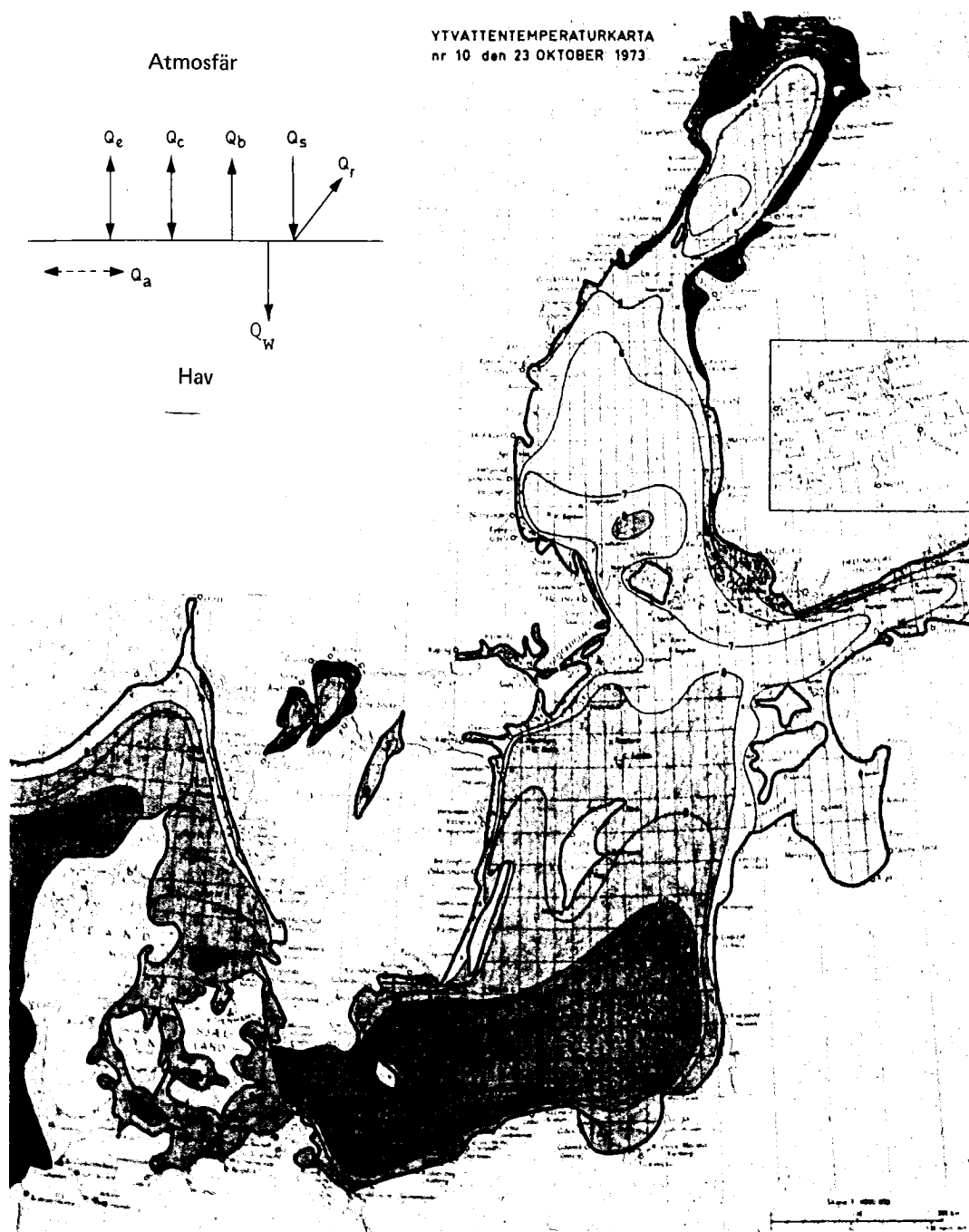


STYRELSEN FÖR VINTERSJÖFARTSFORSKNING

Sjöfartsverket
Sverige

Sjöfartsstyrelsen
Finland

Forskningsrapport nr 9



KARTERING AV YTVATTENTEMPERATUREN I VATTNEN RUNT SVERIGE

STYRELSEN FÖR
VINTERSJÖFARTSFORSKNING

Sjöfartsverket
Sverige

Sjöfartsstyrelsen
Finland

Forskningsrapport nr 9

**KARTERING AV YTVATTENTEMPERATUREN
I VATTNEN RUNT SVERIGE**

OMSLAGSBILDEN: Ytvattentemperaturkarta
med principskiss över de energiflöden som be-
stämmer havsyttans temperatur.

TryckIndustri AB, Solna 1974

SMHI
Box 12109
102 23 STOCKHOLM 12

KARTERING AV YTVATTENTEMPERATUREN I VATTNEN RUNT SVERIGE



STOCKHOLM 1974

Jan-Erik Lundqvist

Anders Omstedt

Ingemar Udin

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
Förord	1
1 Inledning	3
2 Ändamål	4
3 Definitioner	5
4 Instrument och metoder	6
4.1 Burktermometrar	6
4.2 Vattentemperaturen mätt i kylvattenintaget	6
4.3 Elektriska fjärrtermometrar	7
4.4 Strålningstermometer, typ BARNES IT2-S	9
4.5 Jämförelse mellan de olika instrumenten	9
5 Stationsnät och insamling	10
6 Analyser	14
6.1 Plottning och analysering	14
6.2 Felkällor	14
7 Exempel på analyser	16
7.1 Säsongsvariationer	16
7.2 Lokala förändringar	16
7.3 Tendenser till cirkulationsmönster	16
8 Datalagring	17
8.1 Observationerna	17
8.2 Analyserna	17
Figurer 13 – 24	18
Referenser	24
Bilaga A – D	25

Förord

Styrelsen för Vintersjöfartsforskning presenterar rapport nr 9. Den har rubriken KARTERING AV YTVATTENTEMPERATUREN I VATTNEN RUNT SVERIGE. Den har utarbetats inom maritima avdelningen vid Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut i Stockholm av 1:e statsmeteorolog Ingemar Udin, meteorolog Jan-Eric Lundqvist och meteorologassistent Anders Omstedt. Dessutom har 1:e statsmeteorolog Thomas Thompson medverkat i arbetet samt byråinspektör Lars Larsson, som bl a svarat för fjärrtermometerinstallationen ombord på fartygen.

Styrelsen för Vintersjöfartsforskning uttrycker sin uppskattning för det arbete som nedlagts på rapportens färdigställande från SMHI samt framför sitt tack till forskarna.

Stockholm och Helsingfors i oktober 1974.

Lennart Johansson

Helge Jääsalo

1. Inledning

Maritima avdelningen (VBM) vid Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) har sedan många år tillbaka insamlat ytvattentemperaturer från våra farvatten. Från början var avsikten att följa avkylningsförloppet i havet från tidig höst fram till isläggning för att därmed ha en möjlighet att förutsäga denna. Mätstationerna var främst placerade längs kusterna, t.ex. vid fyrplatser och fyr-skepp.

I samband med ett vintersjöfartsforskningsprogram, samordnat av Sjöfartsverket i Sverige, utför SMHI en omfattande havsisforskning, vilken inkluderar termodynamiska studier av havet och isen i Bottniska viken. Under senare år har därför antalet mätpunkter för ytvattentemperaturer kraftigt utökats, speciellt ute till havs genom att fartyg av olika slag utför observationer. VBM har i samband med det, initierat framtagning och utveckling av fjärtermometrar för att underlätta ytvattentemperaturbestämningen. Instrumenten är avsedda för fartyg, särskilt sådana med obemannade maskinrum, där det är tidsödande att mäta i kylvattenintaget. Mätfrekvensen har också ökat till tre gånger per vecka för de fasta stationerna och till en mer eller mindre kontinuerlig mätverksamhet för de rörliga stationerna.

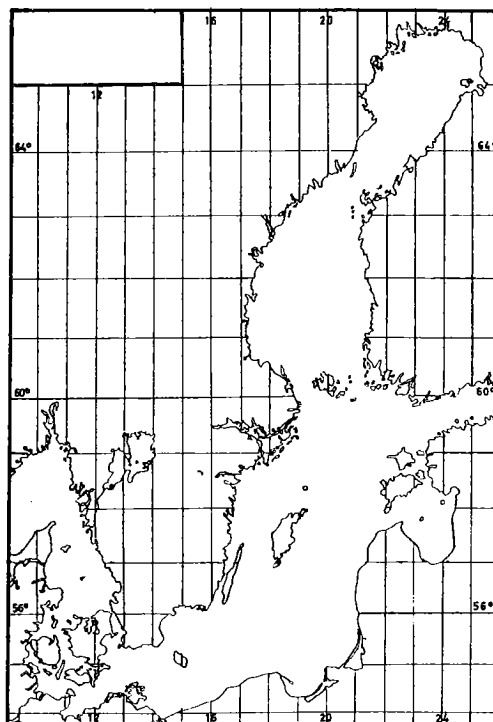


Fig 1. Havsområdet varifrån det görs ytvattentemperaturanalyser.

Från november 1972 har ytvattentemperaturen regelbundet analyserats i det område som figur 1 visar. Analyserna var ursprungligen avsedda som grunddata till den havsisforskning som pågår inom VBM, men under senare tid har en rad förfrågningar visat att det finns intresse för analyserna också utanför avdelningen. Som exempel kan nämnas rederier, båtklubbar, oljebolag, Marinen, Flygvapnet och andra avdelningar inom vädertjänsten.

2. Ändamål

En kännedom om vattentemperaturen, främst den i ytan, är fundamental då man studerar det termiska energiutbytet mellan atmosfären och havet och på detta sätt försöker beräkna när isläggningen kan väntas. Figur 2 visar en schematisk bild av de energiflöden som påverkar vattenytans temperatur.

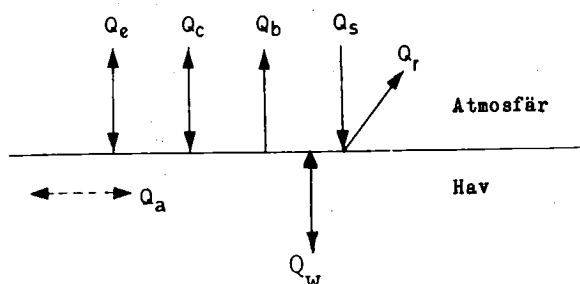


Fig 2. Termiska energiflödet i havsytan.

Figuren visar att havet erhåller eller förlorar energi genom latent värme (Q_e) och sensiblet värme (Q_c). Vidare förlorar havet energi genom utgående långvågig strålning (Q_b) men får ett energitillskott från atmosfären genom kortvågig strålning (Q_s). En del av den kortvågiga strålningen reflekteras vid havsytan tillbaka till atmosfären genom kortvågig strålning (Q_r). Energitransporterna mellan havet och atmosfären påverkar ytvattentemperaturen, vilken i sin tur påverkar flödet av sensibelt värme och utgående långvågig strålning. Under havsytan har vi ett vertikalt och ett horisontellt energiflöde (Q_w) respektive (Q_a). Flödet Q_a orsakas av energitransporter till och från omgivande områden.

Från figur 2 framgår att det inte är tillräckligt att känna till de rent lokala förhållandena, då man studerar temperaturförändringar i ytvattnet. Man måste också känna till temperaturförhållandena runt stationen för att kunna beräkna energitransporterna in och ut ur området. För havsisforskningen, som nämnts ovan, räckte det därför ej med ytvattentemperaturen i ett antal fasta stationer, utan det blev nödvändigt med temperaturanalyser för ett större område. Sedan 1972 har det blivit möjligt att analysera ytvattentemperaturen i området på figur 1 tack vare ett utökat antal observationspunkter, bättre fördelning av observationerna i rummet, ökad frekvens av observationer, bättre instrument, bättre datainsamling etc.

Ytvattentemperaturanalyser har, förutom havsisforskningen, visat sig intressera många andra aktiviteter såsom:

- Vädertjänsternas prognosverksamhet. Moln-, nederbörds-, dim- och siktprognoserna kan förbättras med analyserna.
- Flygvapnets och Marinens verksamhet. Överlevnadstiden i vatten är i hög grad beroende på ytvattentemperaturen. Med kännedom om denna kan man lättare besluta om t.ex. överflygning av ett visst havsområde och om räddningsprogram vid haverier.
- Seglings- och sportaktiviteter. Kappseglingar, såväl i kustband som ute till havs kan exempelvis förläggas till tider och banor som möjliggör en tillräcklig säkerhet.
- Viss verksamhet inom sjöfarten, transporter etc. För vissa typer av lastfartyg är det viktigt att känna till ytvattentemperaturen på samma sätt som för vissa aktiviteter längs kusterna.

3. Definitioner

Ytvattentemperaturen kan mätas med flera olika typer av instrument och från olika plattformar. Man kan släppa ned en burktermometer från en pir eller brygga, från en fyrkasun eller från ett fartygsdäck. Temperaturen kan mätas i ett kylvattenintag på ett fartyg. Man kan använda en fjärtermometer i kontakt med fartygsskrovet, alternativt inskruvad i skrovet. Man kan flyga med en strålningstermometer och registrera temperaturen från havsyntans översta lager etc. De olika metoderna mäter ej vattentemperaturen på samma djup, varför begreppet "ytvattentemperatur" ej är väl definierat. Med strålningstermometern mäter man den så kallade "skin"-temperaturen, vilket är temperaturen i den övre millimetern i havsytan. Med burktermometern mäter man temperaturen i den närmaste metern, medan kylvattenintaget och termometrar i kontakt med skrovet kan mäta temperaturen från en till tio meters djup under havsytan.

