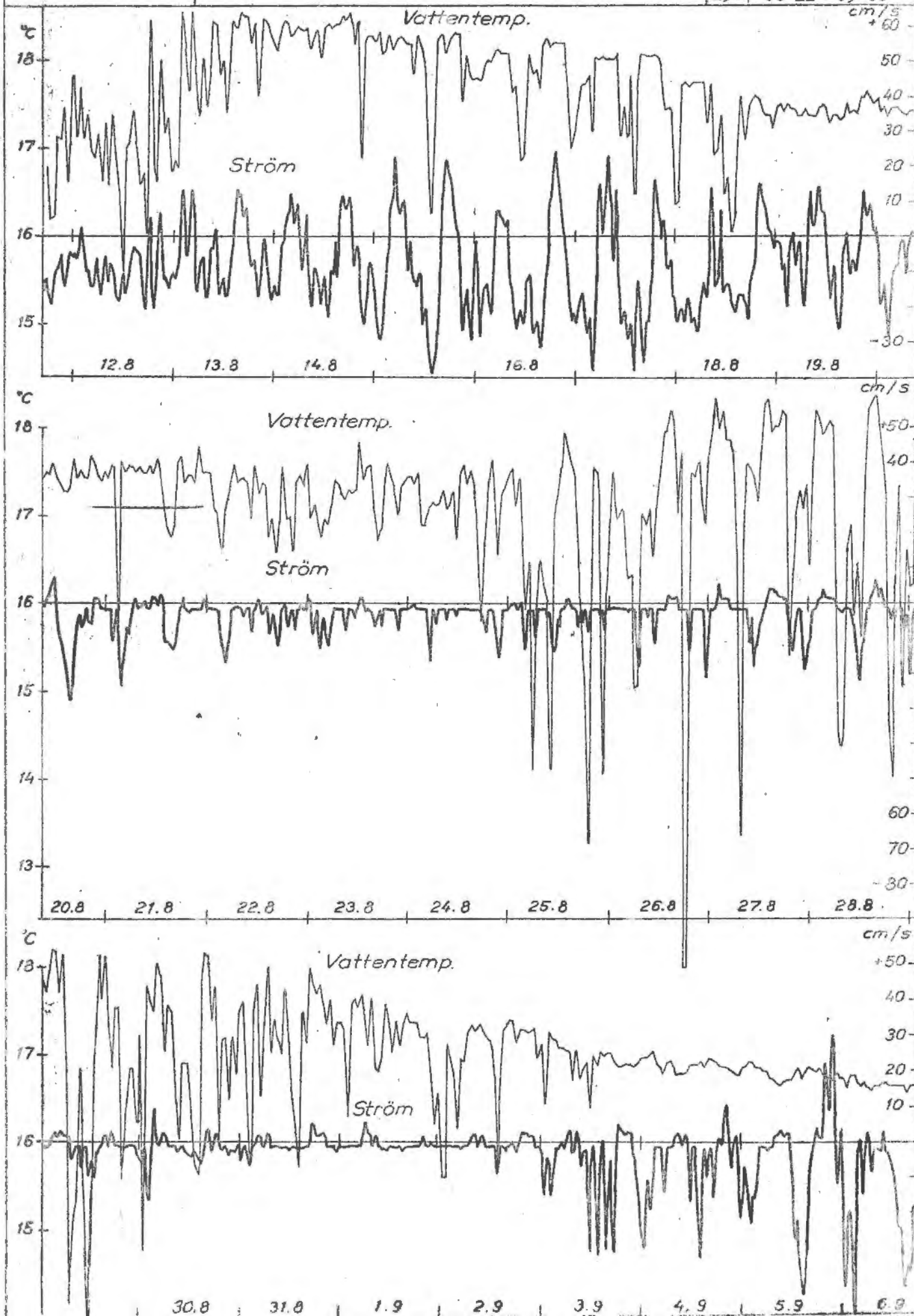
SMHI
HBO

Ström- och temperaturvariationer med halvdaglig
tidvattenperiod på 7 m djup i Nötesund

Current and temperature variations with semi-
diurnal period at 7 m depth at Nötesund

Bilaga I, figur 4

1967-08-11--09-06



Ibland kan denna uppvällning vara så stark, att termoklinen når ytan. Ett exempel på detta är Gävlebukten den 21 juni 1967 då sydlig vind rådde (se figur 5). Vinden hade varit mestadels omkring syd dagarna innan och var under mät dagen SSE-SSW 5 - 8 m/s.

Ett exempel hur en sådan nivåändring av språngskiktet sker, och hur starka temperaturvariationerna kan vara, är perioden 1969-08-26--29, då starka ostliga vindar rådde i Landsortsområdet. Situationen är presenterad i figurerna 6 - 8.

På eftermiddagen den 26 augusti började allt starkare NE-vindar blåsa i Landsort. Senare på morgonen den 27 augusti svängde vinden mot SE och vindstyrkan hade blivit omkring 15 m/s. Samtidigt hade lufttrycket snabbt sänkts ca 20 mb (se figur 6). Detta orsakade att en vattentransport mot land kom till stånd i ytlagren. Denna syns på 10 m som ett starkt strömmaximum (se figur 7). De inströmmande vattenmassorna ovan språngskiktet tryckte ned detta och en utström bildades därvid, vilket kan ses på 20 m och 40 m. De snabba förändringarna inducerade en tröghetssvängning, som överlagrade de storskaliga variationerna. Strömfluktuationer med perioder lika med eller kortare än tröghetssvängningens, orsakar emellertid inga nämnvärda förändringar i termoklinens läge. I figur 7, där strömmen på 10 m, 20 m och 40 m djup presenteras, har därför dessa svängningar filtrerats bort.

När vinden vred till sydlig skedde den vindinducerade vattentransporten inte längre mot kusten utan parallellt med denna, och då lufttrycket samtidigt sakta steg, minskade vattenståndet och språngskiktet höjdes. Ovanför språngskiktet blev då strömmen utåtgående, vilket strömmen på 10 m djup visade. Nedanför språngskiktet bildades en kompensationsström inåt.

Denna situation från Landsort, med styv kuling i augusti 1969 visar hur temperaturen kan ändras av hård vind, genom att termoklinen ändrar läge och styrka. De största temperaturvariationerna under en timme per dag redovisas här nedan i tabell för ytterligare insikt i händelseförloppet.

Tabell 1. Största temperaturvariationerna per dag under perioden 1969-08-26--29.

$\Delta T^{\circ}\text{C}$ under 1 timme								
Datum	6 m	11 m	16 m	21 m	26 m	31 m	36 m	41 m
08-26	0,39	0,44	1,22	0,52	0,37	0,37	0,05	0,24
k1	14.32	15.32	20.02	19.02	22.02	22.02	22.32	14.32
08-27	0,33	0,31	4,00	4,22	2,65	2,53	2,97	2,95
k1	05.03	05.03	03.33	07.03	10.03	11.03	22.04	23.34
08-28	0,44	0,47	3,80	3,15	3,13	2,53	3,33	3,02
k1	21.06	23.06	23.06	23.06	11.35	01.04	05.04	00.04
08-29	0,36	0,58	3,98	2,69	0,66	0,73	0,41	0,43
k1	05.06	04.06	02.36	19.37	17.37	00.06	00.36	00.06

1. The first part of the document is a letter from the President of the United States to the Congress, dated January 1, 1861. It is a very important document, as it sets out the policy of the new administration.

2. The second part of the document is a report from the Secretary of the Treasury, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the financial state of the country at the beginning of the year.

3. The third part of the document is a report from the Secretary of the Interior, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the public lands and the progress of the various departments under his control.

4. The fourth part of the document is a report from the Secretary of the War, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the army and the progress of the various departments under his control.

5. The fifth part of the document is a report from the Secretary of the Navy, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the navy and the progress of the various departments under his control.

6. The sixth part of the document is a report from the Secretary of the State, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the foreign relations of the country and the progress of the various departments under his control.

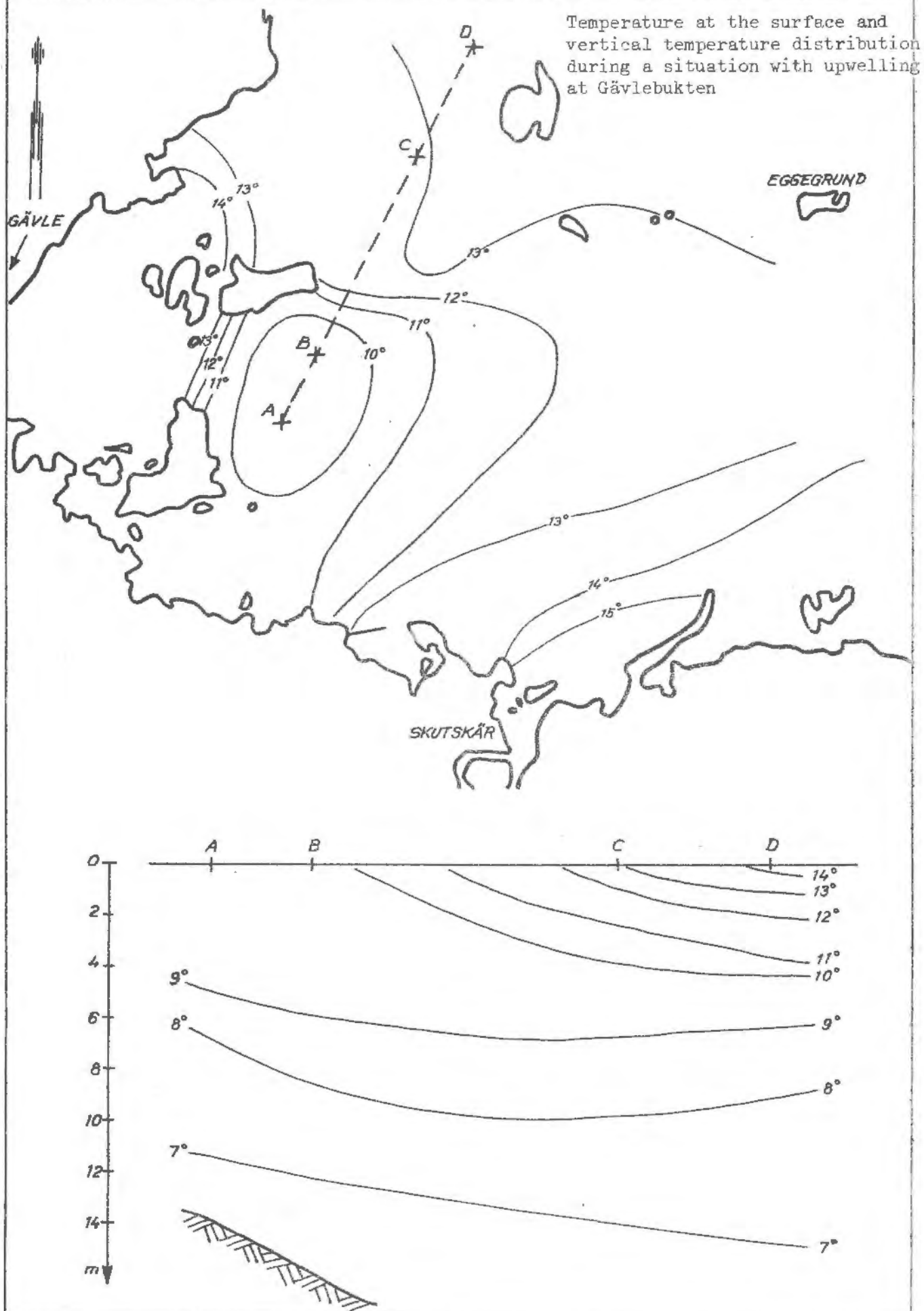
7. The seventh part of the document is a report from the Secretary of the War, dated January 1, 1861. It contains a detailed account of the state of the army and the progress of the various departments under his control.

SMHI
HBO

Ytvattentemperatur och vertikal tem-
peraturfördelning under en situation
med uppvällning i Gävlebukten

Bilaga I, figur 5

1967-06-21



SMHI
HBO

Lufttryck och vattenstånd vid Landsort
under en period med starka vindar

Air pressure and water level at Landsort
during a period of strong winds

Bilaga I, figur 6

1969-08-26--29

LUFFTRYCK

mb

1020

1010

1000

990

980

VATTENSTÅND

cm

200

190

180

170

160

150

26.8

kl 12

27.8

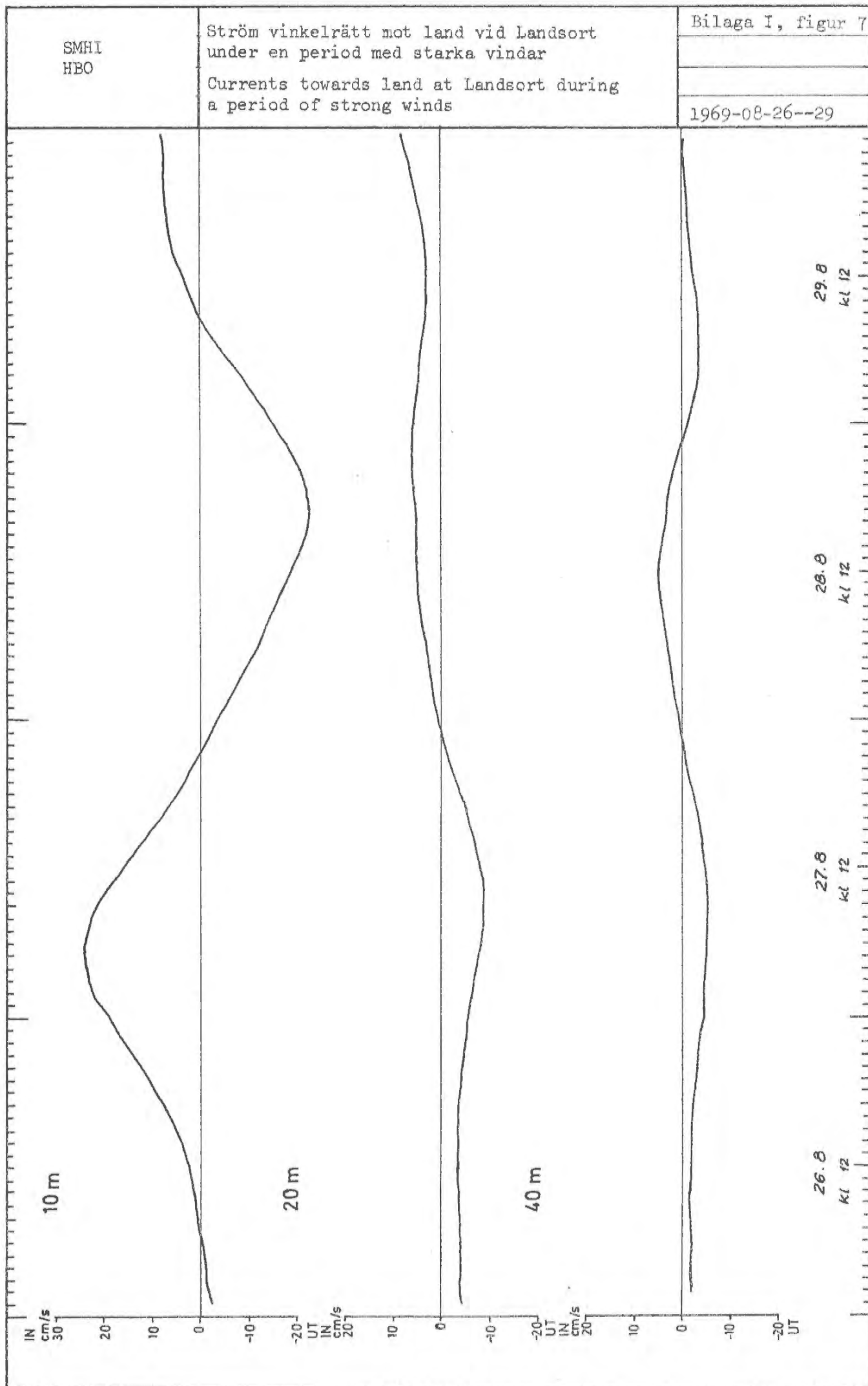
kl 12

28.8

kl 12

29.8

kl 12



SMHI
HBO

Vind vid Landsort och Gotska Sandön och temperatur vid Landsort under en period med starka vinder
Wind at Landsort and Gotska Sandön and temperature at Landsort during a period of strong winds

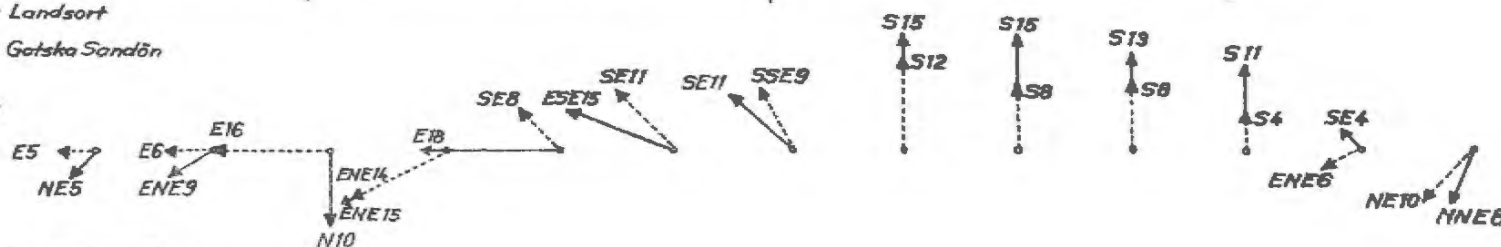
Bilaga I, figur 8

Vert. 3

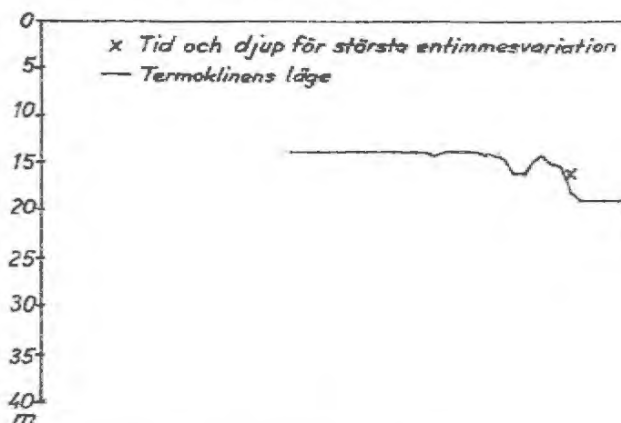
1969-08-26--29

— Landsort
- - - Gotska Sandön

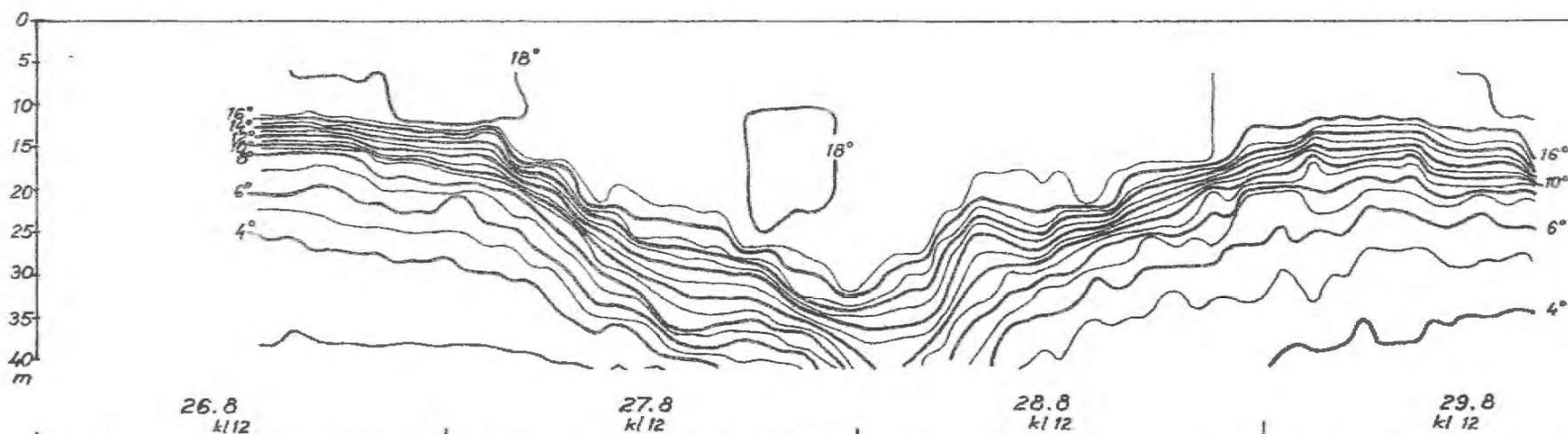
VIND m/s



TERMOKLINENS LÄGE



VATTENTEMPERATUR °C



Ovanför termoklinen var vattnet nästan homotermt vilket återspeglas i de små temperaturväxlingarna på 6 m och 11 m. De stora variationerna i inramningen ovan, har skapats när termoklinen passerat. Tiden, när den största temperaturdifferensen under en timme på de olika djupen inträffade, har skisserats upp i figur 8, och ger en schematisk bild av skeendet, vilken mycket väl stämmer med läget av termoklinen.

THESE RESULTS ARE IN ACCORD WITH THE
FINDINGS OF OTHER RESEARCHERS WHO
HAVE SHOWN THAT THE EFFECTS OF
STRESS ARE INFLUENCED BY THE
NATURE OF THE STRESSOR AND THE
INDIVIDUAL'S PERCEPTION OF IT.
THESE FINDINGS HAVE IMPLICATIONS
FOR THE DESIGN OF STRESS-REDUCING
INTERVENTIONS.

SPECIELLA EFFEKTER I KUSTOMRÅDEN

Intill kusten förstärks ofta vissa effekter. Särskilt gäller detta i skärgårdsområden, i vikar och intill flodmynningar.

I kapitel 4 visades med ett exempel från Trosa att dygnsvariationen blev större inne i den skyddade delen av Trosa skärgård än utanför. I en skärgård försvagas vinden till en del av öar. När angreppsytan mellan öarna dessutom ofta är förhållandevis rätt liten, blir den vindalstrade turbulensen inte tillräckligt stark att föra ned det instrålade värmets mer än ett par meter, varför dygnsamplituden kan bli stor i ytskiktet.

Ett annat fenomen speciellt för kustområden är så kallad uppvällning. Uppvällningen orsakas av frånlandsvindar och har presenterats närmare i bilaga I med ett exempel från Gävlebukten. Vikar är särskilt känsliga för vindar i vikens längsriktning. Den vattenmängd, som vindströmmen då transporterar bort, kan ju inte ersättas från sidorna, utan måste kompenseras genom en underström inåt, som höjer språngskiktet. Motsatsen med pålandsvind och sänkning av språngskiktet sker på motsvarande sätt med utström i djuplagret.

En tredje effekt finns i områden intill flodmynningar, där flodens söta vatten ännu kan urskiljas. I likhet med Baltiska strömmen i Kattegatt, fast i mindre skala, orsakar sötvatentillrinning från floder en stabil skiktning. Denna skiktning påverkar temperaturvariationerna mer eller mindre i likhet med situationen för Kattegatt, beroende på om närområdet är instängt eller öppet. Detta sötvatensskikt kan vara av varierande mäktighet beroende på flodens vattenföring, vindförhållandena och recipientens strömmar.

Störst blir naturligtvis påverkan vid vårfloden, då sötvatentillförseln blir betydligt större än normalt och temperaturen samtidigt är låg. På grund av sin låga täthet gentemot havets saltvatten strävar sötvattnet att lägga sig i ett tunt skikt och sprida ut sig radiellt vid utloppet. Recipientens och sötvattnets egen strömhastighet förhindrar delvis detta, och oftast får utloppet formen av en plym, som blir bredare längre ut och som böjer av i havets strömriktning, och inom vilken sötvattnet mer och mer förlorar sin särprägel till följd av inblandning. Ett exempel på detta ges här nedan av en situation utanför Ringhals (se figur 1).

Den 5 maj 1970 hade Viskan en vattenföring på $111 \text{ m}^3/\text{s}$ och en temperatur på $5,3^\circ \text{C}$. Ytströmmen utanför Ringhals var nordgående $15 - 30 \text{ cm/s}$.

Sötvattnet pressades till en början mot land av den nordliga strömmen, vilket höll sötvattnet väl samlat. När kontakten mot land släppte ungefär vid N Horten kunde plymen bildas. Eftersom smältvattnet förde med sig mycket uppslammat material kan även grumlighetsmätningarna åskådliggöra plymens spridning (se figur 1).

THE
OFFICE OF THE
ATTORNEY GENERAL
STATE OF NEW YORK
ALBANY, N. Y.

TO THE HONORABLE
THE SENATE

IN SENATE
JANUARY 10, 1906
REPORT
OF THE
COMMISSIONER OF THE
LAND OFFICE
IN RESPONSE TO
RESOLUTION PASSED
JANUARY 10, 1905

ALBANY:
J. B. LIPPINCOTT & CO.,
PRINTERS,
1906.

THE
OFFICE OF THE
ATTORNEY GENERAL
STATE OF NEW YORK
ALBANY, N. Y.

THE
OFFICE OF THE
ATTORNEY GENERAL
STATE OF NEW YORK
ALBANY, N. Y.

THE
OFFICE OF THE
ATTORNEY GENERAL
STATE OF NEW YORK
ALBANY, N. Y.

SMHI
HBO

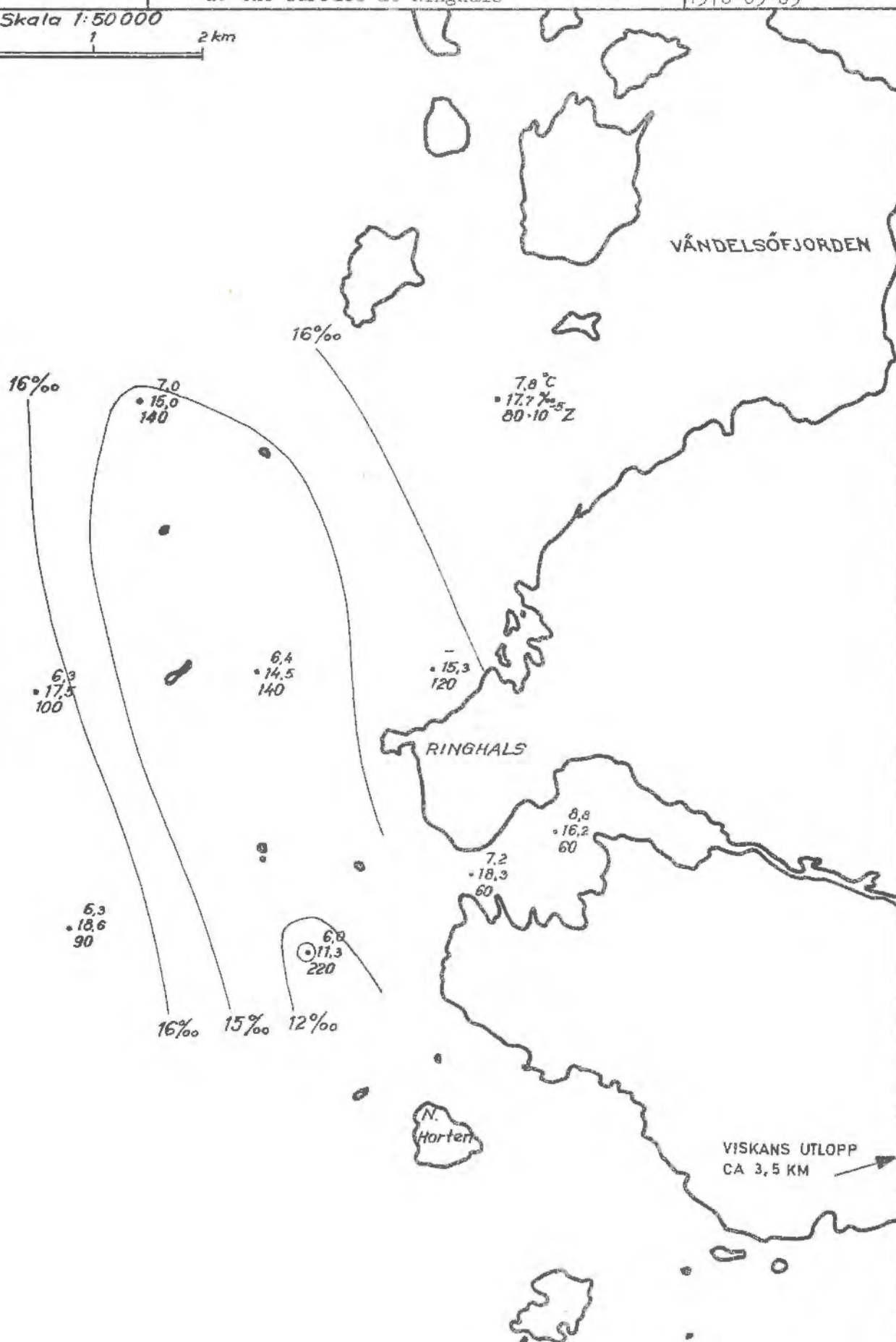
Temperatur, salthalt och grumlighet
i vattenytan vid Ringhals

Temperature, salinity and turbidity
at the surface at Ringhals

Bilaga II, figur 1

1970-05-05

Skala 1:50 000
0 1 2 km



Temperatursituationen var något avvikande, eftersom en varmare vattenmassa med $7,8^{\circ}\text{C}$ i ytan fanns i Vendelsöfjorden medan temperaturen var $6,3^{\circ}\text{C}$ i öppna havet utanför Ringhals.

I den ringade punkten var halten av sötvattnet 39 % om man räknade recipientens salthalt till 18,6 o/oo. Samma beräkningar med avseende på temperaturen gav 30 %, men temperaturen kan ha ändrats på annat sätt än inblandning, till exempel konvektion och instrålning, varför siffran kanske skall höjas ett par enheter.

Sötvattentillrinningen i ett nästan instängt område kan helt skapa områdets karaktär. Ett sådant exempel utgör Örnsköldsviksfjärden, vars uppvärmningsförlopp styrs av Moälven.

Örnsköldsviksfjärdens enda förbindelse till Bottenhavet är ett smalt sund. Tröskeldjupet är 15 m, medan största djupet inne i fjärden är 27 m. Speciellt vid vårfloden uppstår en mycket stabil skiktning med ett ca 5 m tjockt, sött vattenlager ovanför det saltare Bottenhavsvattnet.

1969 låg isen kvar den 31 mars. Vattenföringen i Moälven antog mycket låga värden på vintern strax före snösmältningen och i Västersel ett par mil ovanför utloppet mättes endast $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Moälvens vattentemperatur var låg, $0,24^{\circ}\text{C}$. Fortfarande kunde fjärdens vatten anses ha kvar sin vintertemperatur, bara någon uppvärmning från MoDo:s fabriker och eventuellt någon instrålning höjde temperaturen några tiondelar i ytskiktet (se figur 2).

Den 10 april släppte isen och det var öppet vatten mitt i Örnsköldsviksfjärden, men fruset utanför. Moälvens vattenföring ökade till $10,4 \text{ m}^3/\text{s}$ och älvens temperatur var $0,44^{\circ}\text{C}$. Det söta skiktet ned till och med 5 m hade nu värmts upp till $1 - 2^{\circ}\text{C}$, medan temperaturen under haloklinen fortfarande var låg.

Den 2 maj var hela Örnsköldsviksfjärden öppen. Moälvens vattenföring var $50 \text{ m}^3/\text{s}$ och temperatur $0,55^{\circ}\text{C}$. Lufttemperaturen var $+6^{\circ}\text{C}$ och himlen molnfri. Nu hade ett stabilt skikt bildats, vilket bromsade den vindalstrade turbulensen effektivt i sprängskiktet, varför det överliggande söta vattnets värmetillskott, skapat av instrålning, endast till en nästan försumbar del nådde ned under 5 m. Den termiskt betingade konvektionen, vilken var svagare än den av vinden skapade cirkulationen, kunde naturligtvis i än mindre utsträckning svara för en värmetransport genom sprängskiktet.

Moälvens vattenföring nådde sitt maximum i mitten av maj, då $83 \text{ m}^3/\text{s}$ uppmättes. Den 28 maj var älvens vattentemperatur ca $8,3^{\circ}\text{C}$. Himlen var klar och lufttemperaturen 15°C . Instrålningen hade under sista veckan varit hög, vilket återspeglades i den höga vattentemperaturen, $11,0^{\circ}\text{C}$. Den höga vattenföringen skapade turbulens i sprängskiktet, varför något större värmemängd trängde igenom detta. När tröskelvärde 4°C (för sötvatten) passerats, blev vattnet lättare vid ökad uppvärmning och därför fick ytvattnet i fjärden ökad stabilitet. Sötvattentillrinningen förhindrade alltså värcirkulation och konserverade i stället det djupare vattnets låga vintertemperatur. Inte förrän Moälvens vattenföring minskat så mycket att salthalten

SMHI
HBO

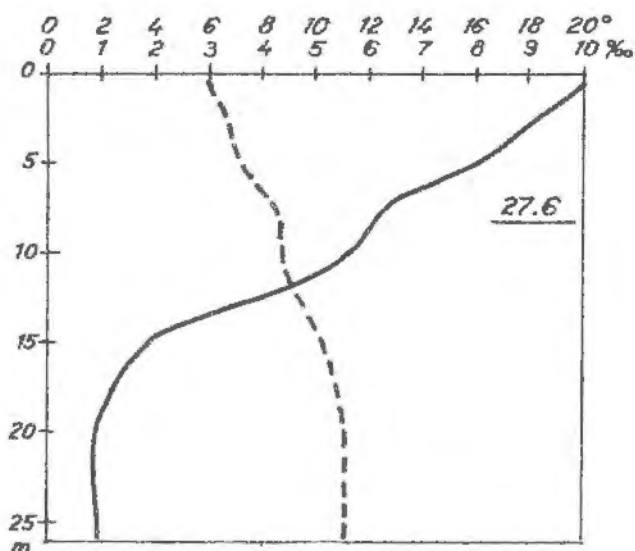
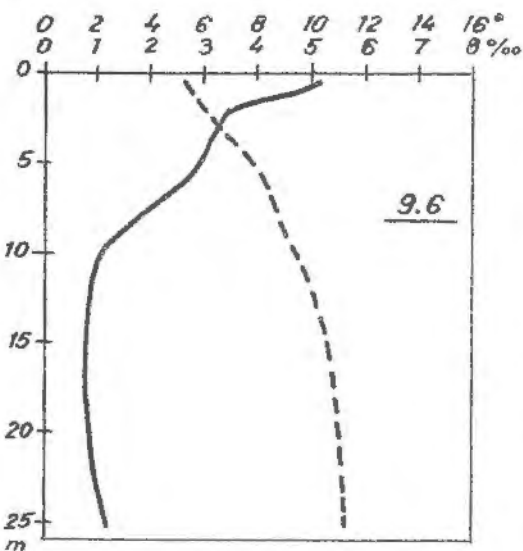
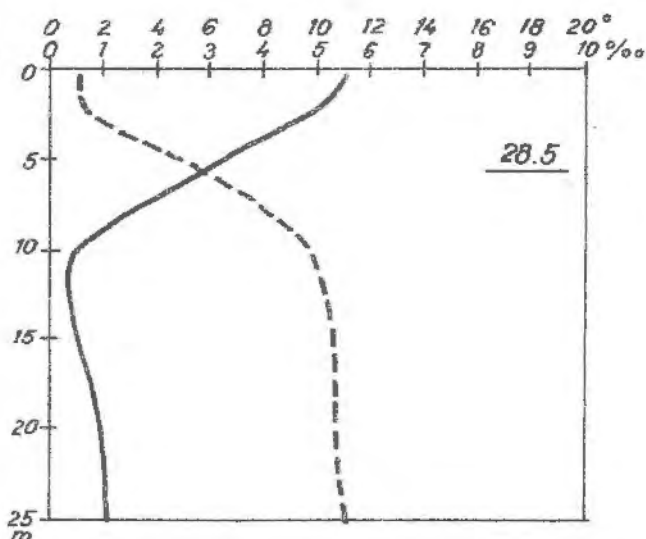
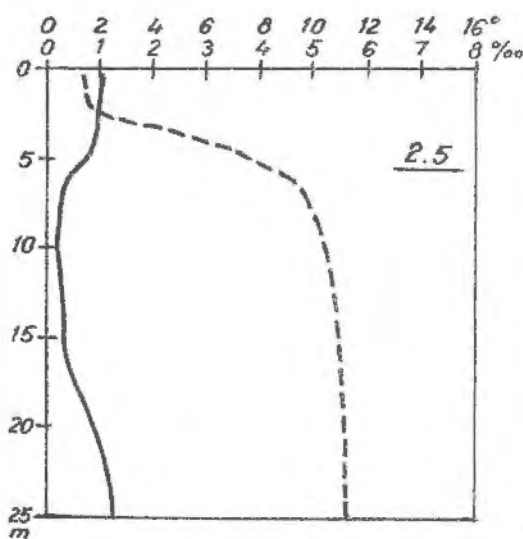
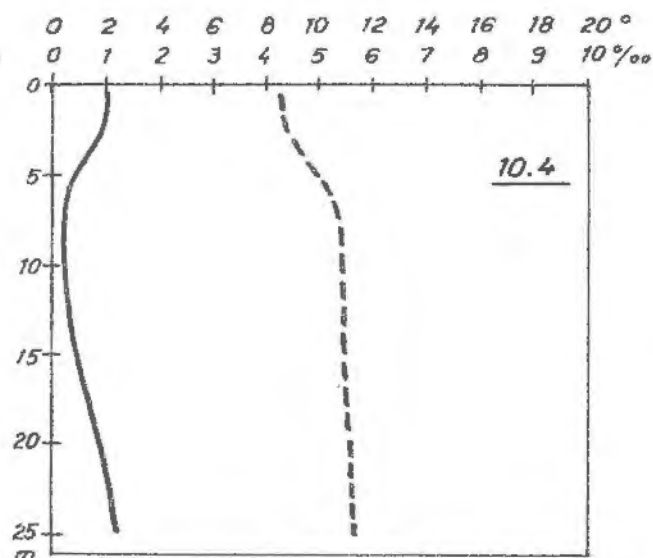
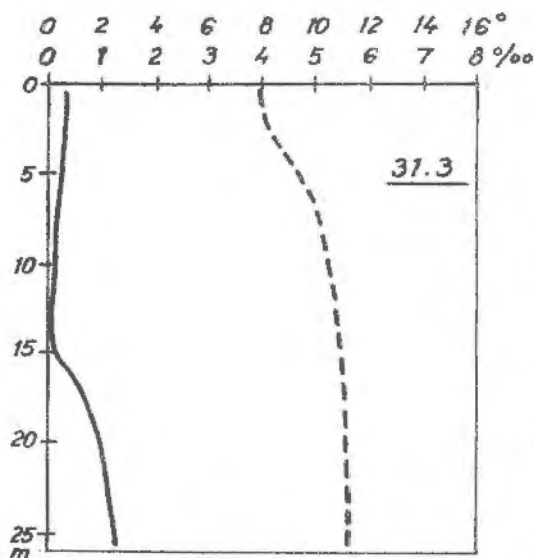
Temperatur och salthalt i
vertikal 22, Örnsköldsvik

Temperature and salinity at
Örnsköldsvik

Bilaga II, figur 2

1969

— temp.
--- salthalt



i ytan väsentligt höjts, kunde stabiliteten övervinnas av vind-driven turbulens och därigenom värme transporteras till de undre lagren.

