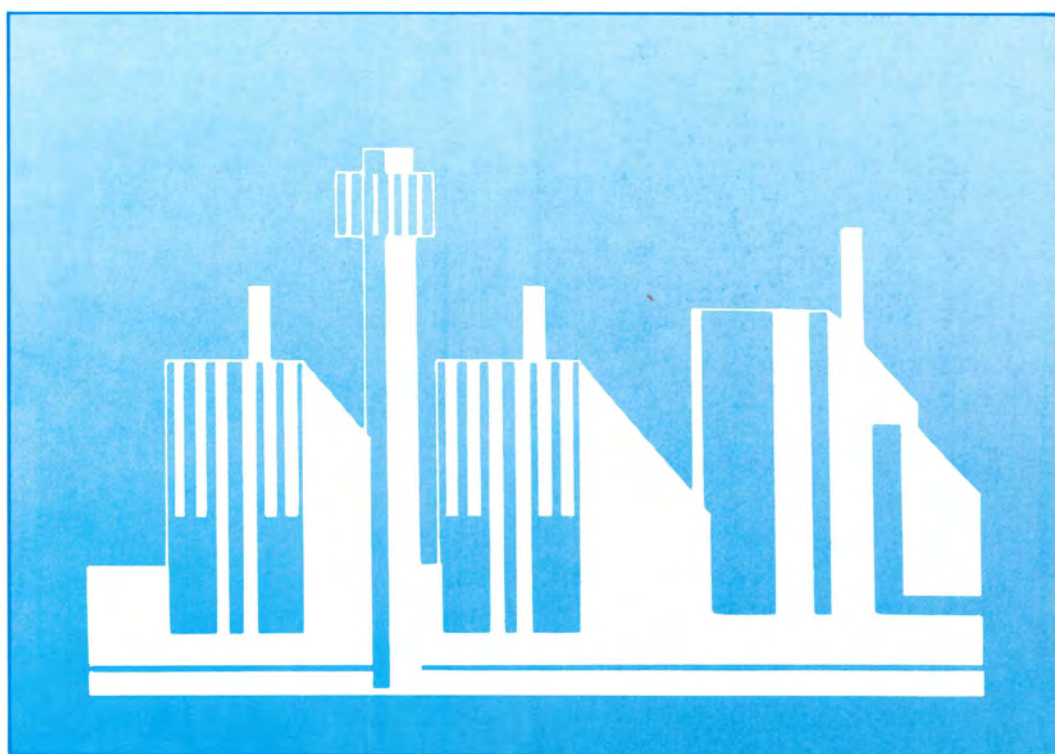




SMHI:s UNDERSÖKNINGAR UTANFÖR FORSMARK 1990

Ritarbete: Eva-Lena Ljungqvist
Utskrift: Tarja Tuhkala

SMHI:s UNDERSÖKNINGAR UTANFÖR FORSMARK 1990

Jan Andersson och Robert Hillgren

FORSMARK



Innehåll

	Sid
1 Sammanfattning	1
2 Driftsförhållanden, mätprogram, dataåterbäring	2
3 Resultat	
a) Treblocksdriften	6
b) Temperatur i skärgårdsområdet	8
c) Vertikal S - temperaturmätning, tider för reserveutskovets nyttjande	10
d) Referenslista	13

	Bilagor
Driftshistorik	1
Temperaturkarteringar	2 a - b
Temperaturmätning vid F3:s kylvattenkanal	3 a - b
Temperaturförlopp 1990	4 a - e
Temperaturförlopp 1989	5

Karta: se pärmens bakre insida

Sammanfattning

1990 års kontrollprogram har haft som målsättning att:

- komplettera informationen om kylvattnets utbredning vid full treblocksdrift.
- kontrollera vattenområdet vid F3:s kylvattenkanal (tidigare läckaget).
- kontinuerligt bevaka temperaturen i vertikal S i skärgårdsområdet.

Jämfört med 1989 års program har ingen satellitbilsinformation utnyttjats för kontroll av den diffusa spridningen. Vidare har antalet temperaturkartläggningar begränsats till några få tillfällen.

Kraftverkets drift under 1990 kan betraktas som normal med avseende på kylvattenflöde och värme.

Reservutskovet har använts i drygt 7 månader, under 1989 var motsvarande tid cirka 1.5 månader. Att perioden blivit så mycket längre under 1990 beror på att SNV:s kustvattenenhet i Öregrund bedrivit ett försök att skapa möjligheter för en förbättrad fiskreproduktion.

Kommentarer:

- * Vid full treblocksdrift med kylvattenflöde via ordinarie utlopp, har avkylningsytor med övertemperatur större än 1 °C av storleksordningen 6 - 8 km² observerats. Det är jämförbart med förhållandena under tidigare år. Övertemperaturen i kylvattenplymens inre delar har observerats till drygt 3 °C. Vid årets karteringstillfällen var temperaturskillnaden mellan ytan och botten mindre än 1 °C.
- * Det fanns inga spår av det tidigare läckaget utanför F3:s kylvattenkanal.
- * Temperaturutvecklingen i skärgårdsområdet väster om Biotesten (vertikal S) visar att området är relativt välventilerat. Vattenutbytet kan då och då omfatta hela vattenvolymen - och tidsskalan kan vara några dygn upp till en vecka. Värmetillskottet från reservutskovet höjer yttemperaturen vid vertikal S med upp till 3 °C och variationen beror i huvudsak på vindförhållandena.