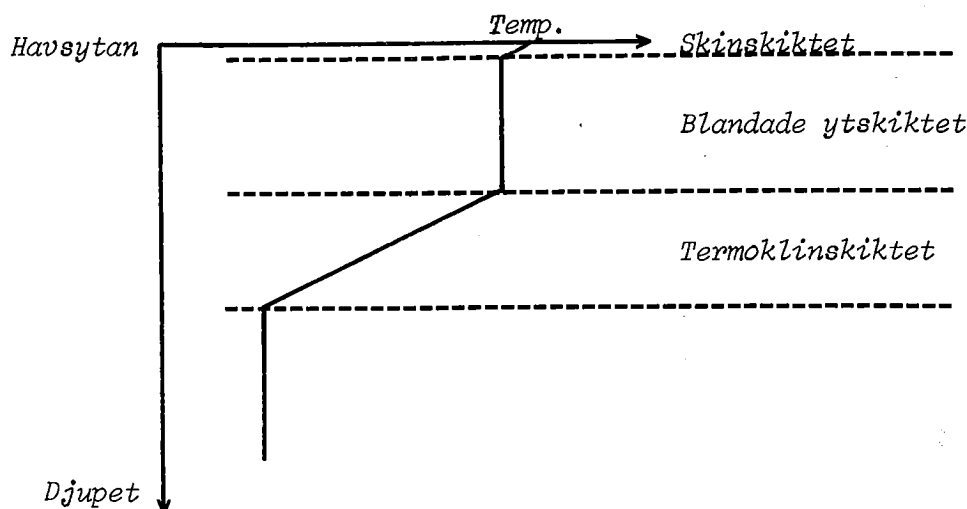


Fig 3. Exempel på temperaturskiktning i havets övre del.

Normalt kan övre delen av havet indelas i tre olika skikt, se principskiss figur 3.

- "Skin"-skiktet, vilket är endast ett fåtal tiondels millimeter och starkt påverkat av atmosfären.
- Blandade ytskiktet, där de vertikala temperaturvariationerna är små. Blandningen orsakas av mekanisk turbulens och termisk konvektion. Djupet på skiktet varierar med årstiden från mindre än en meter till tiotals meter.
- Termoklinskiktet, där betydliga vertikala temperaturvariationer uppträder.

I denna rapport betraktas ytvattentemperaturen som den temperatur vilken är representativ för det blandade ytskiktet. I de fall strålningstermometer har använts är korrigeringar gjorda för att temperaturerna skall vara jämförbara. På samma sätt har man försökt ta hänsyn till djupt placerade sensorer. Den noggrannhet man eftersträvar och som är rekommenderad av WMO (World Meteorological Organization) är $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Mätplatserna är förlagda på ett sådant sätt att de temperaturer som uppmäts är representativa för området utanför kusten. Temperaturen i vikar, hamnar, vid grunda stränder etc, kan därför avvika från de rapporterade vattentemperaturer, som visas i de analyserade kartorna.

4. Instrument och metoder

4.1 BURKTERMOMETER

I det enklaste fallet fyller man en spann med vatten och mäter temperaturen med en separat termometer. Avläsningen görs så snabbt som möjligt i skydd av sol och stark vind för att undvika strålning och avdunstning. En bättre metod är att använda en liten burk med inbyggd termometer, som kan sänkas ned i vattnet, där den hålls i ca 3 minuter för att helt fyllas med vatten och helt antaga vattnets temperatur. När burken lyfts upp från vattnet ska temperaturen snabbt avläsas för att därmed minimera atmosfärens effekter. Noggrannheten av denna temperaturbestämning är $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. Vid SMHI används enbart metoden med inbyggd termometer. Burken är gjord av stål och ihopsatt med en cylinder, i vilken en kvicksilvertermometer är placerad. Två typer av burkar används, en som rymmer 60 ml vatten, väger ungefär 320 gram och fylls omedelbart när den sänks ned i vattnet, se figur 4a. Den andra typen rymmer 435 ml vatten och väger 1.190 gram, se figur 4b. Den senare typen har ett vattenintag, som är så dimensionerat att burken fylls på 3–4 minuter. Luftbubblorna släpps ut under tiden den fylls med vatten, när dessa upphör indikerar detta att burk och termometer antagit vattnets temperatur, varför avläsning kan ske.

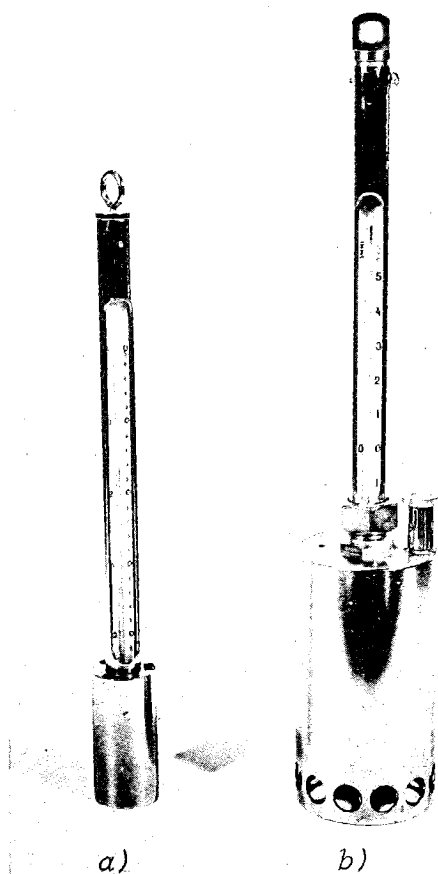


Fig 4. Burktermometrar

a) liten typ

b) stor typ

4.2 VATTENTEMPERATUREN MÄTT I KYLVATTENINTAGET.

Denna metod innebär att temperaturen mätes när kylvattnet strömmar förbi en kvicksilvertermometer, placerad i en stålcyllinder och inskruvad i kylvattenintaget, se figur 5. Termometern är placerad så nära fartygsskrovet som möjligt, mellan skrovet och vattenpumpen. Om termometern placeras väl och avläsningen utförs noggrant är felet i vattentemperaturangivelsen jämförbart med

burktermometerns. Det är emellertid inte alltid möjligt att med denna metod mäta den tidigare definierade ytvattentemperaturen, då kylvattenintaget normalt är placerat väl under vattenlinjen på djup som varierar på grund av fartygets lastning. I skiktat vatten kan avvikelserna från ytvattentemperaturen vara stora. Detta är särskilt märkbart under sommaren.

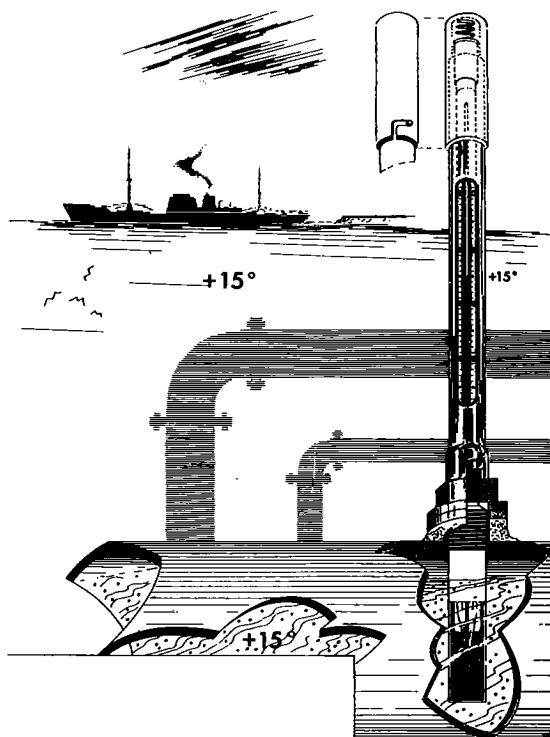


Fig 5. Vattentemperaturen mätt i kylvattenintaget.

4.3 ELEKTRISKA FJÄRRTERMOMETRAR

De elektriska fjärrtermometrarna bygger på principen att motståndet i en tunn tråd varierar med temperaturen. En sensor placeras i direkt kontakt med vattnet eller fästs vid insidan av fartygsskrovet, vilket snabbt antar vattentemperaturen. Sensorn är kopplad till en avläsningsenhet med hjälp av kabel. Avläsningsinstrumentet placeras antingen på fartygsbryggan eller i maskinkontrollen. Ett flertal sensorer kan inkopplas till läsarinstrumentet. Det är därför möjligt att placera sensorer på olika djup, varför man kan mäta temperaturen på konstant djup oberoende av hur mycket fartyget är lastat. SMHI använder två olika typer av elektriska fjärrtermometrar vid installation på fartyg:

(a) Digitaltemperaturmätare med platinagivare

Med detta instrument avläses temperaturen direkt på en digital skala och en omkopplare möjliggör att 6 sensorer kan vara inkopplade. Instrumentet tillverkas av Systemteknik AB, Sverige, och har nr. S-1062. Den korregerar för den icke linjära 100 ohmiga platinagivaren. Instrumentet visas i figur 6 och en teknisk specifikation ges i bilaga A.

S 1062



Fig 6. Digital temperaturmätare.

För närvarande används två typer av sensorer tillsammans med avläsningsinstrumentet. Den ena typen är en inskruvningstermometer tillverkad i rostfritt stål, se figur 7. Den andra typen är en kon-



Fig 7. Inskruvningstermometer

taktgivare, vilken klistras direkt på fartygsskrovets insida och isoleras från insidan med 5 cm:s frigolit, se figur 8. Bägge sensorerna tillverkas i 100 ohmig platina av firman SWEMA, Sverige.

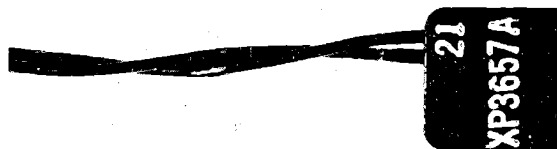


Fig 8. Kontaktgivare.

(b) Fjärrtermometer med linjär givare, typ LL1.

Avläsningsinstrumentet är i princip en Wheatstonebrygga, som nollställs med hjälp av en noggrann potentiometer, vilken är sammankopplad med en digitalskala. Nollställningen sker med två ljusdioder.

Sensorn, CUPROSWEM tillverkad av SWEMA, Sverige, är av kontakttyp och motståndet varierar linjärt med temperaturen. Därför behövs ingen omvandlingstabell, utan det är möjligt att avläsa temperaturen direkt från instrumentet. Instrumentet och sensorn visas i figur 9 och specifikation ges i bilaga B.

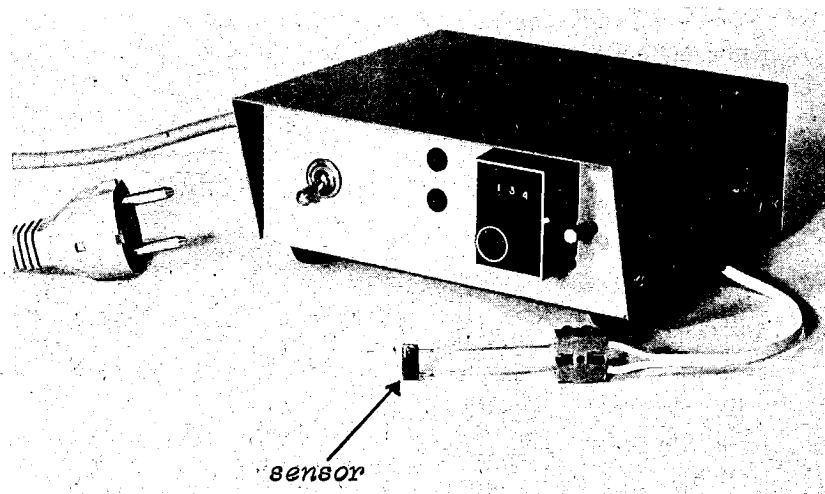


Fig 9. Fjärrtermometer med linjär givare, typ LL 1.

4.4 STRÅLNINGSTERMOMETER, TYP BARNES IT2-S

Detta instrument mäter den strålningsenergi som jordytan utsänder i våglängdsområdet 8–13 μm , ett intervall inom vilket vatten kan betraktas som en ideal svart kropp. Instrumentet består av ett detektorhuvud, ett indikeringsinstrument och en skrivare, se figur 10. Detektorn avkänner såväl vattenytan som en noggrant kalibrerad referenskropp. Skillnaden mellan de två strålningarnas intensitet omvandlas till en elektrisk impuls, vilken överförs till skrivaren. Instrumentet monteras i ett flygplan och kan på höjder under 300 meter ge en noggrannhet vid klart väder på $\pm 0.5^\circ\text{C}$ och en upplösning på 0.2° .

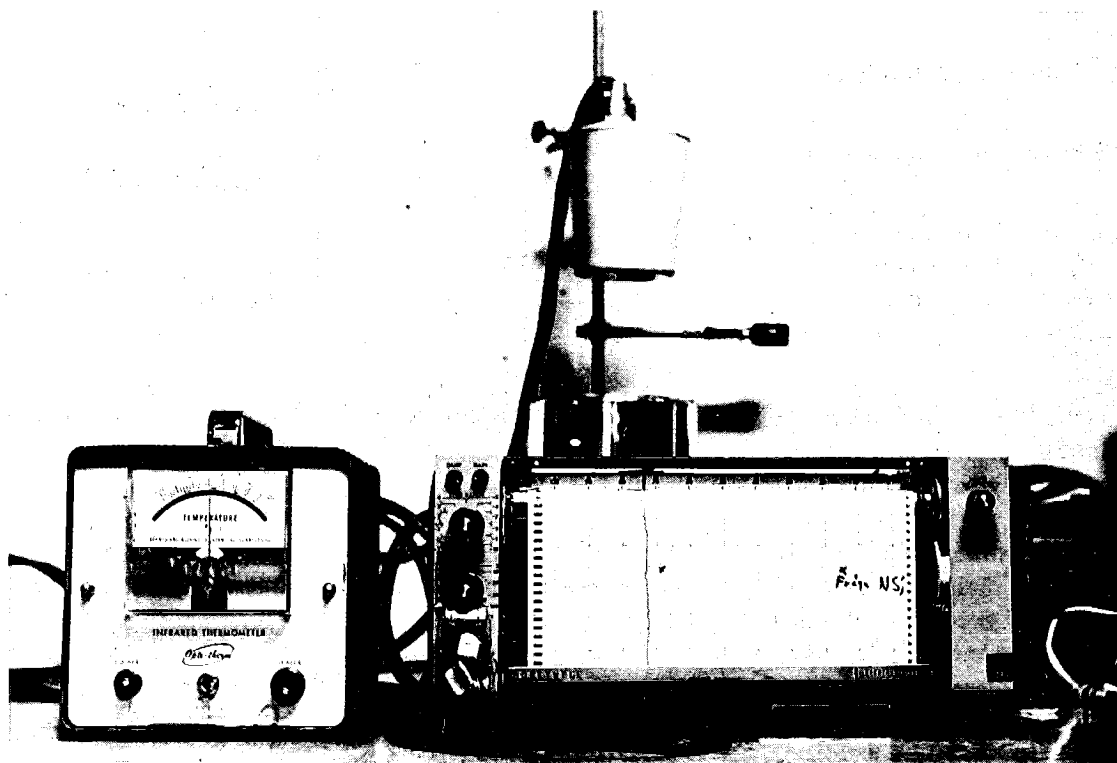


Fig 10. Strålningstermometer.