Den 9 juni hade vattenföringen i Moälven gått ned till $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$, vilket återspeglades i Örnsköldsviksfjärdens ytsalthalt. I enlighet med ovan förda resonemang hade temperaturen på 15 m ökat sedan den 28 maj efter att ha varit i stort sett konstant hela vintern. Temperaturminimet började försvinna.

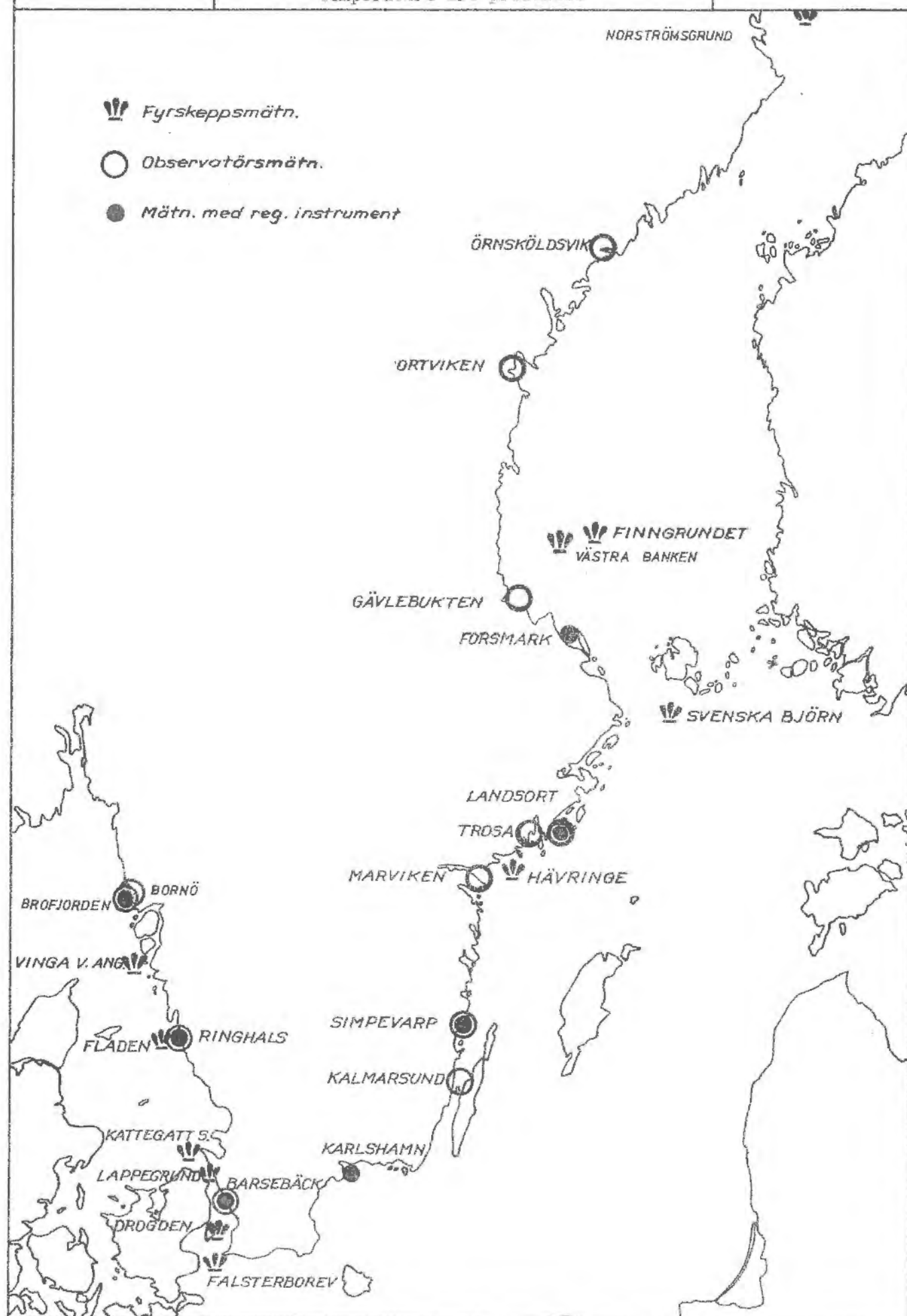
Först den 27 juni var temperaturminimet på 15 - 20 m försvunnet. Nu var vattenföringen i Moälven mycket låg, $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$, varför ytsalthalten var över 3 o/oo. Fortfarande existerade det två vattenmassor, en ned till 15 m med jämnt stigande täthet, och en distinkt vattenmassa nedanför med homogent vatten. Därför kom fortfarande sötvattnet att ha en hämmande verkan på den vertikala cirkulationen.

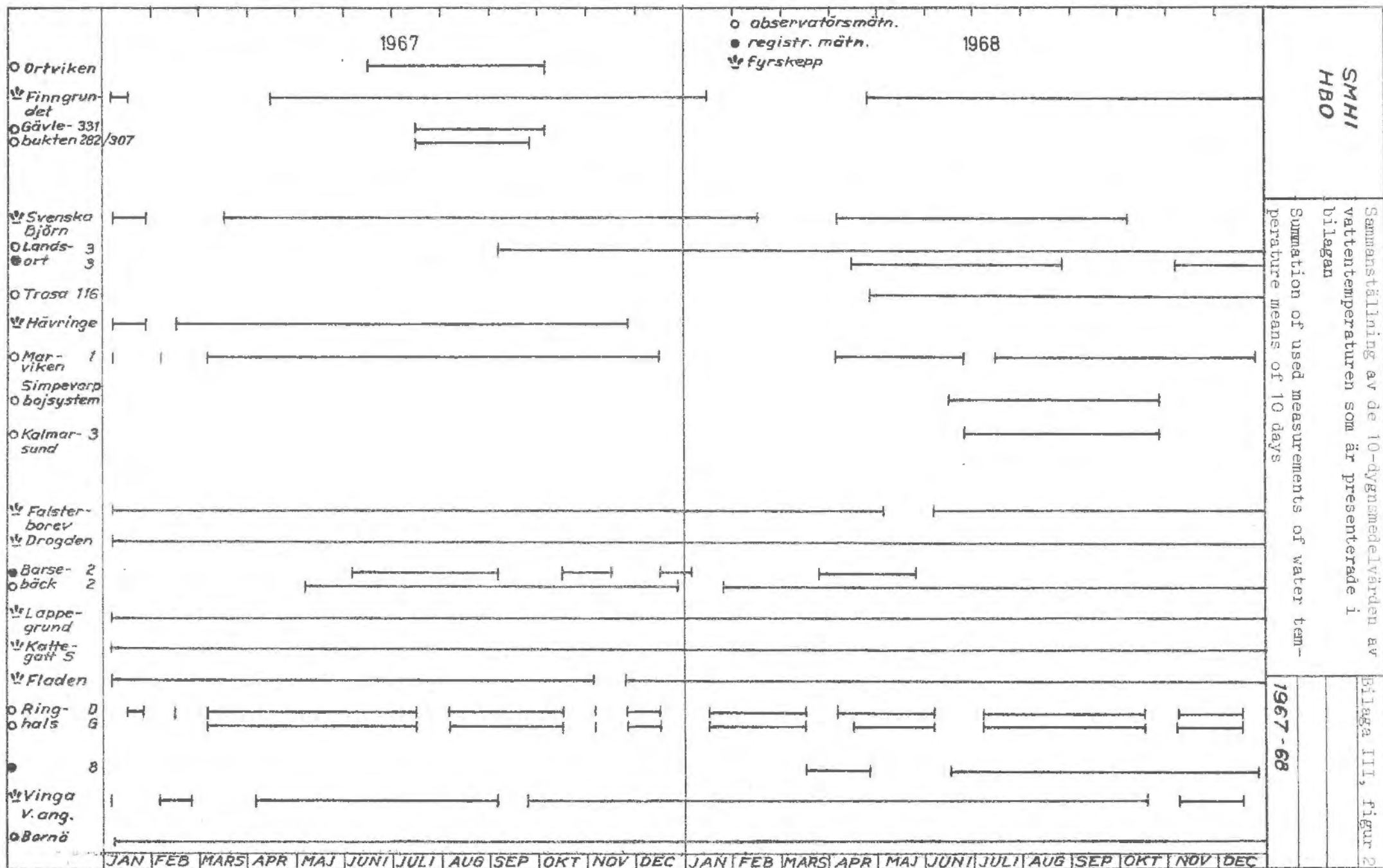
SMHI
HBO

Områden varifrån årscyklar av
vattentemperaturen är presenterade

Areas from which yearly cycles of
temperature are presented

Bilaga III, Figur 1





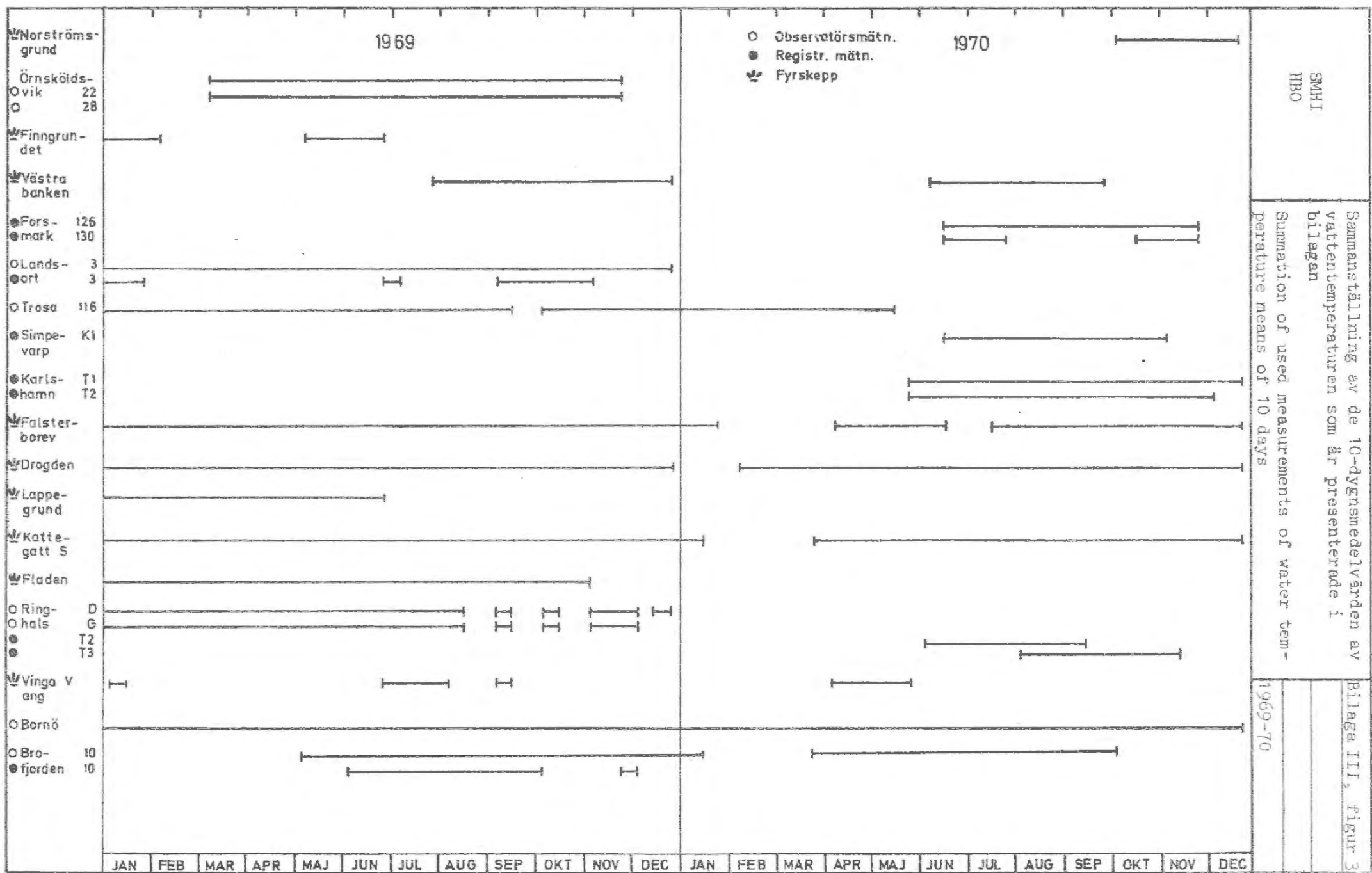
SMHI
HBO

Sammanställning av de 10-dygnsmedelvärden av vattentemperaturen som är presenterade i bilagan

Summation of used measurements of water temperature means of 10 days

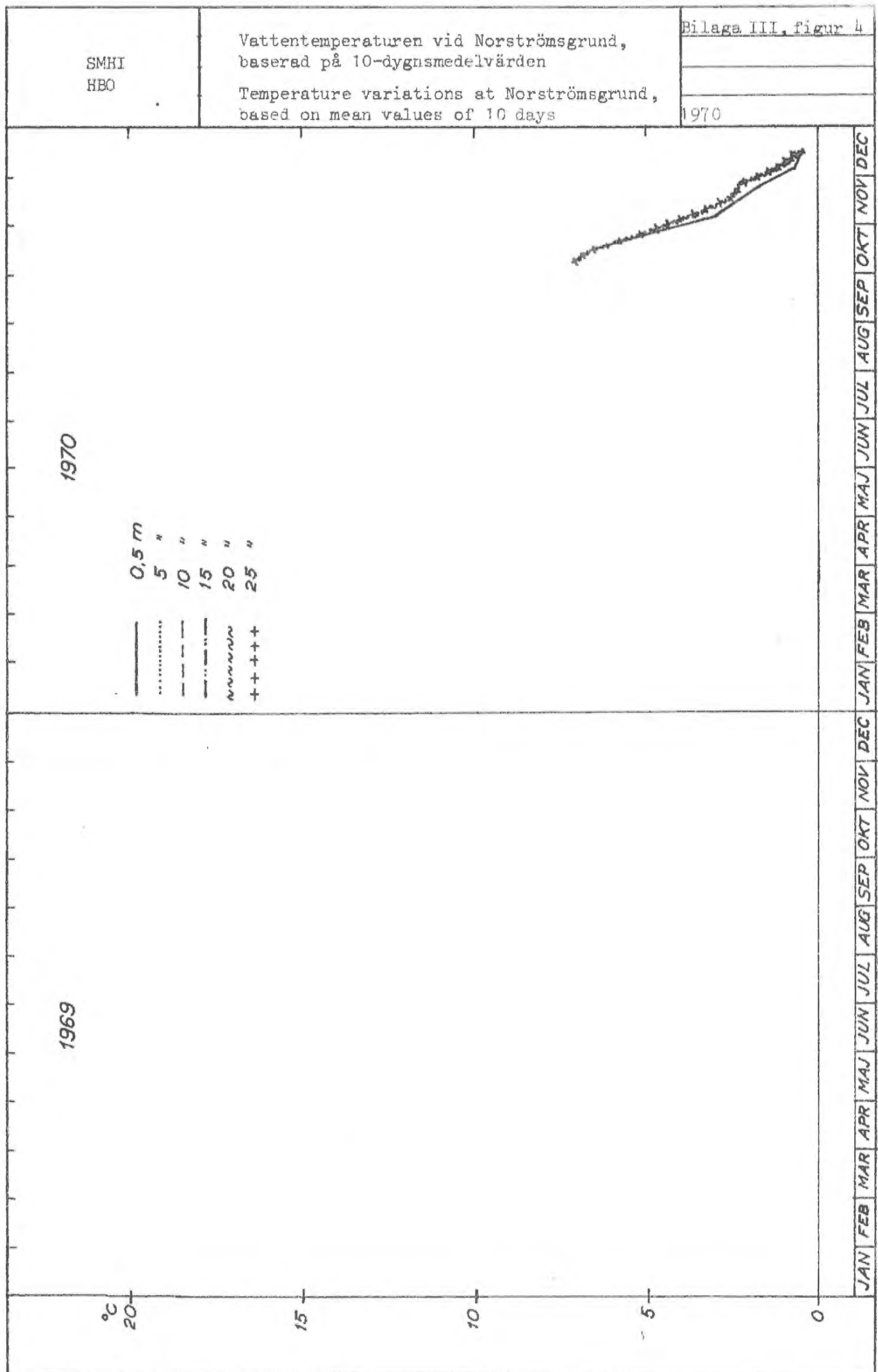
Bilaga III, figur 2

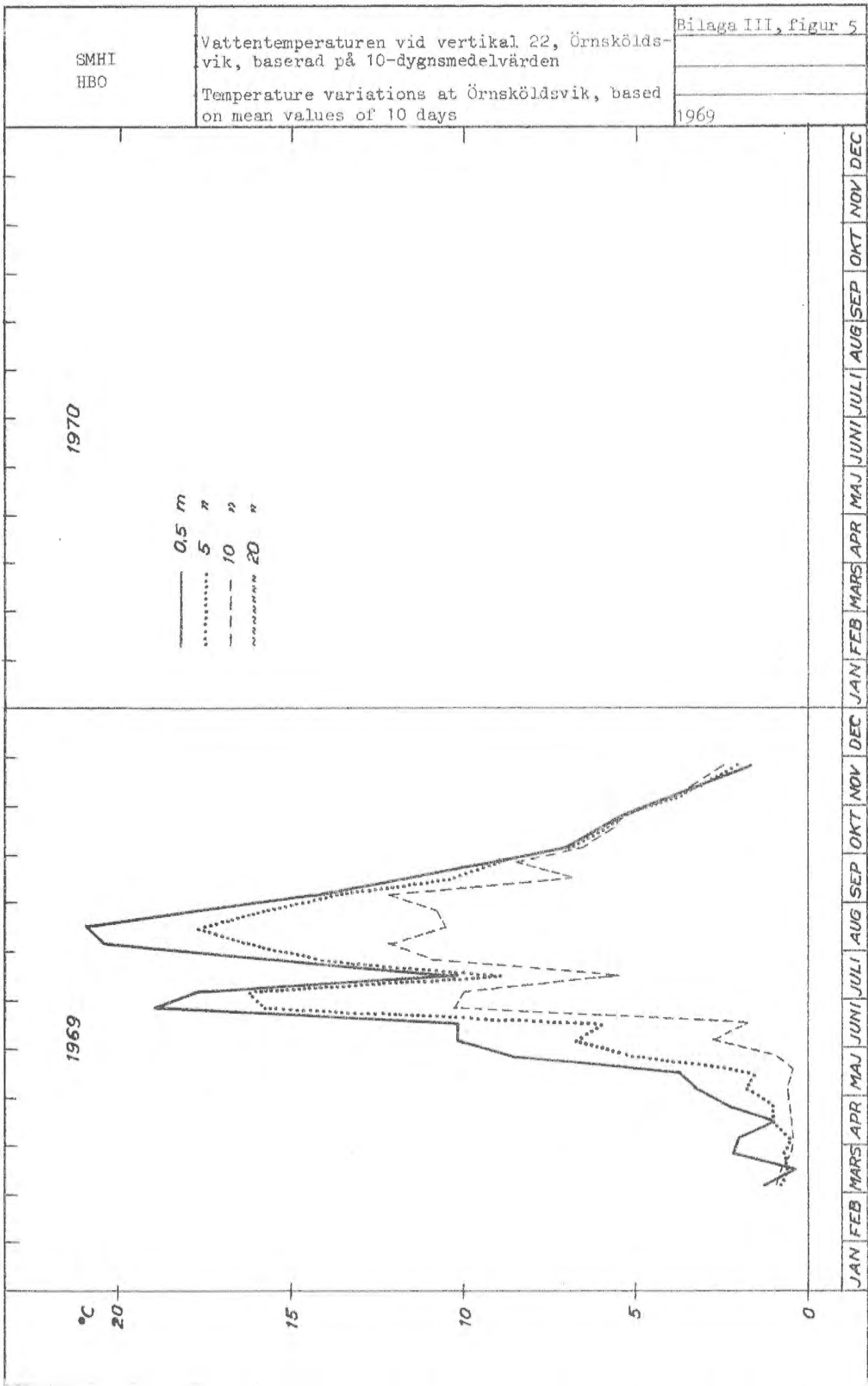
1967-68

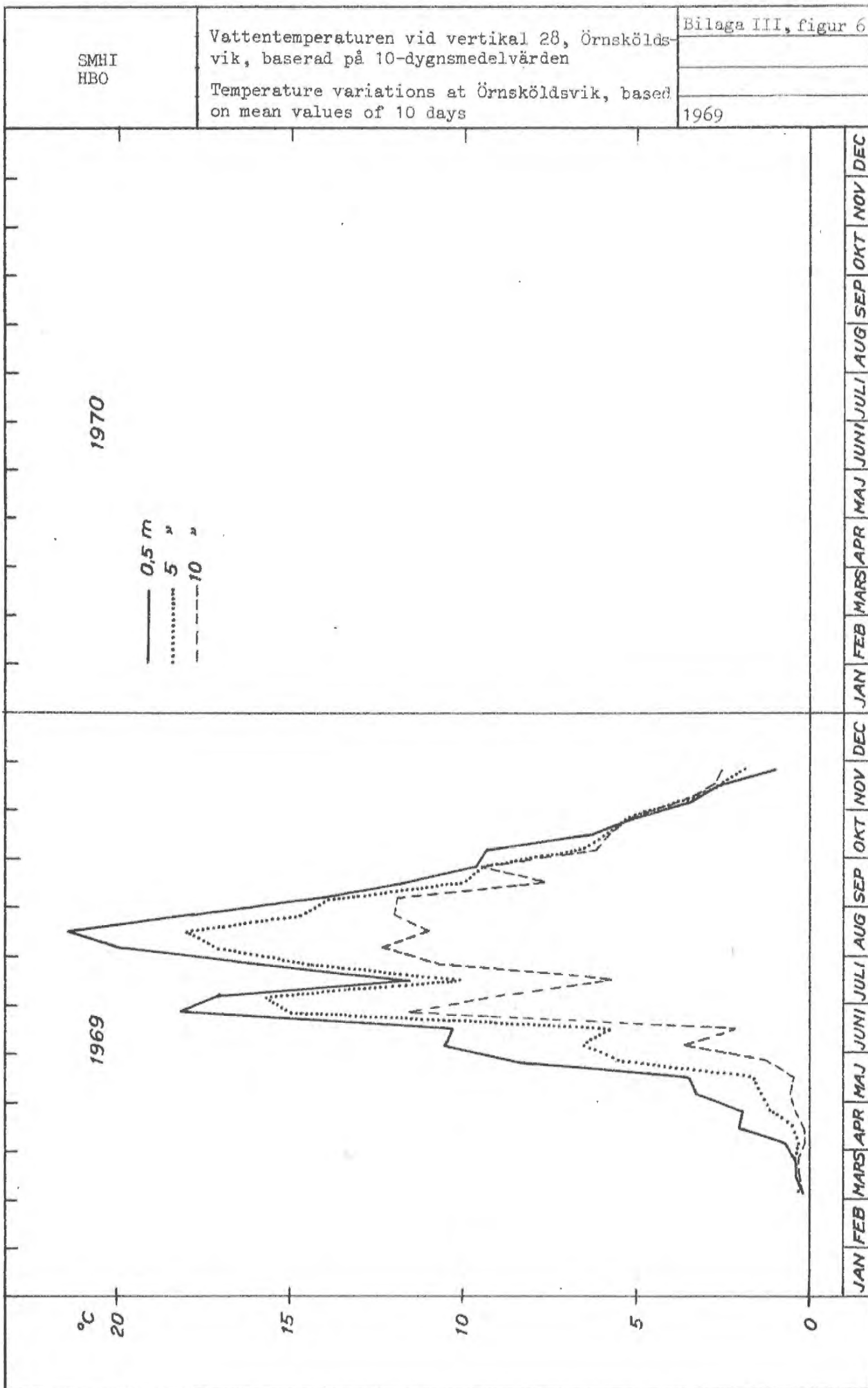


O Observatörsmätn.
 ● Registr. mätn.
 ♣ Fyrskipp

1970







SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 2, Ortviken,
baserad på 10-dygnsmedelvärden
Temperature variations at Ortviken, based
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 7

1967

— 0 m
..... 5 "
- - - 10 "
~~~~~ 20 "  
— 30 "

°C  
20

15

10

5

0

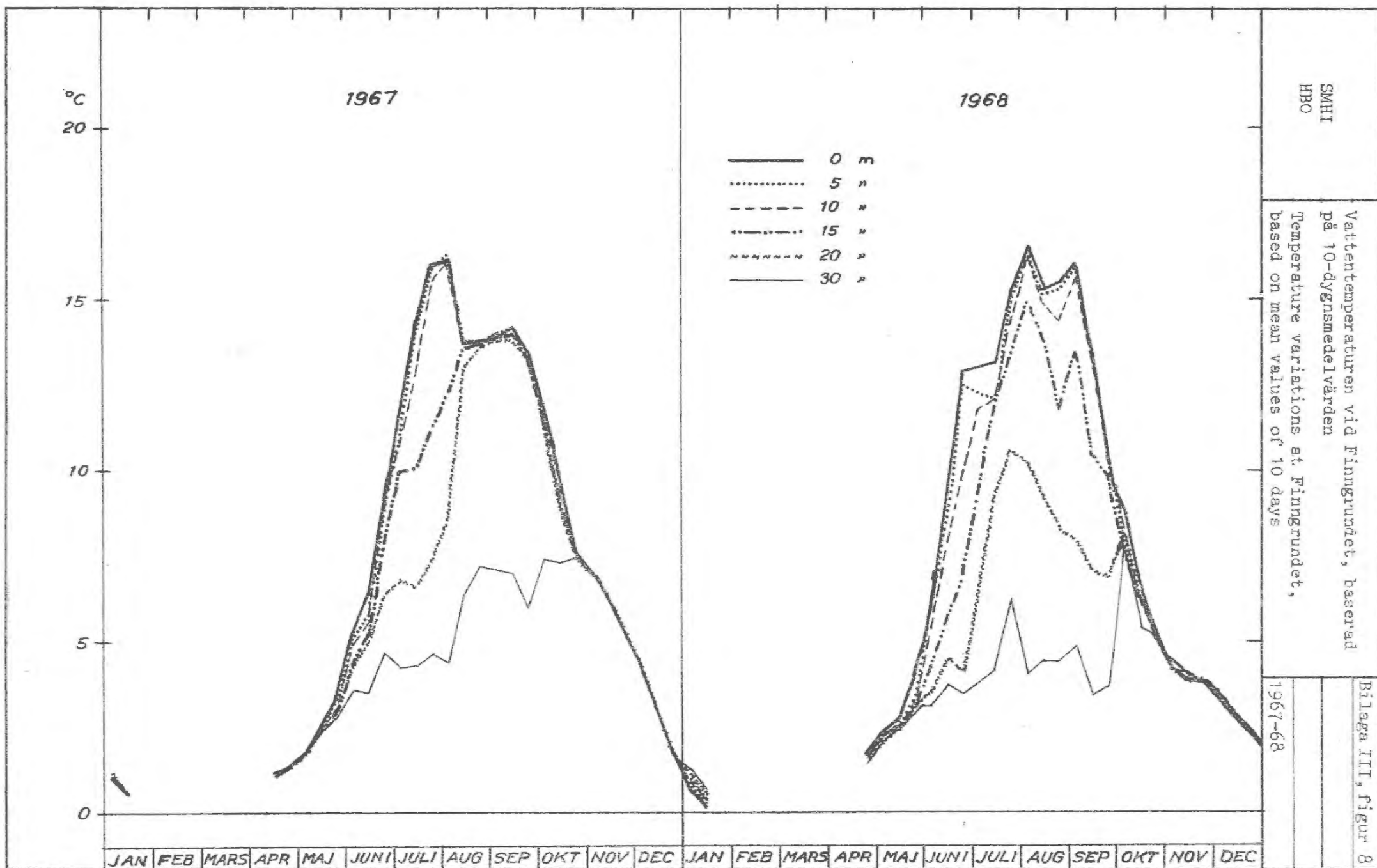
1967

1968

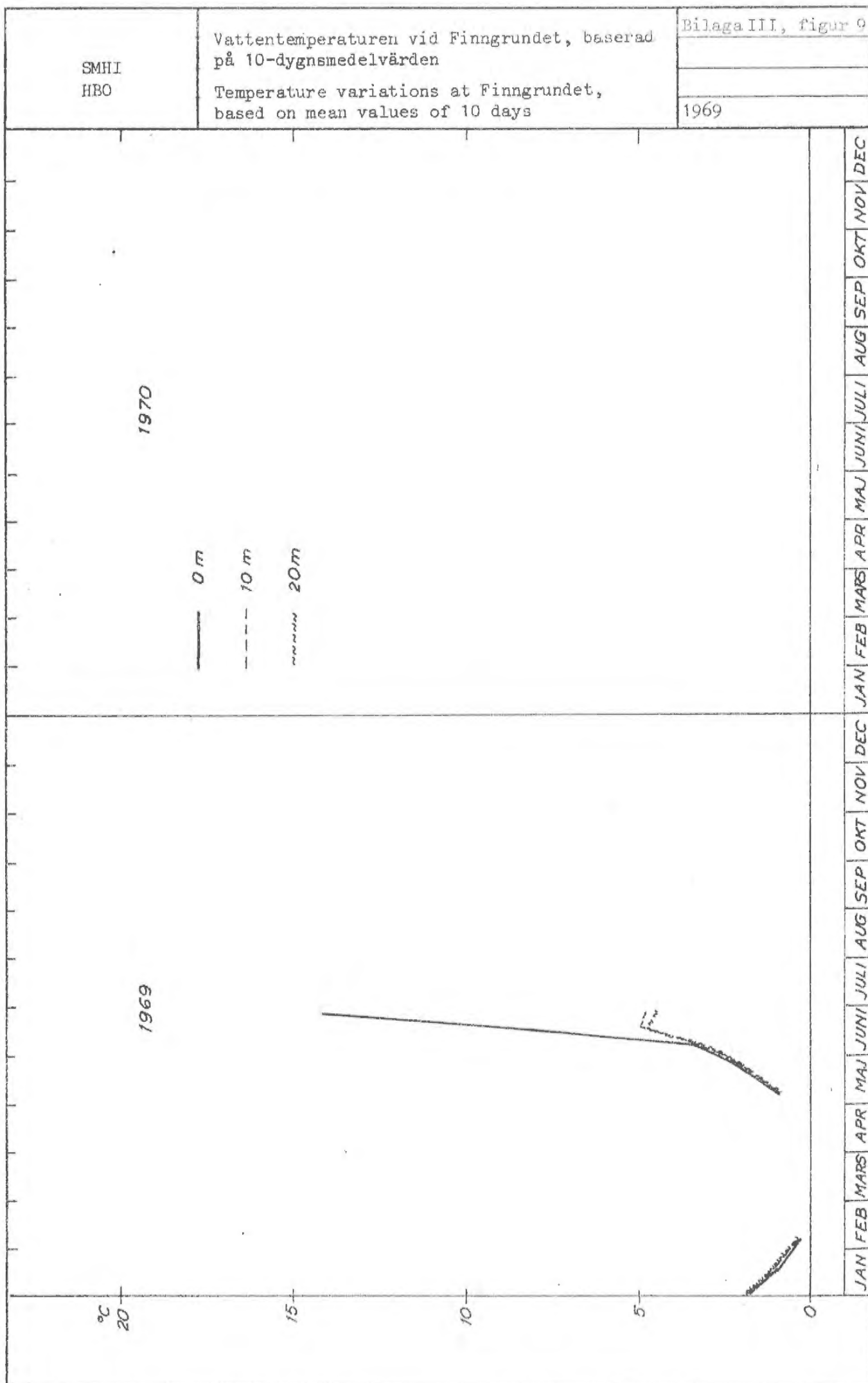
JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC













SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Västra Banken,  
baserad på 10-dygnsmedelvärden  
Temperature variations at Västra Banken,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 10

1969-70

1970

- 0 m
- ..... 5 "
- - - 10 "
- · - · 15 "
- ~~~~~ 20 "
- + + + + + 25 "

1969

°C

20

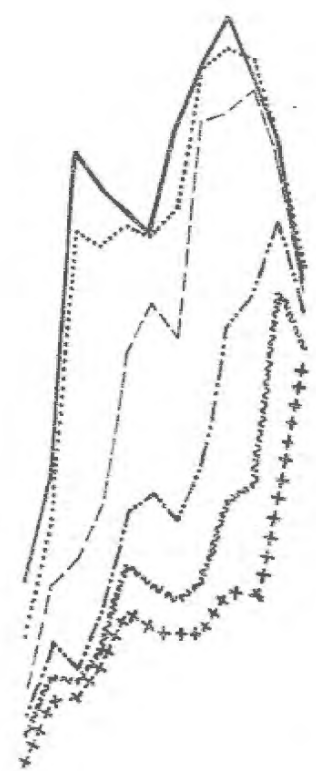
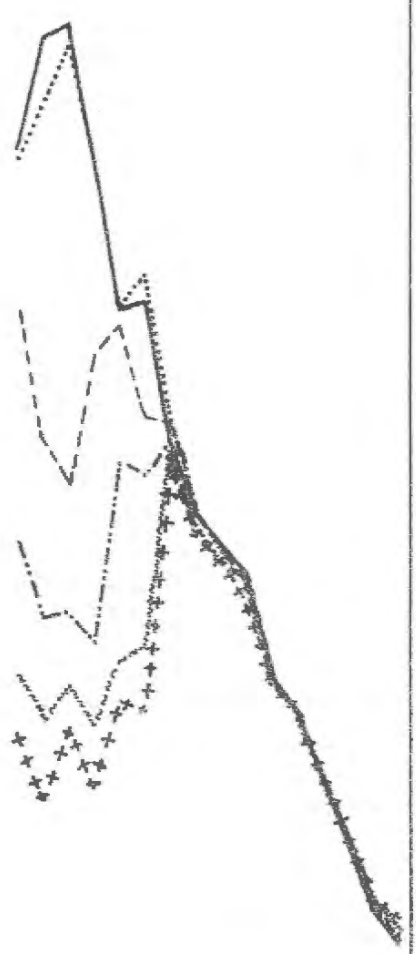
15

10

5

0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC







SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 331, Gävle-  
bukten, baserad på 10-dygnsmedelvärden

Temperature variations at Gävlebukten,  
based on mean values of 10 days

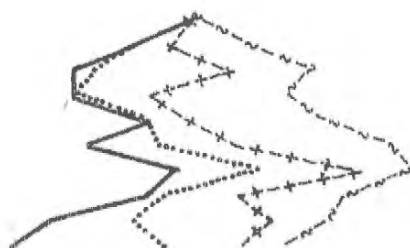
Bilaga III, figur 11

1967

1968

— 0 m  
..... 4 "   
+ - + - 8 "   
~ ~ ~ 12 "