Under en normal höst, utan värmetillskott från reservutskovet, uppträder isotermi i augusti/september, d v s temperaturen är då densamma i ytan och vid botten. Under 1990, med reservutskovet öppet till början av november, var ytttemperaturen märkbart högre än vid botten ända fram till utskovet stängts.

Statistiskt sett var månadsmedeltemperaturen under -90 i vertikal S 1 - 3 °C högre än medelvärdet för perioden 1977 - 89. De ligger emellertid inom de naturliga variationerna mellan åren trots ett värmetillskott från reservutskovet under 7 månader. Att april -90 ligger utanför beror främst på den mycket tidiga och milda våren.

SMHI:s UNDERSÖKNINGAR 1990

Driftsförhållanden

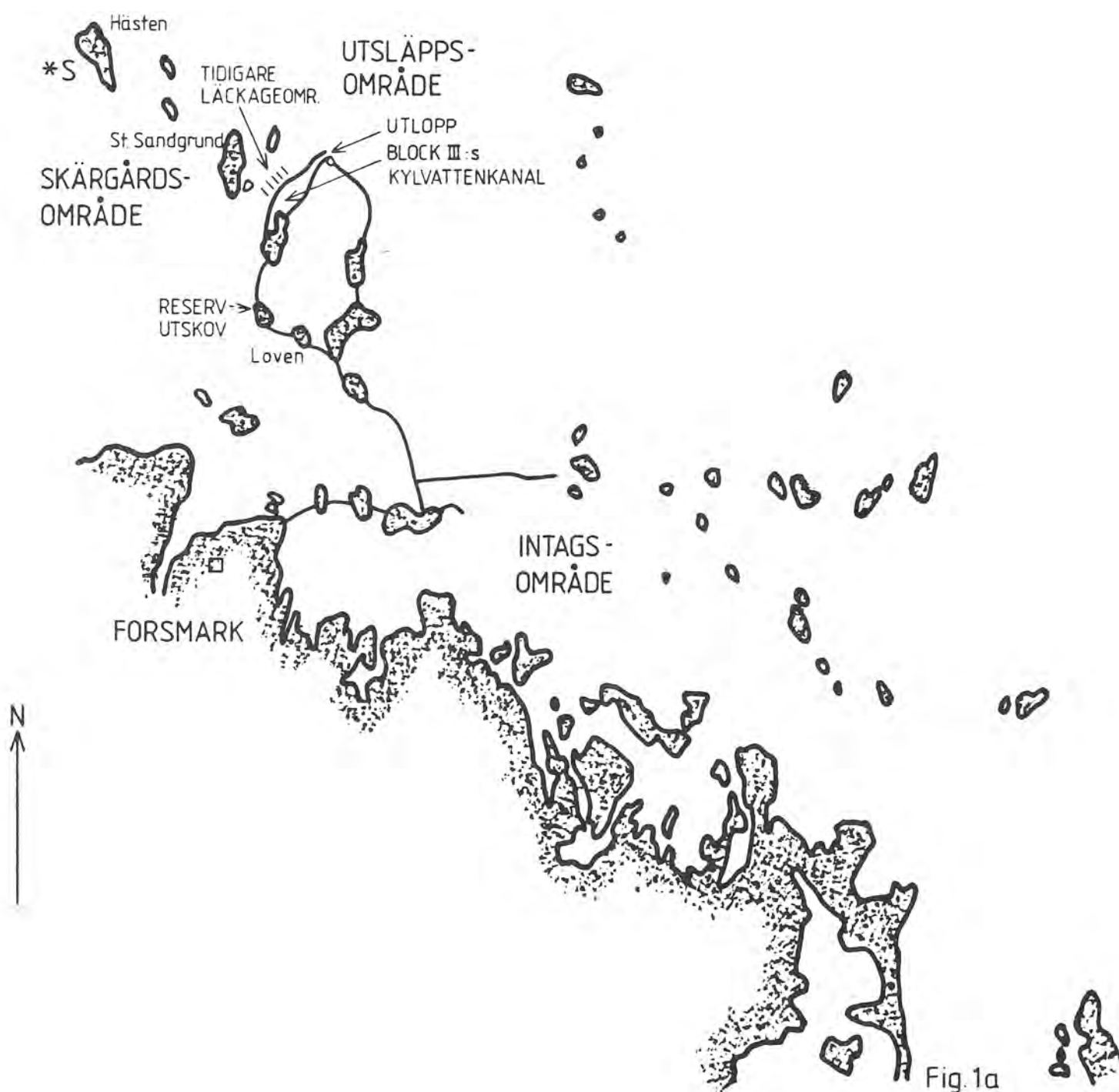
Under år 1990 kan kraftverkets drift betraktas som normal med avseende på kylvattenflöde och värme. Samtliga tre block har haft ett högt driftsutnyttjande (se bilaga 1).