4.5 JÄMFÖRELSE MELLAN DE OLIKA INSTRUMENTEN.

Av tabell 1 (sid 10) framgår instrumentets fördelning vid olika mätstationer.

Burktermometern, som är ett enkelt och billigt instrument, är endast användbar för fasta stationer. Ombord på fartyg passar den ej så bra, då det krävs att fartyget ligger stilla eller saktar ned farten avsevärt när mätning av ytvattentemperaturen görs. Dessutom skall termometern ligga i vattnet minst 3 minuter. Temperaturen mätt i kylvattnet passar därför bättre ombord på rörliga stationer. En nackdel är emellertid att det djup där mätningen utförs beror på fartygstypen och på hur mycket fartyget är lastat. Dessutom är det ej alltid möjligt att få en noggrann avläsning av kvicksilvertermometern i ett maskinrum fullt med andra installationer.

För att underlätta mätningarna av ytvattentemperaturen från fartyg, speciellt sådana fartyg som har obemannade maskinrum, utvecklades den elektriska fjärrtermometern. Jämförande prov mellan den elektriska fjärrtermometern och burktermometern visar en mycket god överensstämmelse. Ett ökat antal fartyg kommer därför att förses med denna typ av instrument. Digitalinstrumentet, beskrivet under 4.3 (a), är emellertid ganska dyrt, varför maritima avdelningen tog initiativet till att utveckla fjärrtermometern LL 1. Detta instrument är enkelt och relativt billigt (ca 1.300:–), det

Tabell 1:

Instrument som används vid olika mätstationer

Instrument	Antal	Mätstationer
Burk (liten)	37	Fasta stationer Lotsbåtar
Burk (stor)	21	Fasta stationer Kustbevakningen Lotsbåtar
Kylvattentemperaturmätare	4	Färjor
	4	Handelsfartyg
Elektrisk fjärrtermometer, typ LL 1	4	Färjor
	5	Handelsfartyg
Elektrisk fjärrtermometer, typ S-1062 med inskruvningssensor	5	Isbrytare
med kontaktsensor	5	Isbrytare

är lätt att installera och lätt att avläsa. Sensorn är av kontakttyp, varför den kan placeras på den mest lämpade platsen med avseende på fartygets djup och varmvattenutsläpp från fartyget, detta till skillnad från kylvattentermometern som har en fixerad plats.

Den flygburna strålningstermometern har många fördelar. Den är lätt att använda och kan täcka ett stort område på kort tid. En nackdel är emellertid att den ej uppfyller noggrannhetskravet $\pm 0.1^\circ\text{C}$. Trots det kan den ge horisontella gradienter med en acceptabel noggrannhet. Andra nackdelar som begränsar dess användning är den höga kostnaden och instrumentets beroende av yttre faktorer såsom vädret.

5. Stationsnät och insamling

Ytvattentemperaturobservationer utförs från ett flertal fasta stationer av fyr- och lotspersonal samt privatpersoner bosatta i ytterskärgården. Från rörliga stationer utförs observationerna av färjor, handelsfartyg, kustbevakningsfartyg, lotsbåtar och isbrytare. Positionerna av de fasta stationerna och huvudfarlederna ges i figur 11 och i bilaga C.

Juli 1974 var antalet fasta stationer 43. Alla dessa använder de ovan beskrivna burktermometrarna. Ytvattentemperaturen mäts varje måndag, onsdag och fredag mellan kl 09 och 10. Lotsarna mäter ytvattentemperaturen vid olika tider på dygnet i samband med lotsuppdrag. Observationerna telefoneras till närmaste meteorologiska insamlingscentral, varifrån de översändes med teleprinter till SMHI. En del observationer översändes direkt via telefon eller telex till institutet.

Av de rörliga stationerna utgör färjorna en viktig informationskälla. De trafikerar regelbundet en viss route och mätningarna kan utföras regelbundet vid samma tidpunkter och på samma positioner. Färjorna använder dels termometer placerad i kylvattenintaget, dels fjärrtermometer av LL 1-typ. Observationerna rings in till närmaste insamlingscentral eller till SMHI direkt efter att färjorna förtöjt.

Fig 11a. Fasta stationer och
färjor, vilka gör yt-
vattentemperaturobser-
vationer.

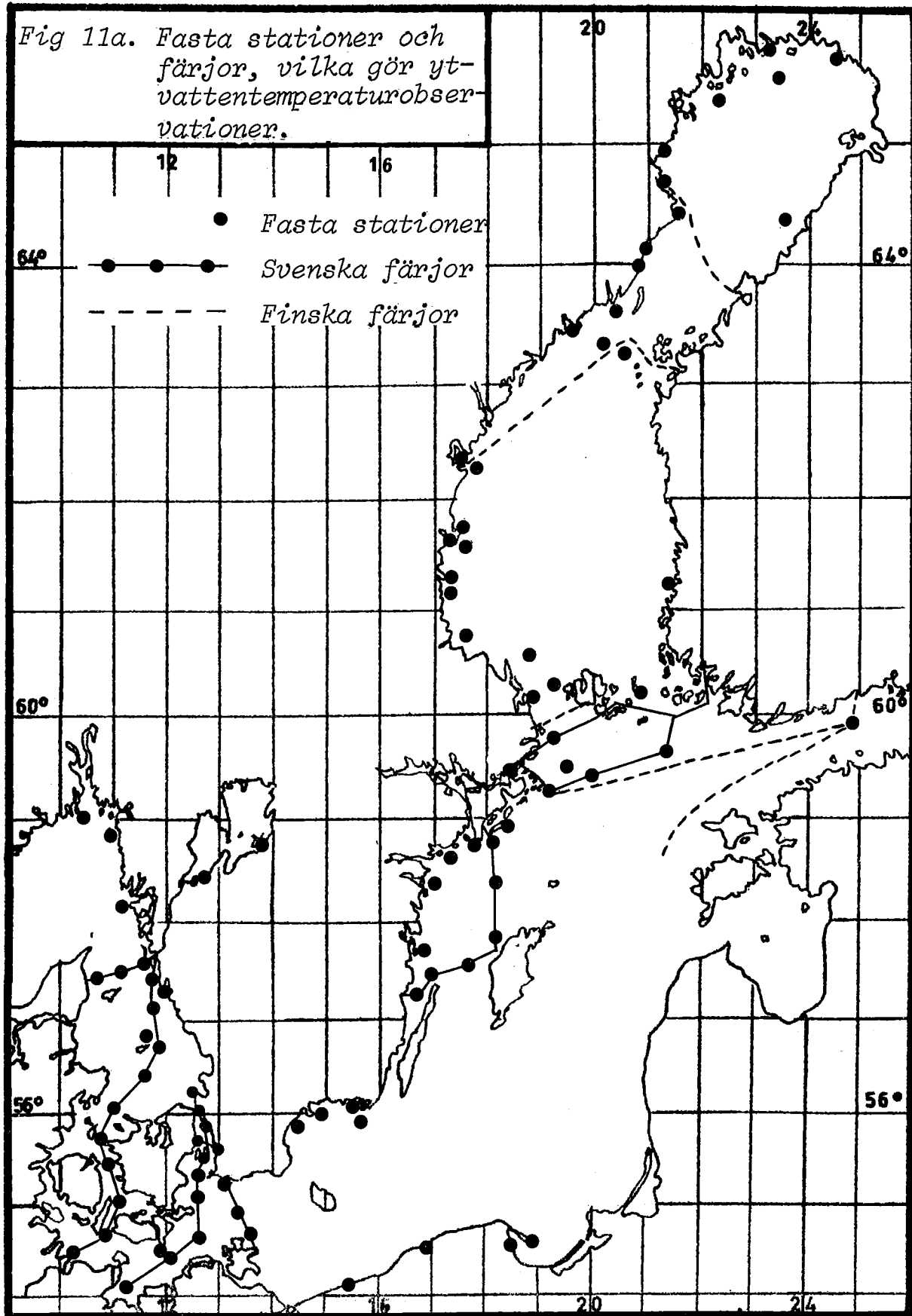
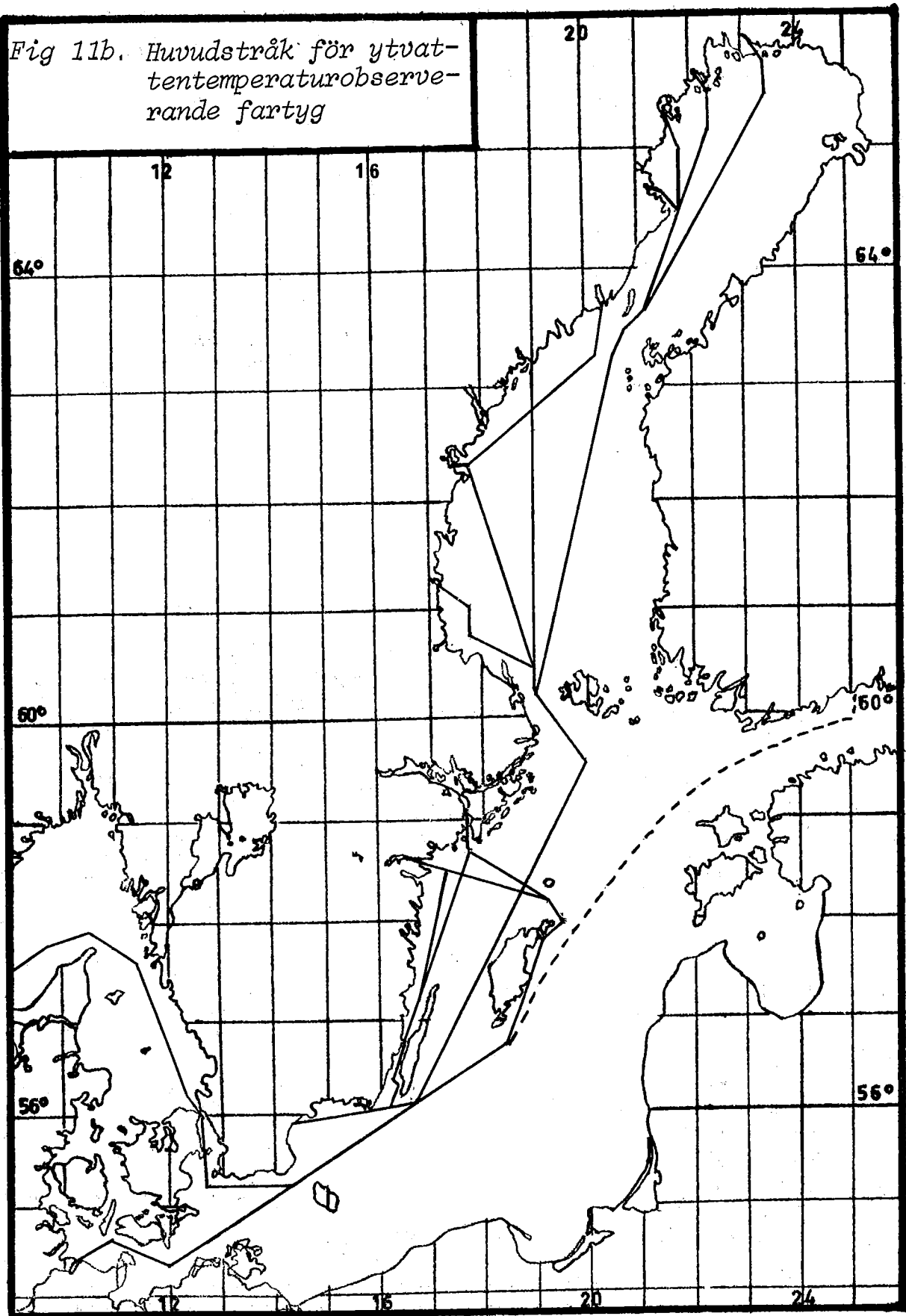


Fig 11b. Huvudstråk för ytvat-
tentemperaturobserve-
rande fartyg



Antalet handelsfartyg som regelbundet rapporterar ytvattentemperaturer är för tillfället 9. Dessa är i huvudsak rekryterade från rederierna Cementa, SCA och Gorthon. De trafikerar regelbundet Östersjön och Bottniska viken. Observationer görs var tredje timme i öppen sjö. Speciella loggböcker iordningsställs och postas till SMHI direkt efter att fartyget angjort hamn. Under vinterhalvåret, men även under sommaren, sänds observationerna också via kustradiostationerna till SMHI. Observationer erhålles även från så kallade "selected ships", vilka gör regelbundna väderobservationer var tredje eller sjätte timma, där även ytvattentemperaturen ingår. Från figur 11 kan man se att västra delen av Östersjön och Bottniska viken är ganska vältäckt, i motsats till östra delen. Detta beror på att de svenska fartygen normalt trafikerar västra delen av Östersjön.