1967



°C  
20

15

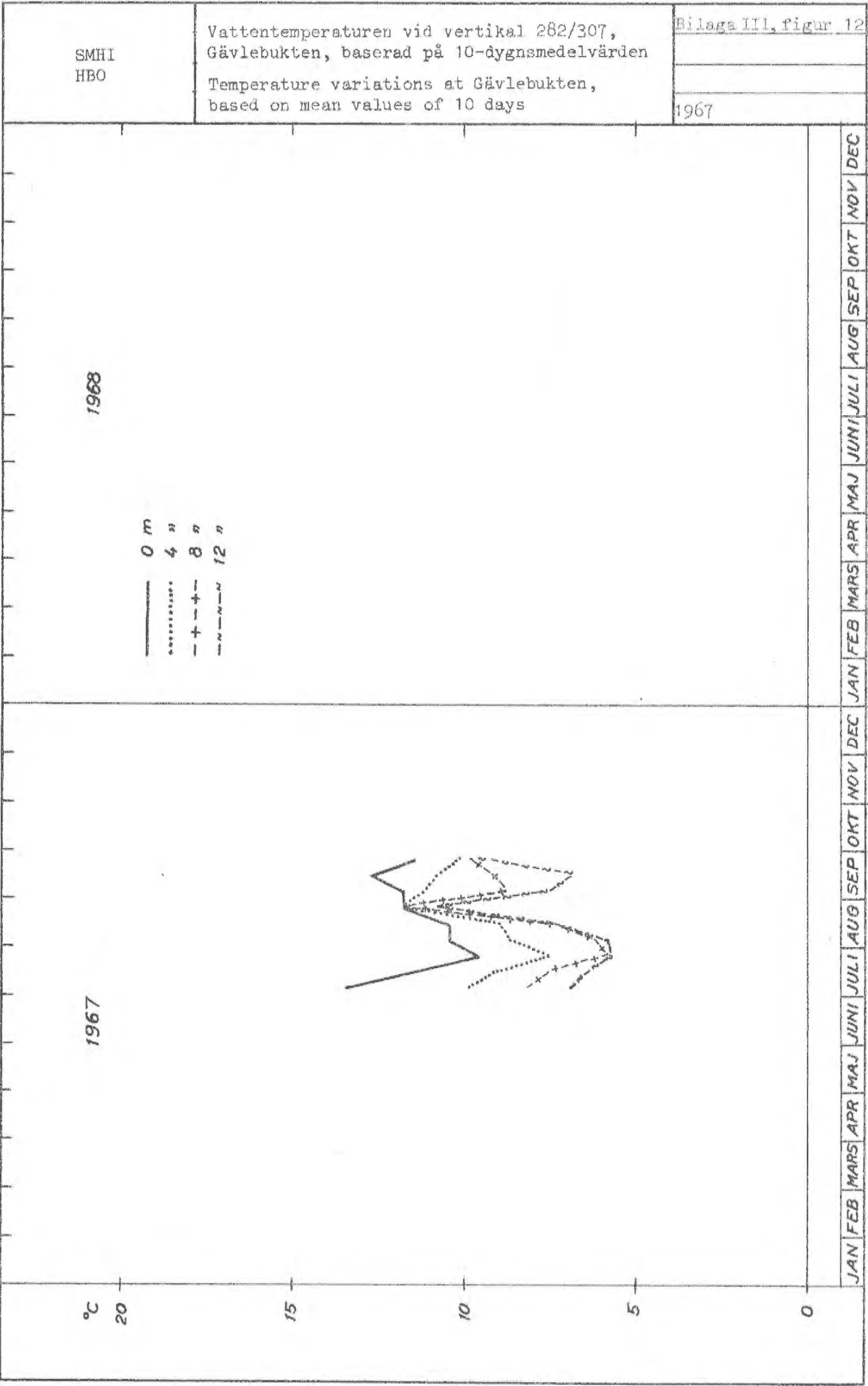
10

5

0

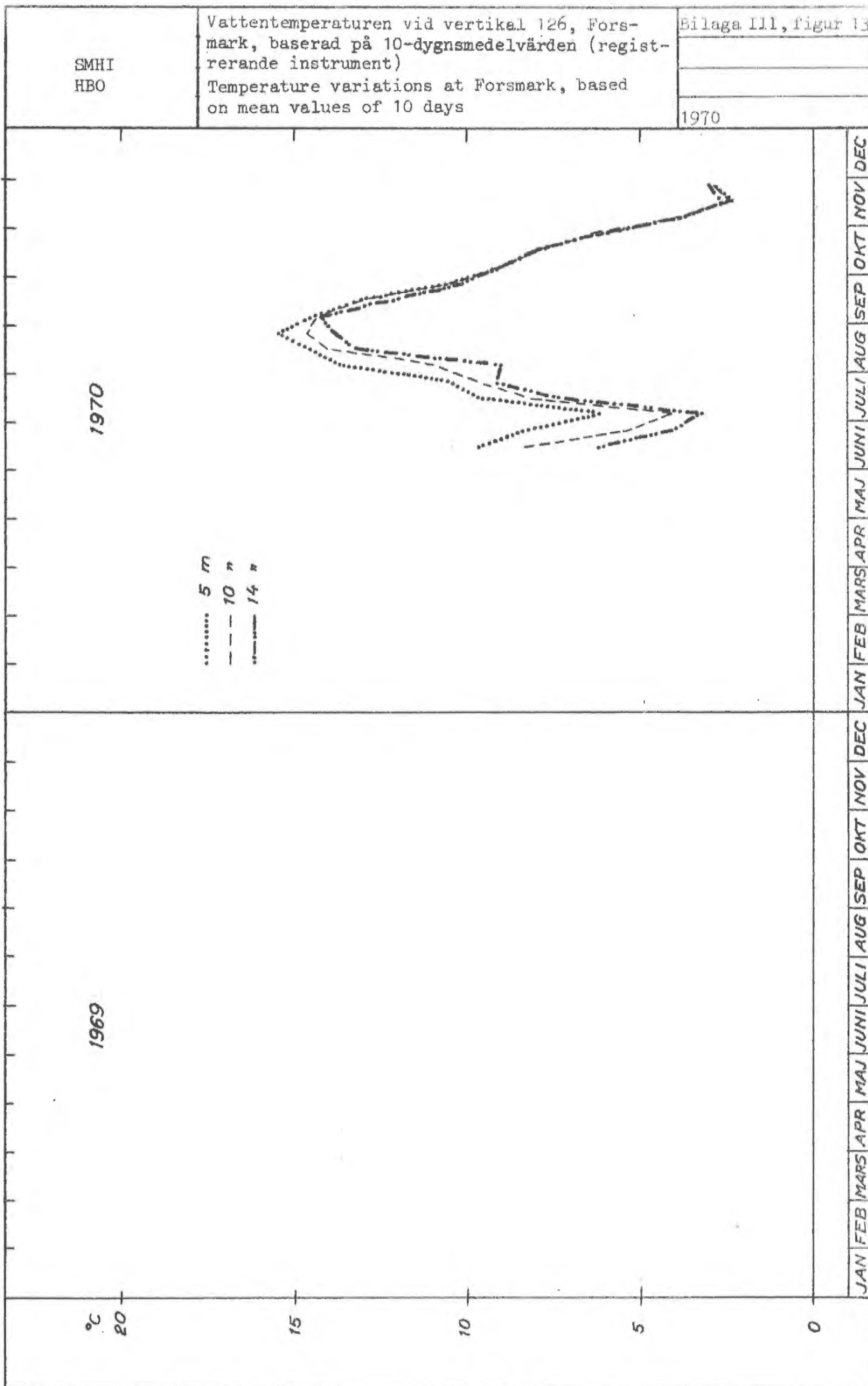
JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC



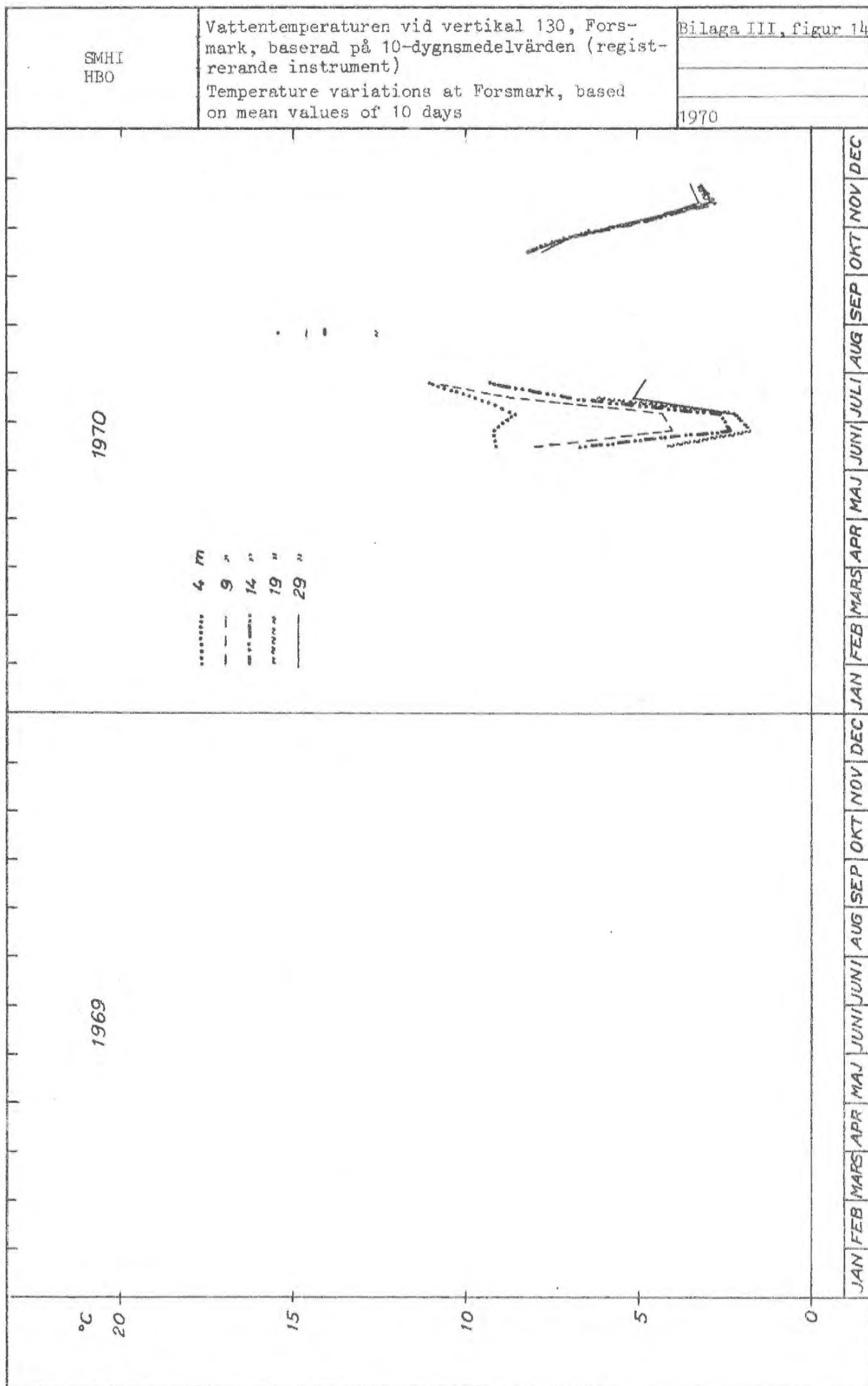


|     |     |      |     |     |      |      |     |     |     |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| JAN | FEB | MARS | APR | MAJ | JUNI | JULI | AUG | SEP | OKT | NOV | DEC |
|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|













SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Svenska Björn  
baserad på 10-dygnsmedelvärden  
Temperature variations at Svenska Björn  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 15

1967-68

1967

°C  
20

15

10

5

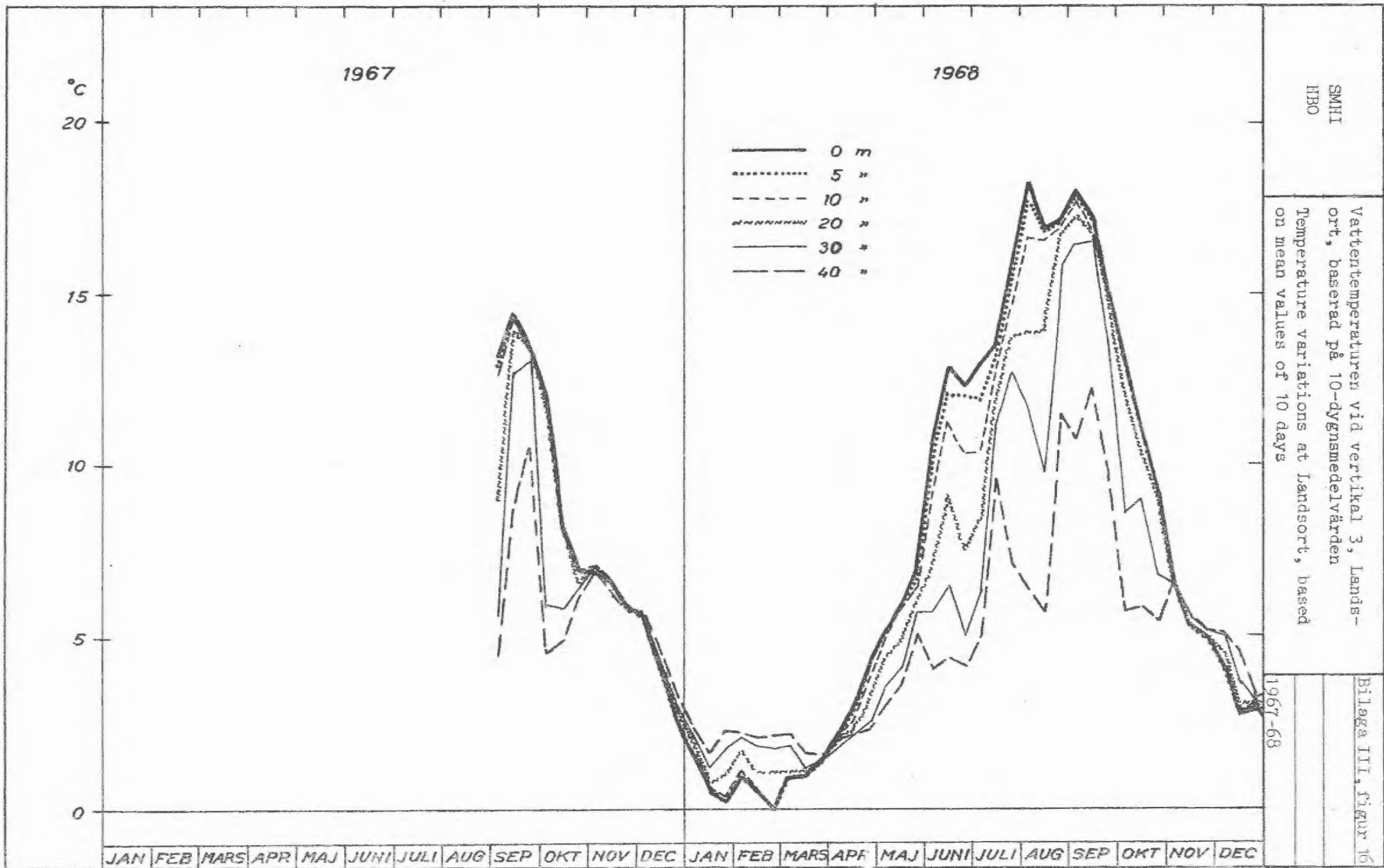
0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC

— 0 m  
... 5 "   
- - - 10 "   
- · - · 15 "   
~~~~~ 20 "   
— · — · 30 "
- - - - - 35 "

1968

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC



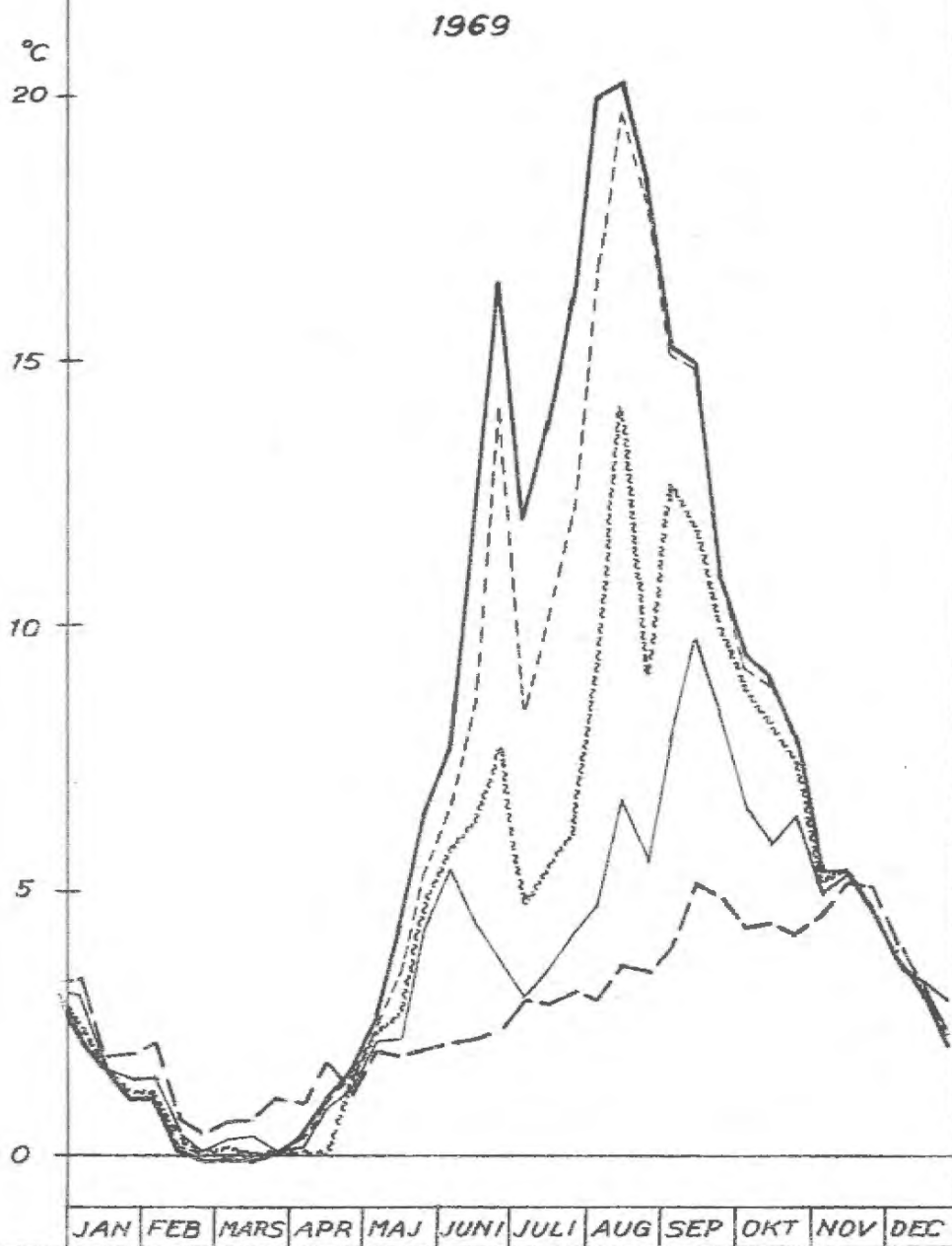
SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 3, Lands-
ort, baserad på 10-dygsmedelvärden
Temperature variations at Landsort, based
on mean values of 10 days

Bilaga III, Figur 11

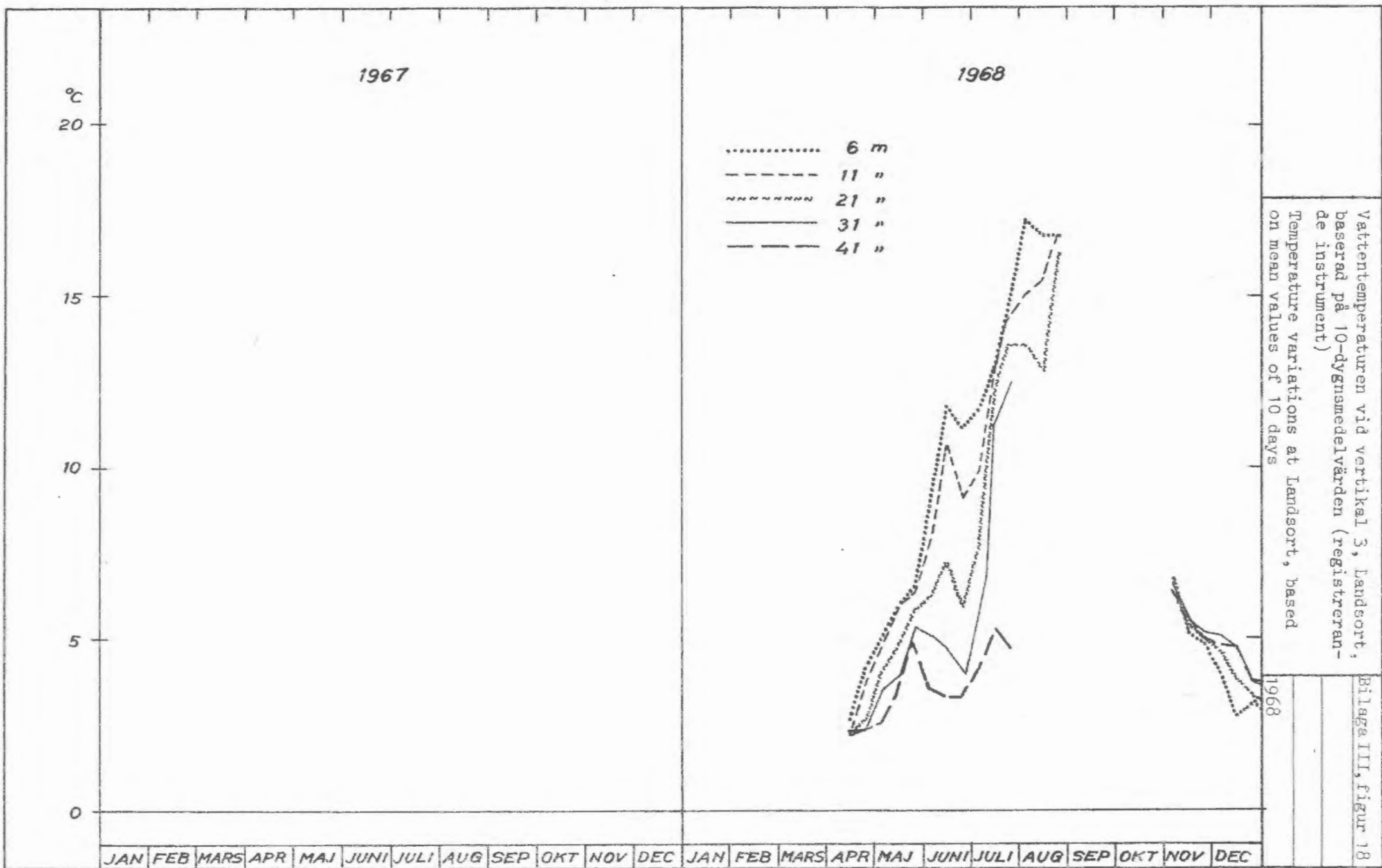
1969

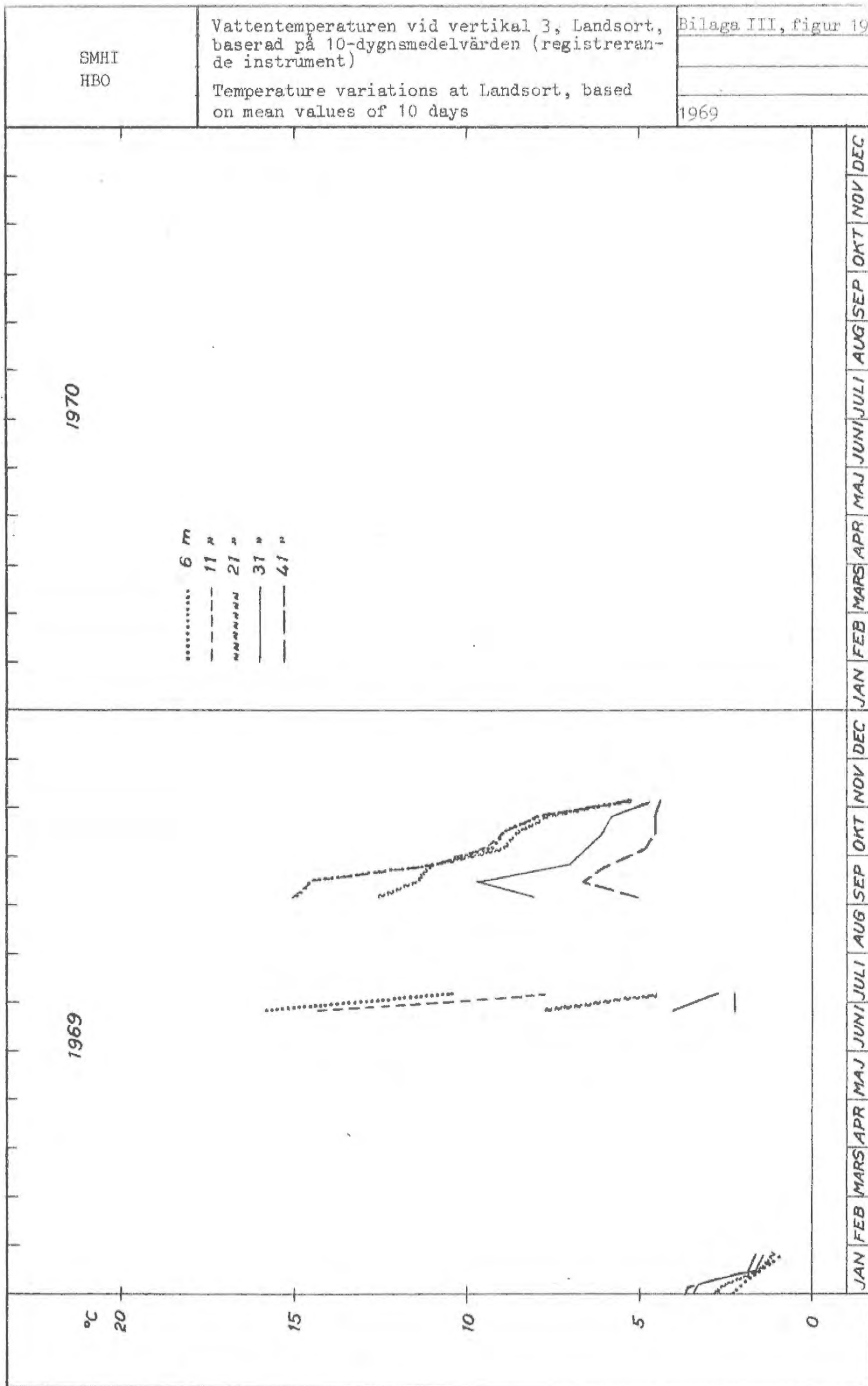
— 0 m
- - 10 "
... 20 "
— 30 "
- - 40 "



1970

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC





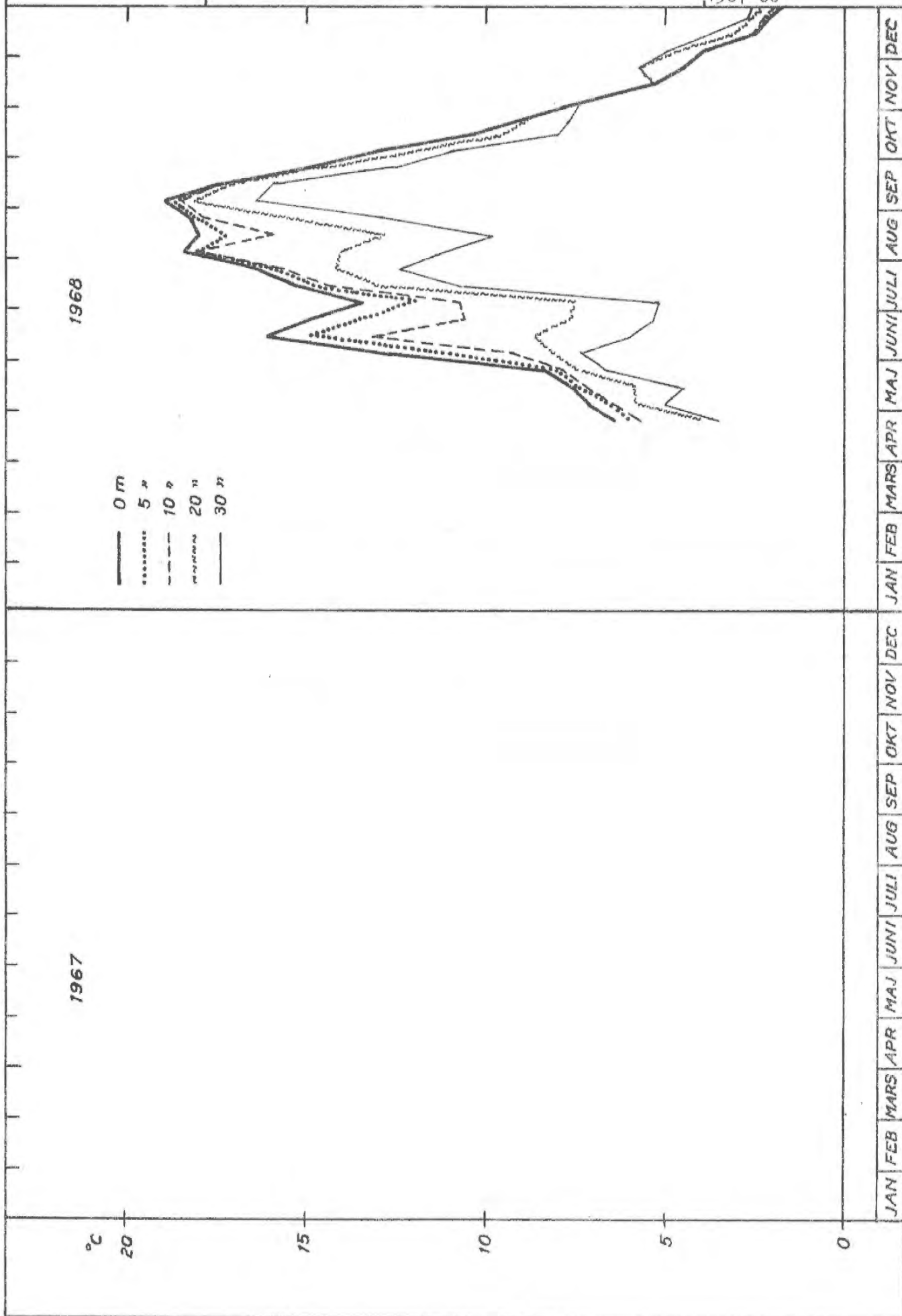
SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 116, Trosa,
baserad på 10-dygnsmedelvärden

Temperature variations at Trosa, based on
mean values of 10 days

Bilaga III, figur 20

1967-68

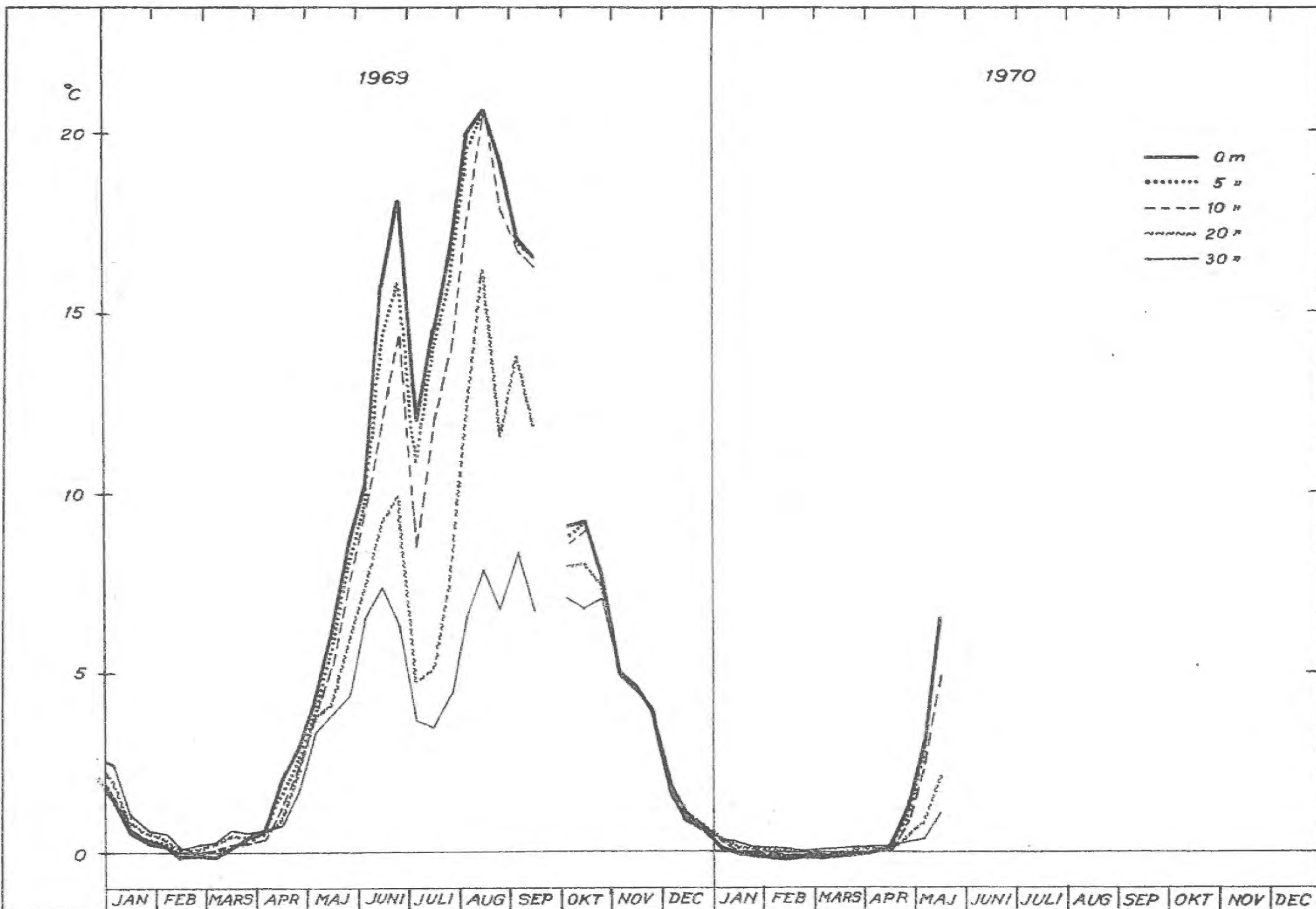


SMHI
HBO

Väntetemperaturen vid vertikal 116, Trosa,
baserad på 10-dygnsmedelvärden
Temperature variations at Trosa, based on
mean values of 10 days

Bilaga III, figur 21

1969-70



SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid Hävringe, baserad
på 10-dygsmedelvärden
Temperature variations at Hävringe, based
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 22

1967

1967
°C
20
15
10
5
0

— 0 m
..... 5 "
- - - 10 "
- . - . 15 "
~~~~~ 20 "  
——— 30 "  
——— 40 "

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC





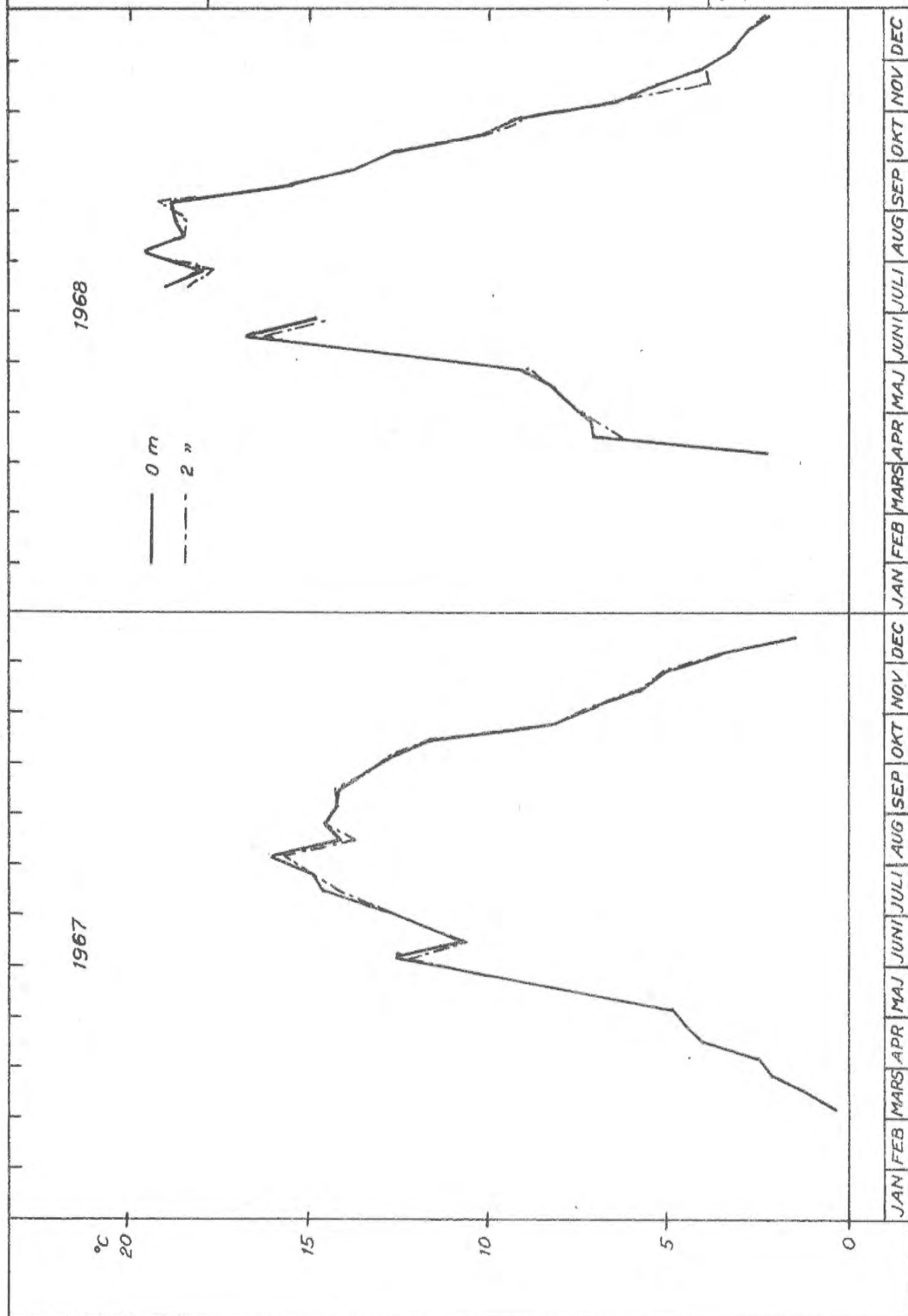
SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 1, Marviken,  
baserad på 10-dygsmedelvärden

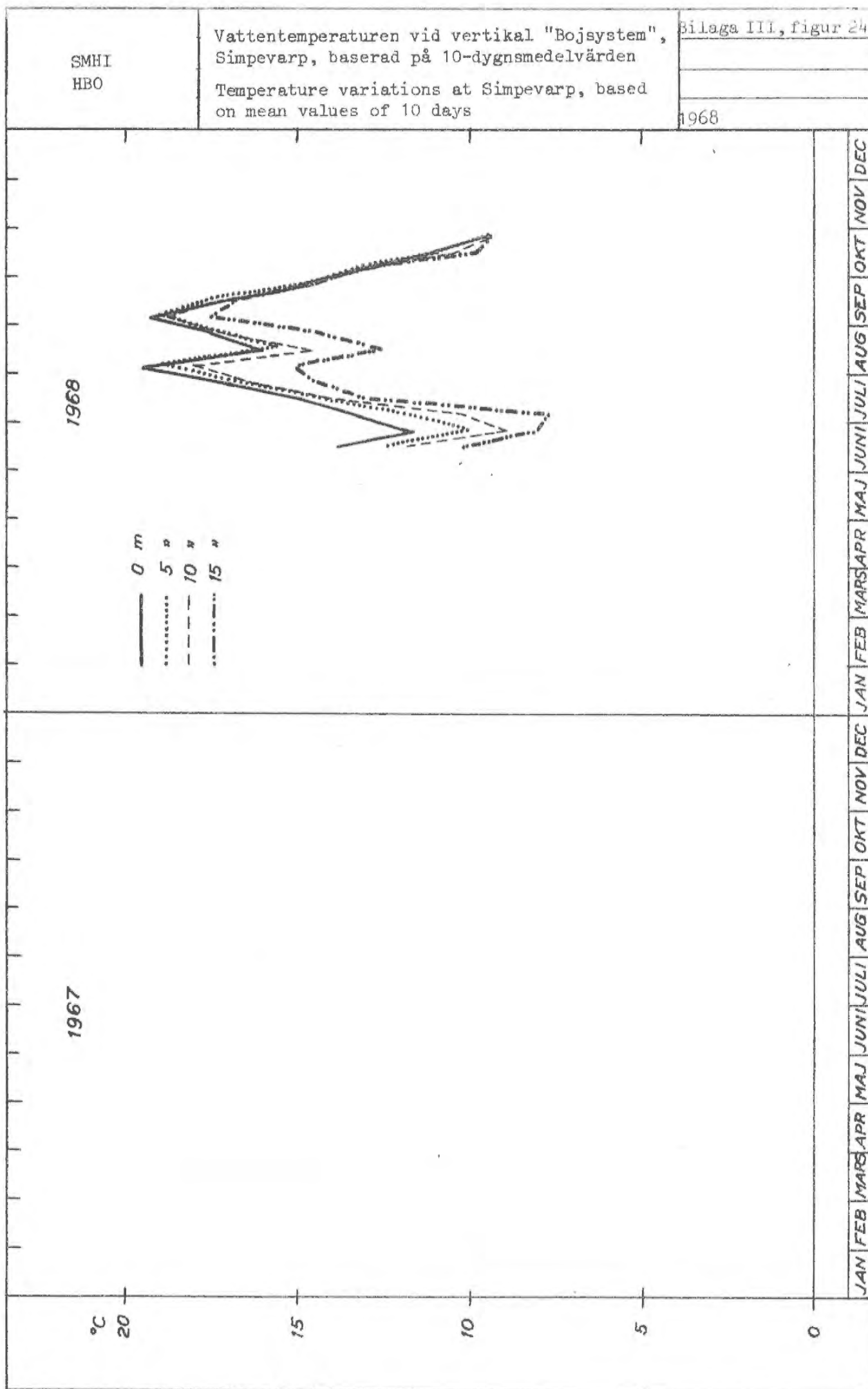
Temperature variations at Marviken, based  
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 23