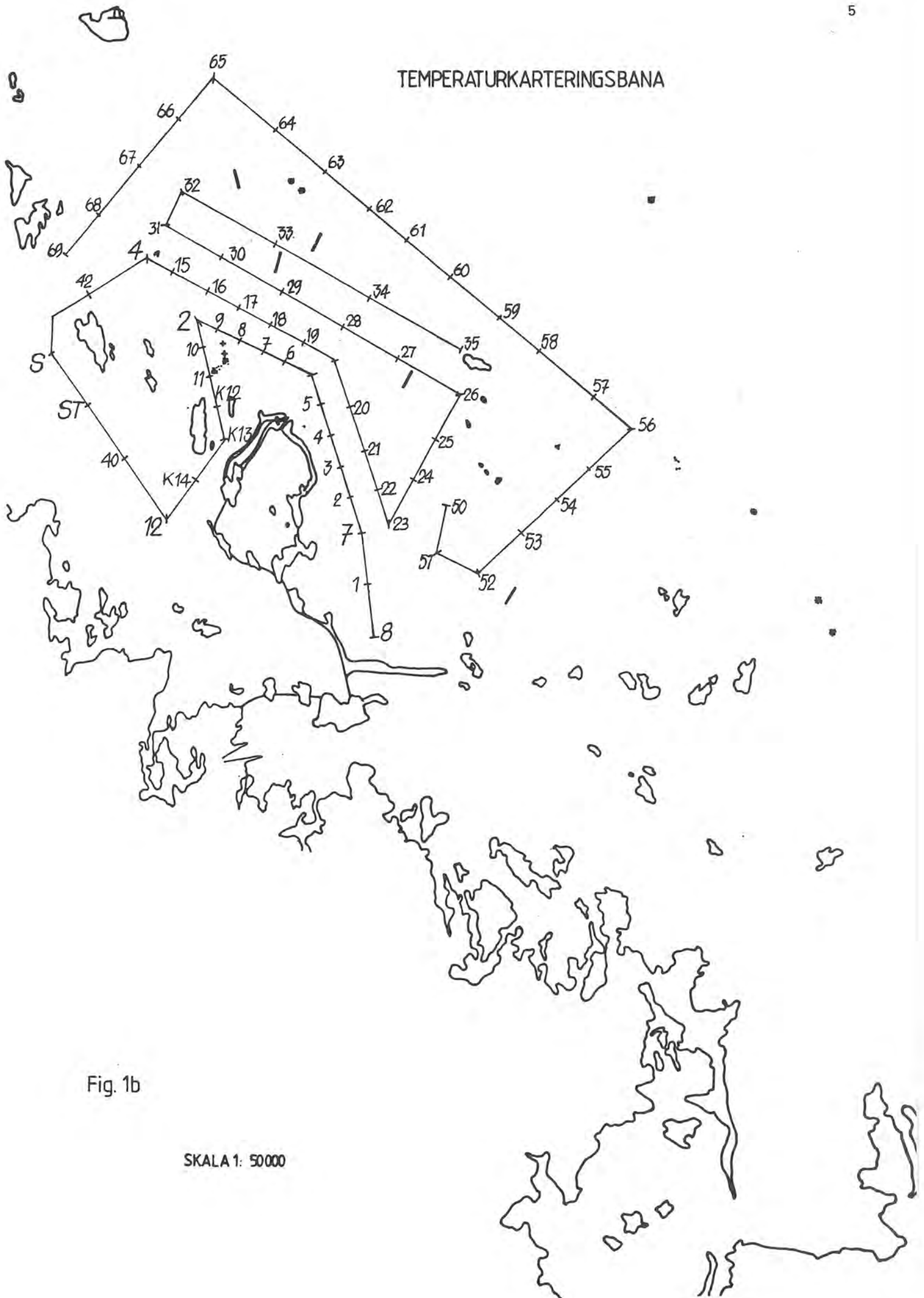
Kylvattnet från F1 och F2, som på sin väg genom kraftverket uppvärms cirka 10 °C, passerar Biotestanläggningen innan det når ut i Grepen. Vissa år har reservutskovet utnyttjats på grund av igensättning av fiskspärren i utloppet med tilltagande vattenståndshöjning i Biotest-sjön som följd. Största delen av kylvattnet (90 m³/s vid full drift) har då släppts ut i skärgårdsområdet väster om Biotesten. Efter installation av rensmaskin 1985 har emellertid tiderna för reservutskovets utnyttjande avsevärt nedbringats.

1990 användes reservutskovet perioden april - november, drygt 7 månader. Detta med anledning av SNV:s försök att förlänga lektiden för fisk i reproduktionshöjande syfte.

1989 användes reservutskovet under sammanlagt 1.5 månad vid 16 tillfällen.

ÖVERSIKTSKARTA





RESULTAT

Treblocksdriften

Två plymkarteringar gjordes i samband med service av den registrerande temperaturmätaren i vertikal S i december månad. Det hade varit önskvärt att göra dessa mätningar tidigare under hösten, men då kunde inte kravet på full treblocksdrift med kylvattenflöde via ordinarie utlopp uppfyllas.