Kustbevakningen mäter ytvattentemperaturen när de är ute på uppdrag i yttre skärgården eller i områden utanför kusten. Dessa båtar har alla försetts med burktermometer version (b), se figur 4. Antalet båtar som utför ytvattentemperaturobservationer är för närvarande 21. Kustbevakningen mäter även djupvattentemperaturer på speciella positioner och är därför utrustade med bathytermograf. Observationerna översänds till SMHI i kodform via kustbevakningens sambandscentraler.

Under vinterhalvåret utför 5 isbrytare ytvattentemperaturmätningar, när de går i öppet vatten. De är utrustade med den digitaltemperaturmätare som beskrivits under 4.3 (a) och har en genom skrovet skruvad sensor. De mätta temperaturerna sänds till SMHI via kustradion eller via telecopier. Vattentemperaturloggböckerna sänds till SMHI med post. De flesta av isbrytarna utför även fullständiga väderobservationer.

Förutom de svenska observationerna, erhålls information från länder runt Sverige. Danmark och Norge har ett antal kuststationer, vilka mäter ytvattentemperaturen. Dessa rapporteras dagligen i det regelbundna vädermeddelandet SYNOP.

Under höst och vinter erhålls även observationer från Finland, som har 8 fasta stationer, 4 färjor och ett forskningsfartyg, Aranda, vilket normalt gör omfattande kryssningar i Bottniska viken i början av vintern. Under vintersäsongen rapporterar Polen ytvattentemperaturer från 5 fasta stationer längs kusten.

Under de två senaste åren har försök gjorts för att komplettera ytvattentemperaturmätningarna till havs med hjälp av flygplan och den tidigare nämnda strålningstermometern. Försöken har genomförts veckorna före en väntad isläggning och ändamålet har varit att mer noggrant följa vattnets avkylning under dessa perioder.

Som framgår av figur 11 har observationsnätet ännu en del luckor, främst i de östra delarna av Östersjön men också sommartid på den finska sidan. Arbete pågår för att förbättra nätet.

6. Analyser

6.1 PLOTTNING OCH ANALYSERING

Då vattentemperaturvärdena nått SMHI, sätts de in på en kartblankett. För att erhålla ett tillräckligt dataunderlag för tillförlitliga analyser plottas observationer från två på varandra följande dagar på samma karta men med olika färger. Antalet observationer per karta är normalt ca 150. Ytvattentemperaturen analyseras varannan dag. Observationerna är alltså från två på varandra följande dagar och mätta vid olika tider på dagen beroende på om mätningarna är utförda av fasta eller rörliga stationer. Analyserna representerar dock medelförhållandet under det senaste dygnet, vilket betyder att, om observationer är tillgängliga för samma punkt båda dagarna, läggs största vikten vid den senare observationen. Isothermer dras för varje hel grad Celsius, undantagsvis dras även isothermer för halva grader i områden med svaga gradienter. Varma och kalla områden markeras med ett "W" respektive "C" (se bilaga D).

6.2 FELKÄLLOR

De analyserade temperaturkartorna är behäftade med en del fel. Förutom instrumentfelen som nämnts under kapitel 4 finns en rad andra felkällor.

(a) Dygnsvariationer

Ytvattentemperaturen har en viss variation under dygnet. Amplituden mellan maximum och minimum är störst då instrålningen är stor och den turbulenta omblandningen är liten dvs vid klar himmel och svag vind. De dagliga variationerna innebär i allmänhet inga signifikanta fel vid analyserna, men vid förhållanden som nämnts ovan, kan felet uppgå till ca 1°C, eftersom temperaturen mätes vid olika tider på dygnet.

(b) Tunt blandningsskikt

Det omblandade ytskiktet varierar avsevärt i tjocklek. Under speciella förhållanden särskilt under försommaren existerar inte skiktet. Tabell 2 ger exempel på vattentemperaturen på olika djup under vissa dagar 1973. Av tabellen framgår att gradienten var kraftig, främst under juli men stor även under maj, juni och augusti. På grund av de relativt starka temperaturgradienterna som uppträder under sommaren beror de rapporterade temperaturerna på vilka metoder som används vid mätningarna, felen kan därvid uppgå till flera grader Celsius.

Tabell 2:

Vattentemperaturen i °C, mätt i tre punkter under 1973

LANDSORTSDJUPET (Position: N 58°35,1' E 18°13,2')

Djup: (m)	Datum:										
	7/1	26/2	12/3	15/4	9/5	6/6	22/7	31/8	30/9	22/10	26/11
0.5	4.5	2.5	2.4	3.5	6.1	11.9	17.8	13.7	9.5	8.0	4.7
10	4.5	2.3	2.4	3.5	4.9	7.6	9.9	12.3	9.5	8.1	4.7
20	4.5	2.4	2.5	3.3	3.4	5.8	8.9	7.7	10.1	8.1	4.7
t(0.5)-t(10)	0	0.2	0	0	1.1	4.3	7.9	1.4	0	-0.1	0

ÅLANDSHAV (Position: N 60°12,1' E 19°06,6')

Djup: (m)	Datum:								
	4/3	15/4	22/5	23/6	22/7	27/8	30/9	25/10	21/12
0.5	1.1	2.4	5.8	11.1	18.2	13.0	9.0	6.9	1.1
10	1.1	2.3	4.1	9.8	12.3	12.8	8.9	6.9	1.1
20	1.7	2.2	4.2	7.0	5.9	12.7	8.6	6.9	2.0
t(0.5)-t(10)	0	0.1	1.7	1.3	5.9	0.2	0.1	0	0

HÖGBONDEN (Position: N 62°55,0' E 18°57,0')

Djup: (m)	Datum:							
	12/1	5/5	7/6	5/7	2/8	8/9	6/10	18/11
0.5	2.0	2.1	9.2	18.1	18.3	10.6	7.8	3.3
10	2.3	2.2	6.6	7.2	17.9	10.6	7.8	3.3
20	2.4	2.0	4.2	3.5	5.8	7.9	7.9	3.4
t(0.5)-t(10)	-0.3	-0.1	2.6	10.9	0.4	0	0	0

(c) Andra felkällor

Ibland kan temperaturvärden från ett visst område saknas, den fasta observatören har inte kunnat utföra sin mätning eller fartyg har inte trafikerat ett område under perioden. Vid sådana tillfällen försöker man antingen uppskatta temperaturen genom att använda en tidigare temperatur och kändedom om det väder som rått under den aktuella tiden, eller om det är möjligt försöker man interpolera fram temperaturen i området.

Från a, b och c framgår det klart att ytvattentemperaturkartor är svåra att analysera under sommarsäsongen, då lokala variationer kan uppträda. Redan i augusti, när termoklinen vanligtvis ligger djupare, är temperaturvariationerna vertikalt mindre, kartorna lättare att analysera och därmed mer tillförlitliga.

7. Exempel på analyser

De utvalda kartorna från juli 1973 till juni 1974, figurerna 13–24 visar hur ytvattentemperaturerna varierar under året. De visar även lokala "up-welling"-områden längs kusten under sommarsäsongen och tendenser till vissa cirkulationsmönster i Bottniska viken.

7.1 SÄSONGSVARIATIONER

Kartorna från juli 1973 (figur 13 och 14) visar övervägande höga temperaturer. Vid Västkusten och i Östersjön var det 20–23°C, vilket var maximum för året. Som jämförelse var temperaturerna vid samma tidpunkt 1974 endast 14–16°. Den högsta temperaturen i Bottniska viken 1973 inträffade i mitten av juli och var 20–22°. Motsvarande värden under 1974 var 13–14°C. Figurerna 13 och 14 visar även att temperaturskillnaderna mellan de nordligaste och sydligaste delarna är mycket ringa under sommaren.

Kartorna i figur 15–21 visar avkylningen under hösten och vintern. Redan den 1 september hade temperaturen vid Bottenvikens norra kust sjunkit från 20°C till 9°C, medan den i de sydligaste delarna av Östersjön bara sjunkit några grader. Vidare ser man att avkylningen börjar vid kusten och går utåt. Skarpa temperaturskillnader skapas vid kusterna, vilket syns i Bottenviken på figur 16. De stora gradienterna ses senare i Östersjön och vid Västkusten. Kartorna under avkylningsperioden visar alla att det varmare vattnet finns ute till sjöss, vilket är naturligt eftersom man här har störst värmekapacitet. Vidare kan poängteras den stora temperaturskillnaden mellan norr och söder under hösten, i figur 18 är Östersjön ca 10° varmare än nordligaste Bottenviken. Längre fram på vintern avtar denna kontrast då isläggningen börjar. I figur 21 är Östersjön ca 3°, medan lägsta temperaturen norrut är ca 0°C.

Efter mars månad börjar uppvärmningen av vattnet söderifrån. Den startar från kusterna och går utåt mot det djupaste vattnet. Man ser av figur 23 och 24 att det åter bildas stora temperaturgradienter vid kusterna men att gradienterna är motsatta de som ses på höstkartorna. De kallaste områdena finns under våren och försommaren ute till havs. Åter syns också den stora kontrasten mellan kartans nordligaste och sydligaste del, ca 10°C.

7.2 LOKALA FÖRÄNDRINGAR

Under sommarmånaderna ses ofta mycket snabba och lokala temperaturvariationer på kartorna. En påtaglig effekt är "up-welling", som uppträder när varmt skiktat ytvatten transporteras ut från kusten av vinden och ersätts av kallare bottenvatten. Exempel på "up-welling" längs svenska kusten i Bottenviken och Bottenhavet, längs Gotlands ostkust, utanför Landsort och längs Skånes ostkust visas i figurerna 13–16. Dessa temperaturförändringar har en avsevärd betydelse för sikt- och dimprognoserna till sjöfarten.

7.3 TENDENSER TILL CIRKULATIONSMÖNSTER

Under höst och förvinter ses ofta en större temperaturgradient på den finska sidan i Bottenhavet och Bottenviken. Dessutom är temperaturen där något högre. Detta kan tyda på att man under dessa tider ofta har vattentransport söderifrån med en moturscirkulation i såväl Bottenviken som Bottenhavet (se figurerna 18 och 19). Temperaturmönstret kan även vara en reflektion av bottenprofilen.

Det bör observeras att den utvalda kartserien endast är exempel på vattentemperaturanalyser och inte kan tolkas som normalkartor, då vintern 1973/74 var mycket mild och isutbredningen ringa.

8. Datalagring

Ytvattentemperaturinformationen finns tillgänglig i olika former och i olika stadier av bearbetning.

8.1 OBSERVATIONERNA

Alla observationer från fasta stationer och färjor är uppställda i tabeller i stationsordning dag för dag. Observationer från stationer där man har långa mätperioder har placerats på magnetband. Observationer från rörliga stationer (fartyg, kustbevakning etc) är lagrade i loggboksform.

8.2 ANALYSERNA

Analyserna är tillgängliga dels som kartor, dels som gridpunktsvärden. Kartorna finns för varannan dag med början 1 november 1972. De innehåller alla inplottade data samt analyser.

Gridnätet som används för digitaliseringen är geografiskt med ett gridavstånd på 15' latitud och 30' longitud, vilket ger för aktuella latituder ett nästan kvadratisk grid av en storlek på 27,8 km (se figur 12). Gridpunktsvärdena kommer att lagras på magnetband.

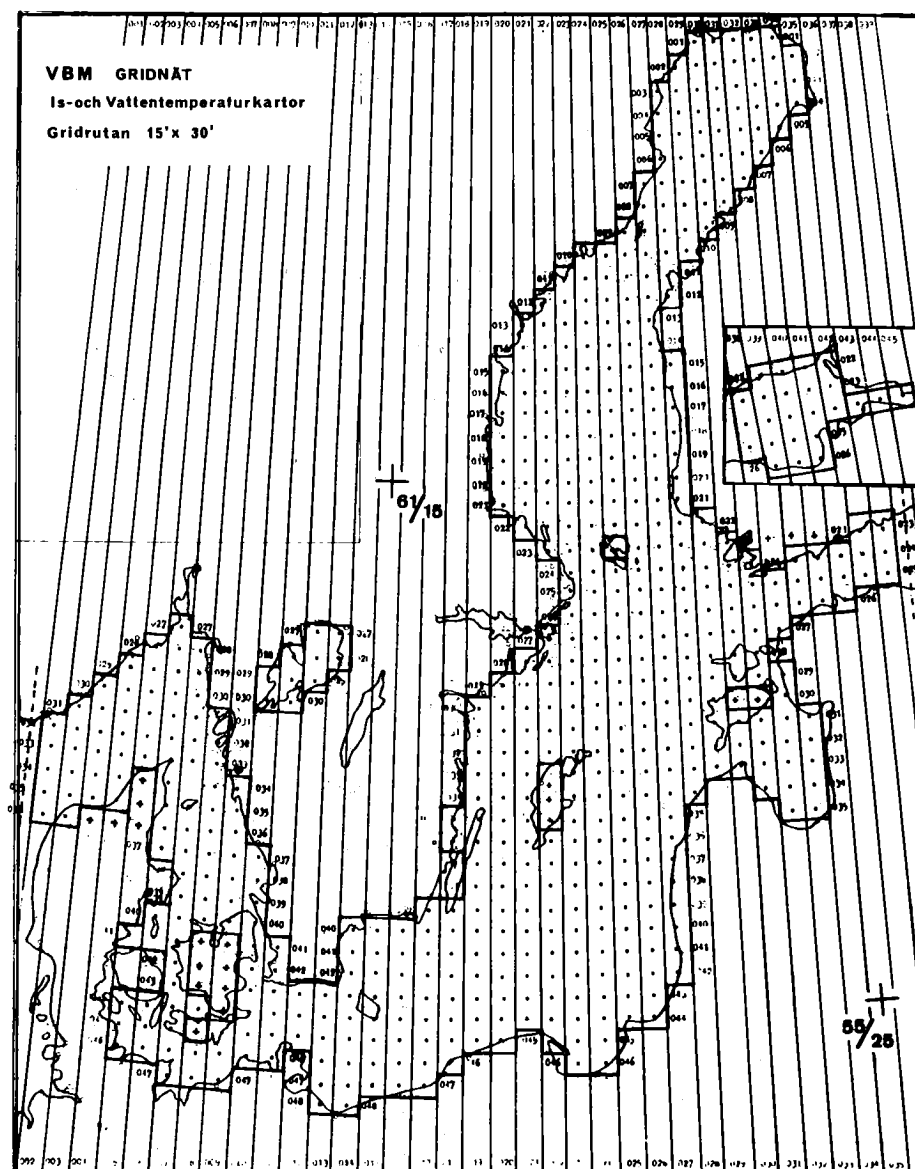


Fig 12. Gridnät för digitalisering av ytvattentemperaturkartor.