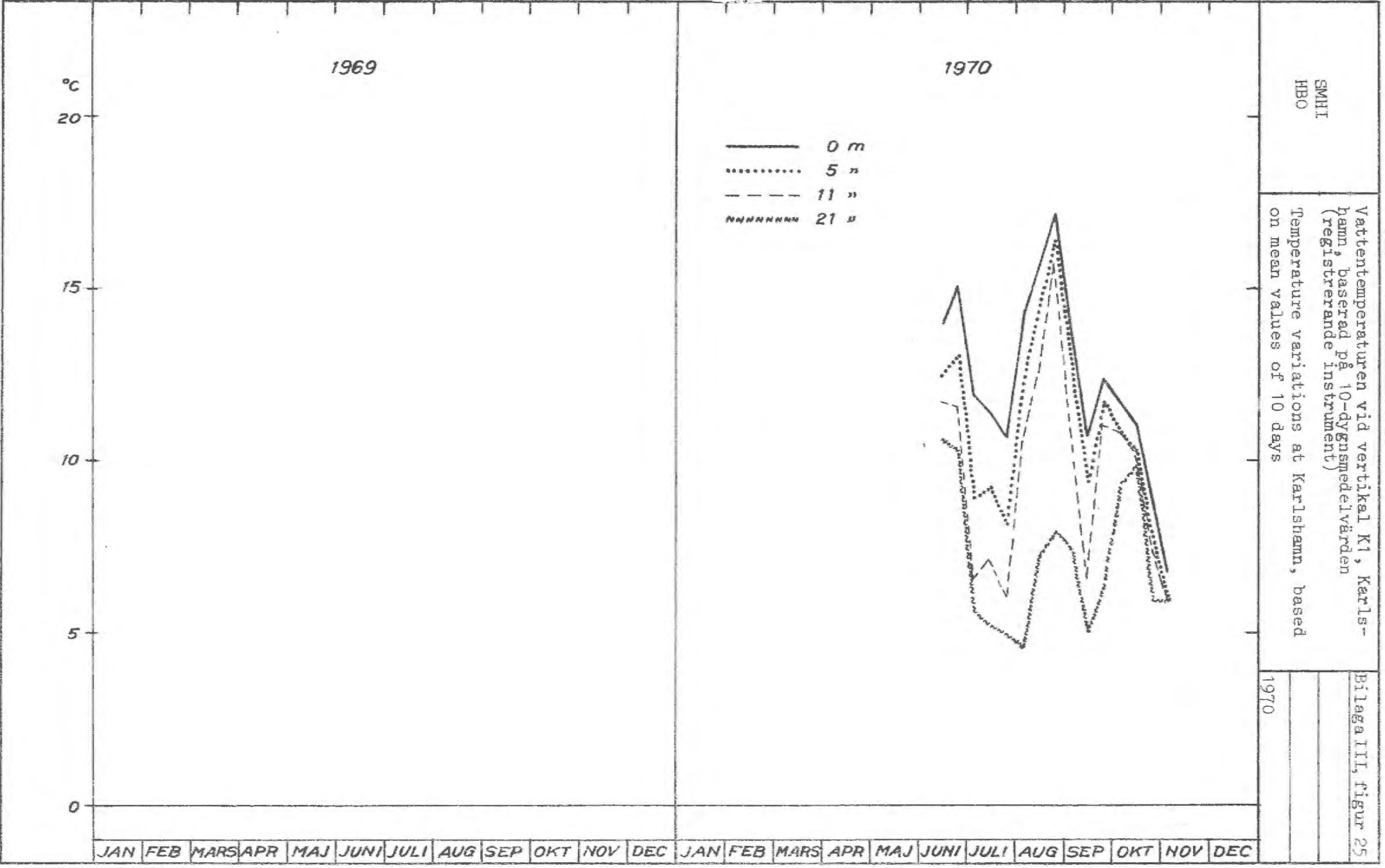
1967-68



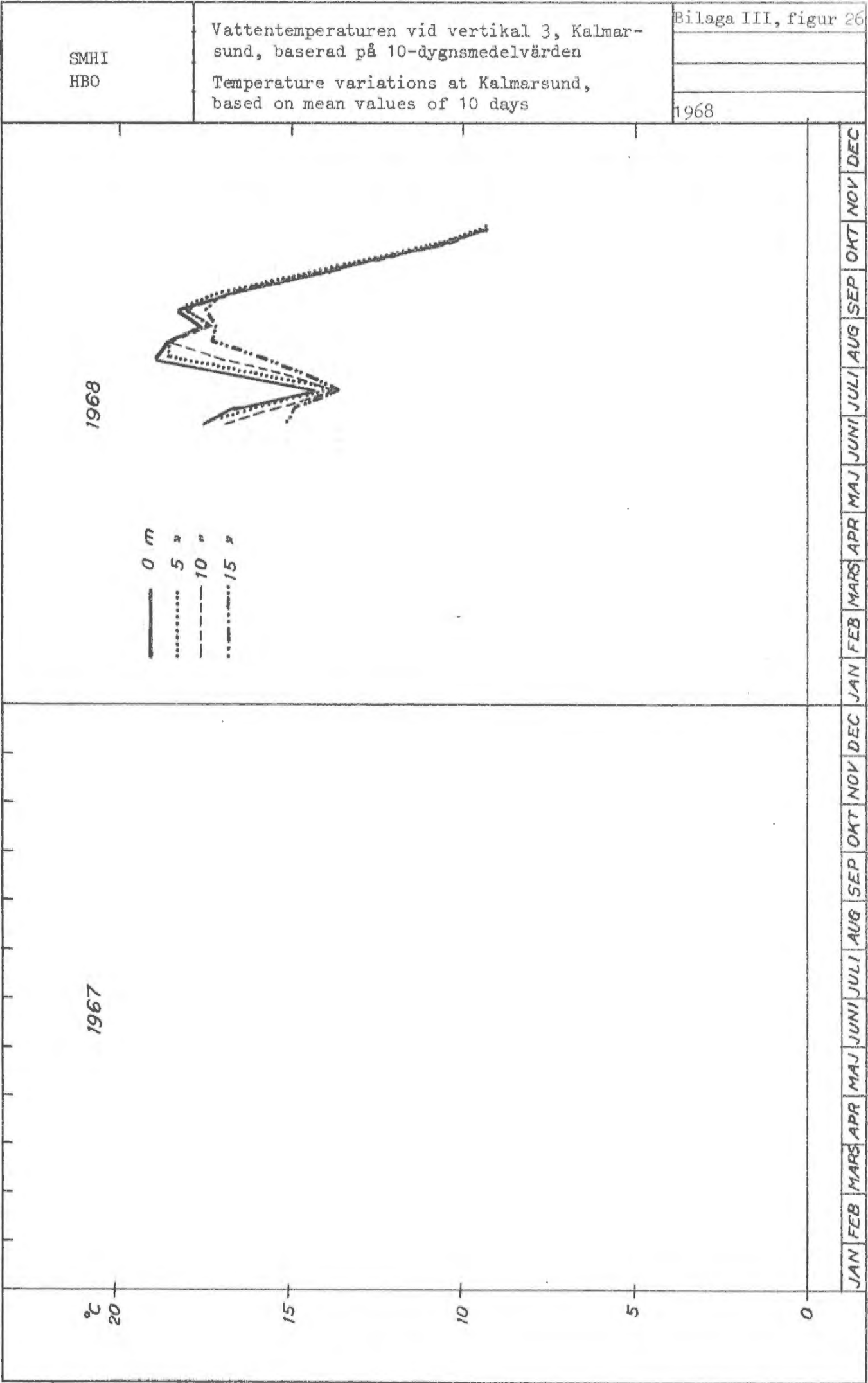
















SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal T1, Karls-  
hamn, baserad på 10-dygnsmedelvärden (re-  
gistrerande instrument)  
Temperature variations at Karlshamn, based  
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 27

1970

1970

— 1 m  
..... 5 "   
--- 11 "

1969

°C  
20

15

10

5

0

|     |     |      |     |     |      |      |     |     |     |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| JAN | FEB | MARS | APR | MAJ | JUNI | JULI | AUG | SEP | OKT | NOV | DEC |
|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|



SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal T2, Karls-  
hamn, baserad på 10-dygnsmedelvärden (re-  
gistrerande instrument)

Temperature variations at Karlshamn, based  
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 28

1970

1970

— 1 m  
..... 5 "   
--- 11 "

1969

°C  
20

15

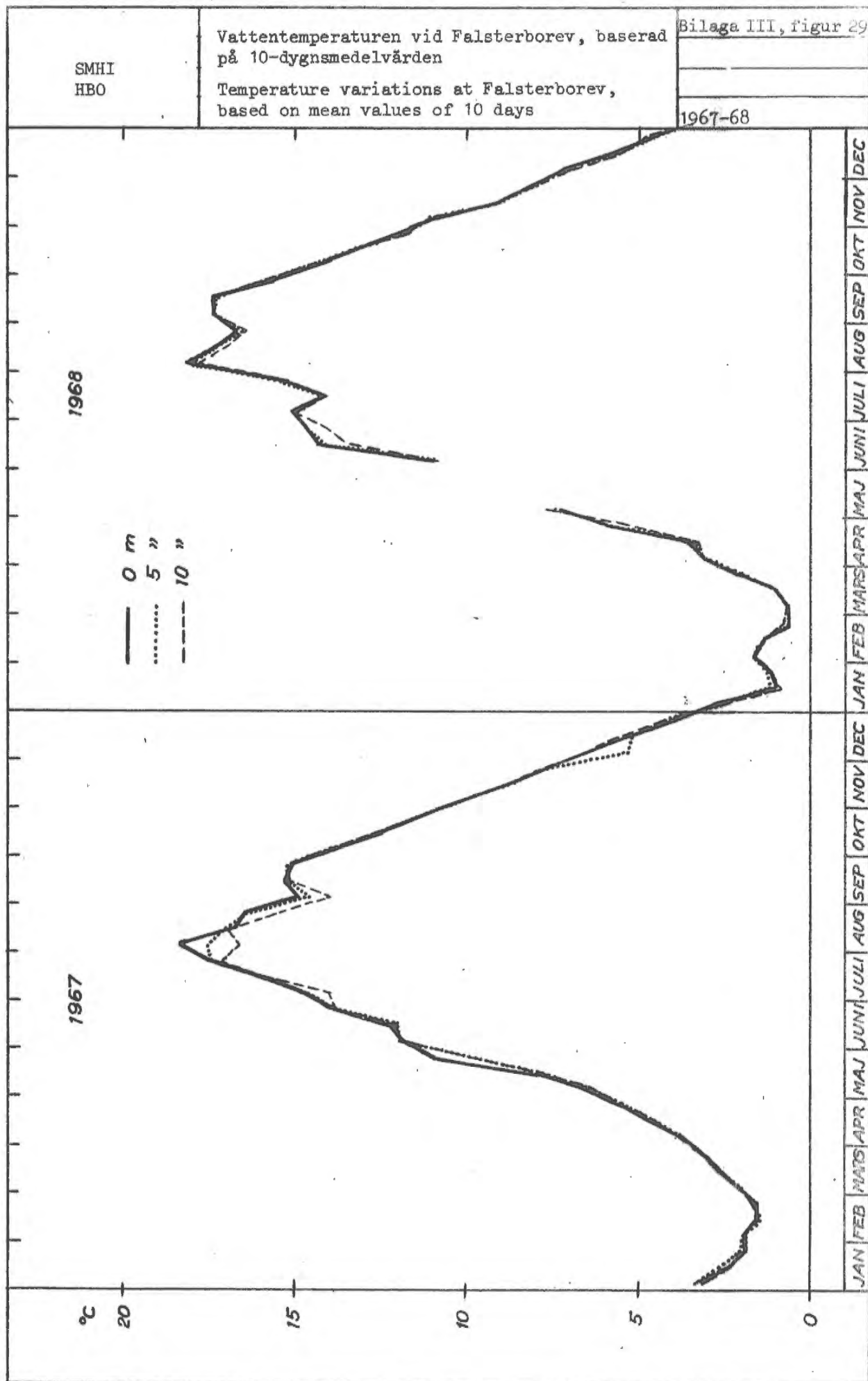
10

5

0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC  
JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC







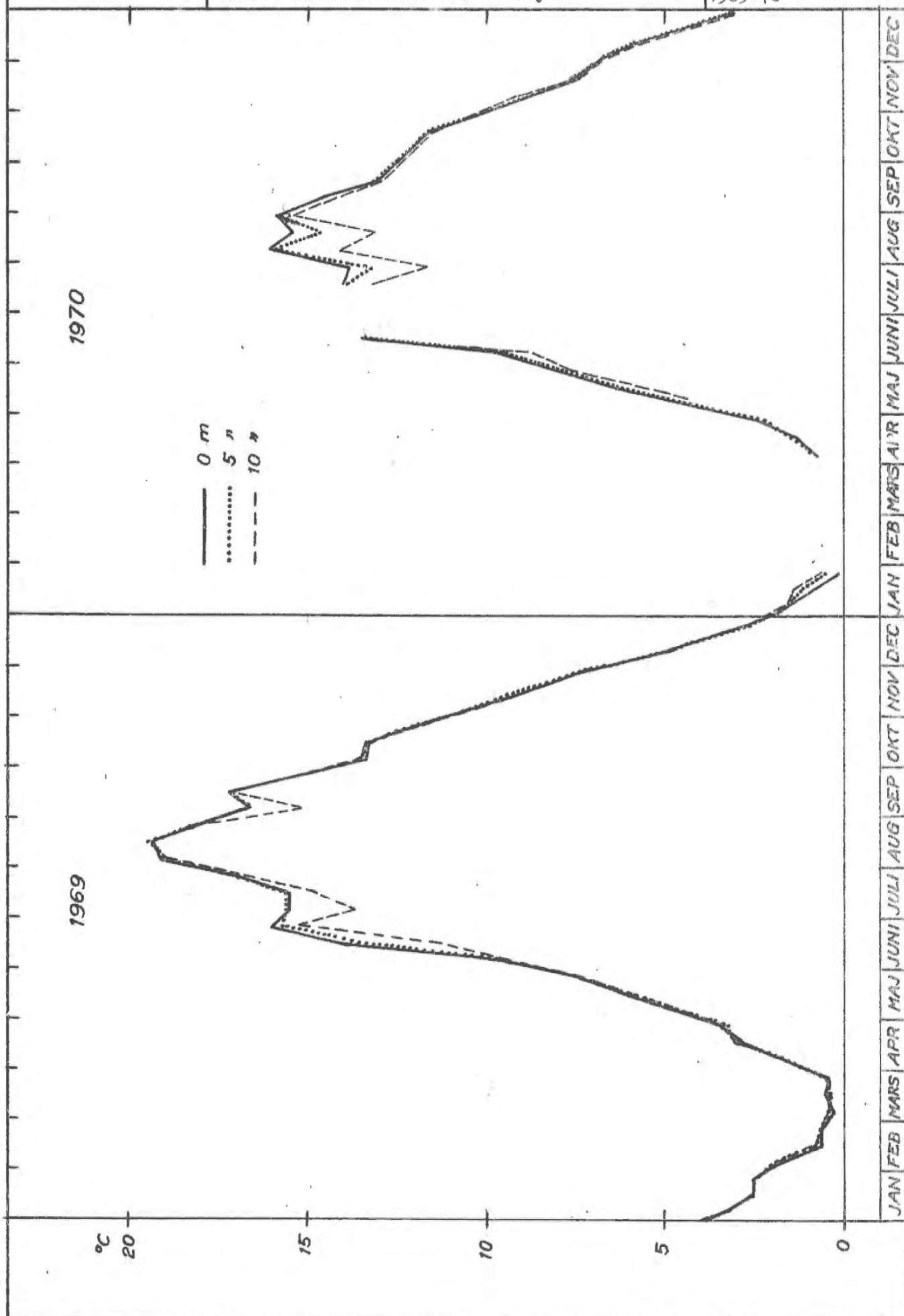
SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Falsterborev,  
baserad på 10-dygnsmedelvärden

Temperature variations at Falsterborev,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 30

1969-70







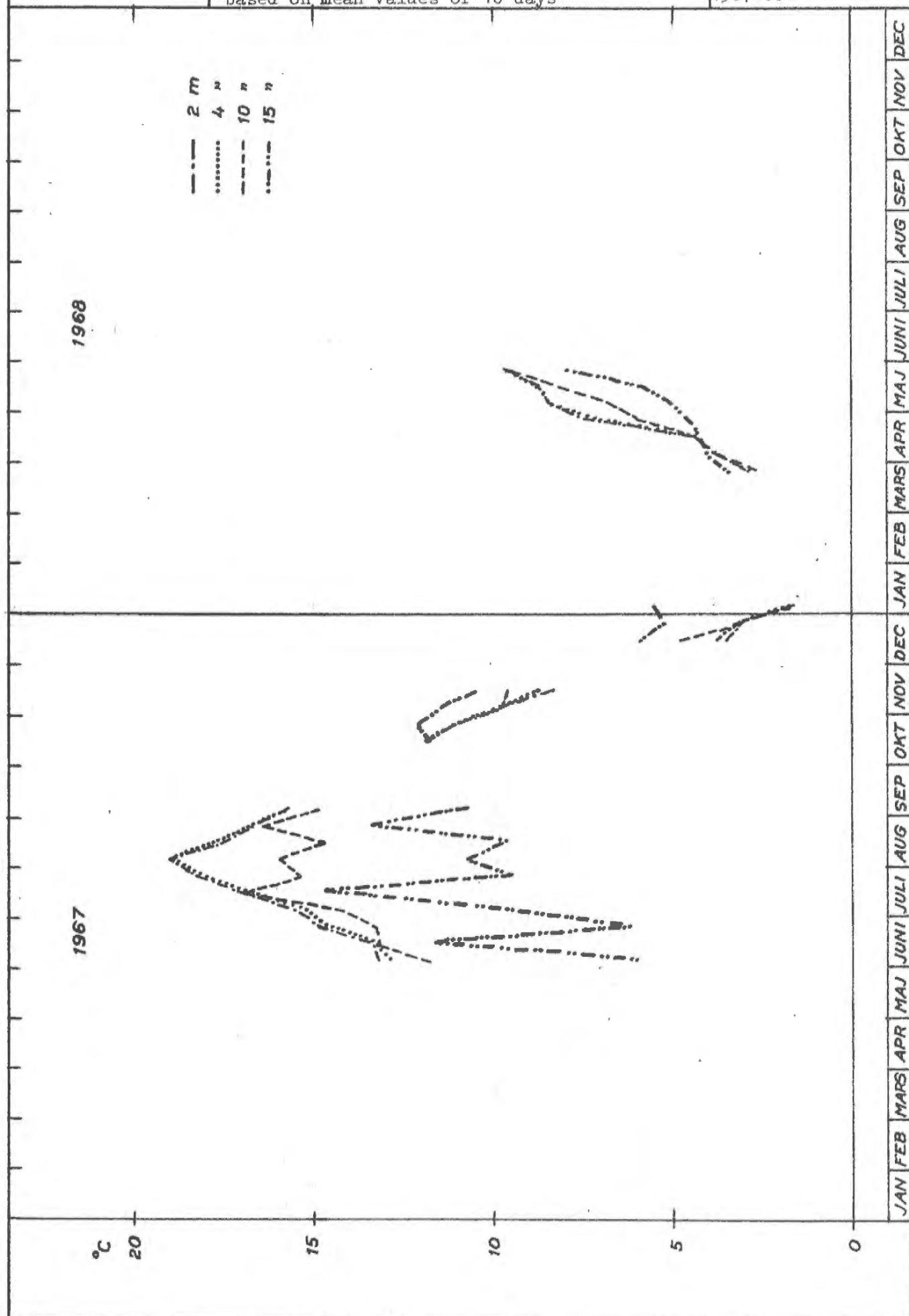
SMHI  
HBO

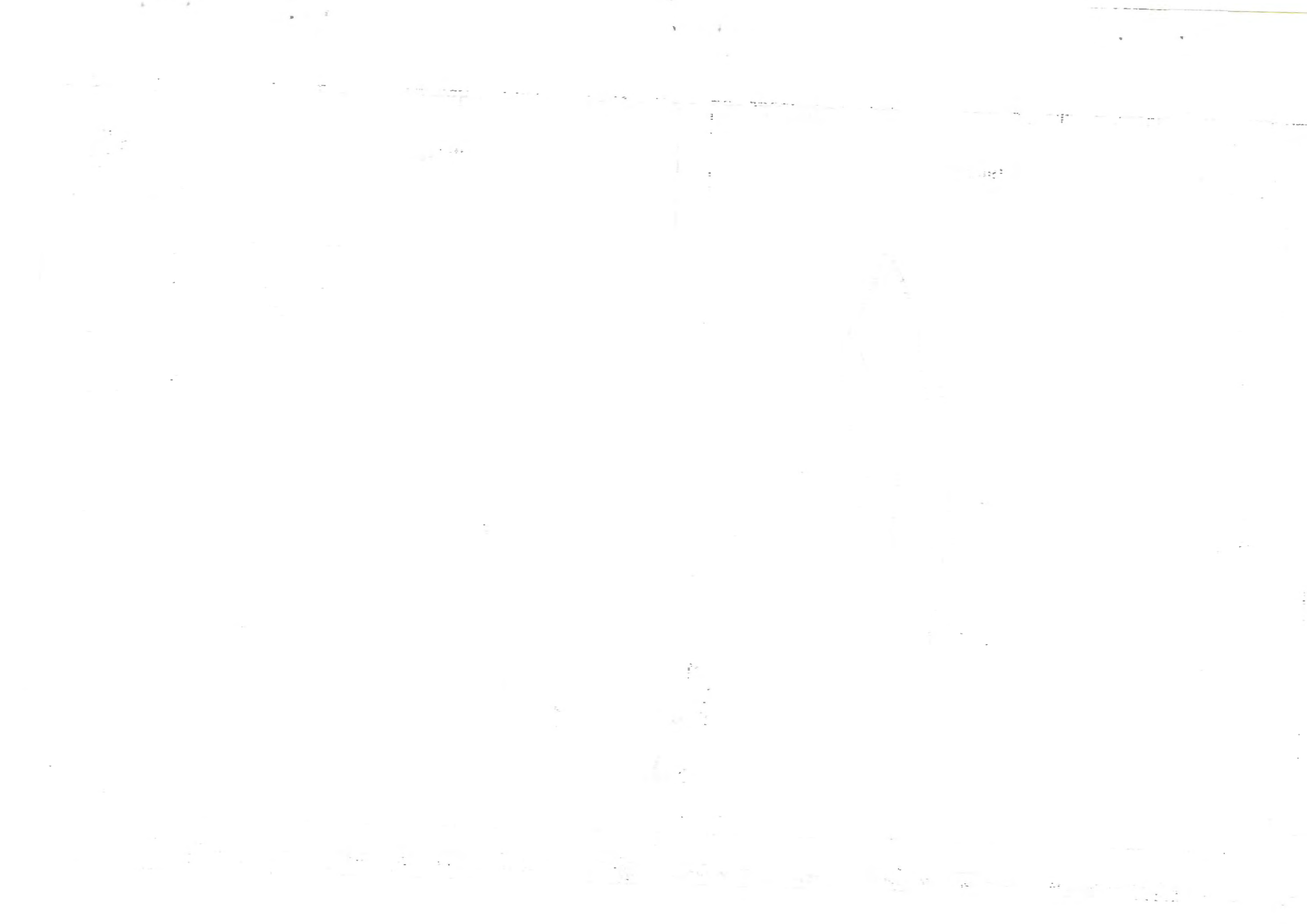
Vattentemperaturen vid vertikal 2, Barse-  
bäck, baserad på 10-dygnsmedelvärden  
(registrerande instrument)

Temperature variations at Barsebäck,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 31

1967-68





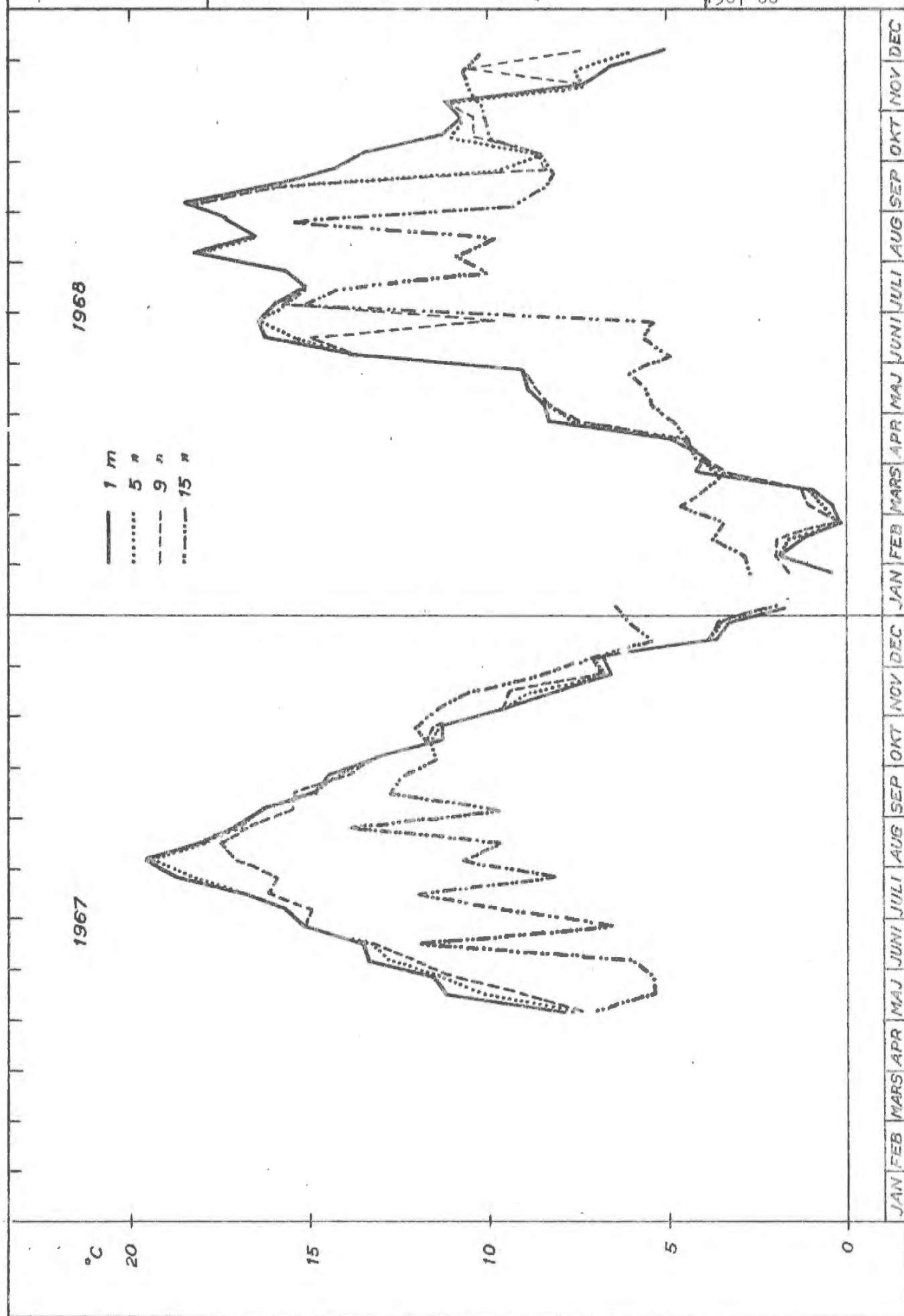
SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 2, Barse-  
bäck, baserad på 10-dygnsmedelvärden

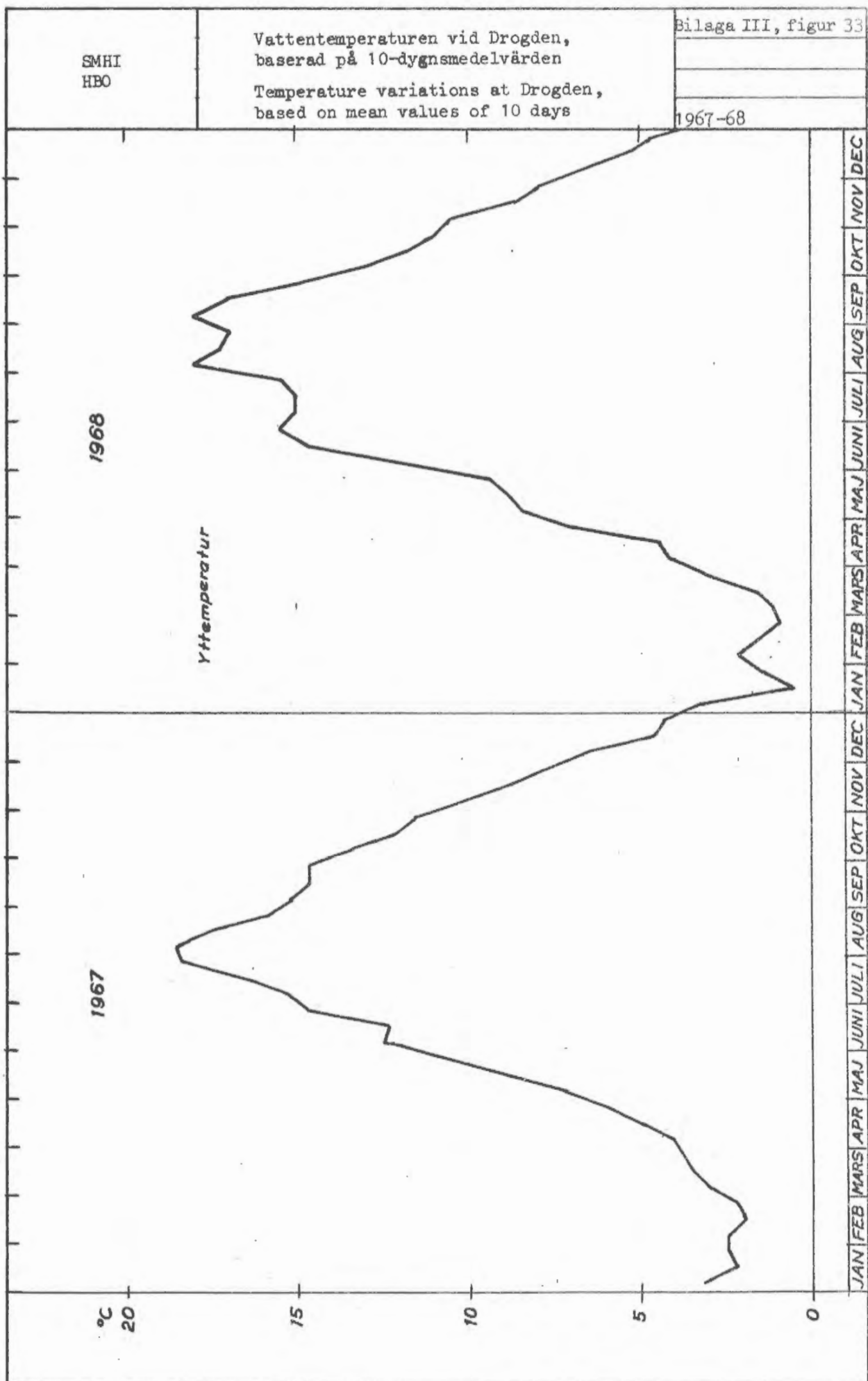
Temperature variations at Barsebäck,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 32

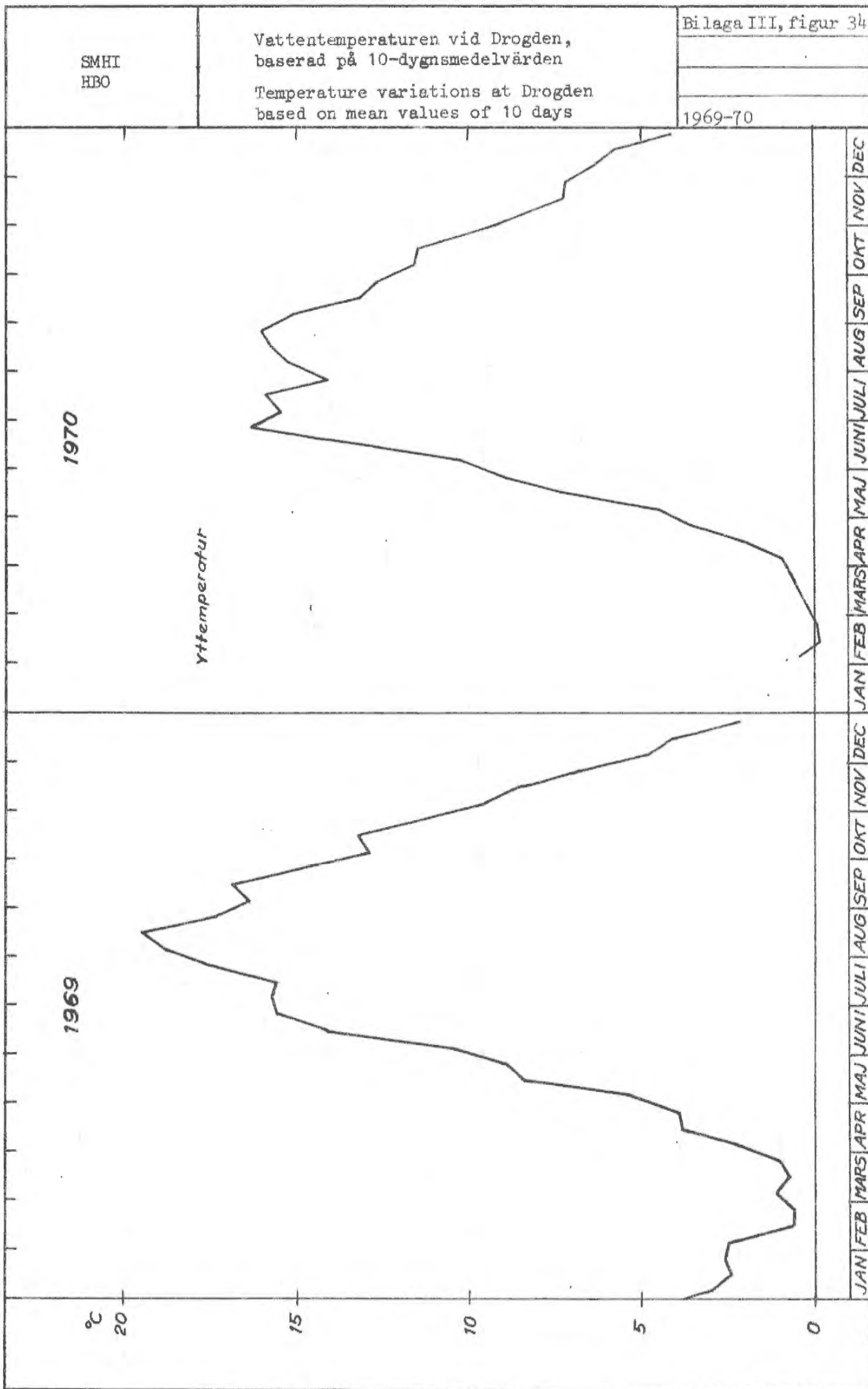
1967-68















1967

1968

°C

20

15

10

5

0

— 0 m  
 ..... 5 "  
 - - - 10 "  
 - · - · 15 "

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC

SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Leppegrund, baserad  
 på 10-dygnsmedelvärden  
 Temperature variations at Leppegrund,  
 based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 35  
 1967-68



SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Lappegrund, baserad  
på 10-dygnsmedelvärden

Temperature variations at Lappegrund,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 36

1969

1970

0 m  
5 "   
10 "   
15 "