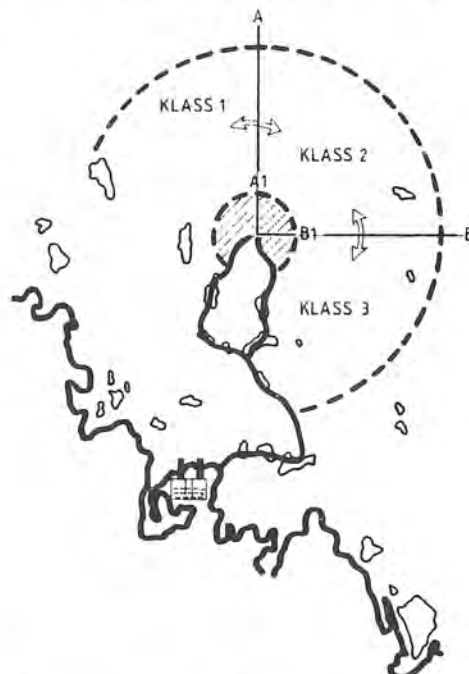
Av kylvattnet påverkad vattenyta definieras en sådan som med säkerhet kan identifieras med en temperatur större än 1 °C i förhållande till omgivningen på 1 meters djup. Denna definition har valts för att i möjligaste mån utesluta den temperaturpåverkan som kan vara orsakad av naturliga temperaturvariationer.

Vid bägge mättillfällena gick samtliga block med full drift.

Omgivnings- eller bakgrundstemperaturen har definierats som medeltemperaturen från minst 2 av 4 ytterpunkter i temperaturkarteringsbanan, som ej är påverkade av kylvattenplymen.

Klassindelning med avseende på kylvattenplymens huvudriktning är enligt vidstående tabell:

Klass	1	2	3
Antal	-	2	-



Figur 2 Plymernas huvudklasser

I likhet med resultaten från tidigare år speglar den i huvudsak vindstyrda utbredningen den höga frekvensen av SW och W-vindar.

Temperaturkarteringar gav plymytor med storleken 8 respektive 6.7 km² (bilaga 2 a - b).

Tabell över konstaterad plymutbredning (km²) vid full treblocksdrift (här definierat > 75 %):

År	Antal måttillfällen	Min	Max	Medel
1990	2	6.7	8.0	7.4
1989	5	5.0	10.3	8.9
1988	10	3.5	12.0	7.9

Resultatet från årets två mätningar avviker inte från tidigare erhållna resultat.

Påverkan av F3:s effekthöjning går inte att urskilja från de naturliga temperaturvariationerna.

Kylvattnets vertikala utbredning

I samband med plymkarteringar under december mättes den vertikala temperaturutbredningen i ett 40-tal punkter. Tidigare har det endast gjorts i ett fåtal kontrollpunkter.

Övertemperaturen i plymens inre delar 1 km från utloppet var drygt 3 °C. Temperaturdifferensen mellan yta och botten (cirka 10 meter) var mindre än 1 °C.

Denna låga temperaturdifferensen mellan yta - botten förekom i så gott som hela plymen med undantag av tre punkter på plymens lovertssida där "sjunkande varmvatten" kunde iakttas. Vatten med temperaturer omkring 3 - 4 °C (densitetsmax) sjunker ner under kallare vattenlager med lägre densitet.

Vid tidigare års mätningar med färre kontrollpunkter har denna vertikala utbredning inte varit lika påtaglig. Uppföljning av denna mätning kommer att göras 1991.

Temperaturmätning vid F3:s kylvattenkanal (bilaga 3) visar på att något läckage inte kan observeras.

Isförhållandena 1989/90 kunde på grund av den milda vintern, redovisas i föregående års rapport.

Temperaturen i skärgårdsområdet

I vertikal S har temperaturmätning pågått hela året med en registrerande temperaturmätare. Dataåterbäringen har varit god (se tablå, sidan 3).

Temperaturförloppet på 1 (under islagd period 2) respektive 8 meters djup redovisas i bilagorna 4 a - e.

Påverkan av kylvatten från reservutskovet märks framförallt under vår- och höstperioden, då F1 och F2 gick med full drift. Vårperioden är dock svårare att urskilja på grund av den naturliga uppvärmningen. Vid jämförelse med höstperioden 1989 (stängt reservutskov, bilaga 5) har det isotermiska tillståndet, d v s då samma temperatur råder mellan ytan och botten, inträffat redan i augusti - september. 1990 skedde inte detta förrän efter reservutskovets stängning (bilaga 4 e) i början på november.

De högre ytemperaturer som förekommit under hösten torde därför vara orsakade av kylvatten från reservutskovet. Då nordliga vindar med kulingstyrka förekommit har vattenutbyte skett och hela vattenmassan fått i stort sett samma temperatur.