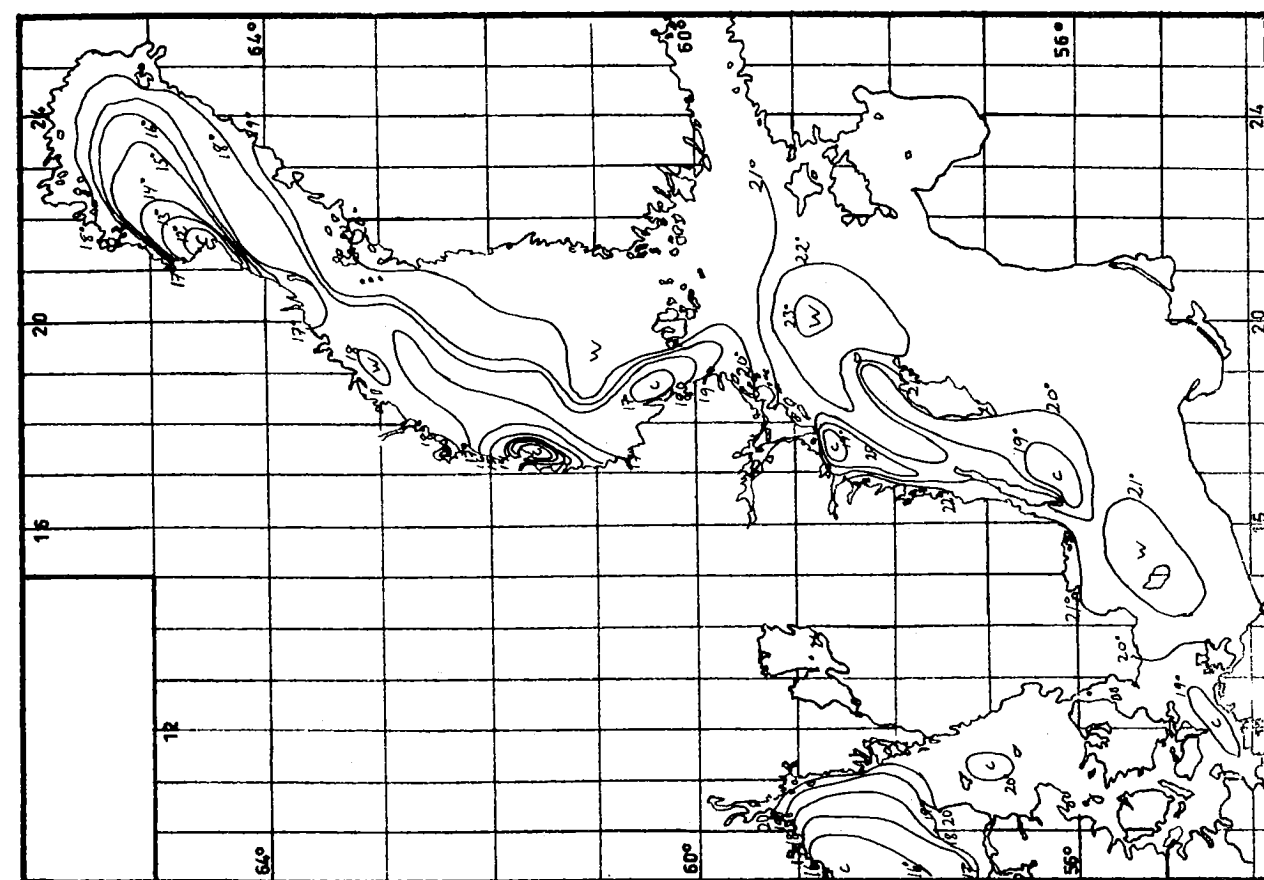


Fig 13. Yvattentemperaturanalys den 7 juli 1973.

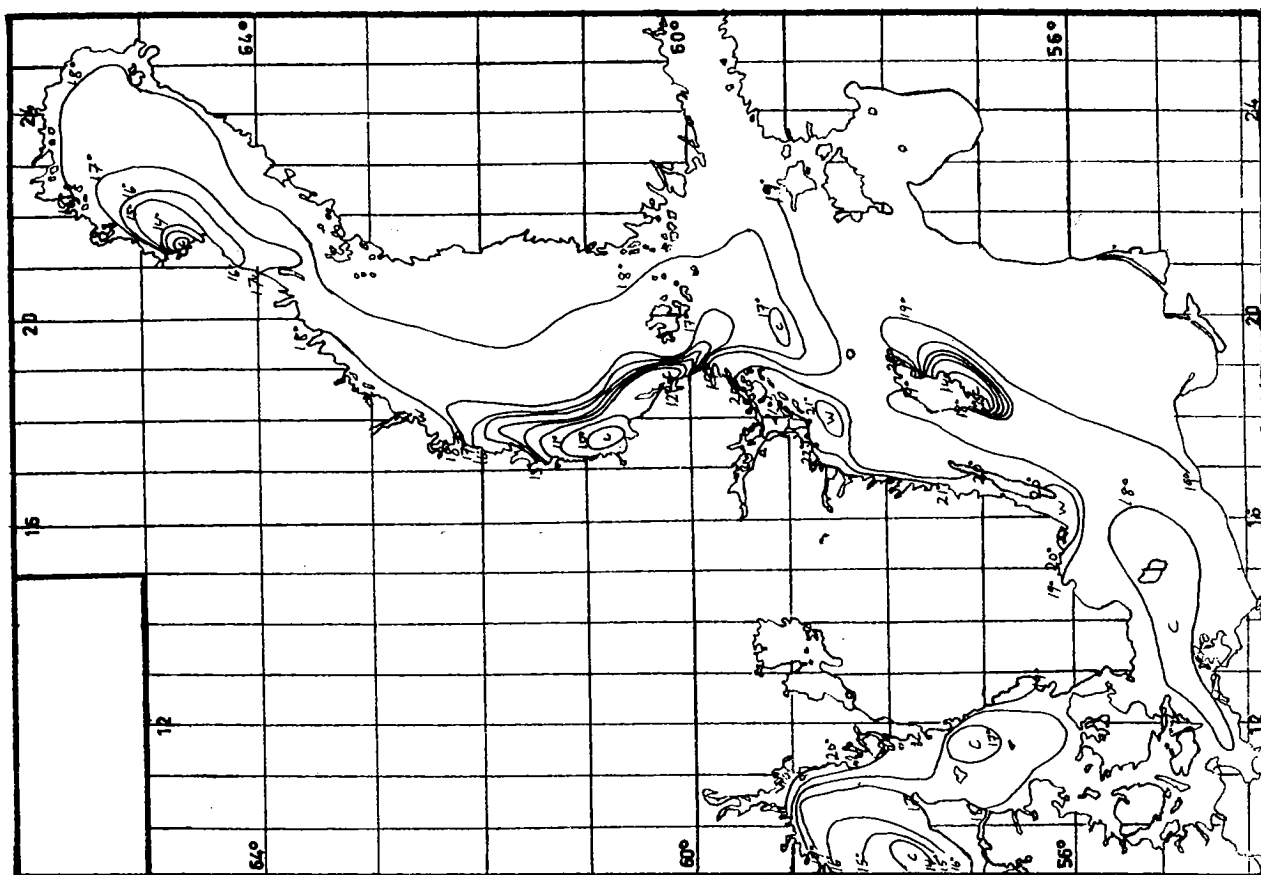


Fig 14. Yvattentemperaturanalys den 11 juli 1973.

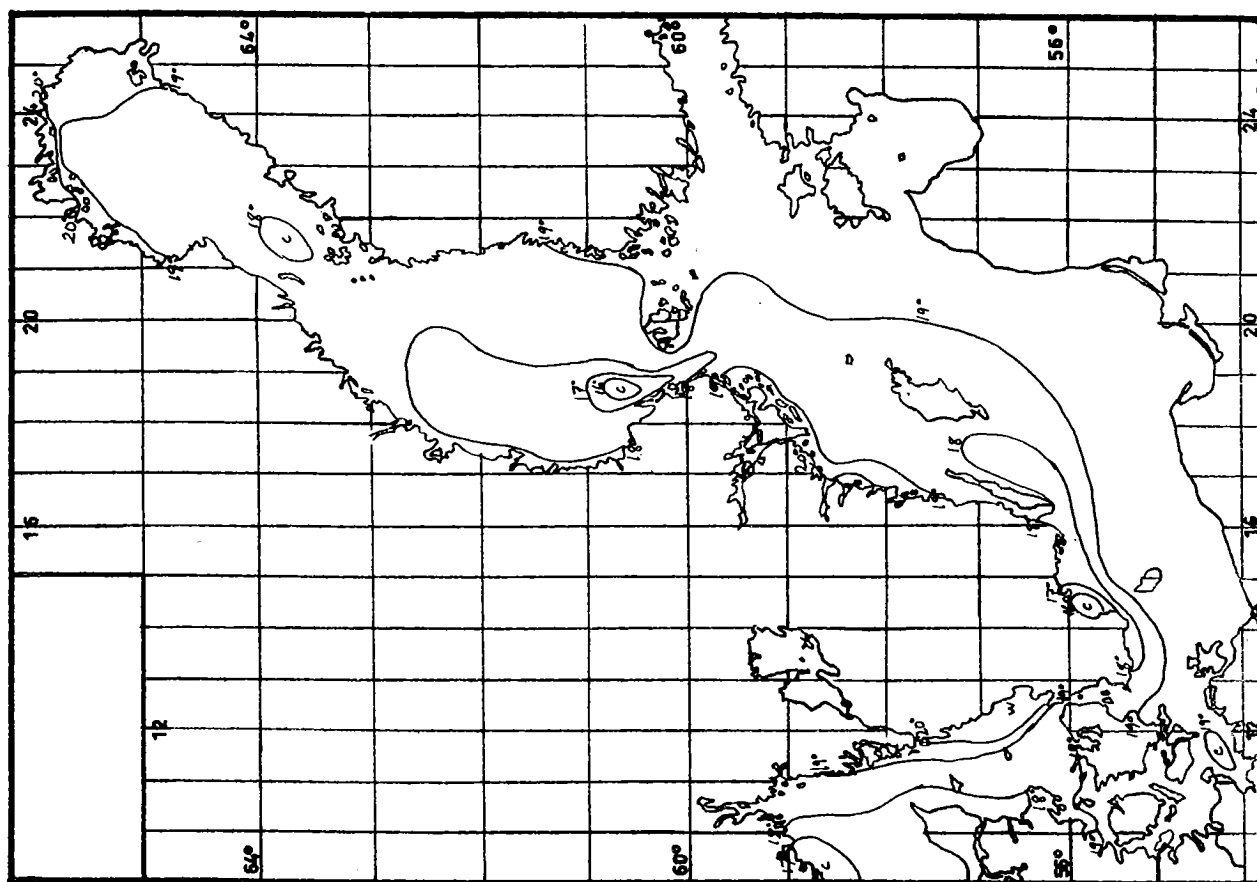


Fig 15. Yrvattentemperaturanalys den 1 augusti 1973.

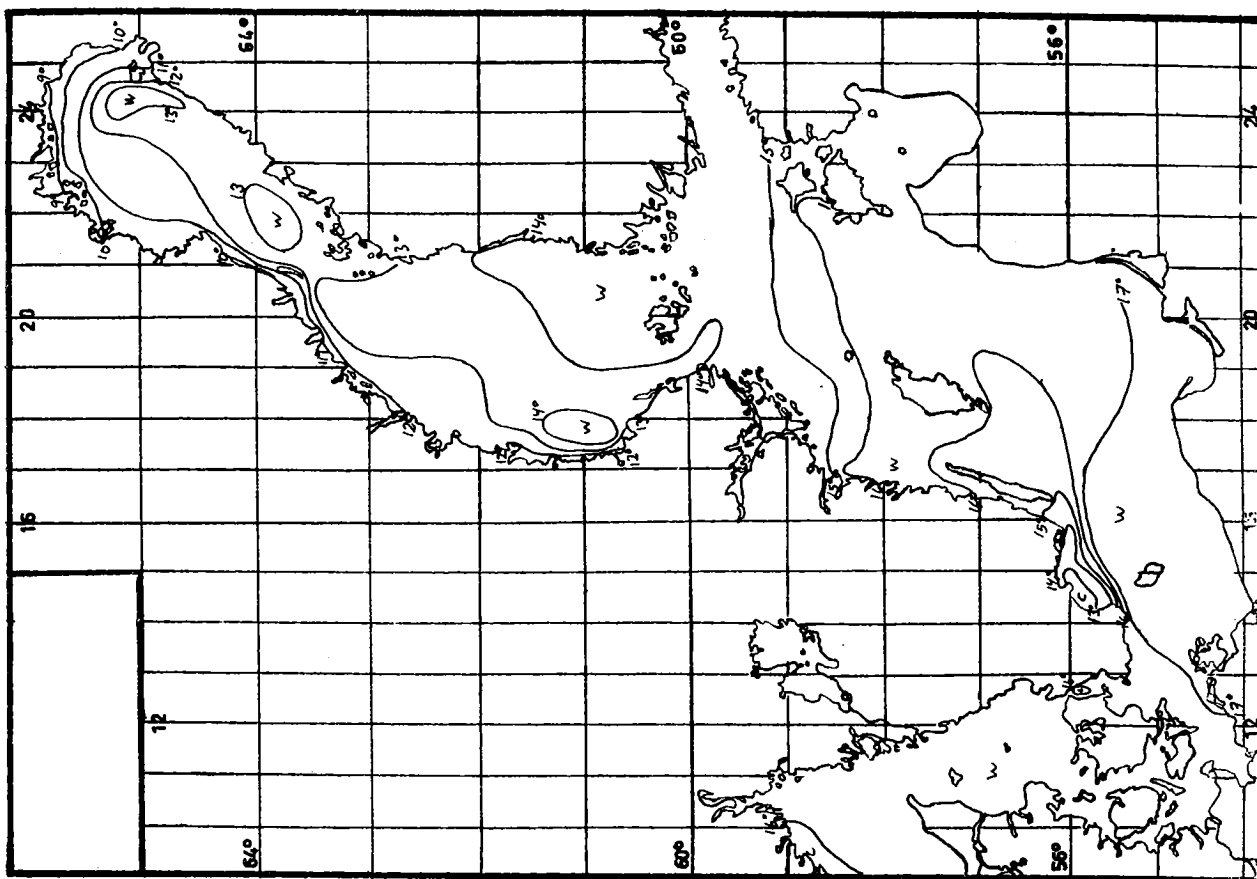


Fig 16. Yrvattentemperaturanalys den 1 september 1973.