1969

°C  
20

15

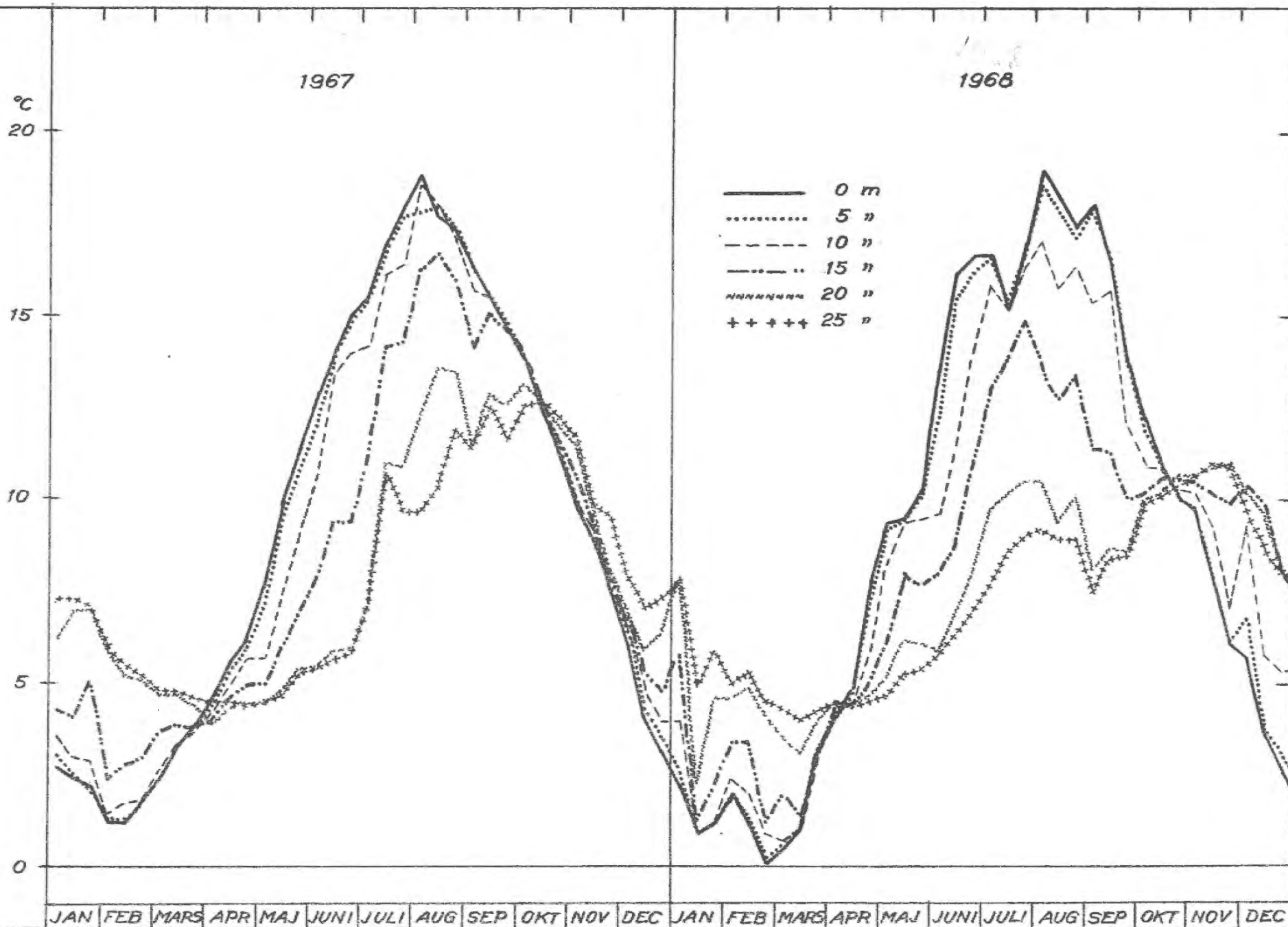
10

5

0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC  
JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC





SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Kattegatt S,  
baserad på 10-dygnsmedelvärden  
Temperature variations at Kattegat S,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 37  
1967-68

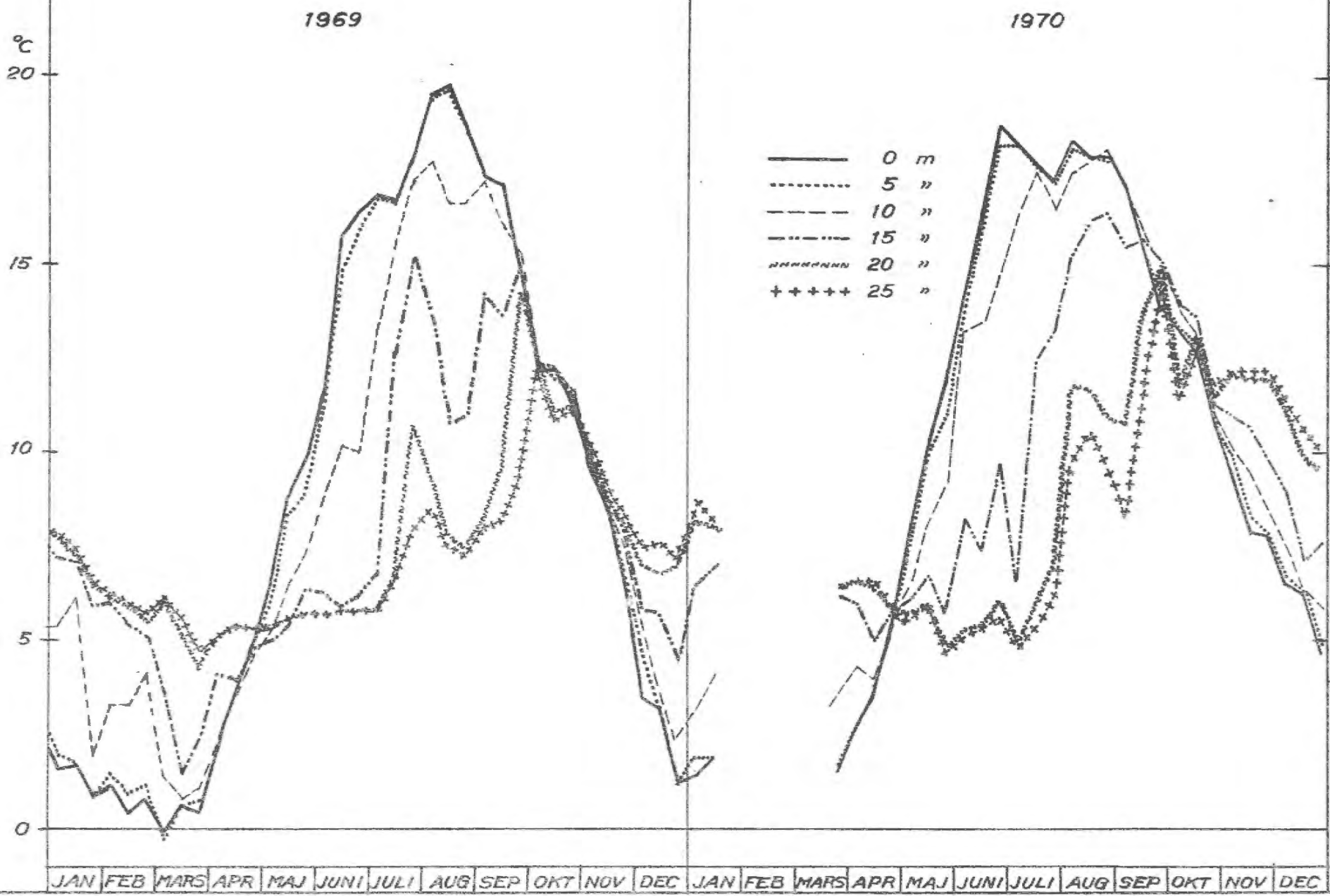




SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Kattegatt S,  
baserad på 10-dygnsmedelvärden  
Temperature variations at Kattegat S,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 38  
1969-70





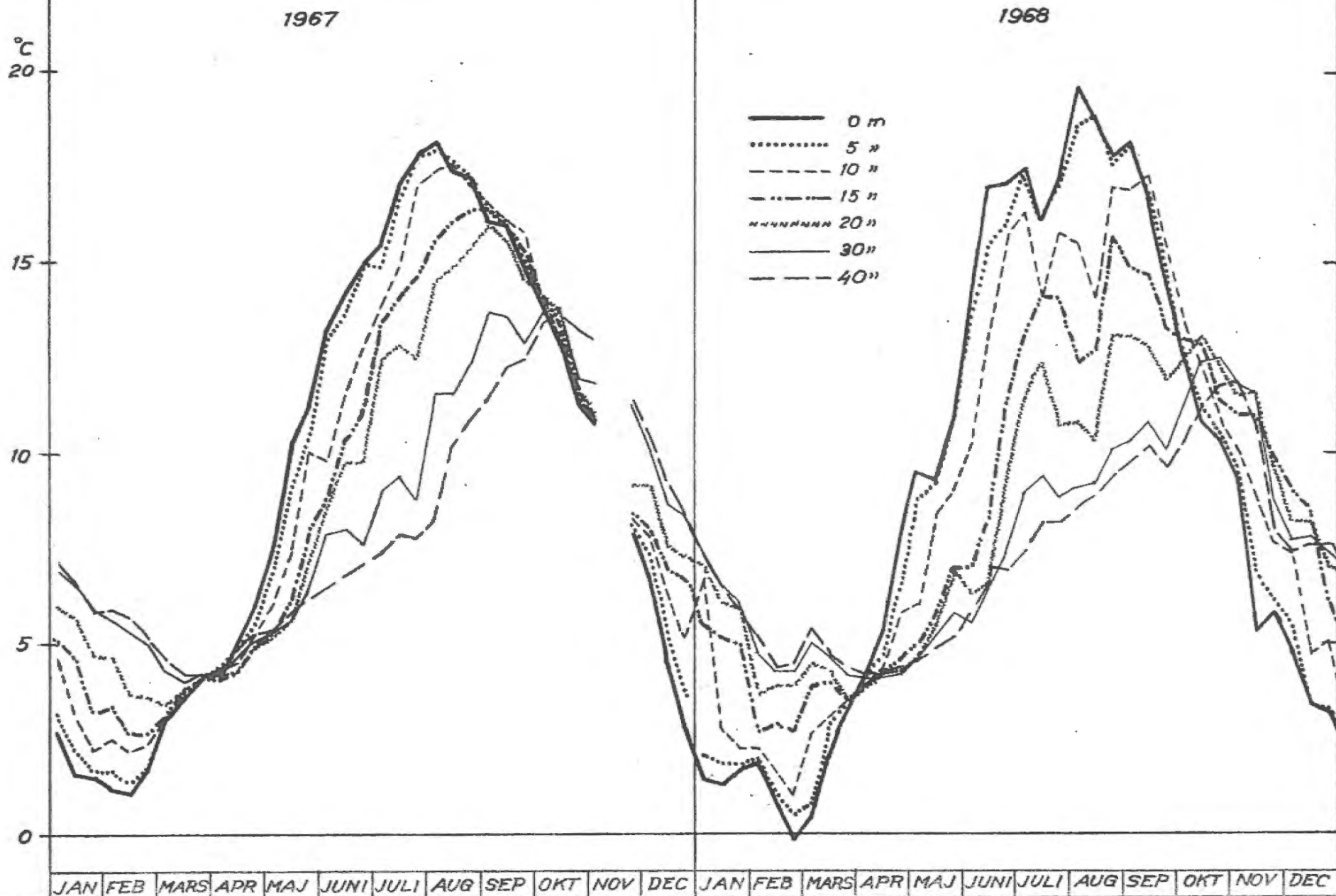


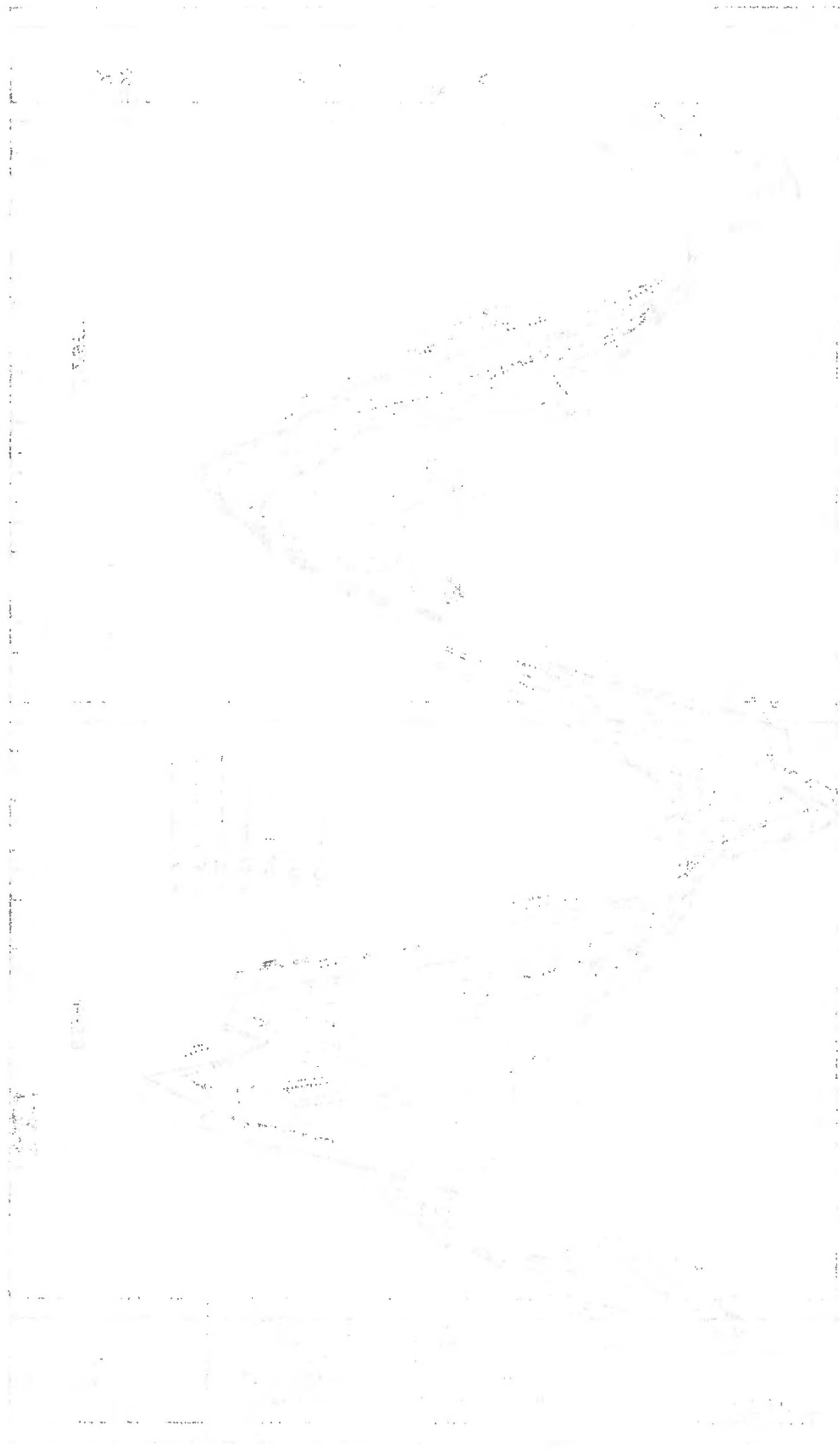
SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Flåden, baserad  
på 10-dygsmedelvärden  
Temperature variations at Flåden, based  
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 39

1967-68





SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid Flåden,  
baserad på 10-dygnsmedelvärden  
Temperature variations at Flåden,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 40

1969

1970

— 0 m  
..... 5 "   
- - - 10 "   
- · - · - 15 "   
~ ~ ~ ~ ~ 20 "   
— 30 "   
- - - 40 "

°C

20

15

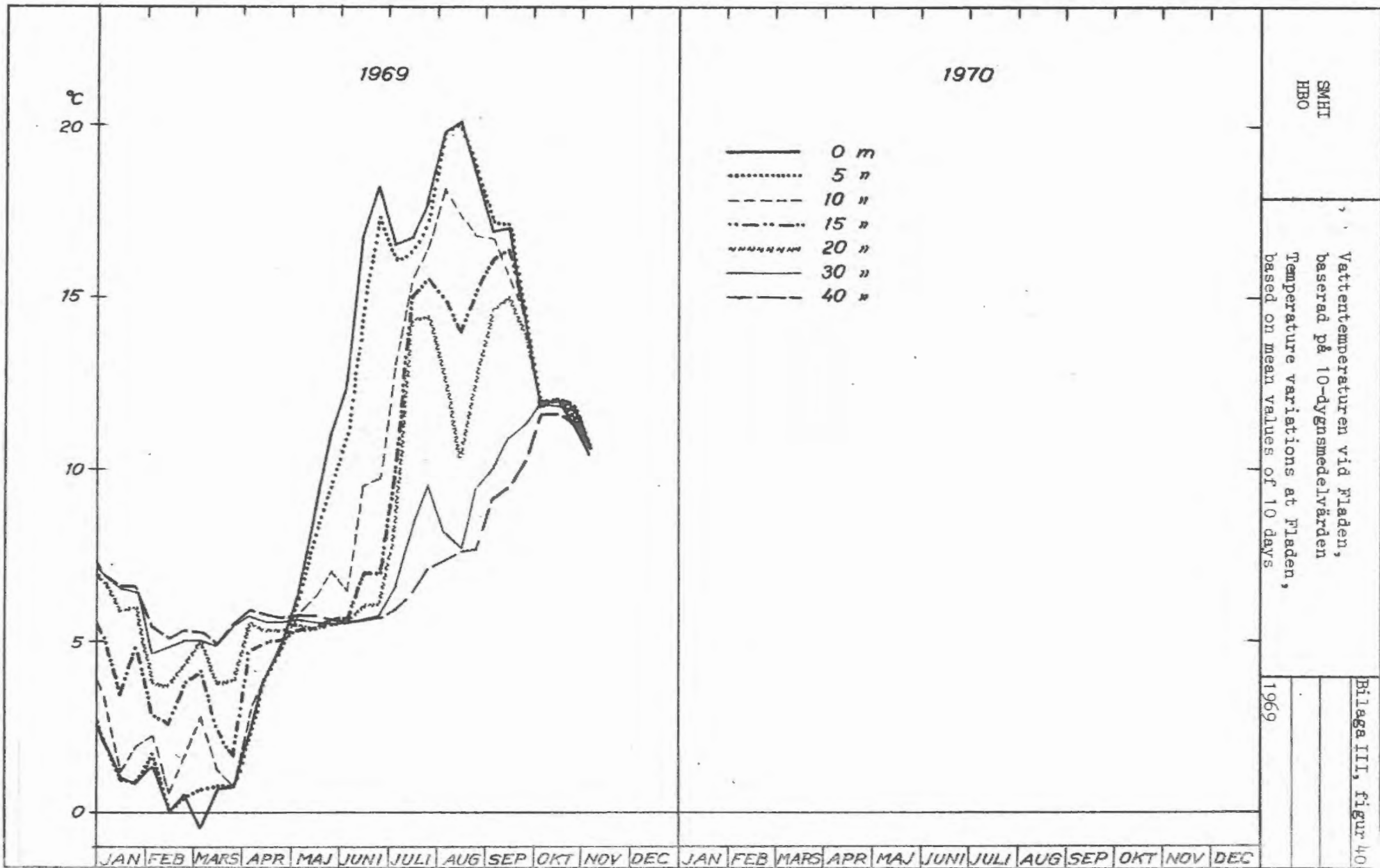
10

5

0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC

1969



1770  
1771  
1772  
1773  
1774  
1775  
1776  
1777  
1778  
1779  
1780  
1781  
1782  
1783  
1784  
1785  
1786  
1787  
1788  
1789  
1790  
1791  
1792  
1793  
1794  
1795  
1796  
1797  
1798  
1799  
1800



SMHI  
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal D, Ring-  
hals, baserad på 10-dygnsmedelvärden  
Temperature variations at Ringhals,  
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 4