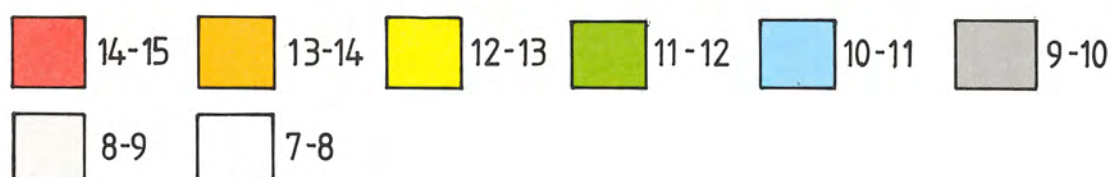
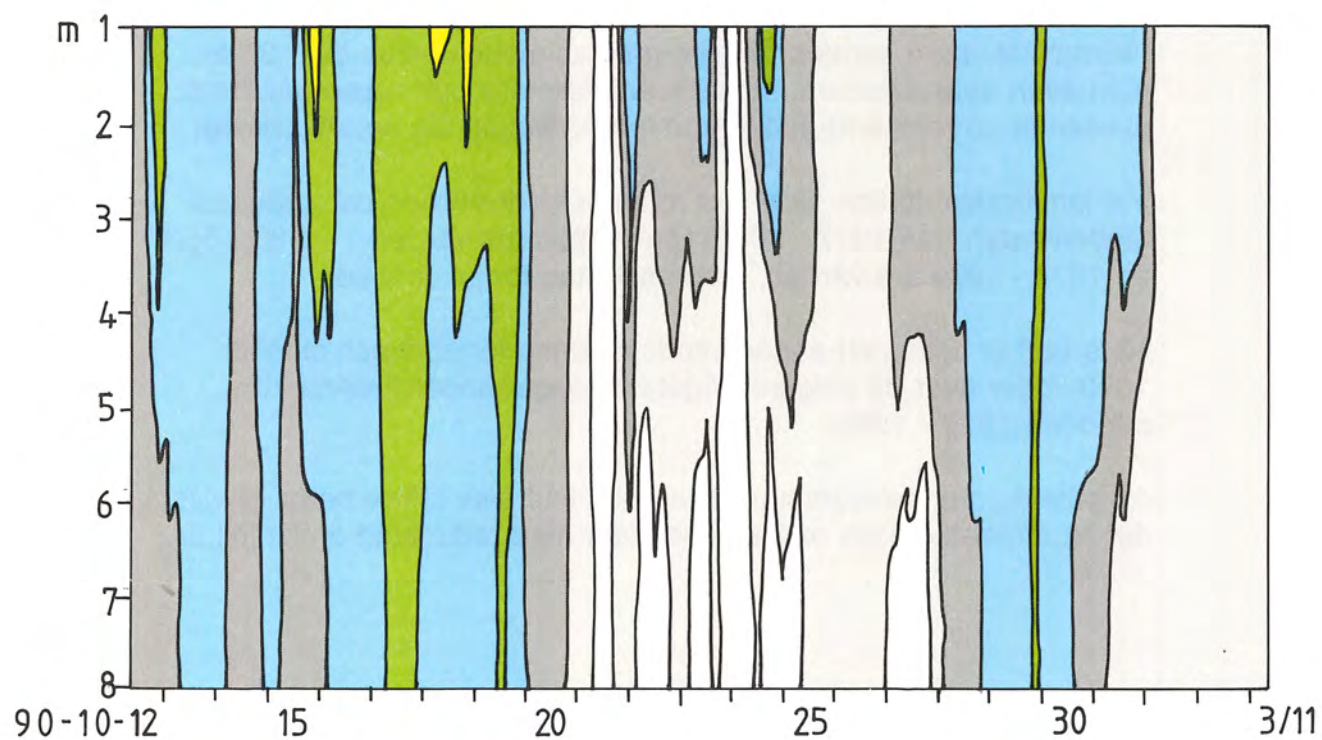
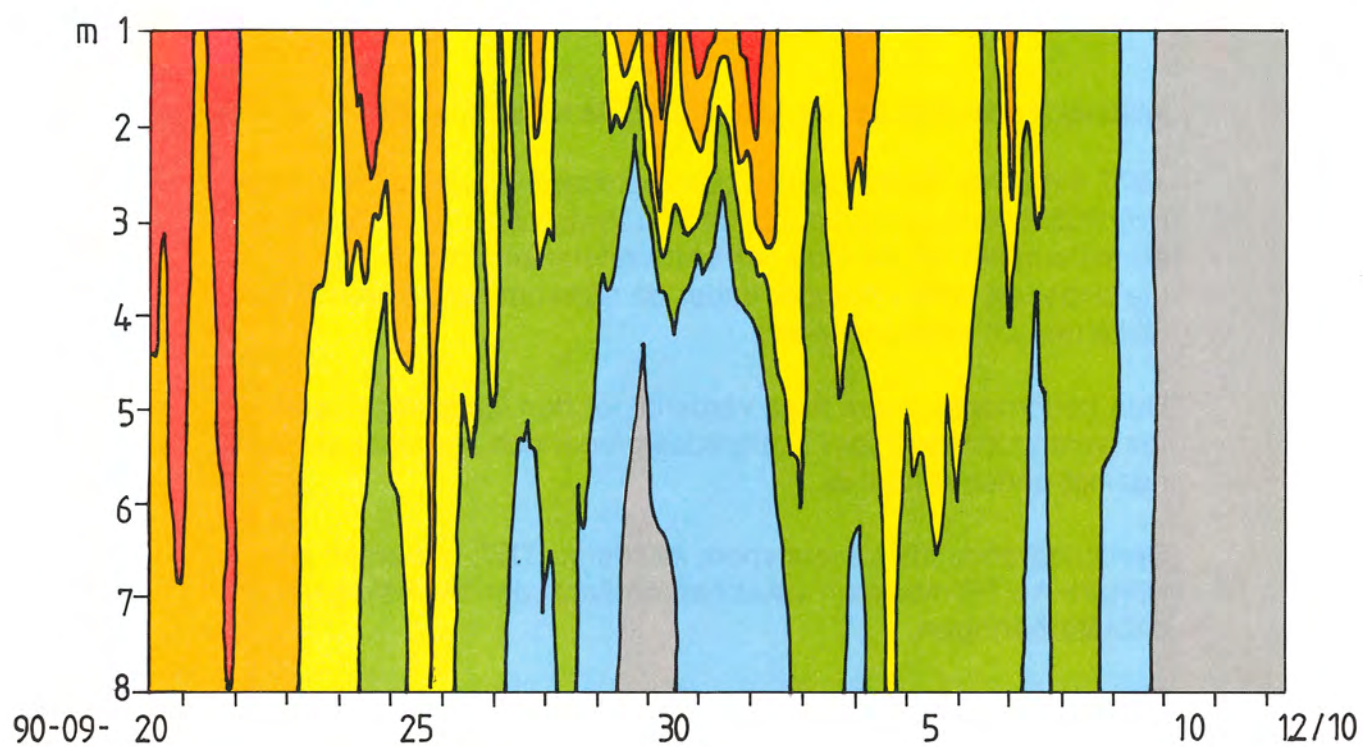
På motstående sida (figur 3) visas temperaturutvecklingen under perioden 1990-09-20--11-03.