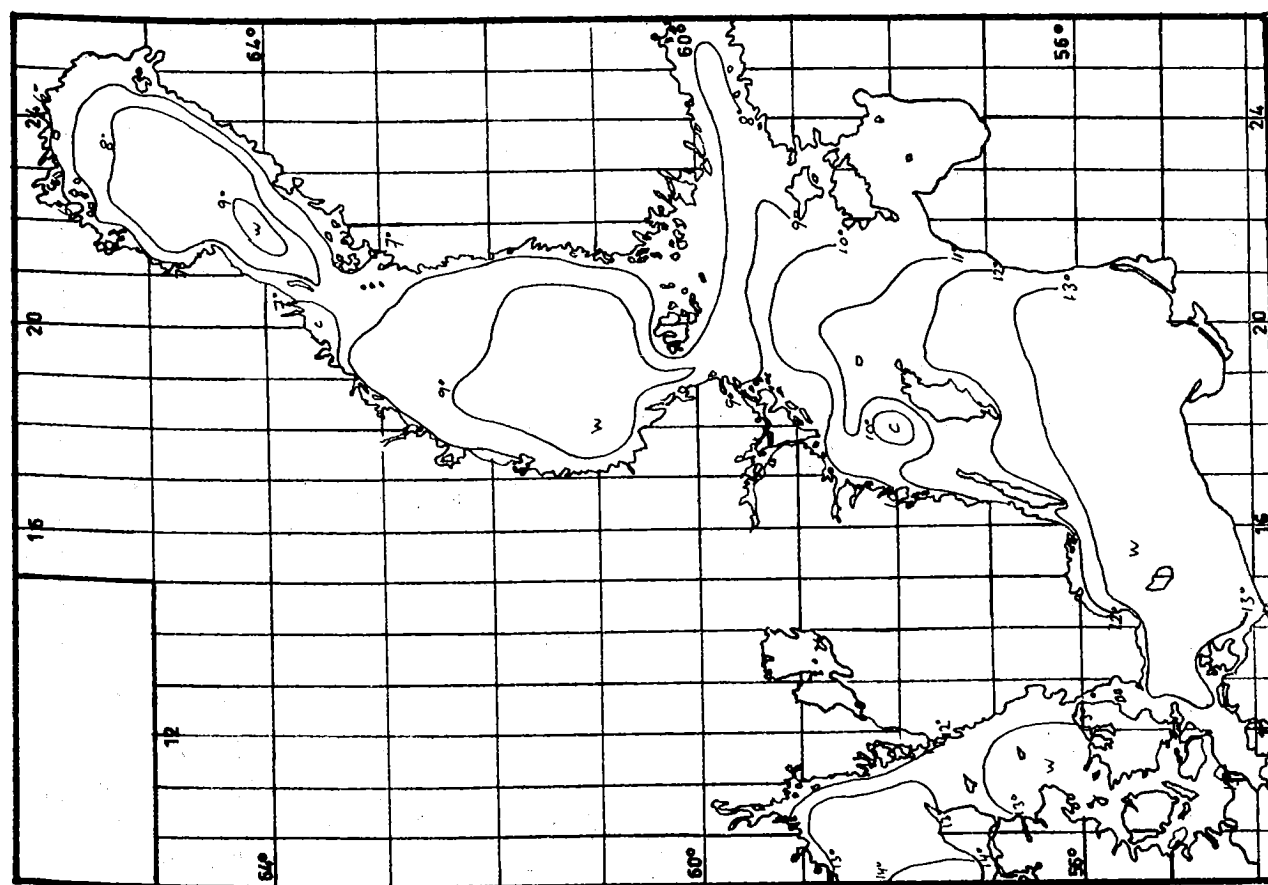


Fig 17. Yvattentemperaturanalys den 1 oktober 1973.

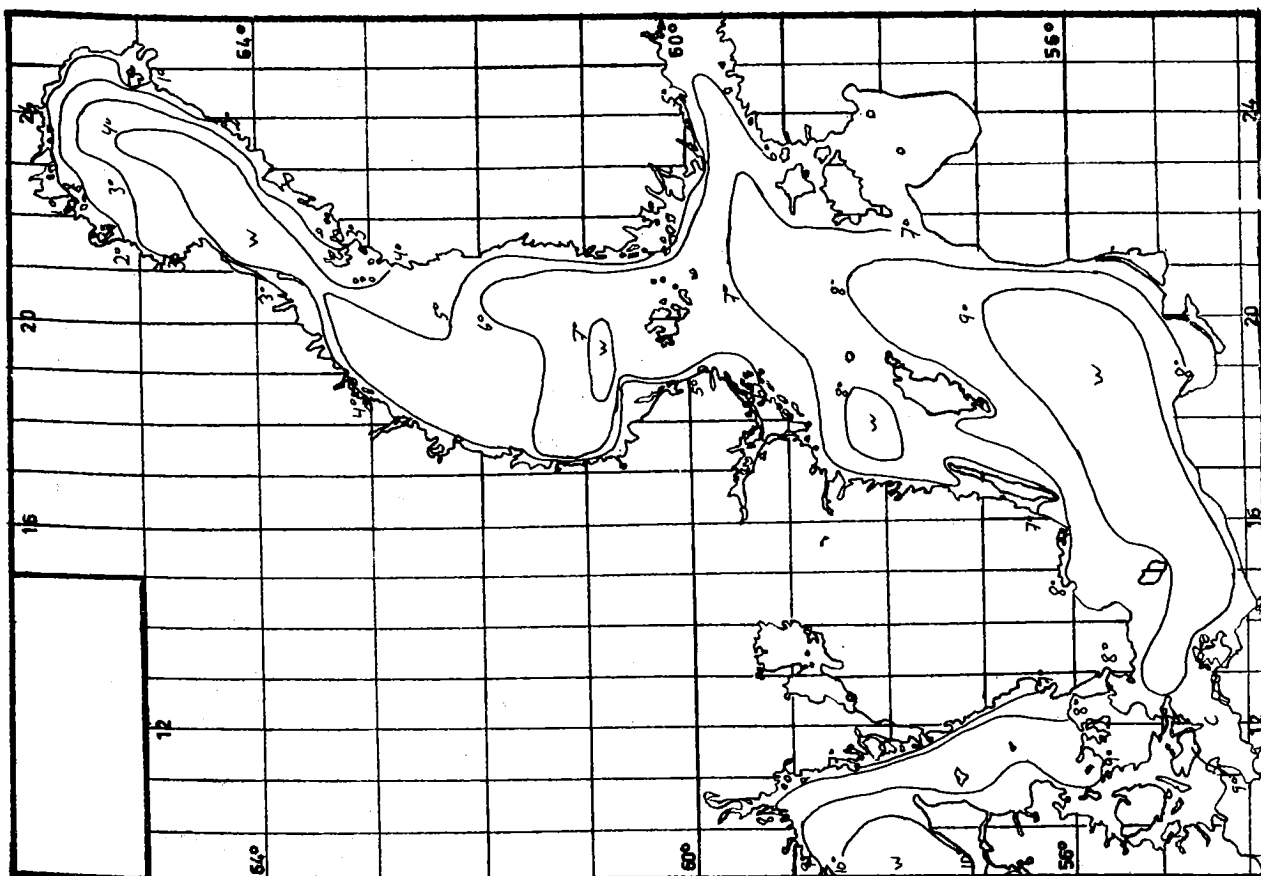


Fig 18. Yvattentemperaturanalys den 1 november 1973.

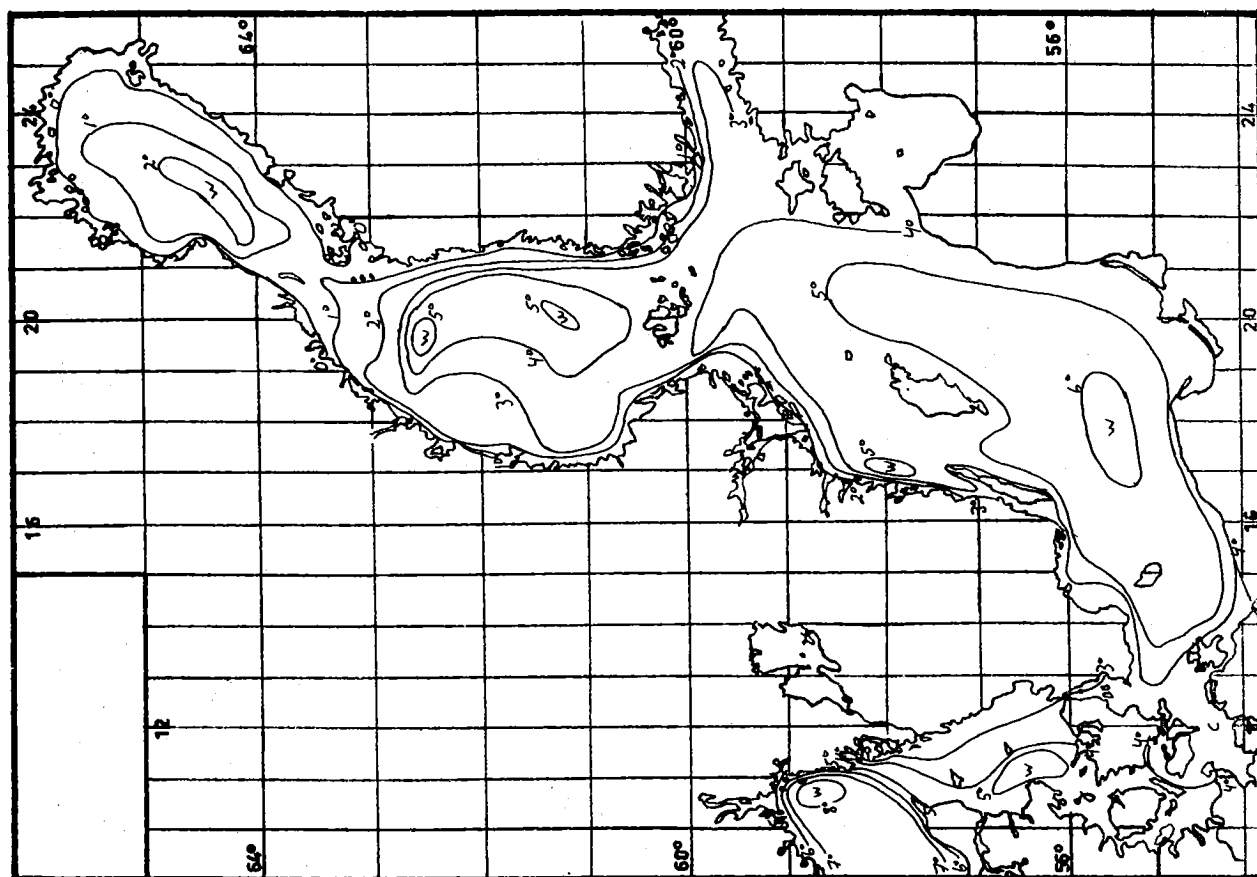


Fig 19. Yvattentemperaturanalys den 1 december 1973.

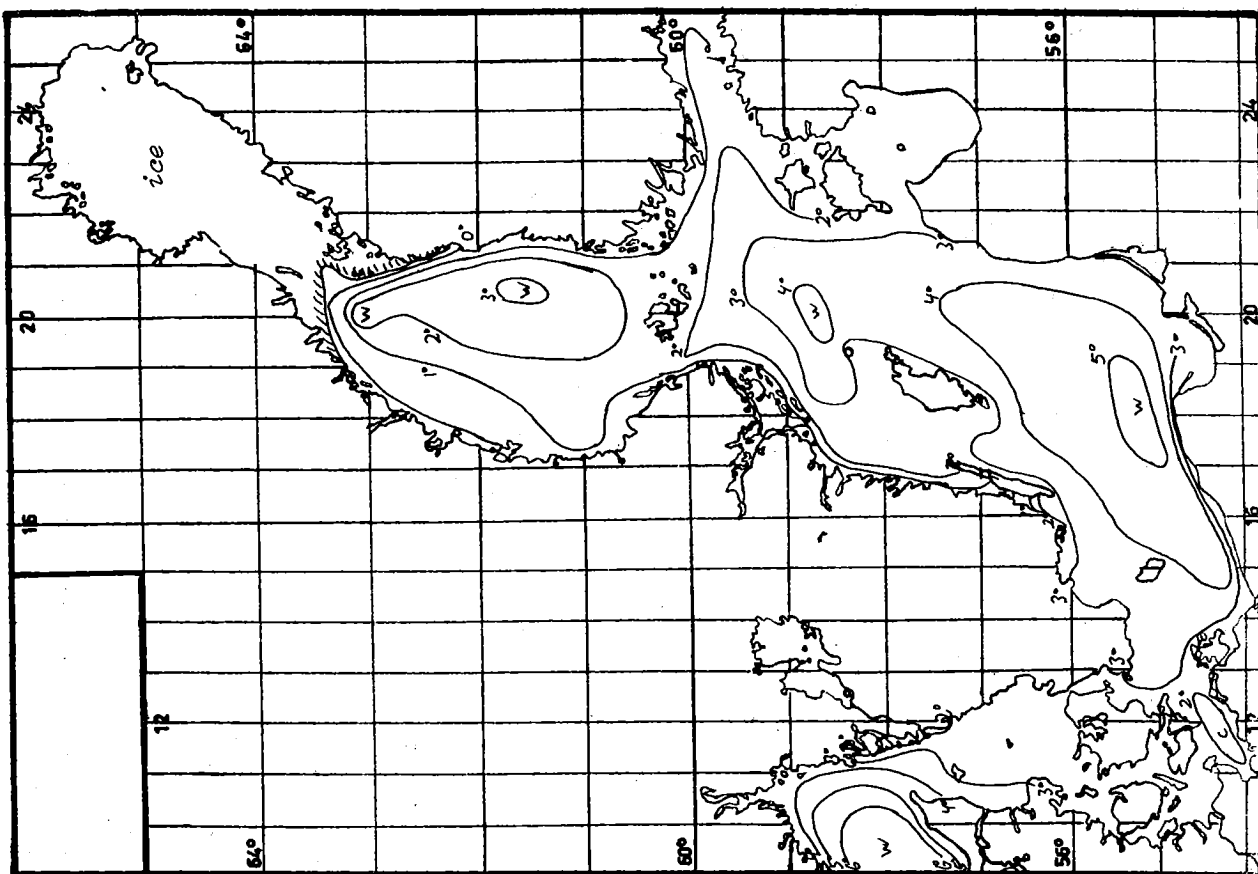


Fig 20. Yvattentemperaturanalys den 1 januari 1974.