1967-68

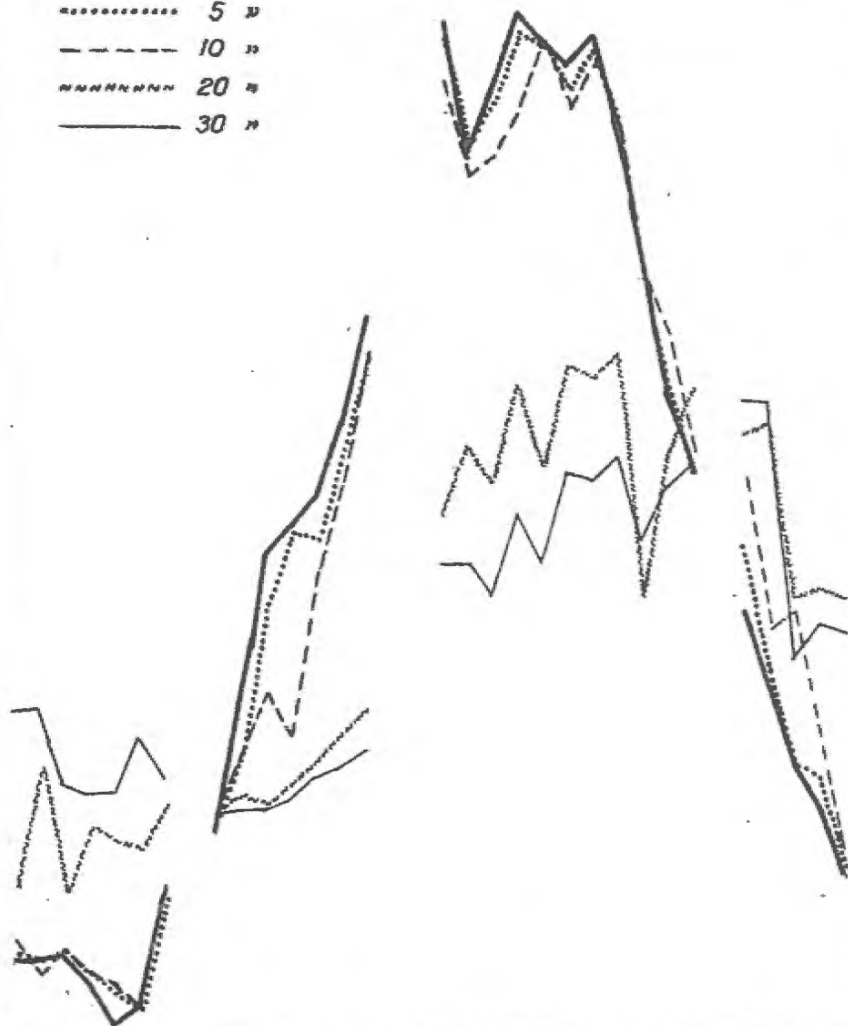
1968

— 0 m  
..... 5 "   
- - - 10 "   
~~~~~ 20 "   
——— 30 "

1967

°C
20
15
10
5
0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC



1000
1000

700

SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal D, Ring-
hals, baserad på 10-dygnsmedelvärden

Temperature variations at Ringhals,
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 42

1969

1970

0 m
5 m
10 m
20 m
30 m

1969

°C
20

15

10

5

0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC
JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC

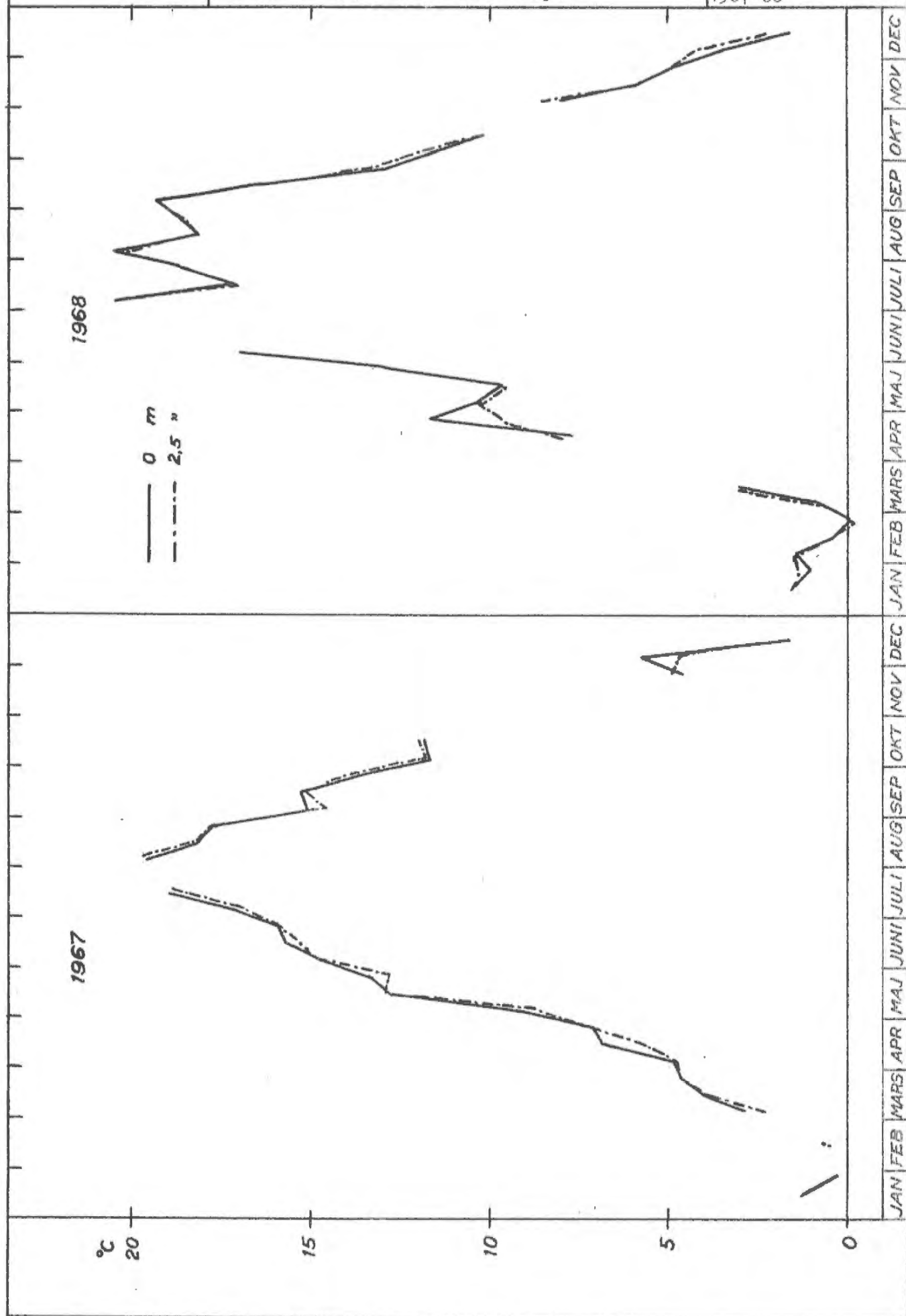
SMHI
HBO

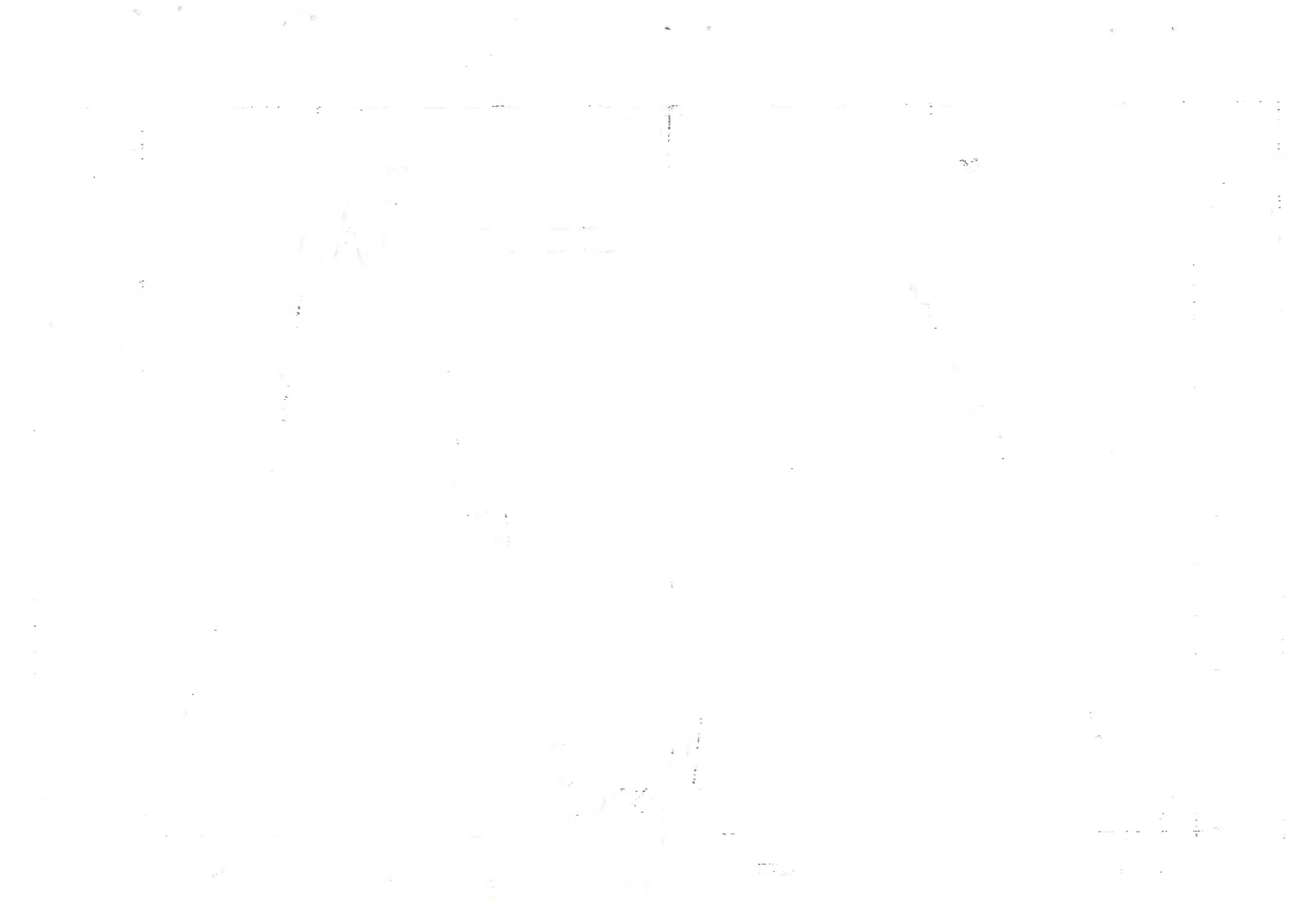
Vattentemperaturen vid vertikal G, Ring-
hals, baserad på 10-dygsmedelvärden

Temperature variations at Ringhals,
based on mean values of 10 days

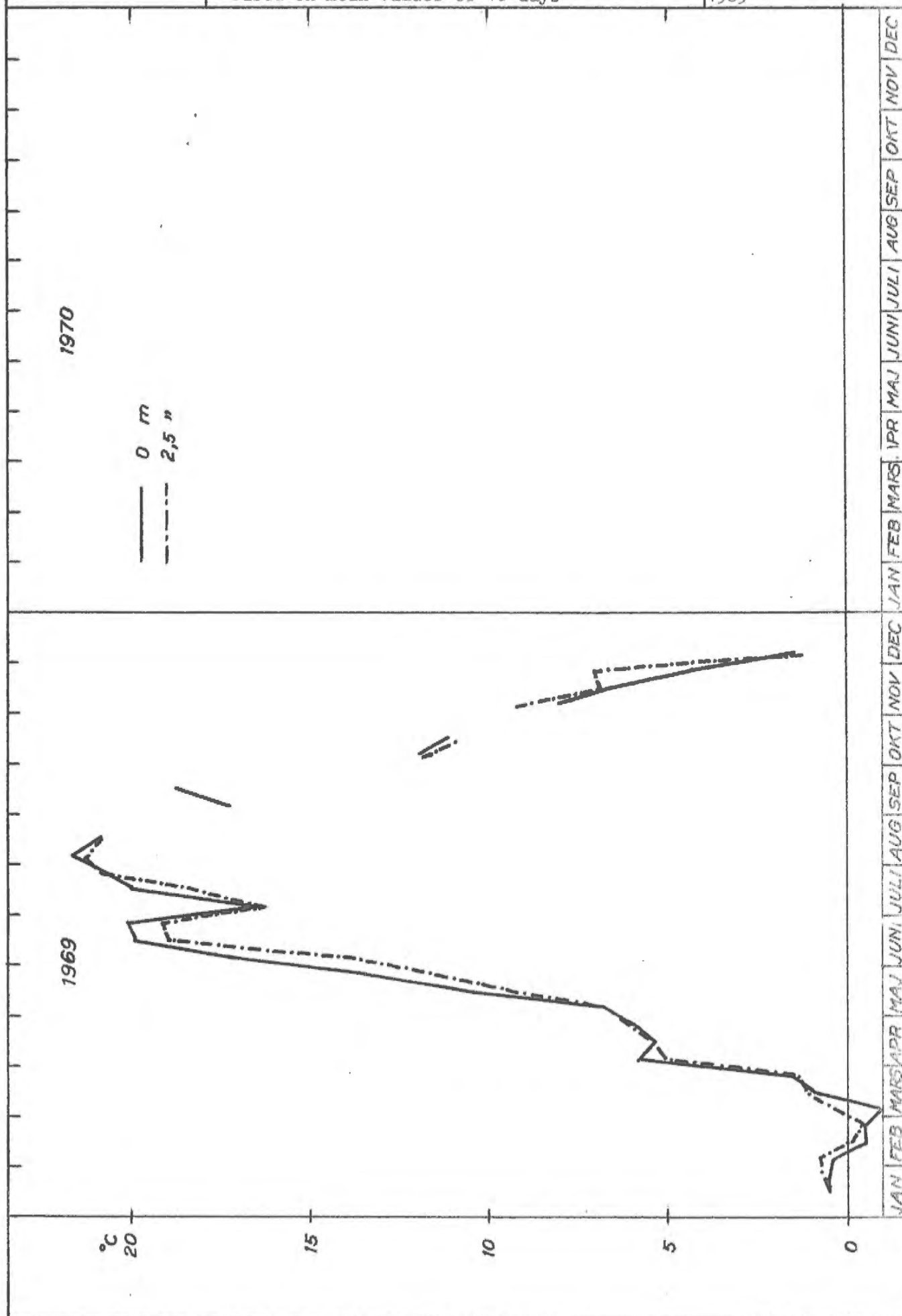
Bilaga III, figur 43

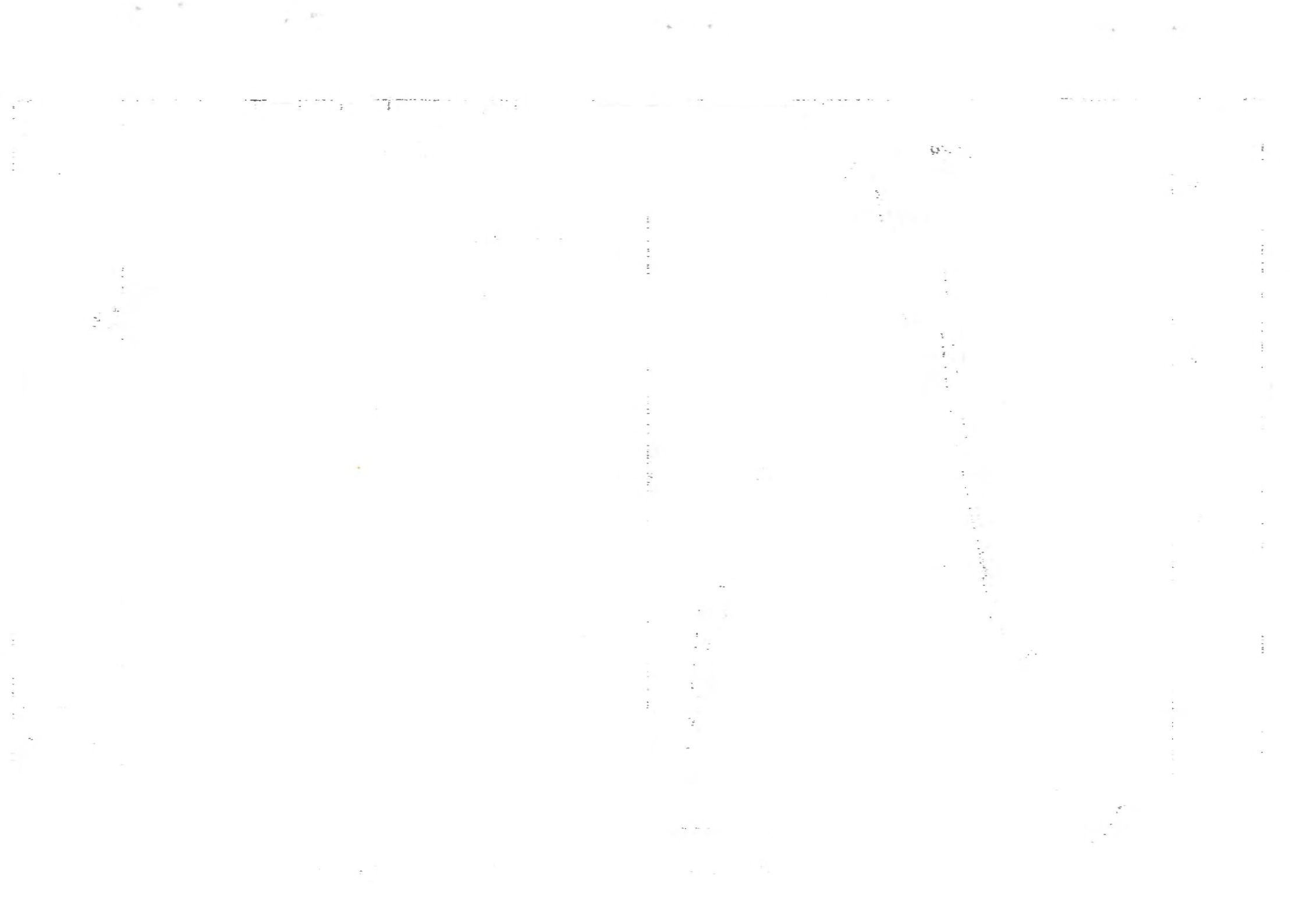
1967-68





1969





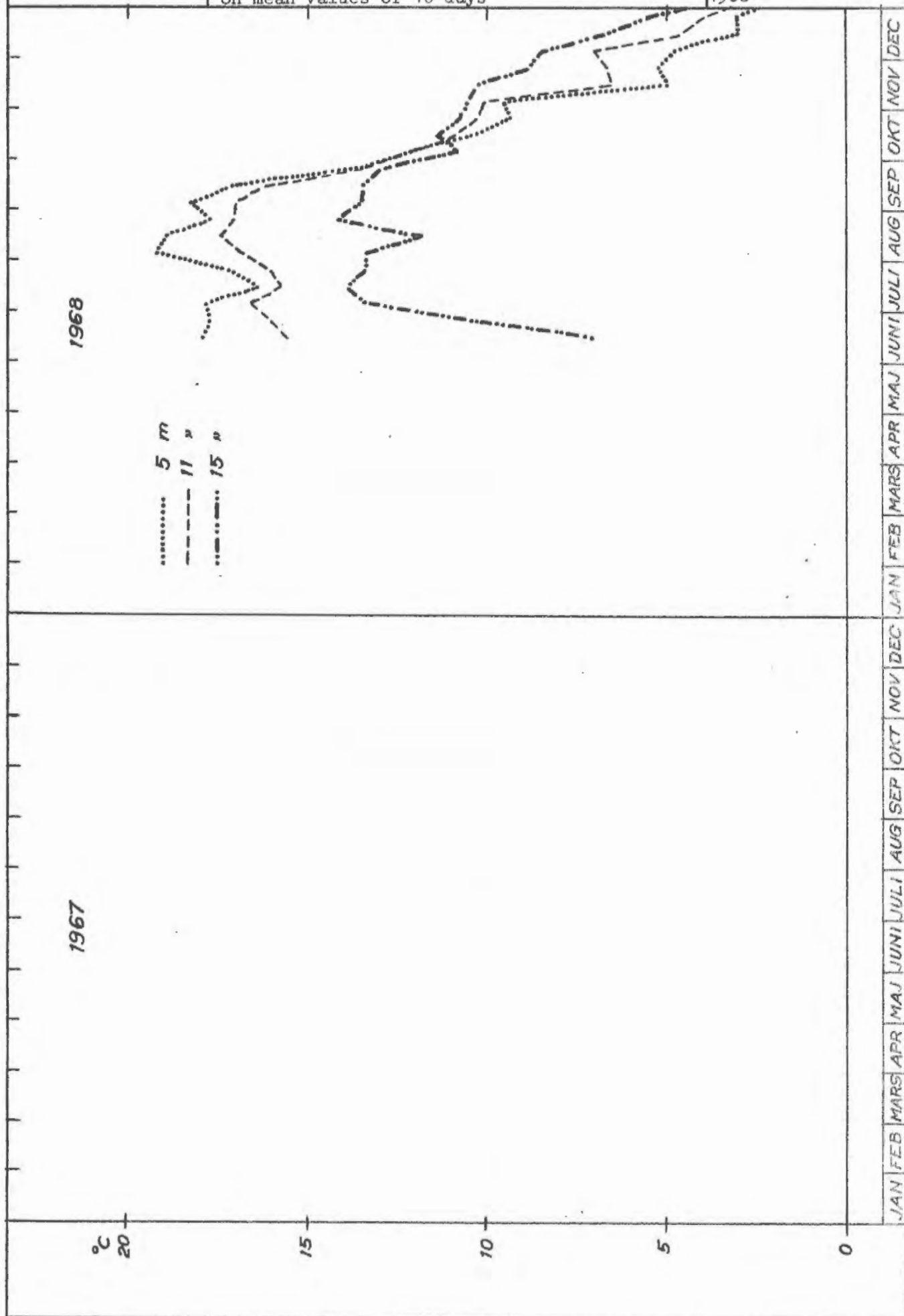
SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 8, Ringhals,
baserad på 10-dygnsmedelvärden (registreran-
de instrument)

Temperature variations at Ringhals, based
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 4

1968



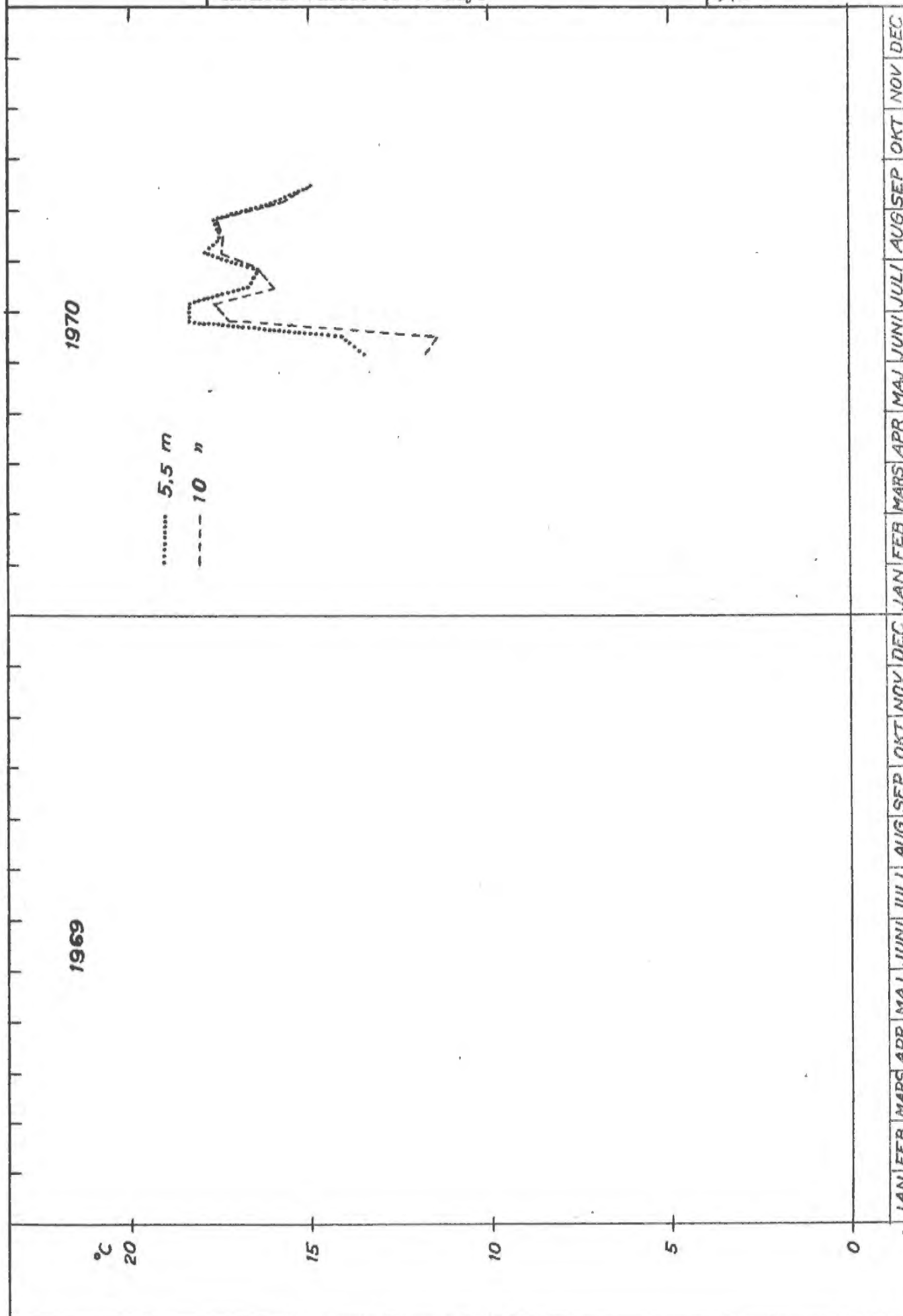
SMHI
HBO

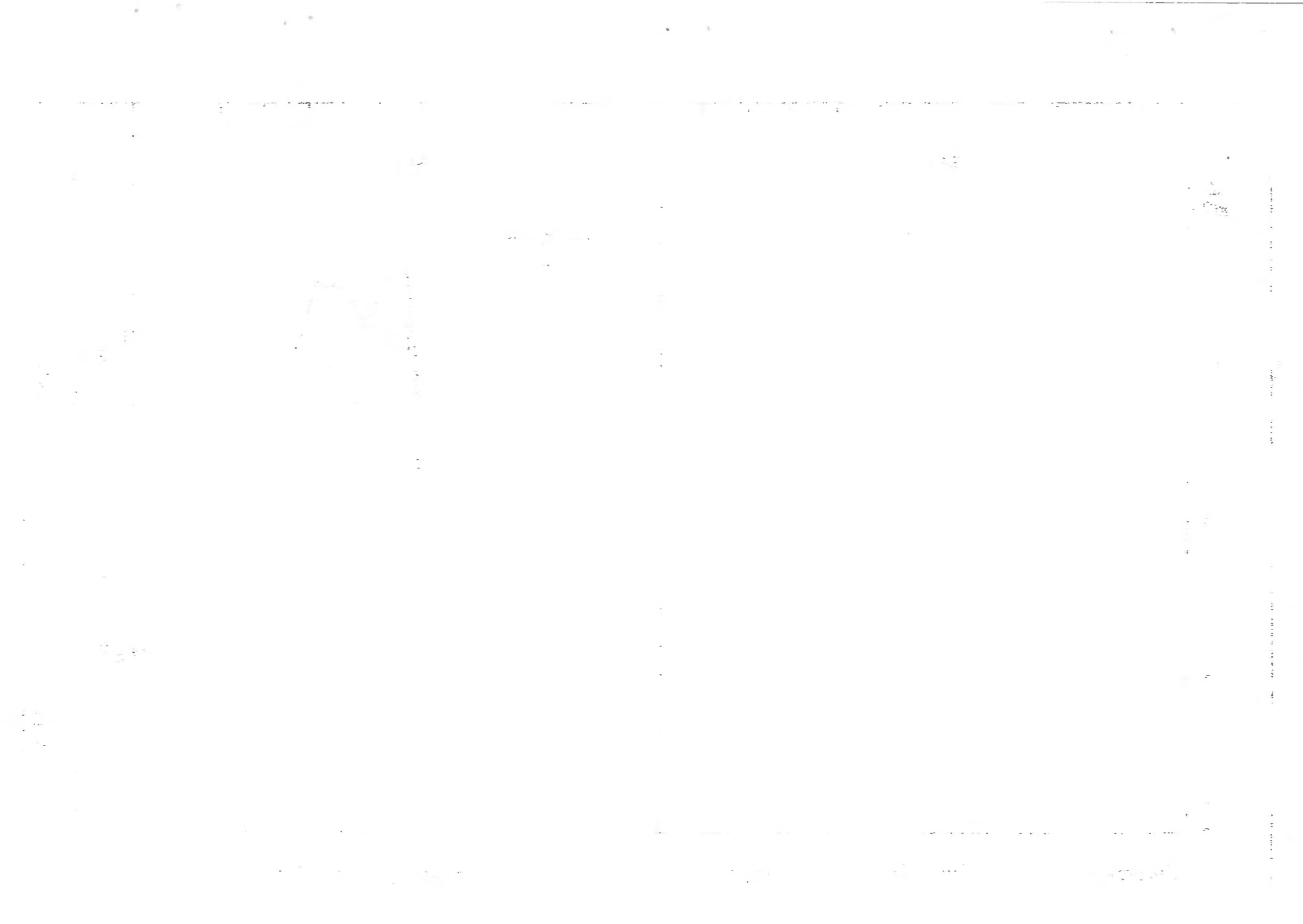
Vattentemperaturen vid vertikal T2, Ring-
hals, baserad på 10-dygnsmedelvärden
(registrerande instrument)

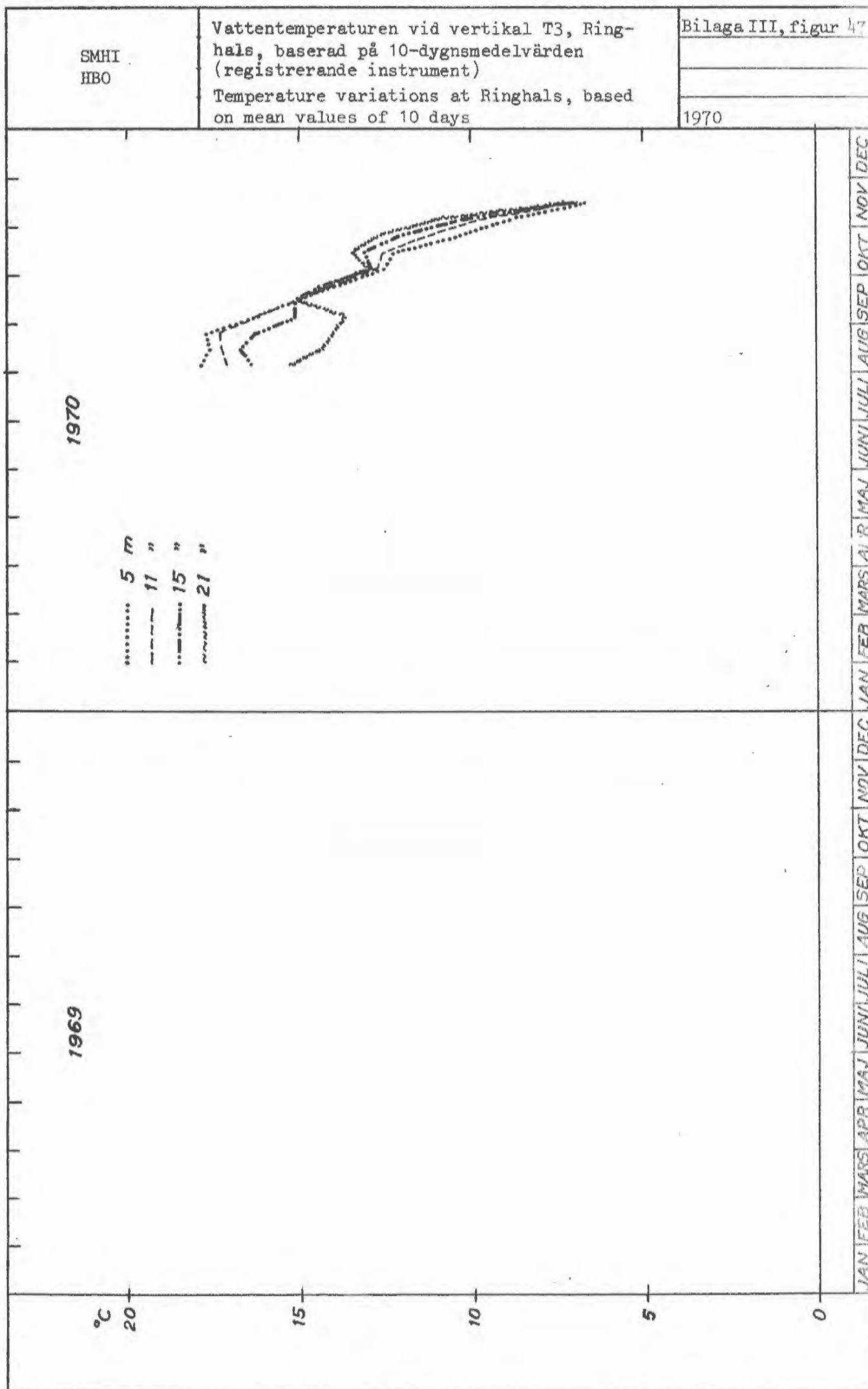
Temperature variations at Ringhals, based
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 46

1970







SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid Vingå V anläggning,
baserad på 10-dygnsmedelvärden
Temperature variations at Vingå V ang.,
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 40
1967-68

— 0 m
- - 10 "
... 20 "
- - 40 "

1967

1968

°C

20

15

10

5

0

JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MARS APR MAJ JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEC

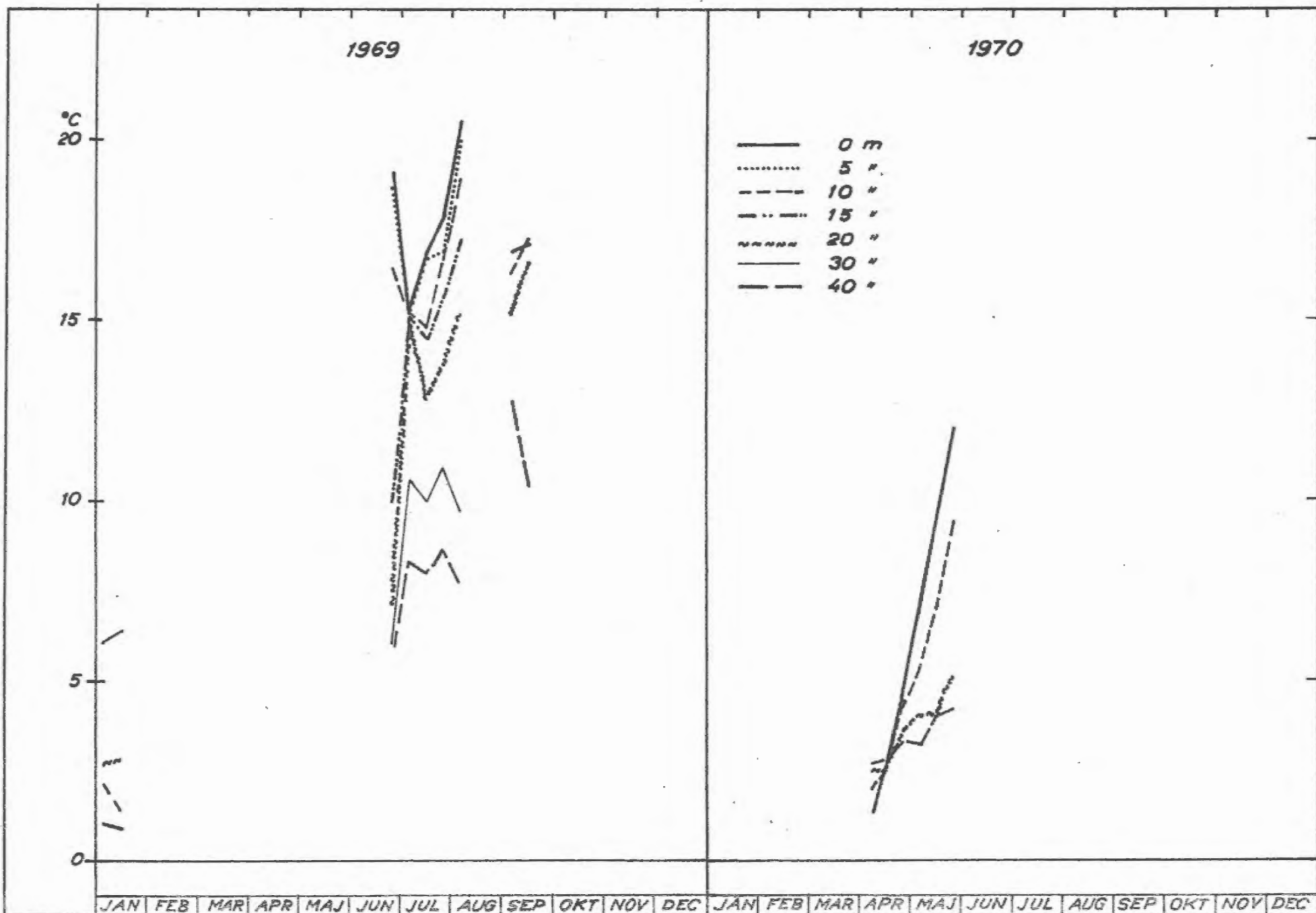
1

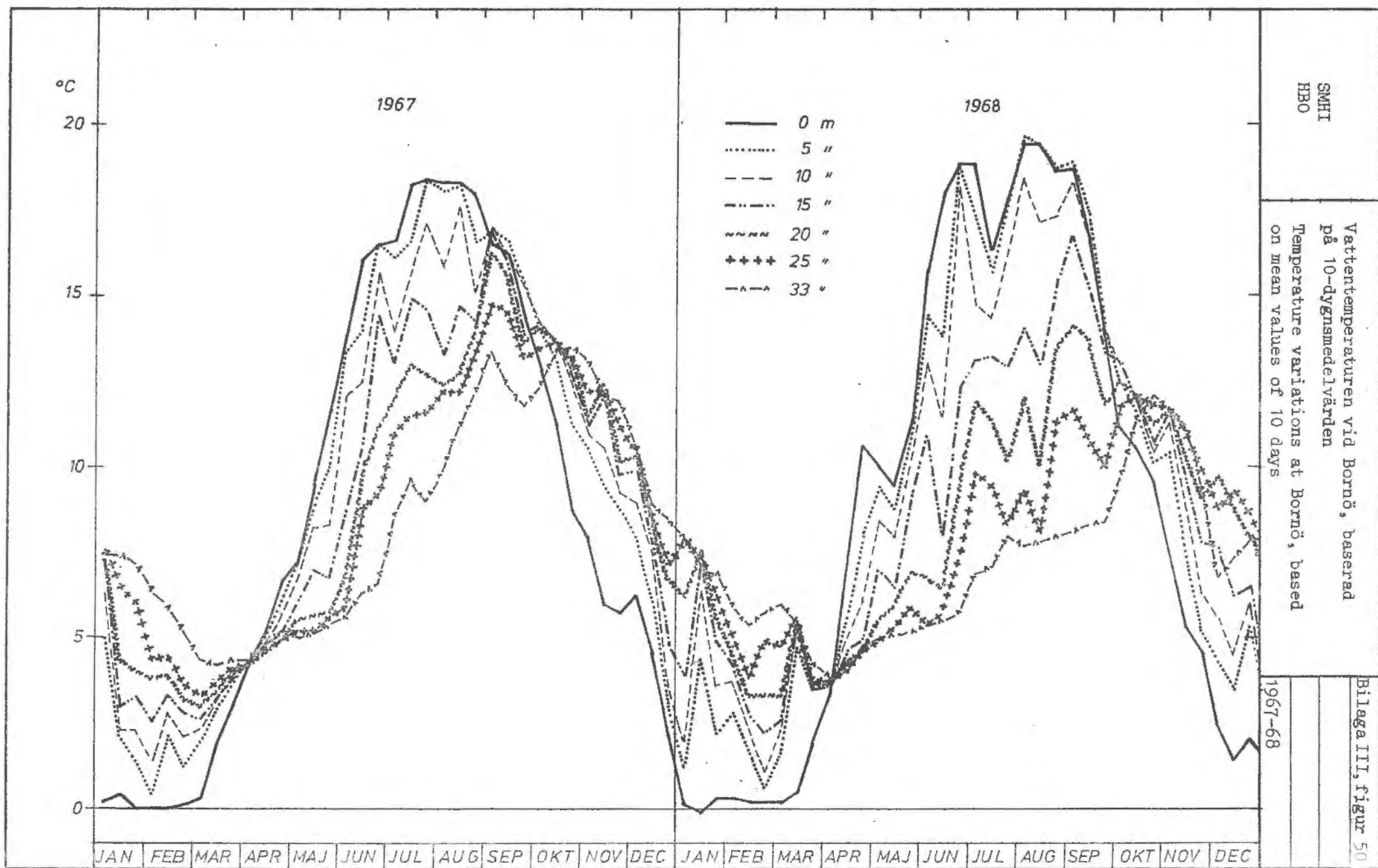
...

SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid Vingå V angröring,
baserad på 10-dygnsmedelvärden
Temperature variations at Vingå V ang.,
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 45
1969-70



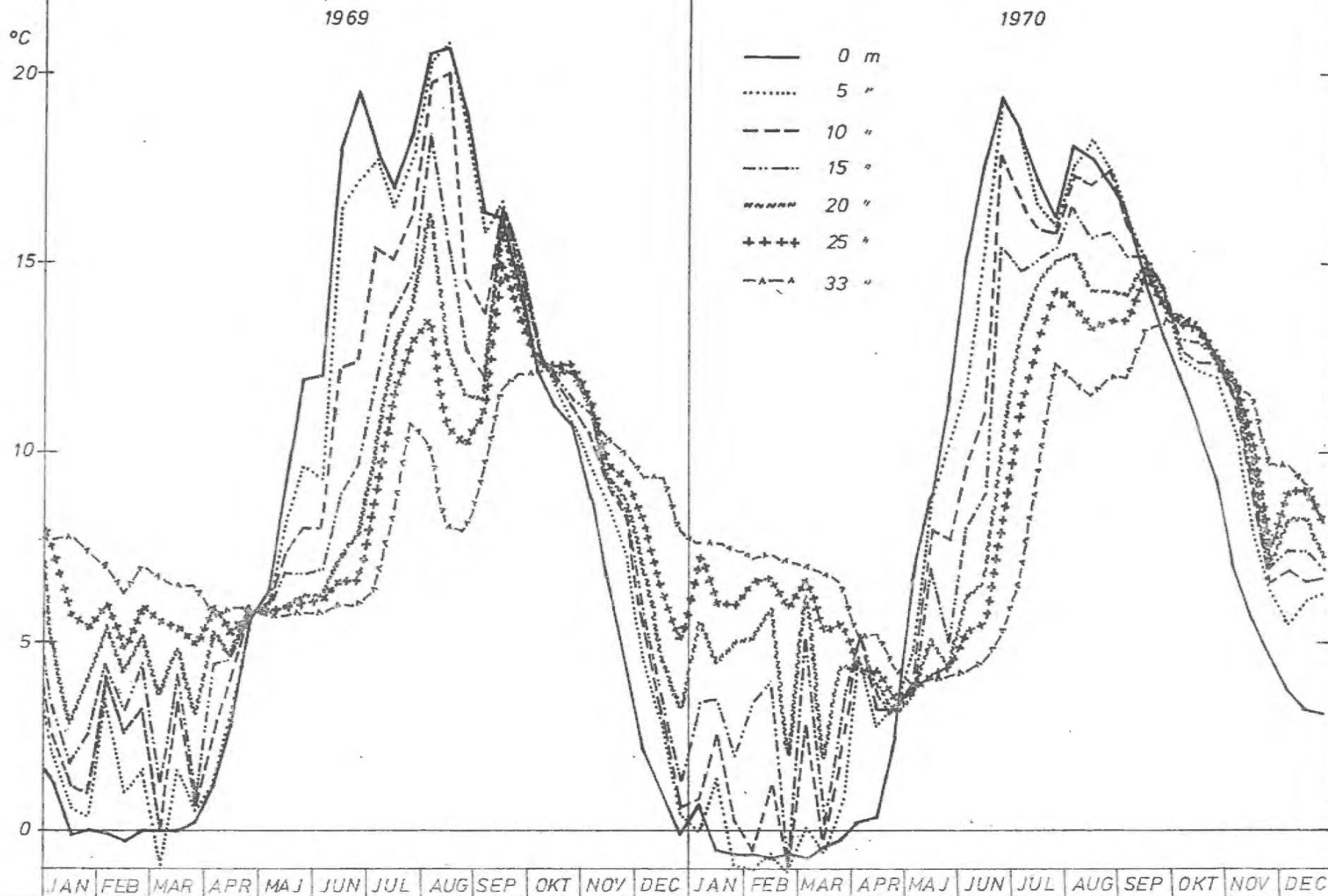




SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid Bornö, baserad
på 10-dygnsmedelvärden
Temperature variations at Bornö, based
on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 51
1969-70

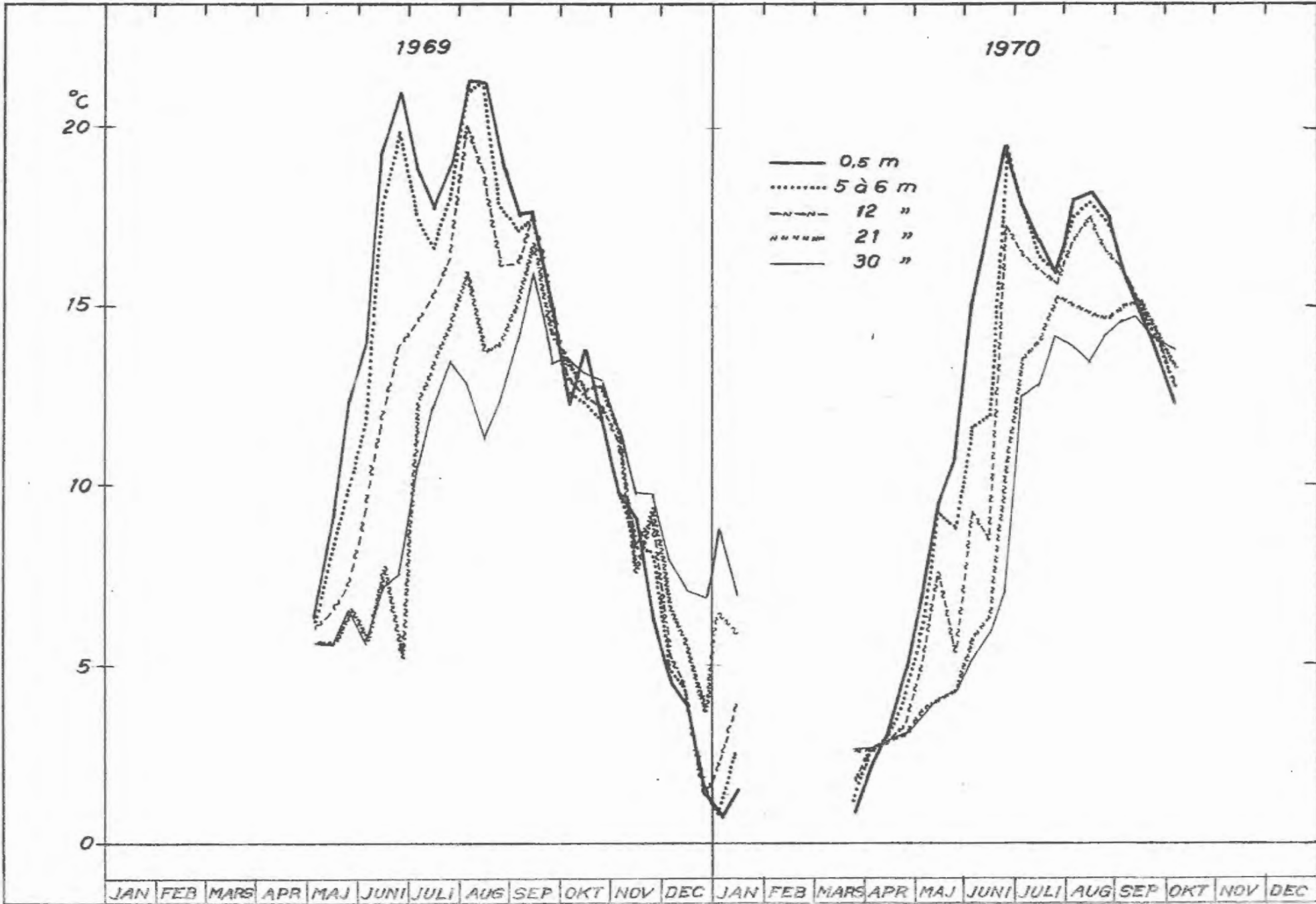


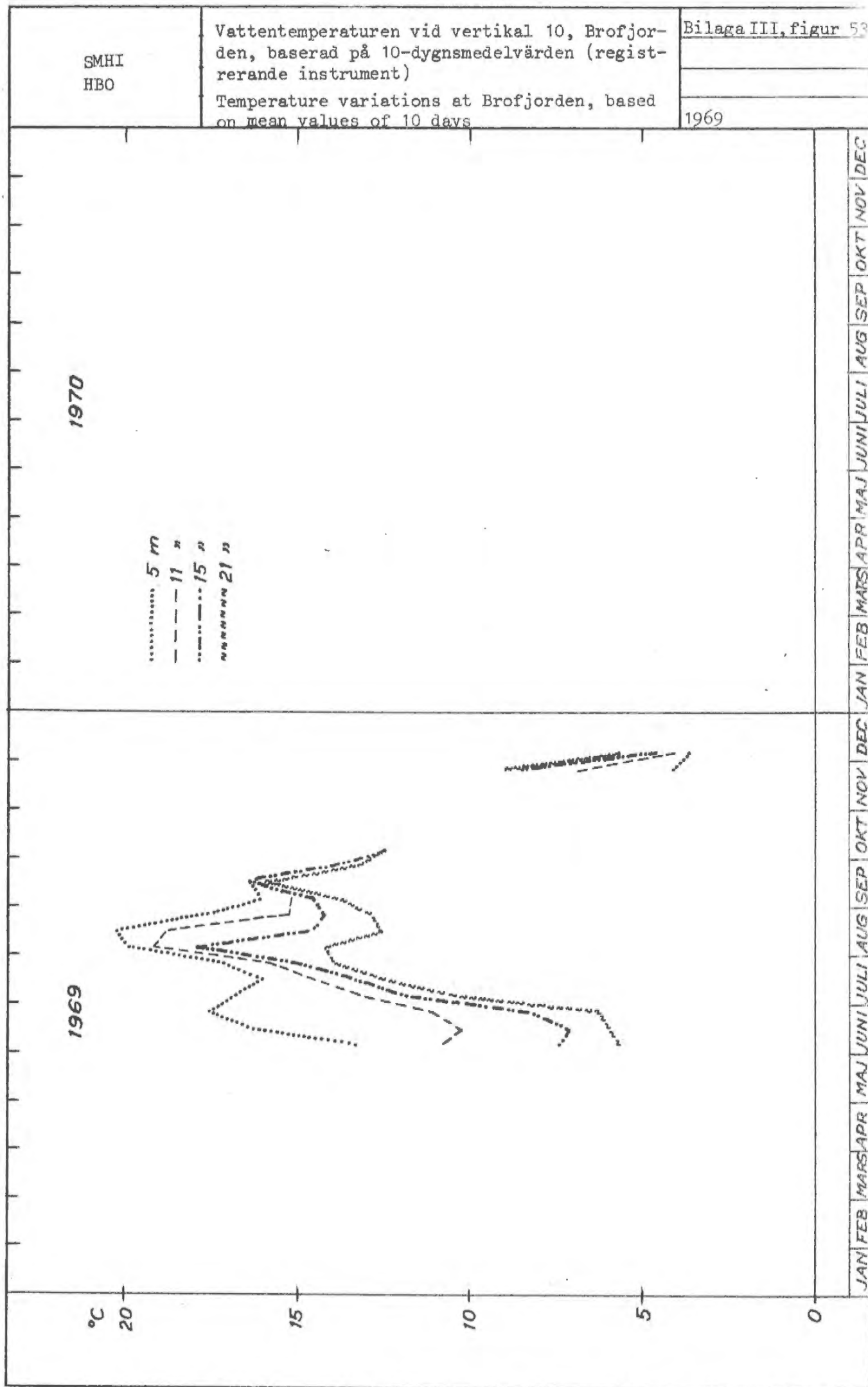


SMHI
HBO

Vattentemperaturen vid vertikal 10, Bro-
fjorden, baserad på 10-dygnsmedelvärdet
Temperature variations at Brofjorden,
based on mean values of 10 days

Bilaga III, figur 50
1969-70





SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 126, Forsmark