Nivåändringar i tiden av temperatursprångskiktet visar att vattenutbyte sker. Detta vattenutbyte kan omfatta hela vattenvolymen, och kan ske på 1 - 2 dygn.

Blåsiga perioder (nordlig kuling), se särskilt 7 och 19 oktober, har medfört att vattenutbyte skett till ett kallare vatten. Språngskiktet är nu helt borta under några dygn.

Årets maximala temperatur 21.26 °C uppmättes den 11 augusti och den lägsta -0.36 °C den 28 januari.

TEMPERATURUTVECKLINGEN I VERT. S



Vertikal S - en översikt av flera års temperaturmätningar

1977 sattes för första gången den registrerande temperaturmätaren ut i vertikal S, belägen cirka 2.5 km från reservutskovet. Avsikten då var att mätpunkten skulle ingå i en serie referensmätningar och den satt ute under ett antal månader under de nästkommande åren för att täcka upp ett antal årscyklar.

Den bedömdes senare vara värdefull för den långsiktiga kontrollen av temperaturutvecklingar i skärgårdsområdet och har legat ute kontinuerligt under senare år.

Den nuvarande instrumenttypen, Aanderaa TR7, har ersatt den tidigare Aa TR modellen vilket har förbättrat den även tidigare goda dataåterbäringen.

Figur nr 4, motstående sida visar månadsmedelvärden för 1977 - 1989 från den isfria perioden på 1 meters nivå. (Värden från 2 meter har använts vid några tillfällen då värden från 1 meter saknades.)

I klimatstatistiska sammanhang beräknas medelvärden över 30 år men även denna kortare mätserie är informativ och intressant, med avseende på temperaturpåverkan från kylvatten via reservutskovet.

Vid jämförelse mellan 1990 års månadsmedelvärden och månadsmedelvärden från 1977 - 1989, ligger 1990 års värden 1 - 3 °C högre än 1977 - 1989 års värden, med undantag för juli månad.

Noterbart är också att endast medelvärdena för april och oktober 1990 ligger över de tidigare högsta erhållna medelvärdena från perioden 1977 - 1989.

Att påverkan under sommarmånaderna inte blev större beror till viss del på att kraftverkets revisionsperioder med reducerad drift inföll då.

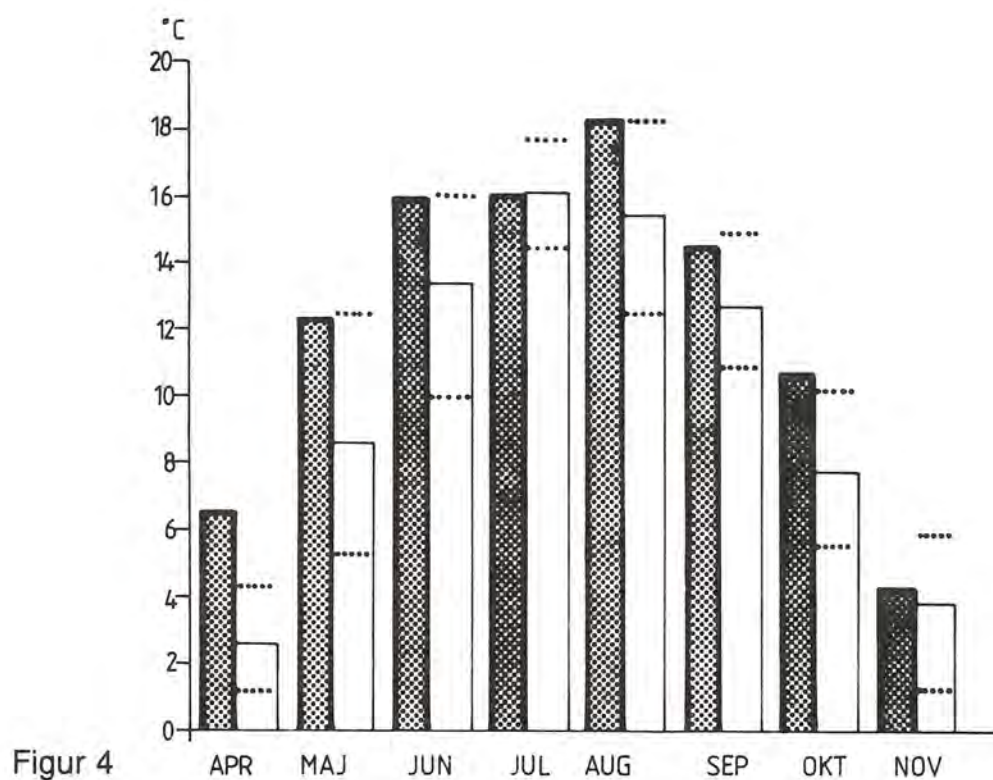
Vertikal S Registrerande temperaturmätare - Isfri period