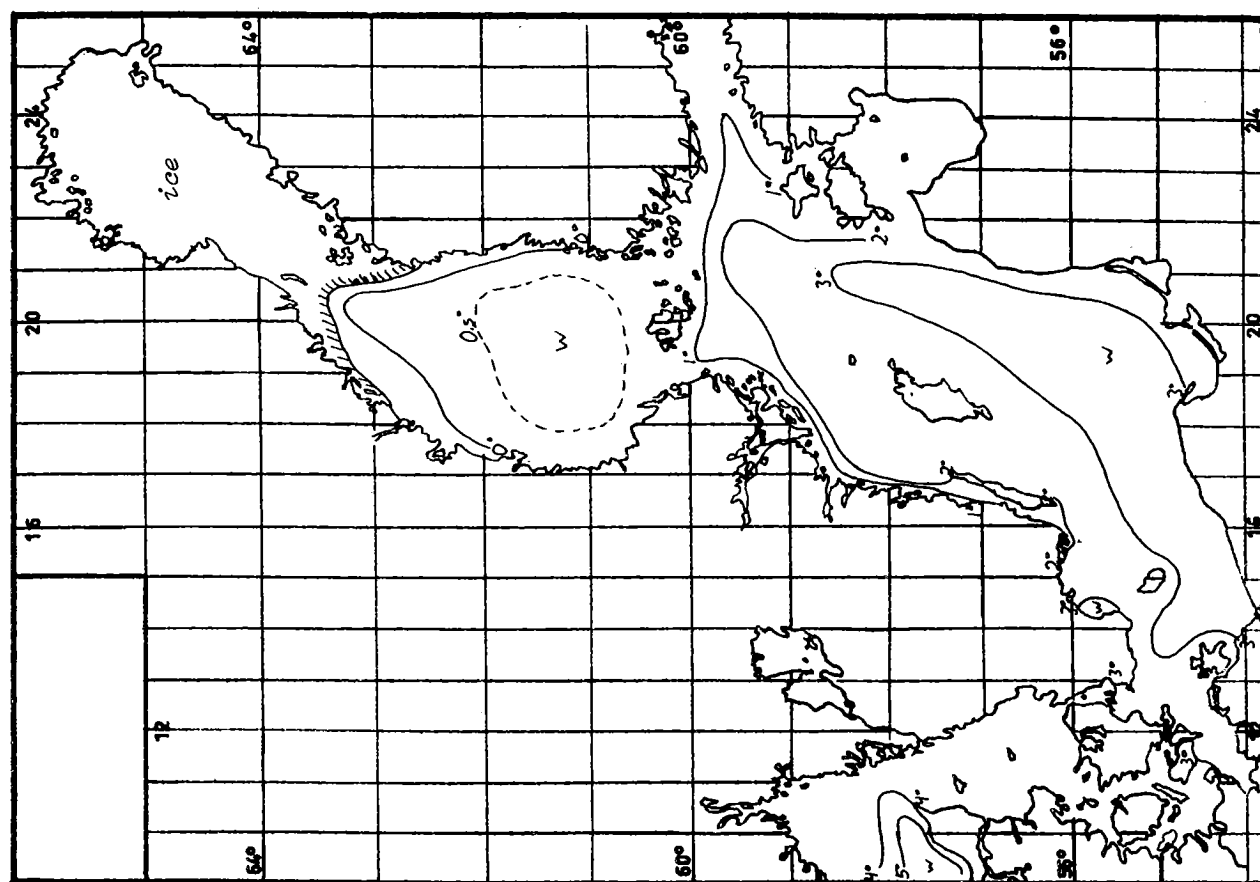


Fig 21. Yvattentemperaturanalys den 15 februari 1974.

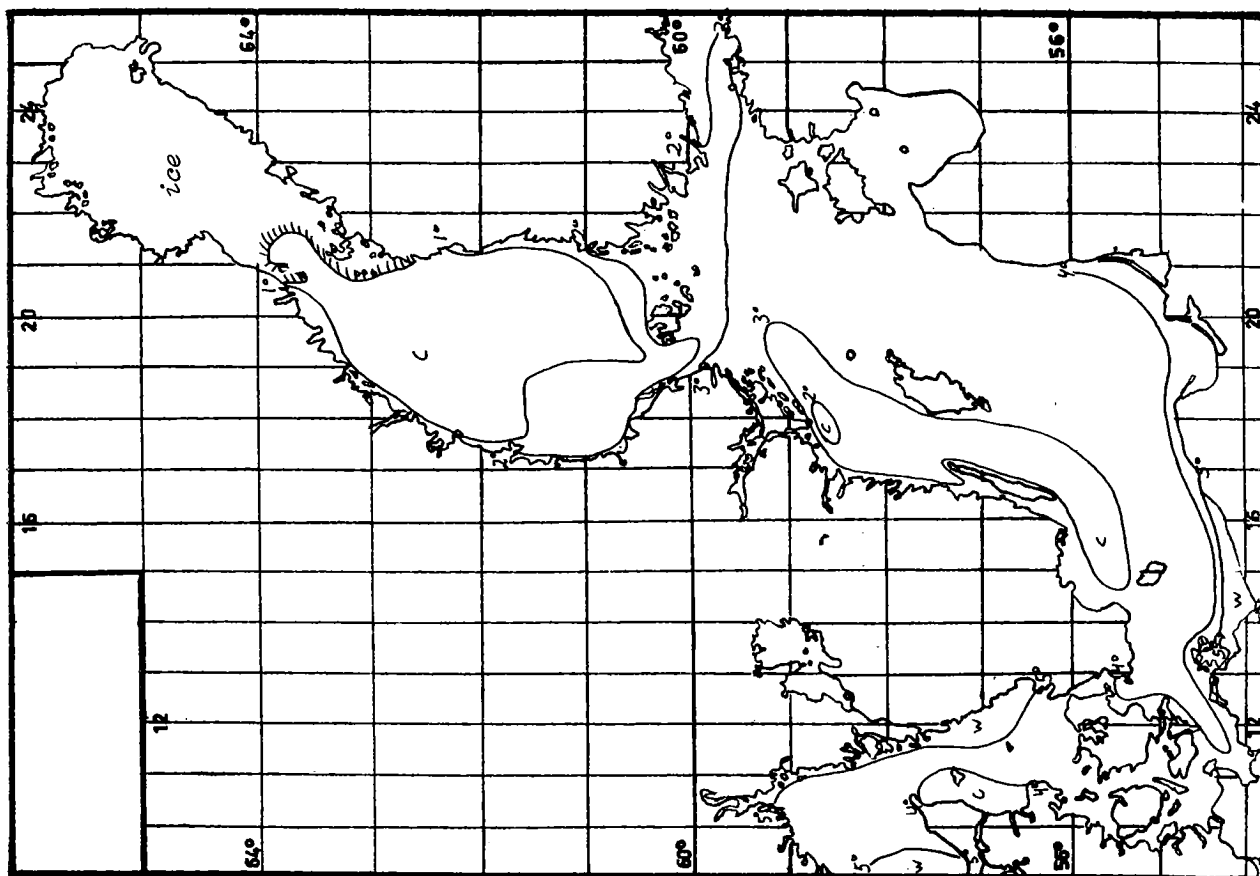


Fig 22. Yvattentemperaturanalys den 1 april 1974.

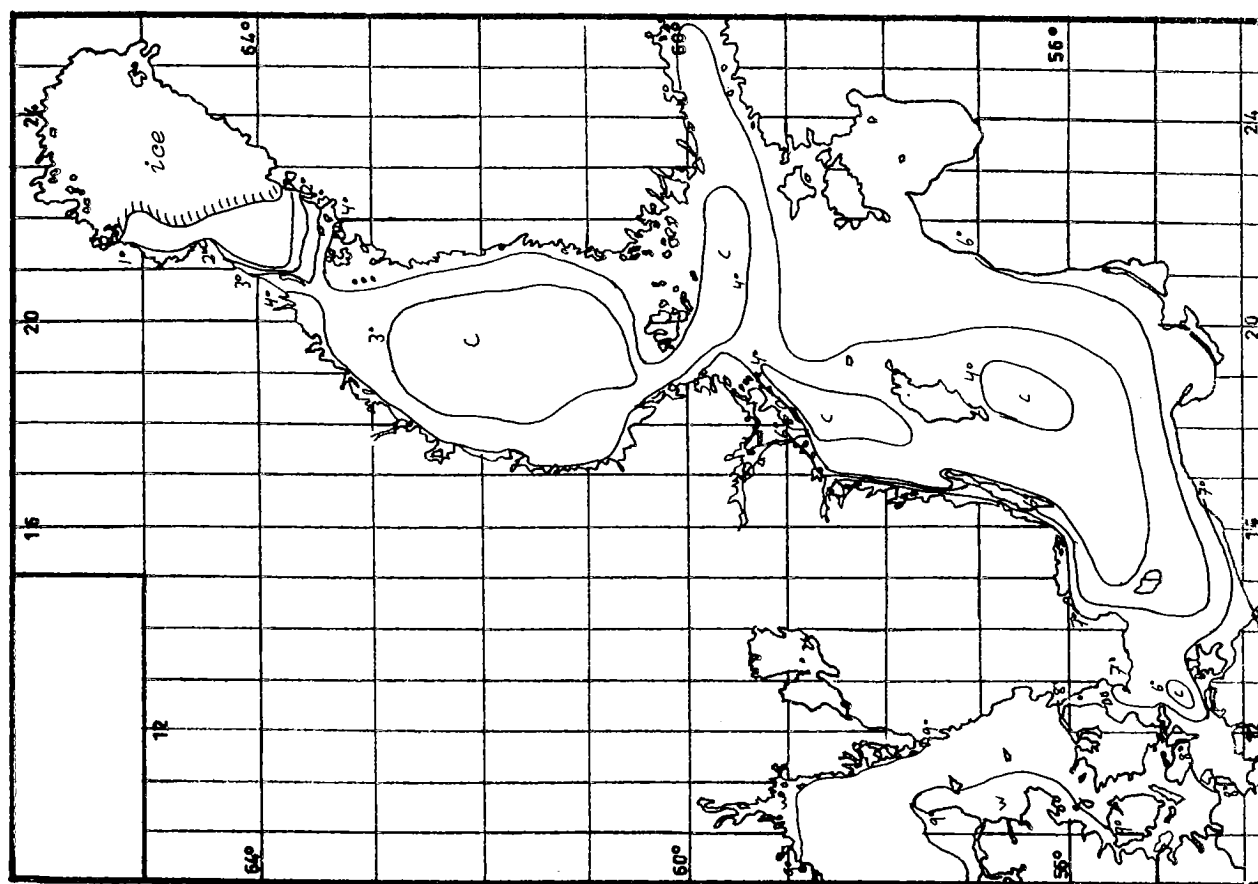


Fig 23. Yvattentemperaturanalys den 1 maj 1974.