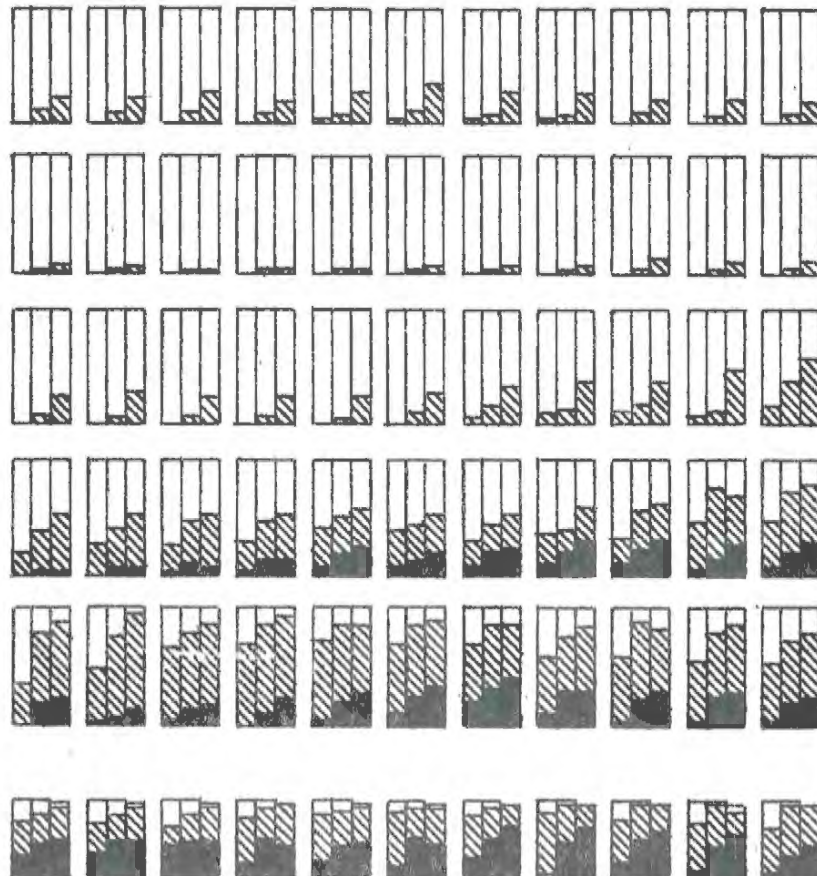
Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Forsmark

Bilaga IV, figur 1

1970

DEC
NOV
OKT
SEP
AUG
JULI
JUNI
MAJ
APR
MARS
FEB
JAN

1 tim. var.
6 tim. var.
24 tim. var.



°C
< 0.5
0.5-1.5
> 1.5
0 10 20 30 dgr

— 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11 — 12 — 13 — 15 m djup

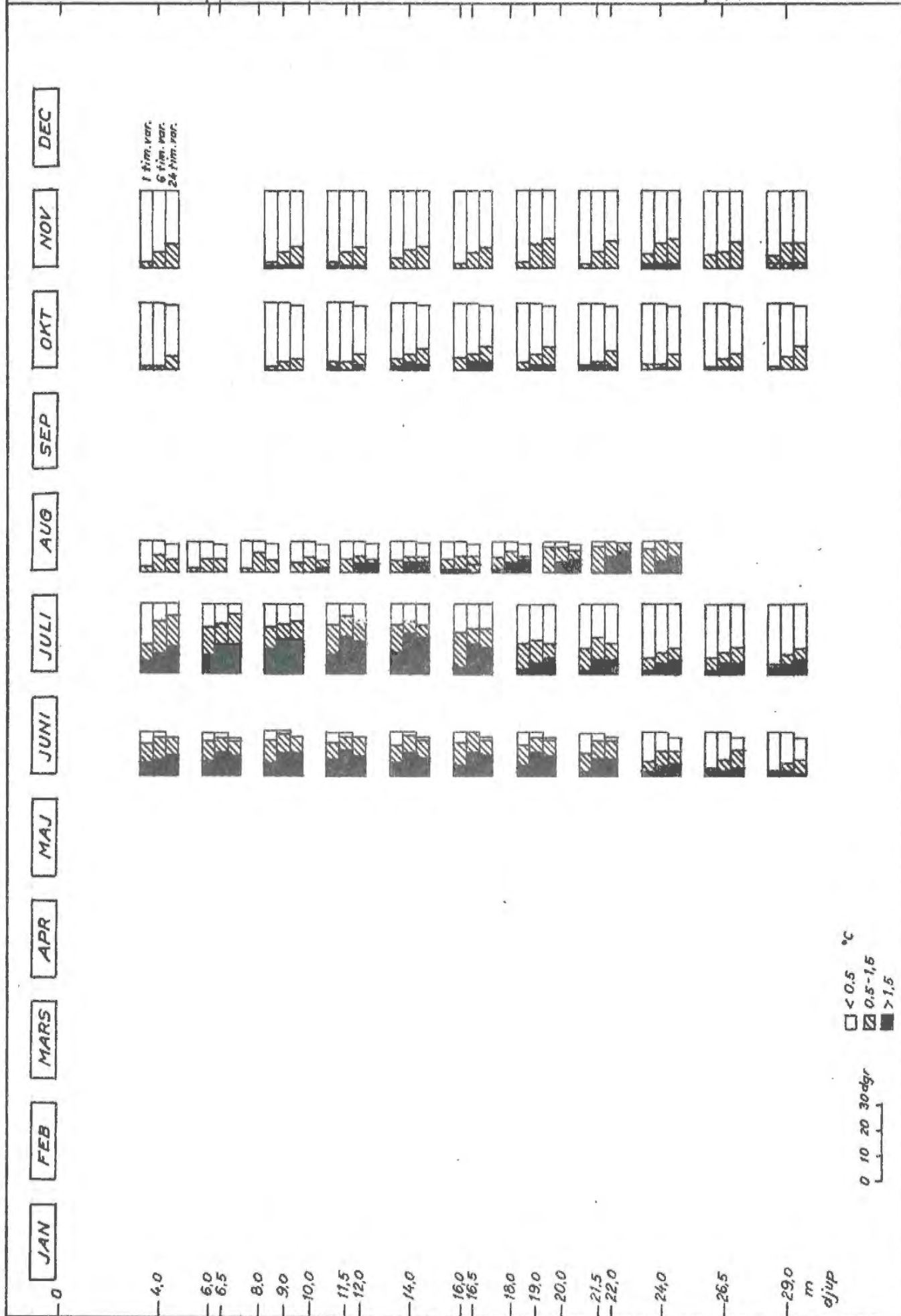
SMHI
HBO

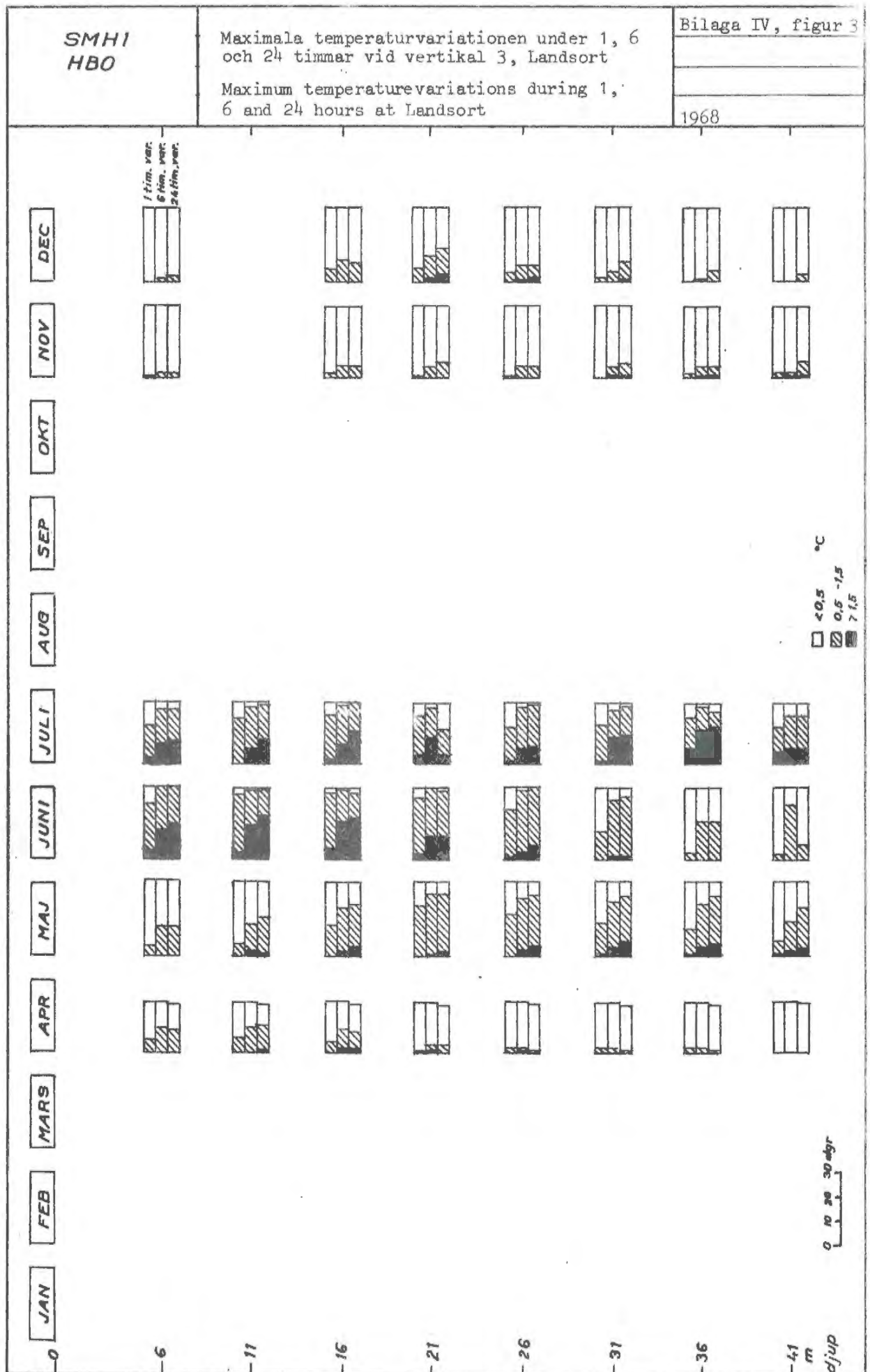
Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 130, Forsmark

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Forsmark

Bilaga IV, figur 2

1970





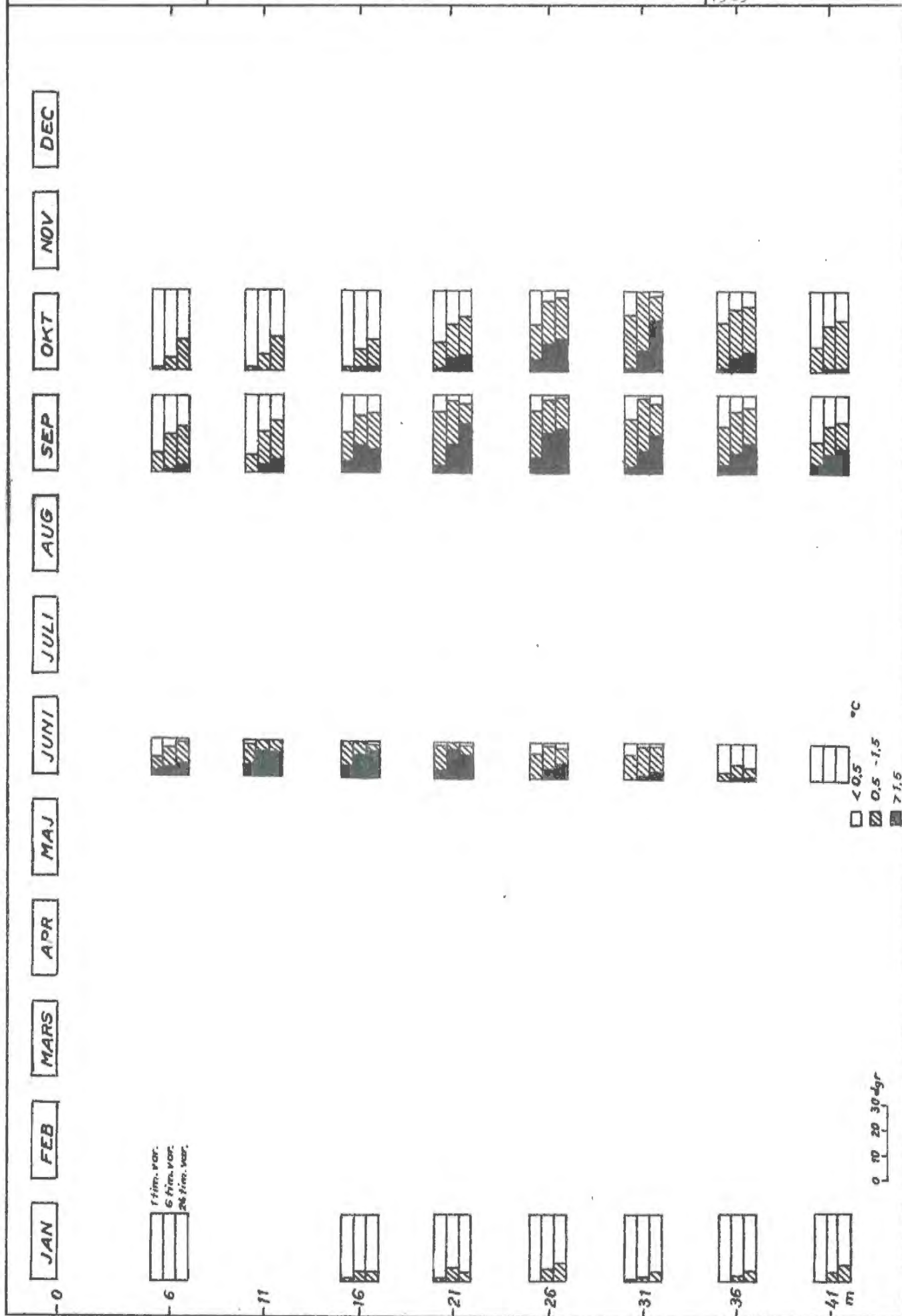
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 3, Landsort

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Landsort

Bilaga IV, figur 4

1969



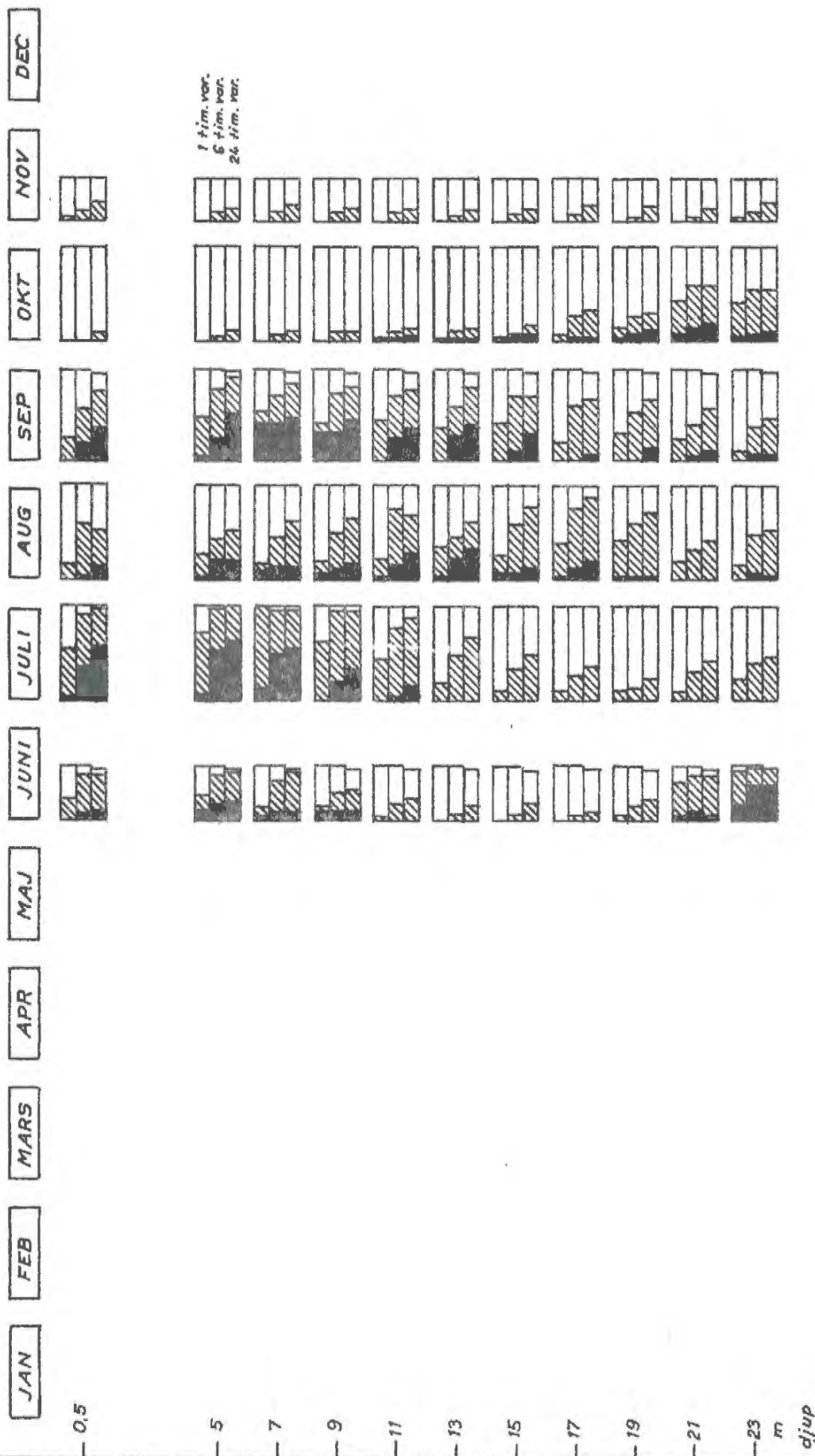
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal K1, Simpevarp

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Simpevarp

Bilaga IV, figur 5

1970



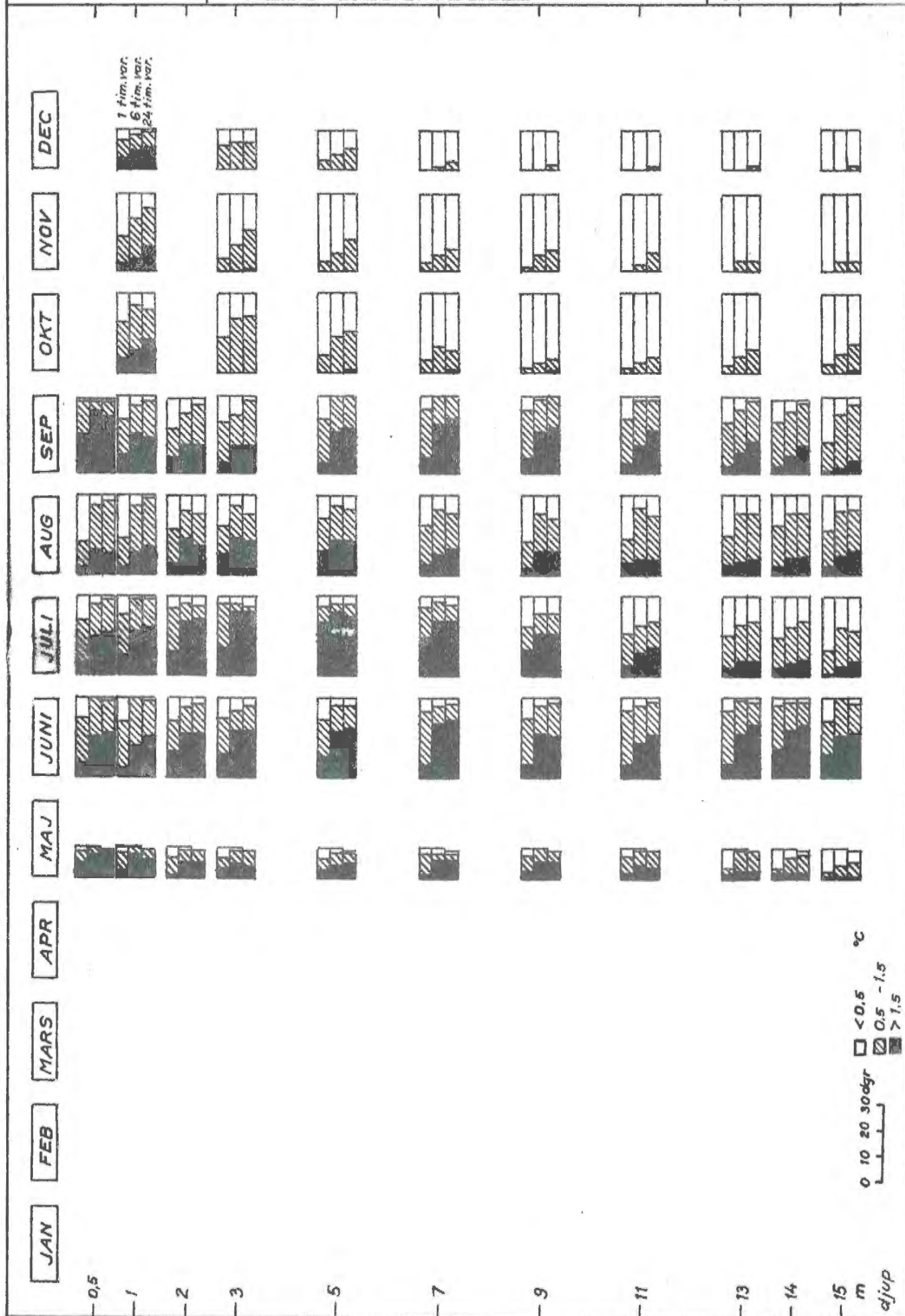
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal T1, Karlshamn

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Karlshamn

Bilaga IV, figur 6

1970



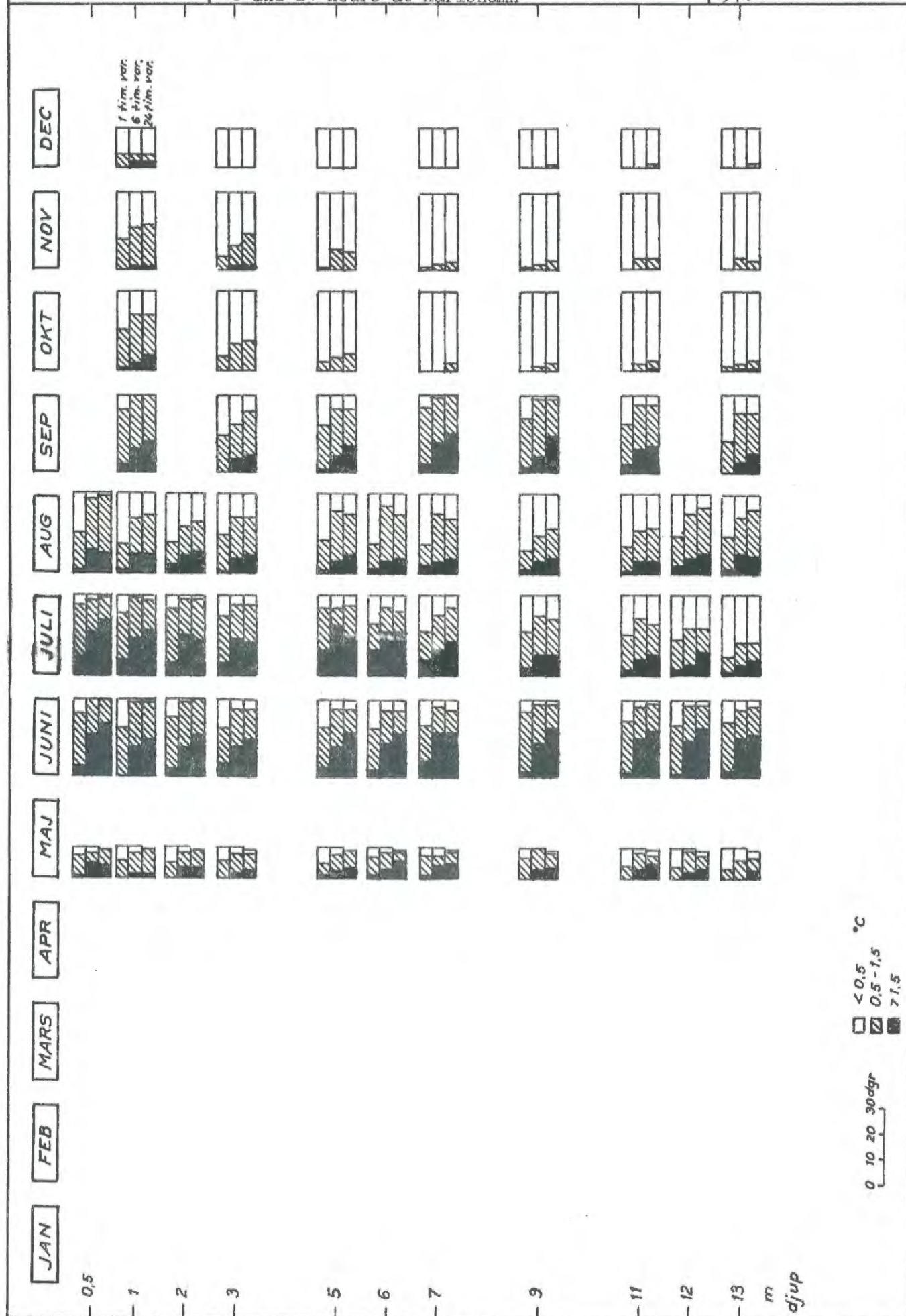
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal T2, Karlshamn

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Karlshamn

Bilaga IV, figur 7

1970



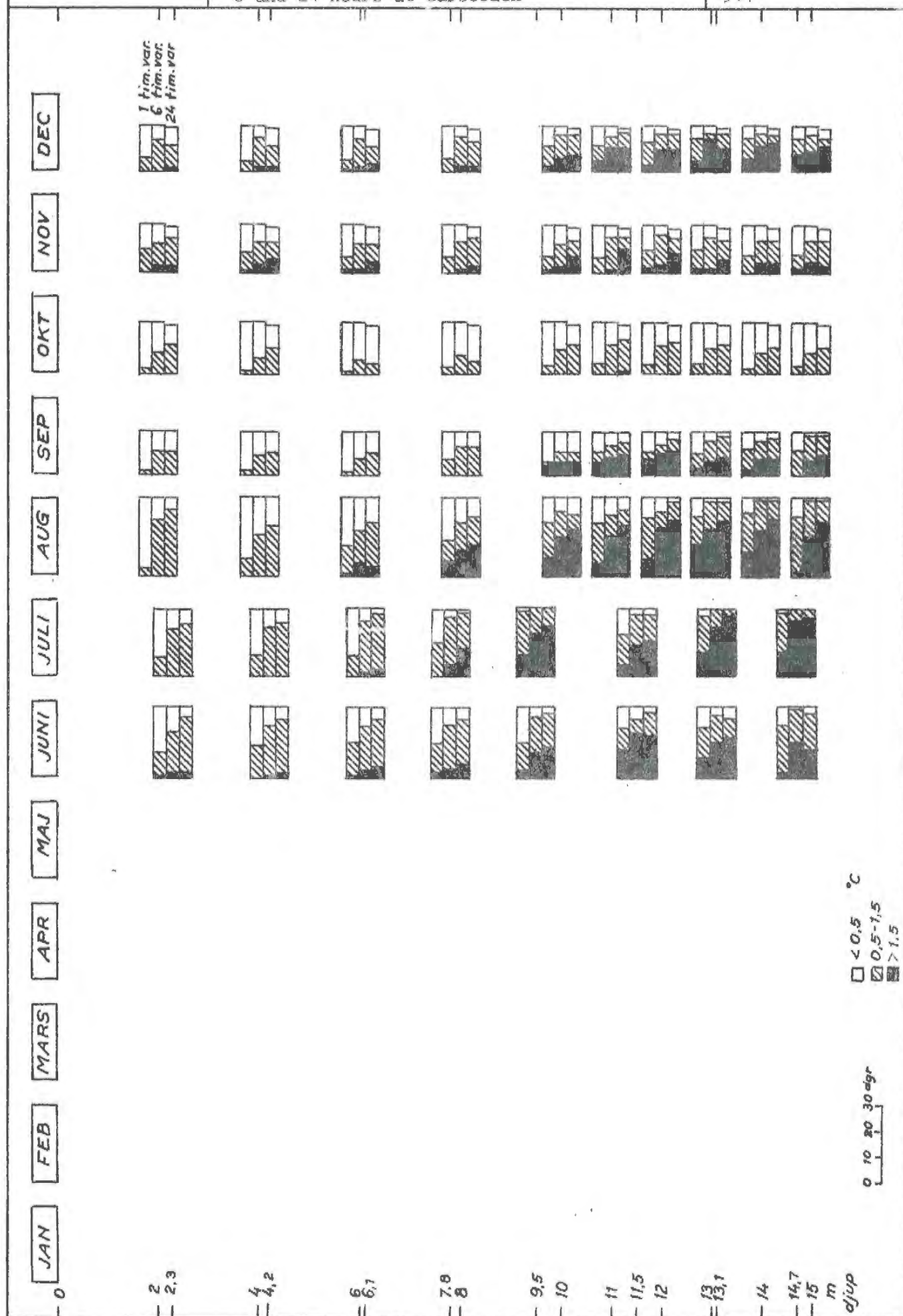
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 2, Barsebäck

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Barsebäck

Bilaga IV, figur A

1967



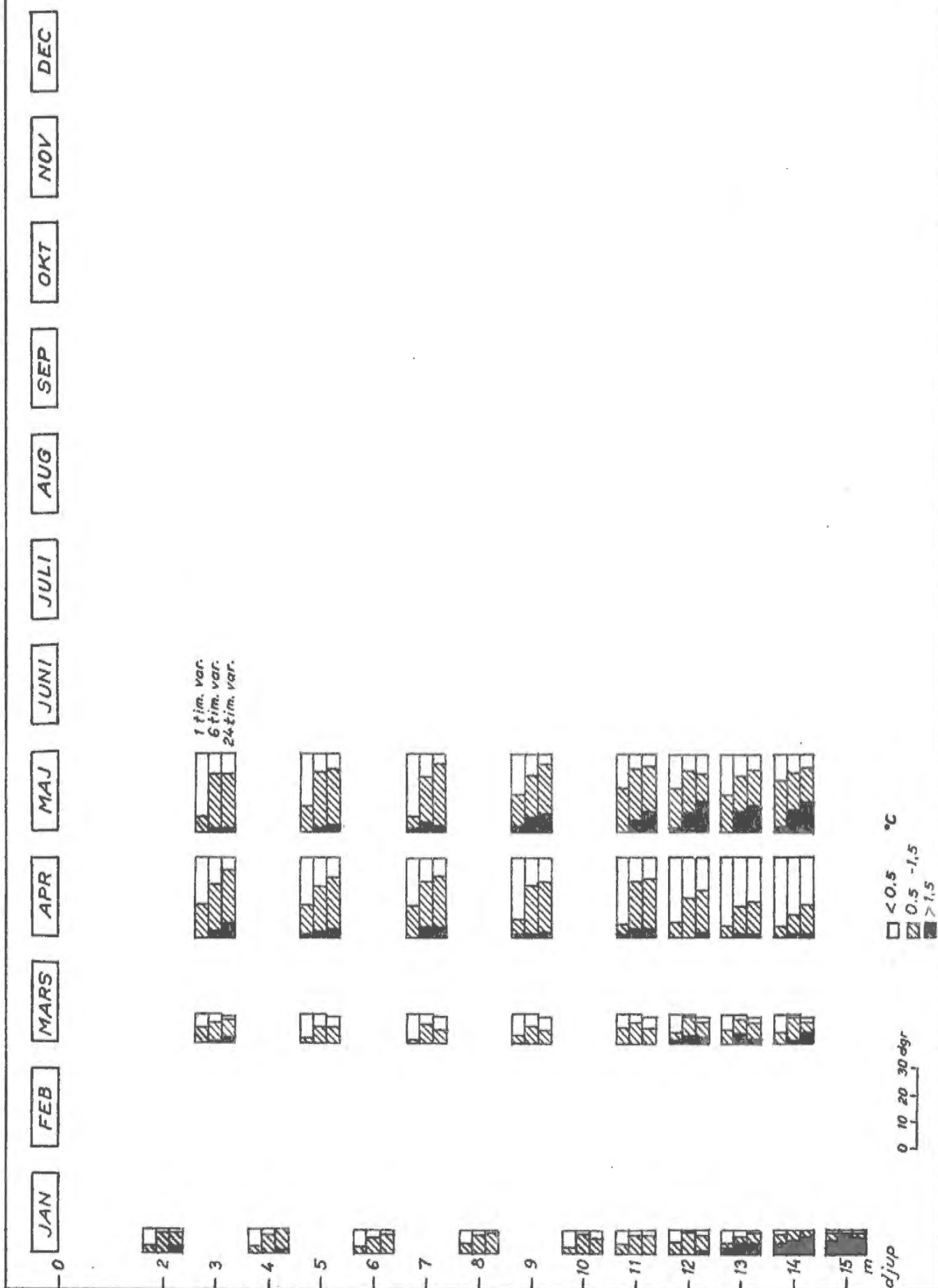
SMHI
HBO

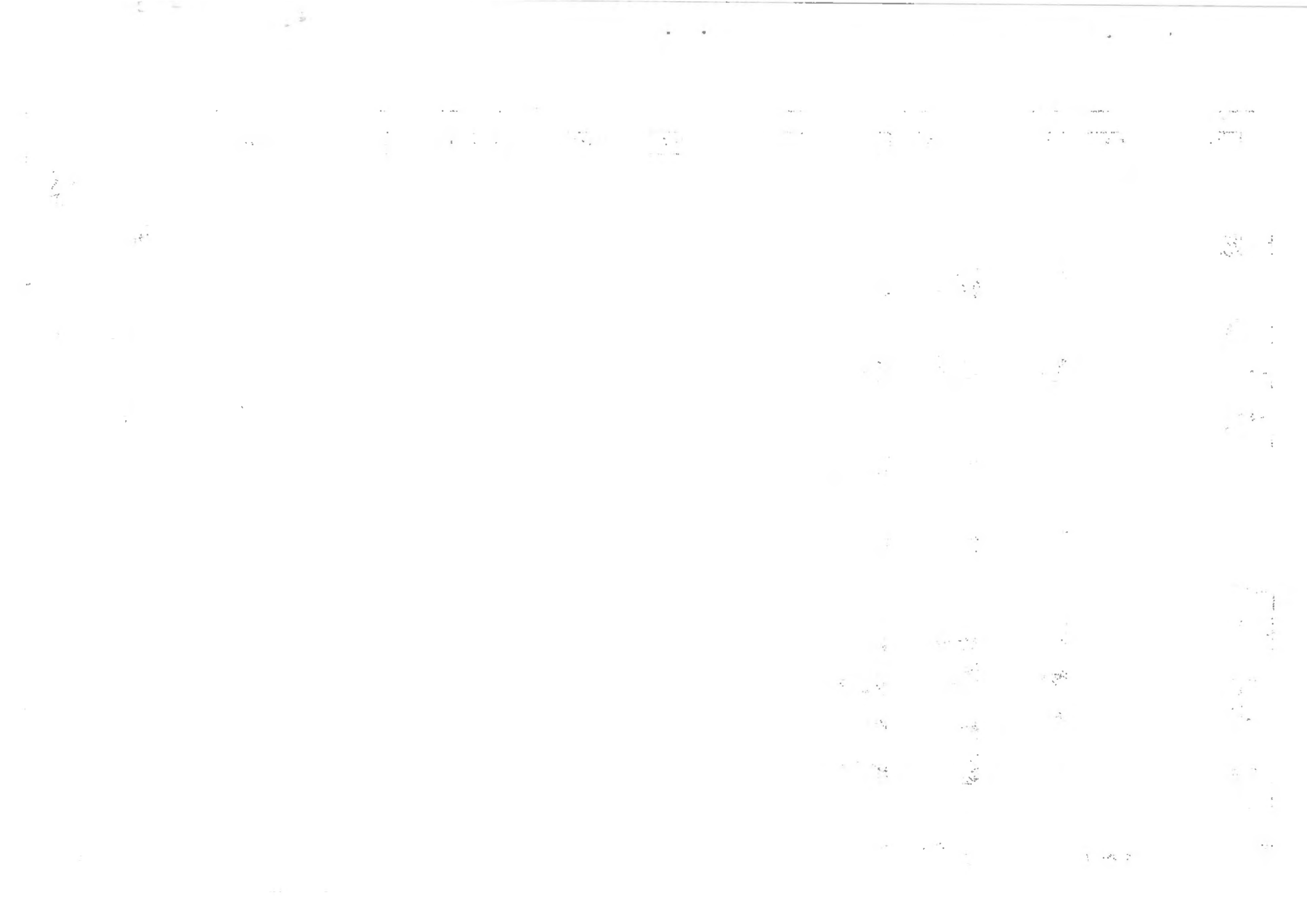
Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 2, Barsebäck

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Barsebäck

Bilaga IV, figur 9

1968





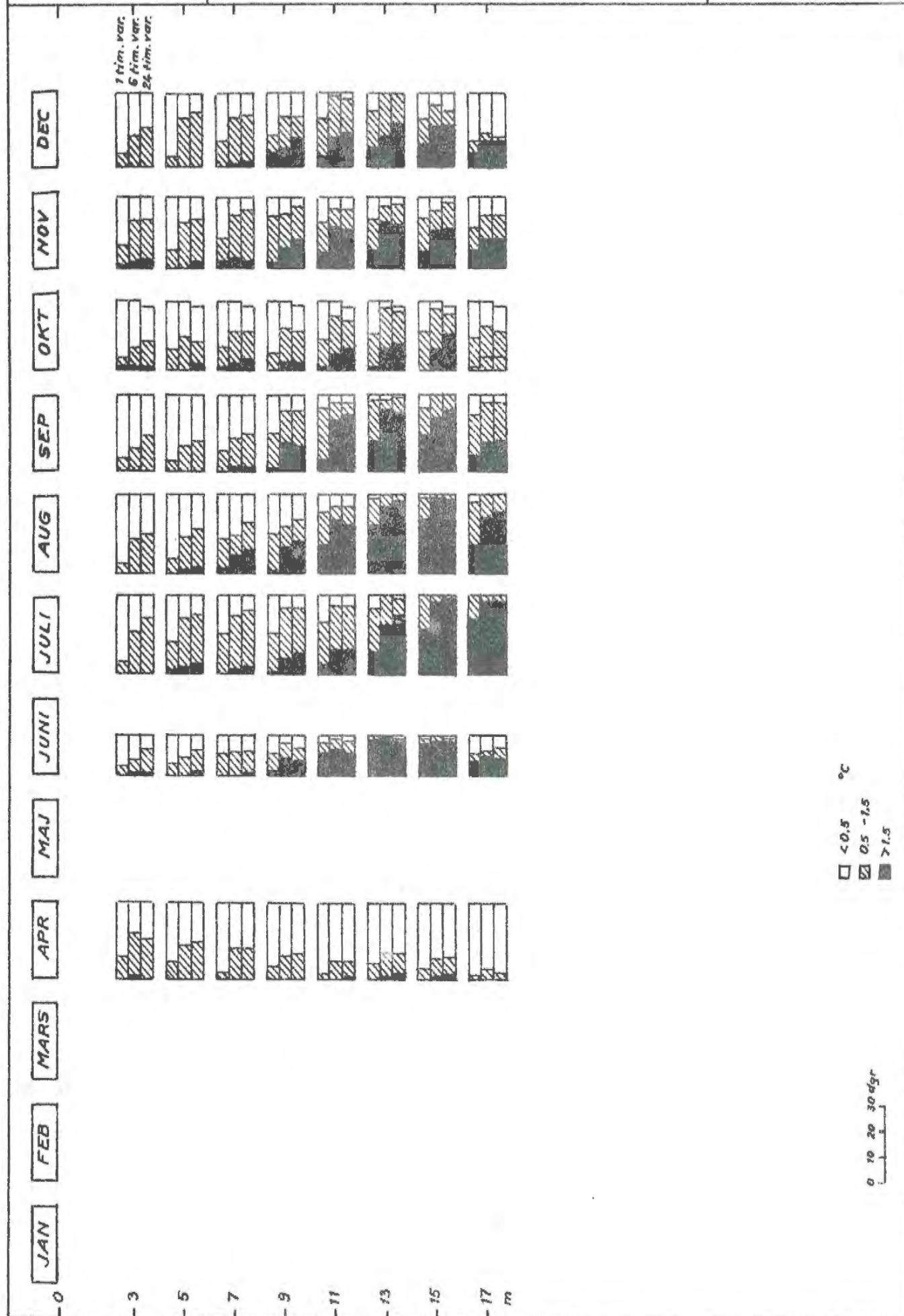
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 8, Ringhals

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Ringhals

Bilaga IV, figur 10

1968



SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal T3, Ringhals

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Ringhals

Bilaga IV, figur 11

1970

DEC

NOV

OKT

SEP

AUG

JULI

JUNI

MAJ

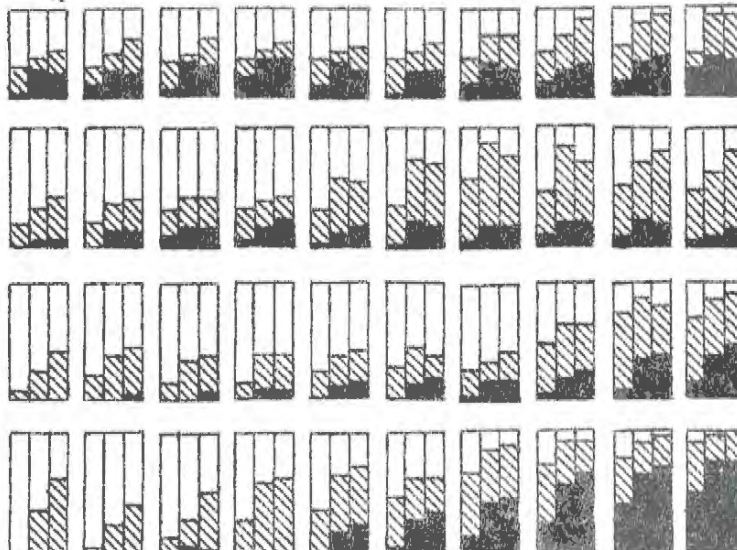
APR

MARS

FEB

JAN

1 tim. var.
6 tim. var.
24 tim. var.



□ <0.5° °C
▨ 0.5-1.5
■ >1.5

0 10 20 30 dgr

0 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 m djup

Handwritten text, possibly a list or table, with multiple columns and rows of entries. The text is faint and difficult to read.

Small handwritten text or signature at the bottom right corner.

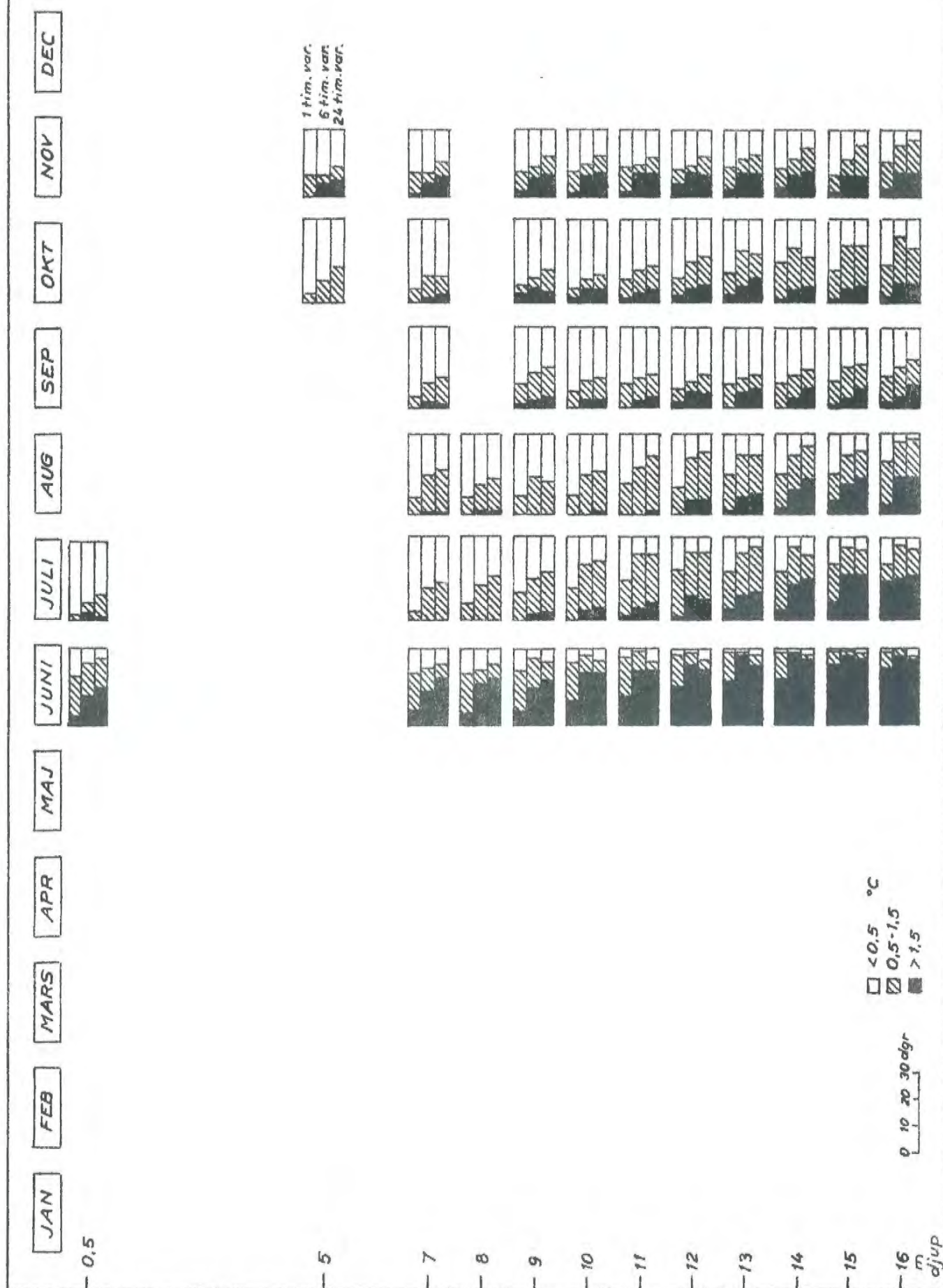
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal T₄, Ringhals

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Ringhals