Mätnivå 1 meter

Månadsmedelvärde 1990 (fyllda staplar)

Månadsmedelvärde 1977 - 1989 (ofyllda staplar)

Högsta och lägsta månadsmedelvärde 1977 - 1989 (prickade linjer)



Reservutskovet

Öppnat

Stängt

900402

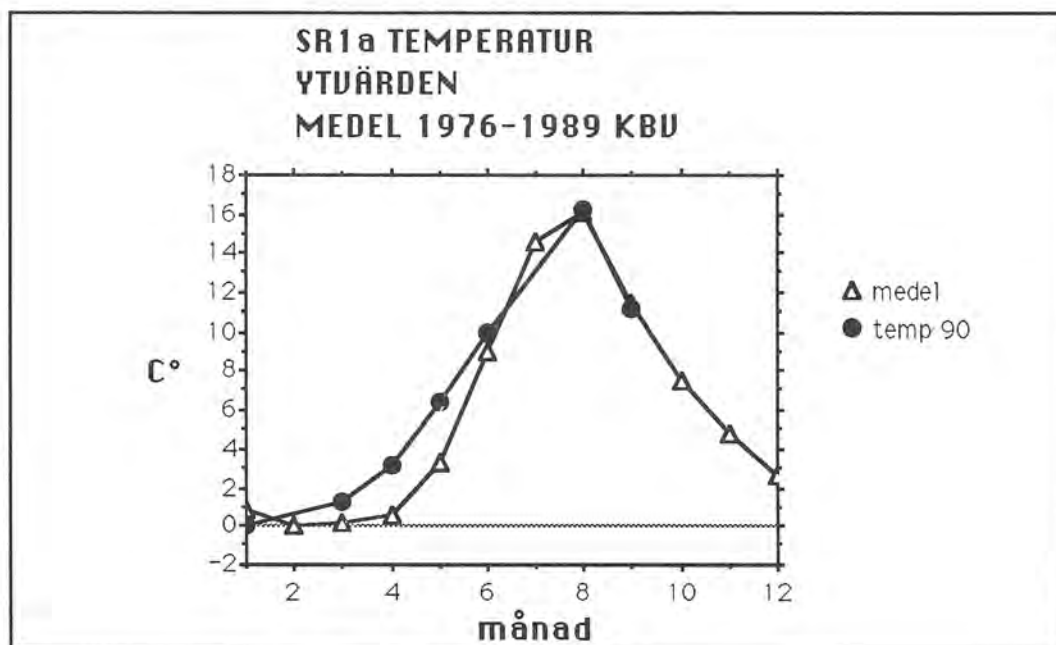
901102

901130

901201

Lufttemperaturstatistik från Örskärs meteorologiska station visar att vårperioden var mycket varm 1990. Området kring Forsmark var isfritt redan i mitten av januari. Detta påskyndade även uppvärmningen av vattnet i skärgårdsområdet. Den övriga delen av året låg också lufttemperaturerna över medelvärdet med undantag av juli månad.

Ytvattentemperaturstatistik från PMK-stationen SR1a, figur 5, belägen i sydvästra Bottenhavet visar att värdena från vårperioden låg över medelvärdet, men att anpassning till normalvärden skett senare.



Figur 5 Ytvattentemperatur SR1a

Slutsats: 1990 var ett år med höga temperaturer framför allt vårperioden, både i luft och vatten. Det återspeglas i vertikal S månadsmedelvärden. Att urskilja påverkan av kylvatten är därför inte helt entydigt. Vid reservutskovets stängning (november) återgår sedan medelvärdet till en mer normal nivå.

Sannolikt är dock att om kylvatten via reservutskovet tillförs under kommande år motsvarande 1990, att vattentemperaturen i området kring vertikal S inte kommer att överskrida de naturliga variationerna i månadsmedelvärden. Undantag måste göras för vårmånaderna där en mild vinter med lite eller ingen is kan påskynda våruppvärmningen.

REFERENSLISTA

SMHIs tidigare rapporter och utlåtanden rörande Forsmark

1971-07-21

Preliminärt yttrande angående de oceanografiska förhållandena i Öregrundsgrepen och inverkan på dessa av en vid Forsmark planerad kärnkraftstation, mål AD77/70, Ä103/1970.

1974-03-07

Komplettering av preliminärt yttrande angående de oceanografiska förhållandena i Öregrundsgrepen och inverkan på dessa av en vid Forsmark planerad kärnkraftstation, mål AD77/70, Ä103/1970.

1975-04-04

Rapport angående de oceanografiska förhållandena i Öregrundsgrepen 1972.