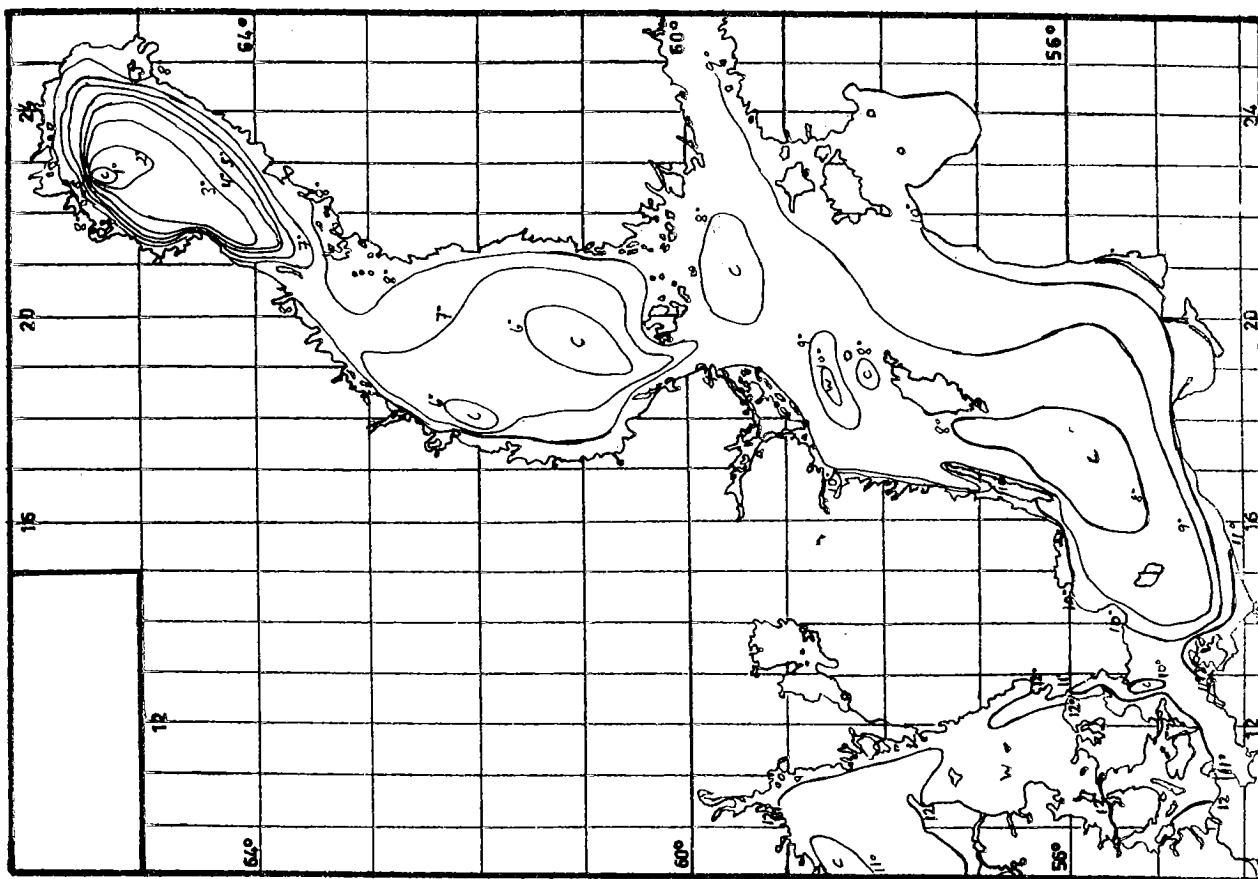


Fig 24. Yvattentemperaturanalys den 1 juni 1974.

Referenser

World Meteorological Organization, 1969: Sea-surface temperature. Technical note no 103 (WMO-247, TP 135).

Marinens hydrografiska tjänst, 1974: Hydrografiska instrument. Materielbilaga.
Ag Hydro

Barry Broman, Gunlög Wennerberg, 1974: Mätning från flygplan av vattenytans temperatur.
PM Nr 202.
Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut

U Ehlin, B Juhlin, 1974: Oceanografiska observationer i Östersjön 1973 med kustbevakningens båtar samt från isbrytare.
HB Rapport nr 3.
Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut

SYSTEMTEKNIK AB

TORSVIKSSVÄNGEN 26
S-181 34 LIDINGÖ - Sweden
PHONE: 08-765 25 50,

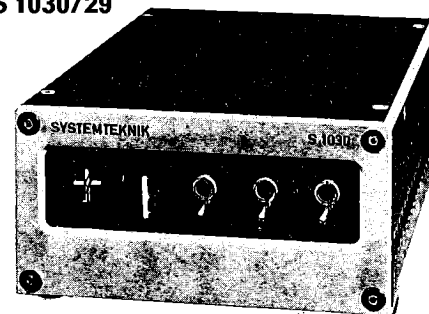
DIGITAL TEMPERATURE METERS
FOR Pt 100 TRANSDUCERS

S 1062 · S 1030/29 · S 1016/29 · S 1018/29 · S 1118/29

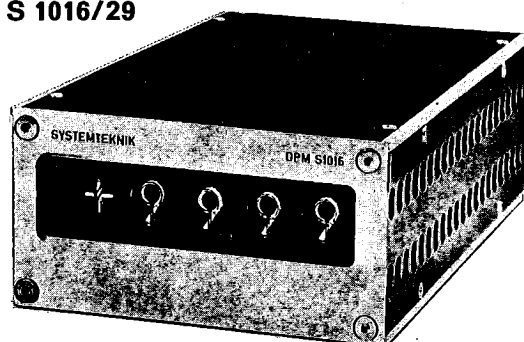
S 1062



S 1030/29



S 1016/29



S 1018/29



S1062, S1030/29, S1016/29, S1018/29 and S1118/29 are digital temperature meters to be used with 100 ohm platinum resistance transducers. The instruments perform a four wire resistance measurement, linearization, analog to digital conversion and digital presentation.

The voltage, generating the measuring current through the transducer and the voltage reference at the A-D conversion are the same. Thus, the stability of the instrument is only dependent on resistors and amplifiers.

The dependence between resistance R_T and temperature T in °C for a platinum resistor can be written:

$$R_T / R_0 = 1 + AT + BT^2 + CT^3 (1 - T/100)$$

The constants A, B and C are dependent on purity of the platinum and strain of the material. The value of A according to DIN 43760 is 0.0039078, which is rather a low value. For high purity strain-free material A can approach 0.0039855.

B according to DIN 43760 is $-0.5784 \cdot 10^{-6}$.

C is 0 when $T > 0$ and about $0.43 \cdot 10^{-9}$ when $T < 0$.

The values of resistance for a negative temperature according to DIN 43760 are similar but cannot exactly be met by the equation.

The linearization of the instruments is normally adjusted to meet DIN 43760 concerning A and B, but any values can be set later.

The instruments can be delivered with or without digital output in BCD 8421 TTL level. S1118/29 has as standard digital output in BCD TRISTATE.

SPECIFICATIONS

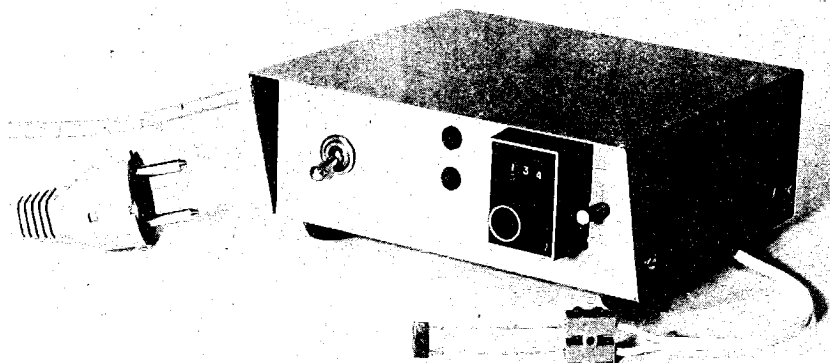
TYPE	S1062	S1030-29	S1016-29	S1018-29 and S1118-29
RANGE:	± 190.0°C	± 190.0°C	± 99.99°C	± 220.00°C
ACCURACY: 1 year 23°C 65 % RH				
± 60°	± 0.1°C	± 0.1°C	± 0.02°C	± 0.03°C
< 150°	± 0.1°C	± 0.1°C	± 0.03°C	± 0.04°C
< 220°	—	—	—	± 0.05°C
JITTER:	Better than 1 digit	1 digit	1 digit	1 digit
LINEARITY:	Typically better than 1 digit	1 digit	1 digit	1 digit
TEMPERATURE COEFFICIENT	Better than ± 8 % of accuracy	± 0.1 digit per °C	± 0.1 digit per °C	Ambient operating
MEASURING CURRENT:	2,5 mA ± 5 %	2,5 mA ± 5 %	2,5 mA ± 5 %	2,5 mA ± 5 %
WIRE RESISTANCE: Max. incl. transd.	200 ohm	200 ohm	146 ohm	200 ohm
POWER:	115/220V ± 10 %	50 or 400 c/s 12 VA	(60 c/s as option)	
SIZE:	65×220×213	65×130×213	65×130×213	65×153×213
CASE:	Blue and grey anode oxidized aluminium			
WEIGHT:	1,8 kg	1,4 kg	1,4 kg	1,5 kg
ANALOG OUTPUT	0—10V ± 5 % max. load 50 kohm			
DIGITAL OUTPUT:	Option	Option	Option	Option
(BCD 8421 TTL Level)				S1118 BCD 8421 TRISTATE as standard
	6 channels manually selected			

S 1118: Similar to S1018 but has SPERRY display, BCD TRISTATE output and the display can be mounted separately from the A-D converter. S1118 gives more possibilities for special options.

THE SWEDISH METEOROLOGICAL
AND HYDROLOGICAL INSTITUTE
Box 12108
S-102 23 STOCKHOLM 12

REMOTE TEMPERATURE METER
FOR LINEAR TRANSDUCERS
Type LL 1

CONSTRUCTOR: Lars Löfgren



LL 1

DESCRIPTION:

The instrument consists of three main parts, the resistance temperature sensor, the digital scale and two light emitting diodes. The temperature sensor is one link in a Wheatstone bridge, which is set to zero by a ten turn precision potentiometer connected to the digital scale on which the temperature is read. The zero-setting is sensed by integrated amplifiers and indicated by the two light emitting diodes, one lit when above and the other lit when below the right temperature. The exact temperature is read on the scale at light shift. Temperatures above zero are read directly from the scale. Temperatures below zero are read from the scale as indicated value minus 100. E.g. 99,6 - 100 = -0,4° C. The cable resistance between the instrument and the temperature sensor can be compensated by turning a trimpotentiometer with a small screw driver through a hole in the cover. Cable resistance up to 3 ohms can be compensated for. Normally no shielded cable is required but may be recommended under unnormally noisy conditions. The instrument can be delivered for desk and wall mounting.

SPECIFICATION:

Temperature measuring range:
Accuracy after calibration:

-5 to +40° C (-5 to +90° C)
±0,1° C in range -5 to +40° C
(±0,4 % in range +30 to +90° C)

Accuracy of setting:

±0,02° C

Reading accuracy of scale:

0,02° C

Ambient temperature:

0 to +30° C

Supply voltage:

115 to 220 volts ±10 %, 50 or 60 Hz

Power consumption:

Approximately 10w

Size:

16 x 13 x 7 cm

Vattentemperaturstationer

Fasta stationer	Latitud	Longitud
Repskärsgrund	N6544	E2322
Malören	N6532	E2334
Rödkallen	N6519	E2222
Furuögrund	N6455	E2115
Gåsören	N6440	E2125
Bjuröklubb	N6429	E2134
Gumbodafjärden	N6412	E2103
Sikeå	N6410	E2059
Ratan	N6400	E2054
Väktaren	N6337	E2026
Sydostbrotten	N6320	E2011
Järnäs	N6326	E1941
Skagsudde	N6310	E1858
Spikarna	N6222	E1732
Gubben	N6221	E1737
Kuggören	N6143	E1731
Hölick	N6137	E1726
Myran	N6136	E1728
Hällgrund	N6116	E1724
Blomman	N6112	E1717
Eggegrund	N6044	E1734
Grundkallen	N6030	E1851
Svartklubben	N6011	E1850
Svenska Högarna	N5926	E1930
Hårsfjärden	N5905	E1810
Stabbo	N5859	E1826
Landsort	N5844	E1752
Hävringe	N5837	E1718
Aspöja	N5825	E1700
Kungsgrundet	N5742	E1655
Ölands norra udde	N5722	E1706
Kalmar	N5639	E1623
Karlskrona	N5603	E1534
Styrsvik	N5603	E1522
Hanö	N5600	E1450
Åhus	N5555	E1425
Kullen	N5618	E1227
Nidingen	N5718	E1154
Trubaduren	N5736	E1138
Måseskär	N5806	E1120
Strömstad	N5854	E1105
Såtenäs	N5827	E1242
Karlsborg	N5830	E1430

Totalt 43 fasta stationer

Färjor

Route	Latitud	Longitud	Färja
Stockholm – Nådendal	N5926	E2000	Trelleborg
”	N5915	E1901	
”	Trälhavet		
”	N5938	E2000	
”	N5947	E1924	
”	Lillharu		
Nynäshamn – Visby	N5844	E1809	Visby
”	N5824	E1810	
”	N5750	E1815	
Oskarshamn – Visby	N5718	E1647	Gotland
”	N5725	E1708	
”	N5732	E1740	
Trelleborg – Sassnitz	N5517	E1310	Skåne
”	N5500	E1322	
”	N5446	E1332	
Malmö – Köpenhamn	N5540	E1255	Malmöhus
”	N5544	E1241	
Helsingborg – Travemünde	N5413	E1123	Sveaborg
”	N5427	E1211	
”	N5444	E1241	
”	N5506	E1249	
”	N5523	E1241	
”	N5532	E1243	
”	N5551	E1244	
”	N5600	E1240	
Göteborg – Kiel	N5430	E1016	Stena Olympica
”	N5441	E1045	
”	N5500	E1102	
”	N5531	E1052	
”	N5545	E1051	
”	N5606	E1137	
”	N5631	E1137	
”	N5645	E1151	
”	N5709	E1139	
”	N5721	E1135	
Göteborg – Fredrikshamn	N5736	E1138	Prinsessan Desiree eller
”	N5732	E1120	Prinsessan Christina
”	N5728	E1052	
Totalt 38 mätpunkter från 9 färjor			

Övriga fartyg

Tullkryssare

Tv 249	Tv 241
Tv 104	Tv 101
Tv 220	Tv 246
Tv 245	Tv 243
Tv 260	Tv 116
Tv 13	Tv 236
Tv 244	Tv 252
Tv 253	Tv 102
Tv 103	Tv 254
Tv 256	Tv 255
Tv 250	

Totalt **21** tullkryssare

Handelsfartyg

Västanvik
Mälarnvik
Sunnanvik
Nordanvik
Östanvik
Holmsund
Munksund
Tunadal
Ada Gorthon

Rederi

Cementa
”
”
”
”
SCA
”
”
Gorthon

Isbrytare och forskningsfartyg

Njord	Isbrytare
Tor	”
Oden	”
Thule	”
Ale	”
Argos	Forskningsfartyg

Totalt **15** fartyg

VATTENTEMPÉRATURISOTERMER
27.5.1974
W = WARM C = COLD