Bilaga IV, figur 10

1970



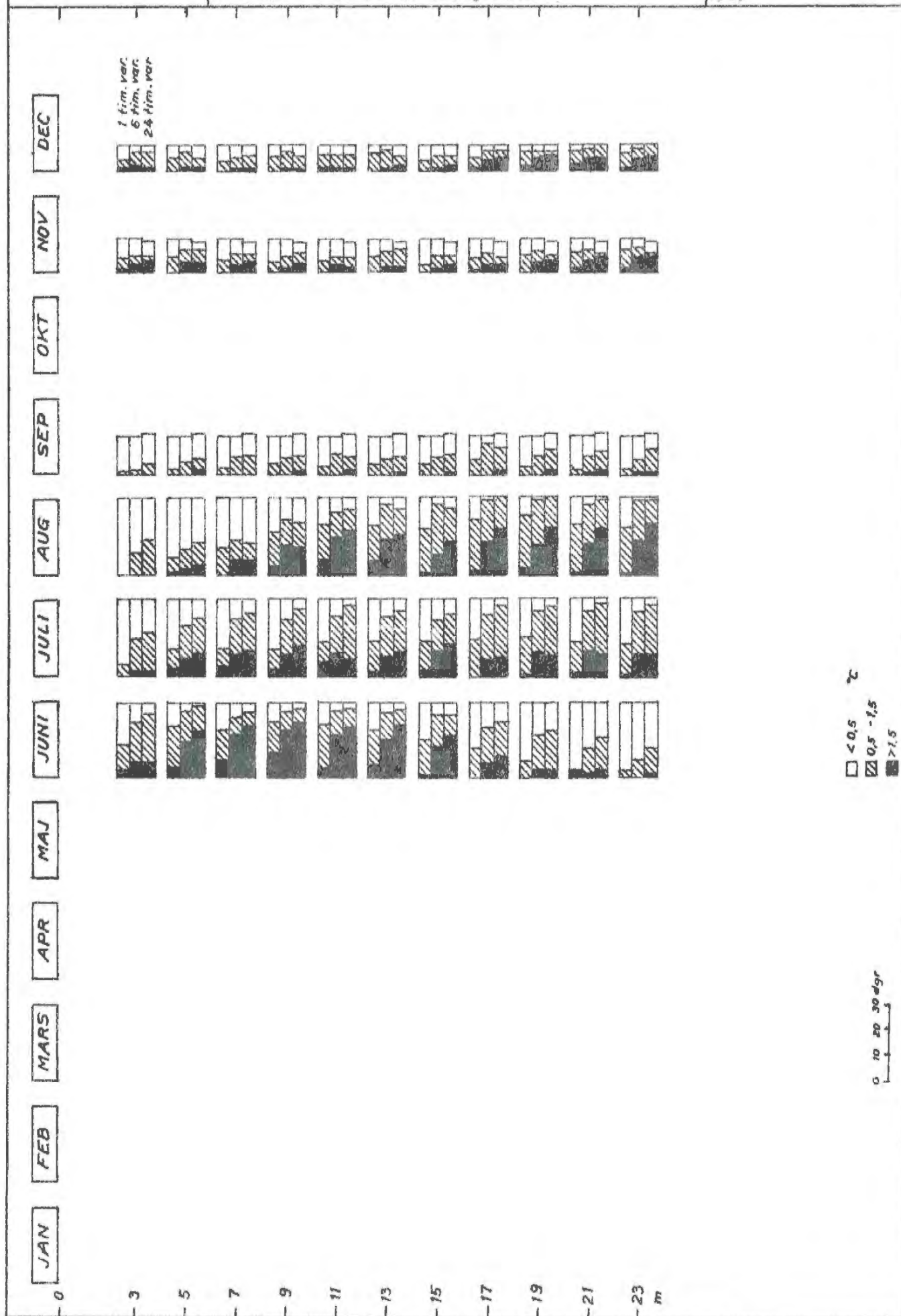
SMHI
HBO

Maximala temperaturvariationen under 1, 6
och 24 timmar vid vertikal 10, Brofjorden

Maximum temperature variations during 1,
6 and 24 hours at Brofjorden

Bilaga IV, figur 1

1969



SMHI
HBO

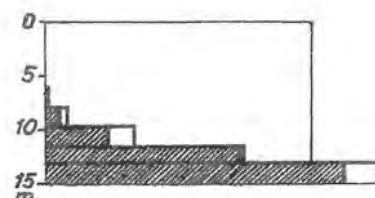
Termoklinens styrka och läge
Strenght and depth of the
thermocline

Bilaga V, figur 1

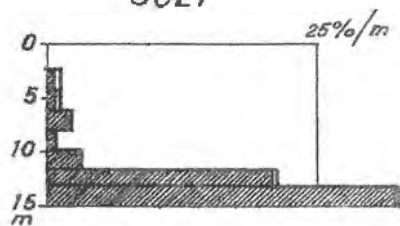
1967

BARSEBÄCK 2

JUNI



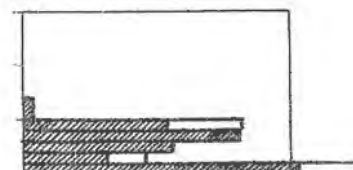
JULI



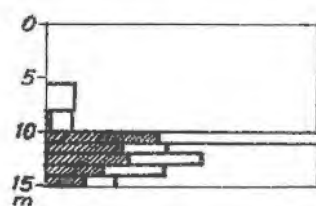
AUG



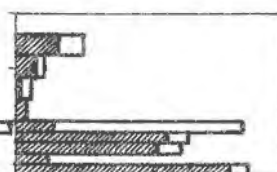
SEP



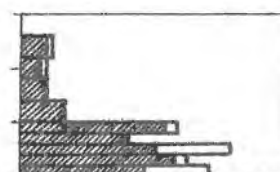
OKT



NOV

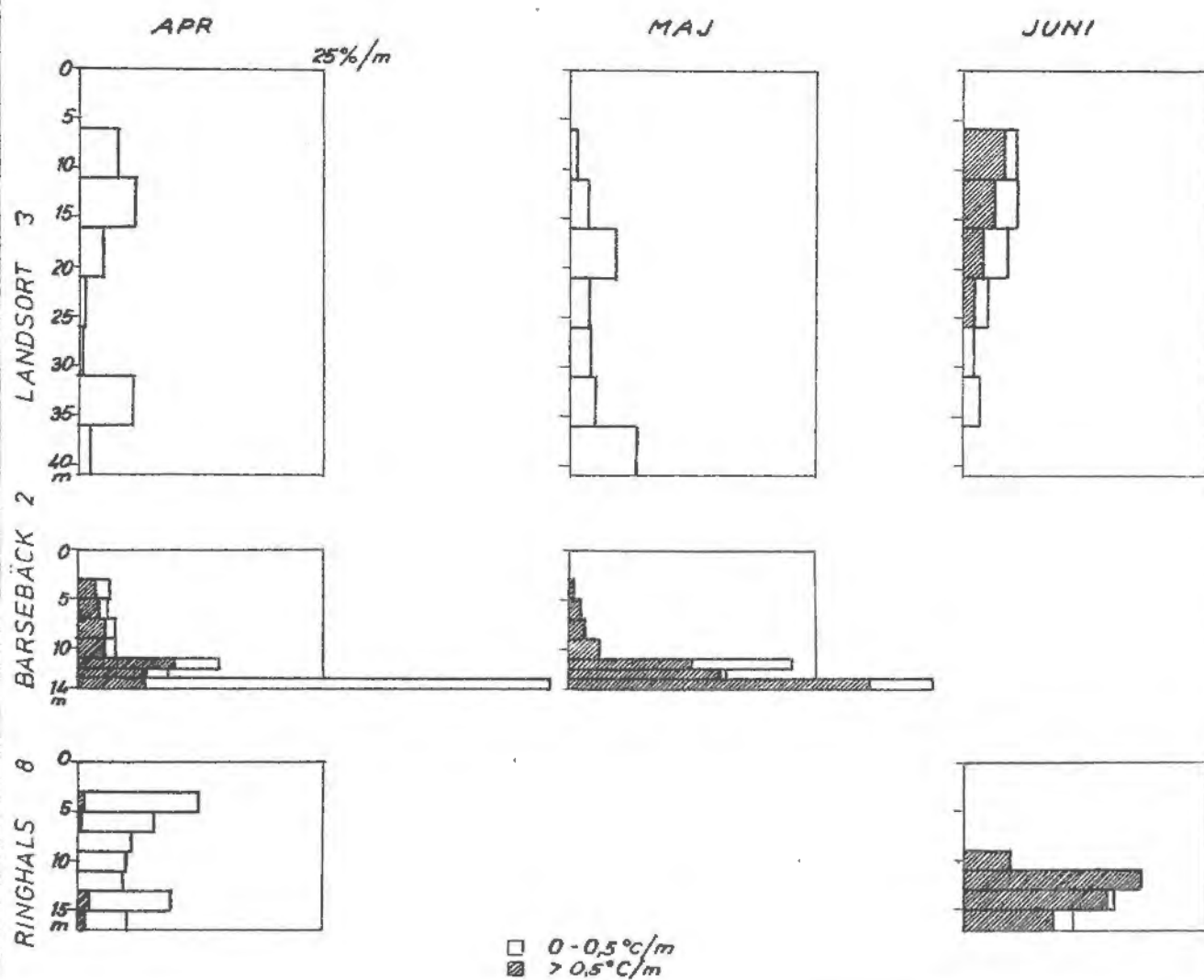


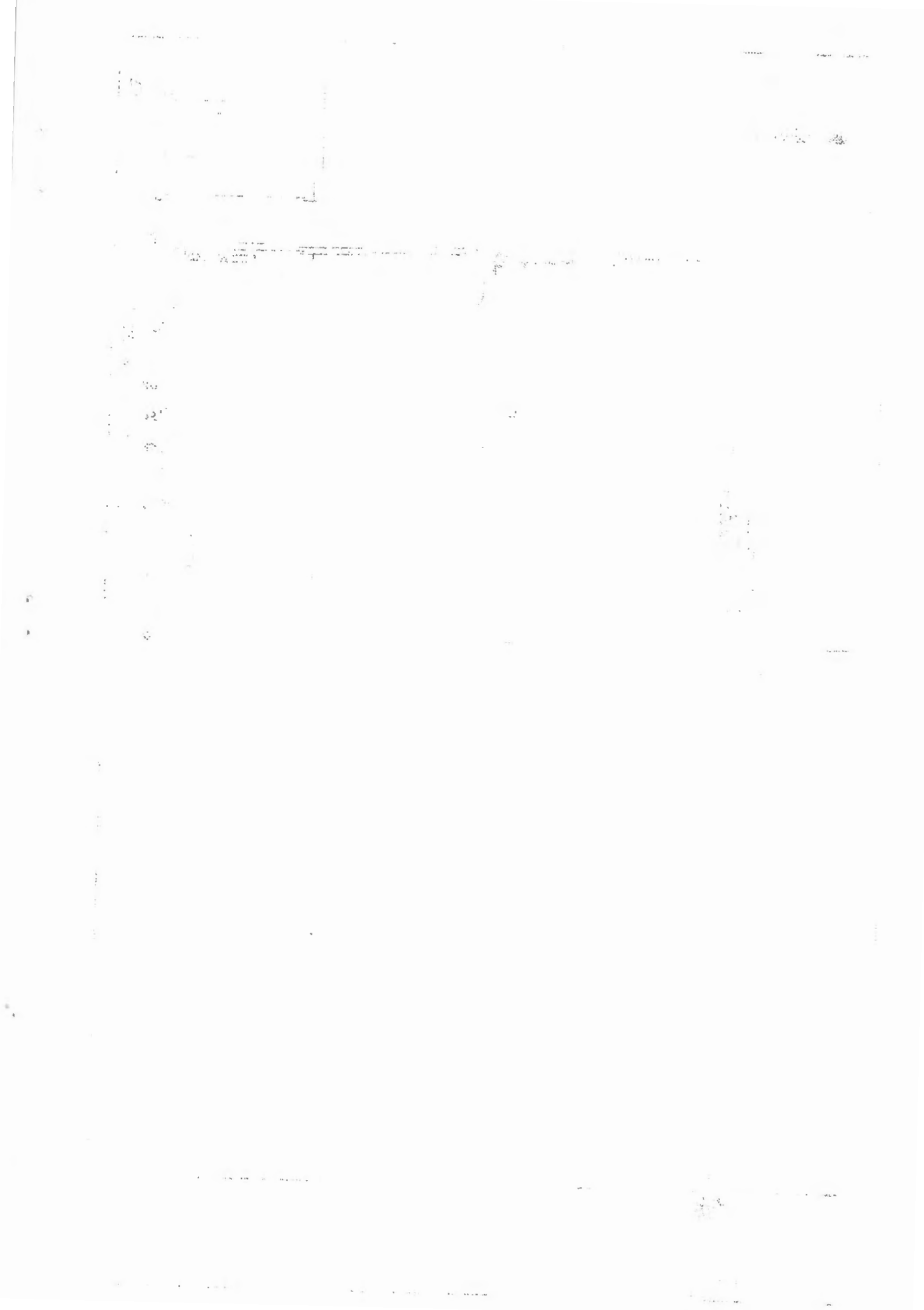
DEC



□ 0-0,5°C/m
■ > 0,5°C/m

| | | |
|-------------|--|-------------------|
| SMHI
HBO | Termoklinens styrka och läge
Strength and depth of the
thermocline | Bilaga V, figur 2 |
| | | |
| | | 1968 |



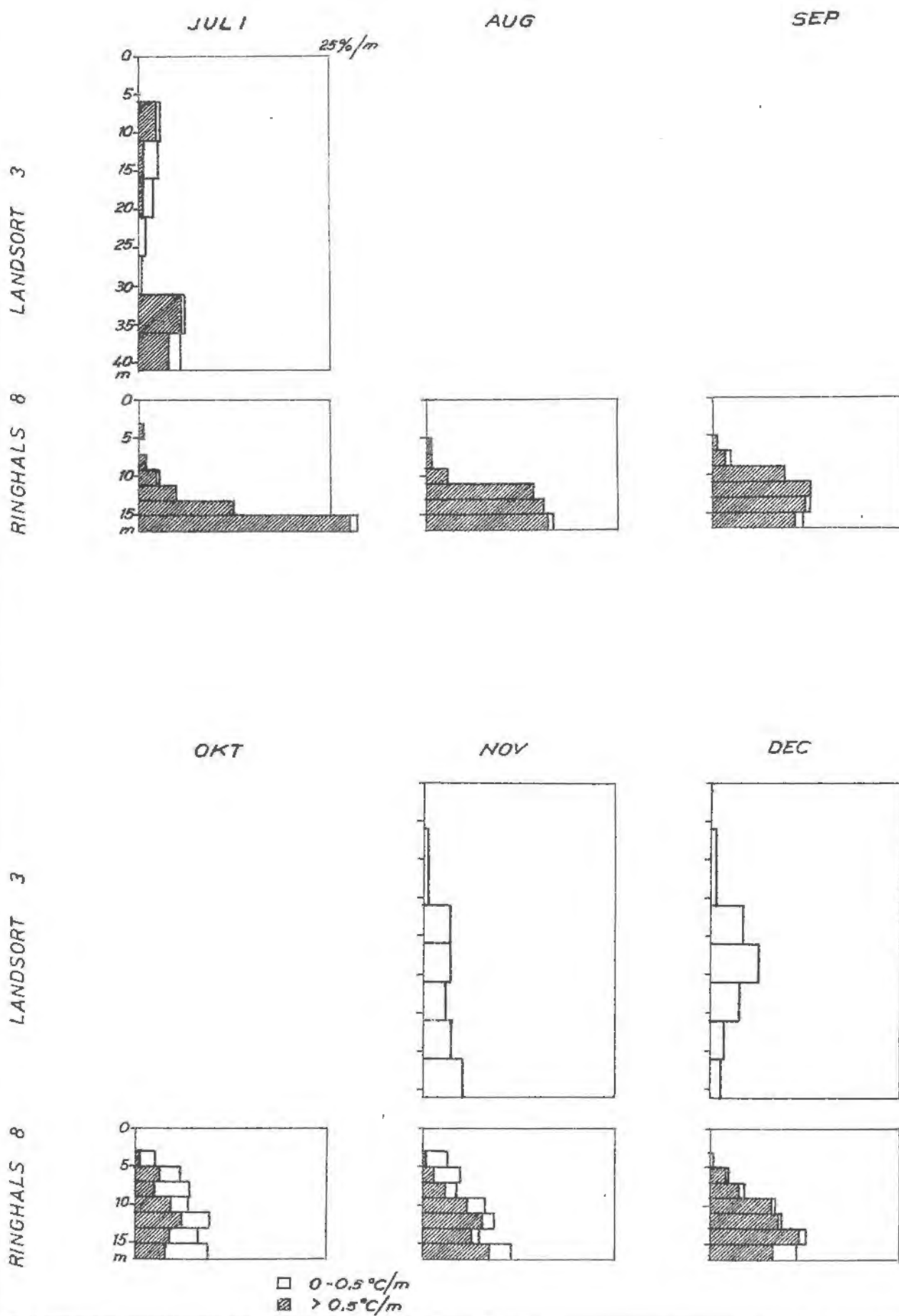


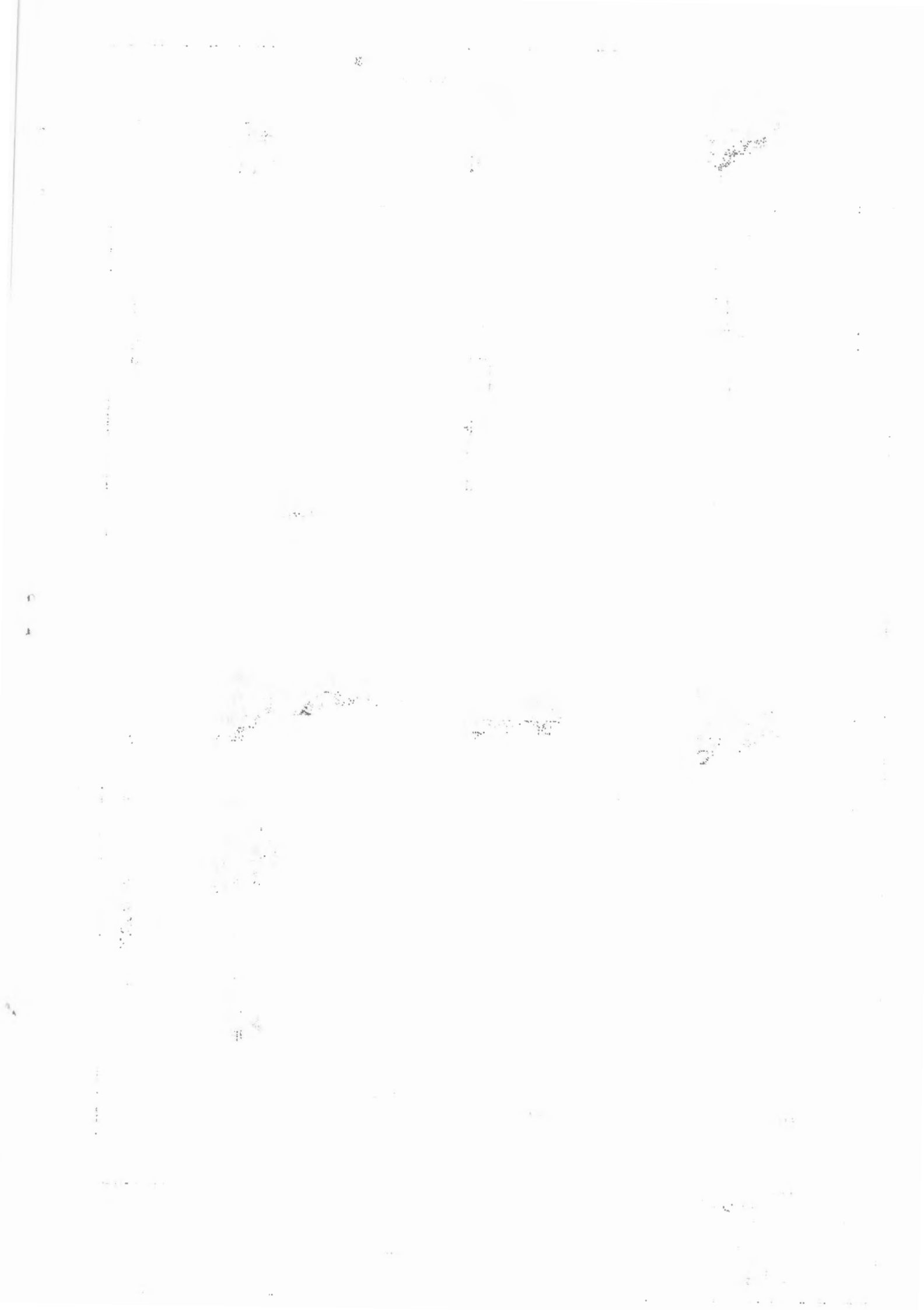
SMHI
HBO

Termoklinens styrka och läge
Strength and depth of the
thermocline

Bilaga V, figur 3

1968



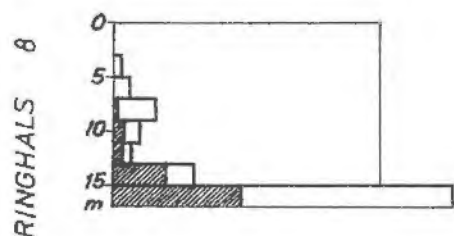
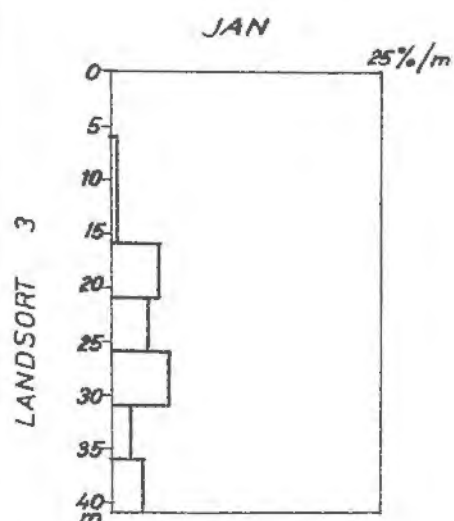


SMHI
HBO

Termoklinens styrka och läge
Strenght and depth of the
thermocline

Bilaga V, figur 4

1969



FEB

MARS

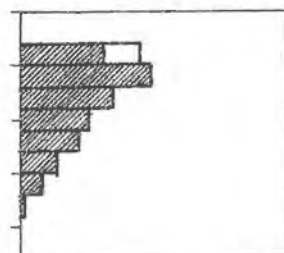
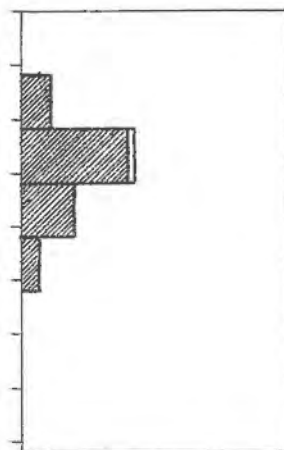
APR

MAJ

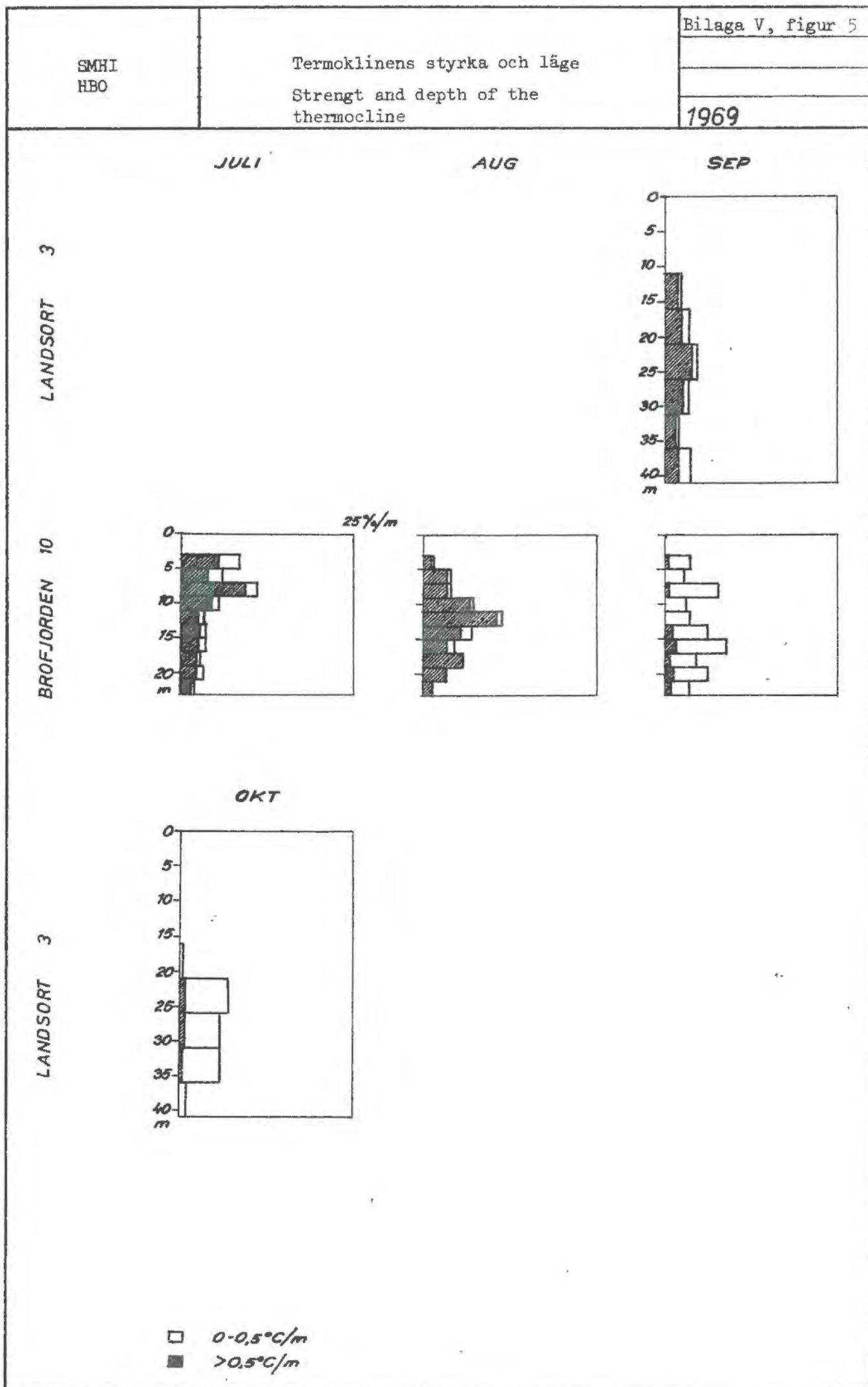
JUNI

LANDSORT 3

BRÖFJORDEN 10



□ 0-0,5°C/m
■ >0,5°C/m



SMHI
HBO

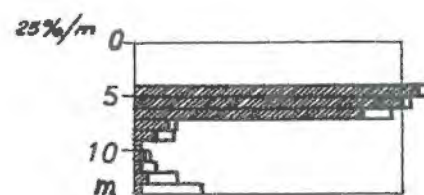
Termoklinens styrka och läge
Strength and depth of the
thermocline

Bilaga V, figur 6

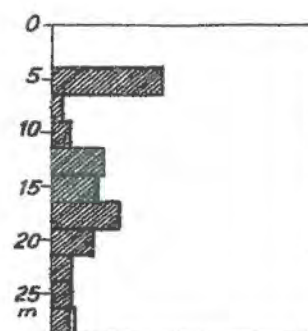
1970

JUNI

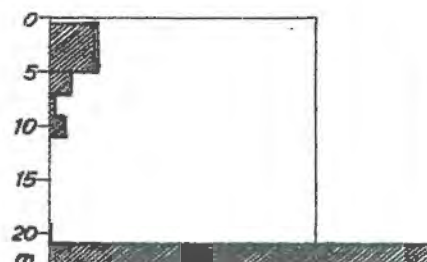
FORSMARK 126



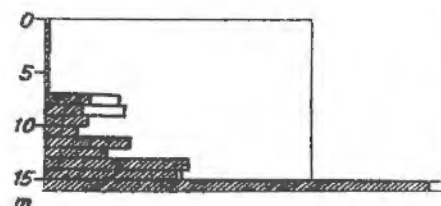
FORMARK 130



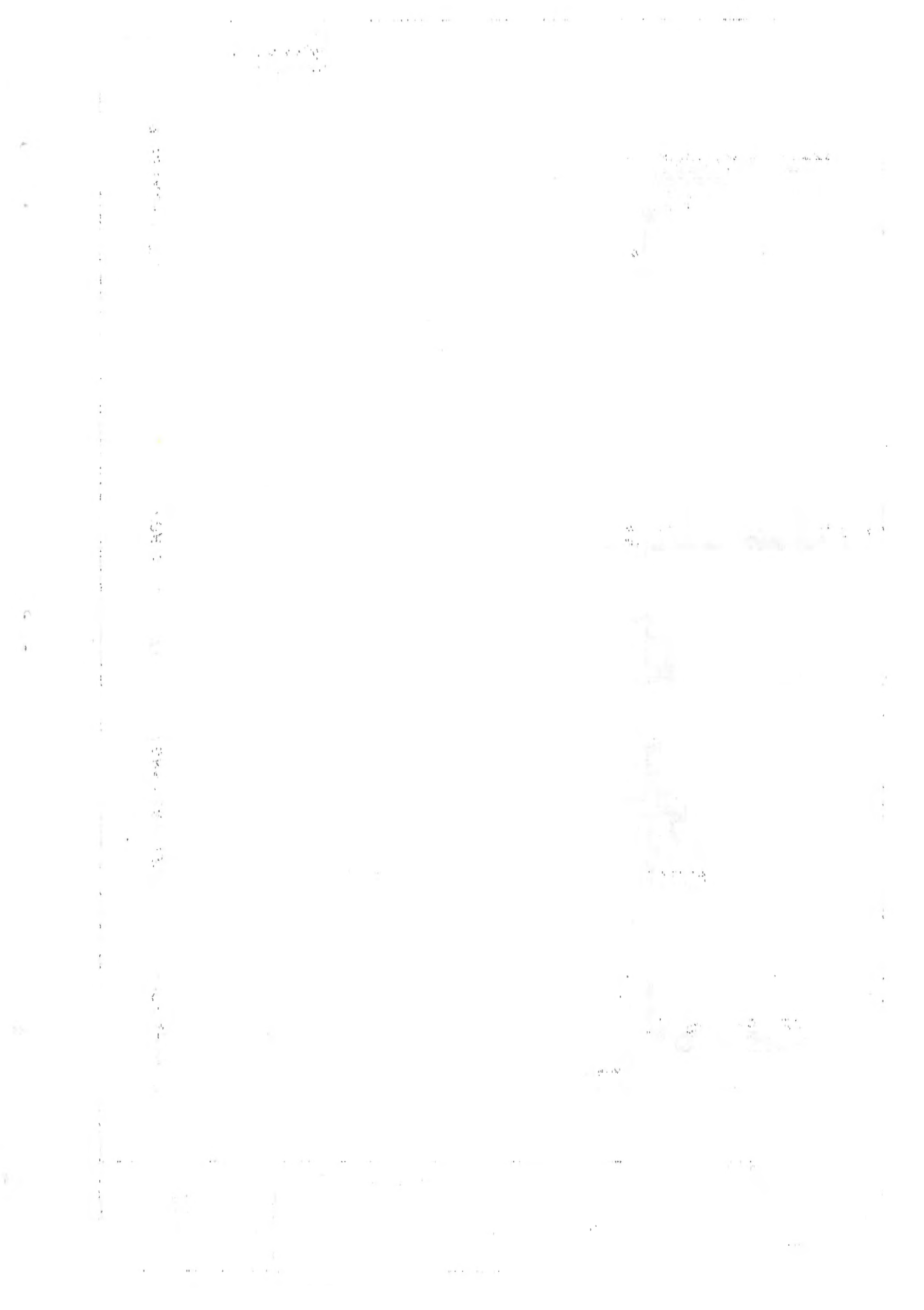
FORSMARK T4



RINGHALS T4



□ 0-0,5°C/m
■ >0,5°C/m



SMHI
HBO

Termoklinens styrka och läge
Strength and depth of the
thermocline

Bilaga V, figur 7

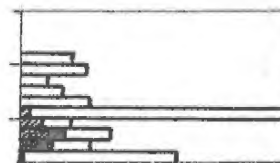
1970

126
FORSMARK

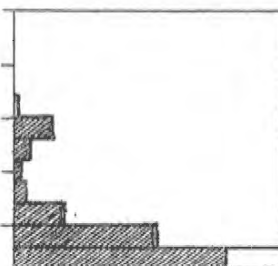
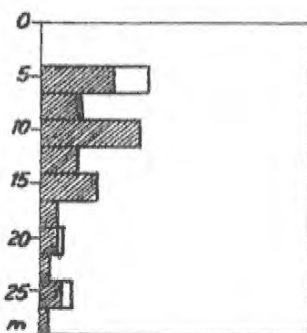
JULI

AUG

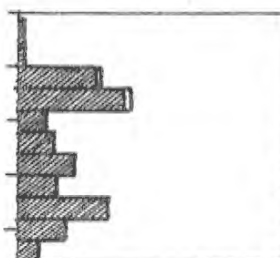
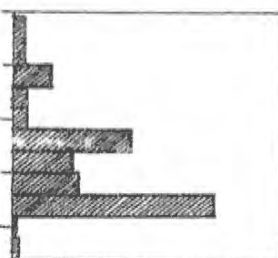
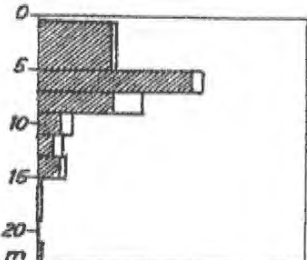
SEP



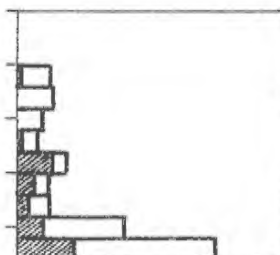
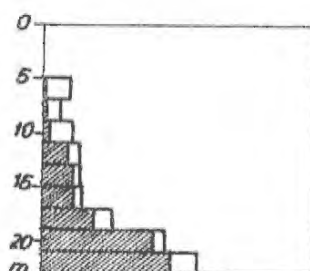
130
FORSMARK



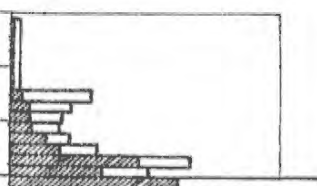
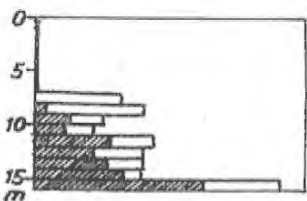
4
SIMPEVARP



T3
RINGHALS



T4
RINGHALS



□ 0-0,5°C/m
■ >0,5°C/m

1. *Chlorophyll a* and *Chlorophyll b* were determined by the method of Arar and Collins (1971).

100

| Condition | Control (%) | MCI (%) | AD (%) |
|-----------|-------------|---------|--------|
| A | ~95 | ~95 | ~95 |
| B | ~95 | ~85 | ~75 |
| C | ~95 | ~85 | ~75 |
| D | ~95 | ~95 | ~95 |

10

100