1976-04-08

Vattnets grumlighet i Öregrundsgrepen under 1974 och 1975 (i samband med muddrings- och tippningsarbeten för Forsmarks kärnkraftstation).

1976-05-31

Forsmarks kraftstation - oceanografiska undersökningar 1973 - 1974.

1977-04-25

Forsmarks kraftstation - oceanografiska undersökningar 1975 - 1976 samt vattentemperatur 1970 - 1976.

1977-09-02

Strömmar i Öregrundsgrepen - en sammanfattning av 1970 - 76 års mätningar.

1979-12-09

Forsmarks kraftstation - oceanografiska undersökningar 1977 - 1978.

1982-09-09

SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen 1979 - 1981.

1985-01-15

SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen perioden 1982 - 1983.

1986-04-22

SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen perioden 1984 - 1985.

SMHI OCEANOGRAPHI nr 4, 1986.

1987-04-28

SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen 1986.

SMHI OCEANOGRAPHI nr 13, 1987.

1988-04-29

SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen 1987.

SMHI OCEANOGRAPHI nr 24, 1988.

1989-04-27

SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1988.

SMHI OCEANOGRAPHI nr 29, 1989.

1990-01-18

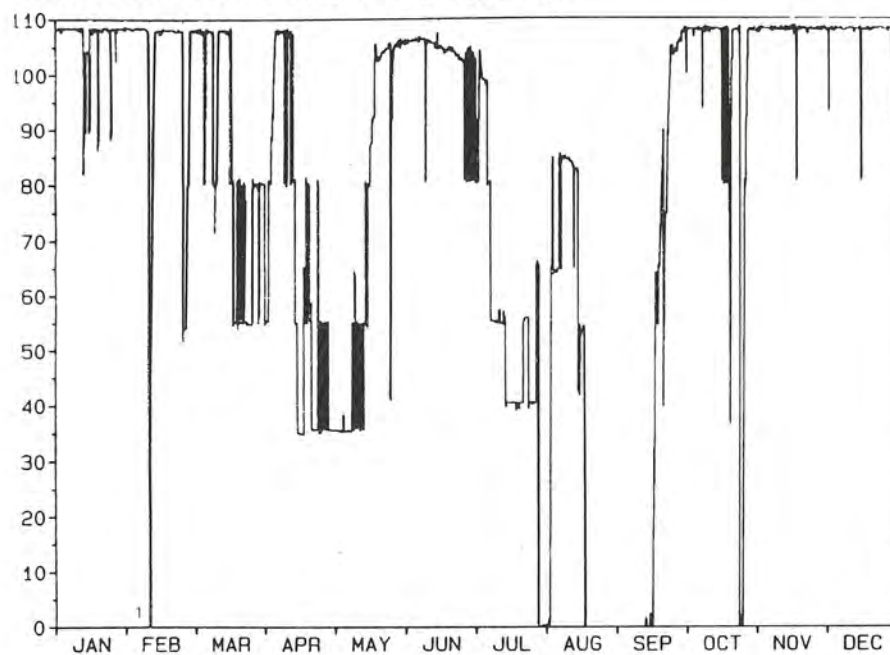
SMHIs bedömning av kylvattenutbredning från Forsmarksverket via reservutskovet.

1990-05-31

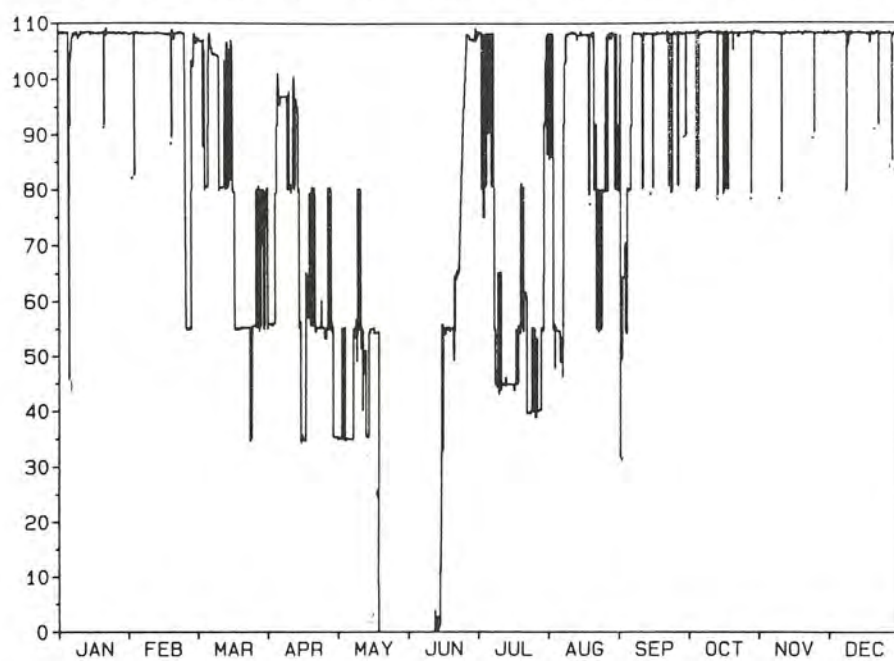
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1989.

SMHI OCEANOGRAPHI nr 37, 1990

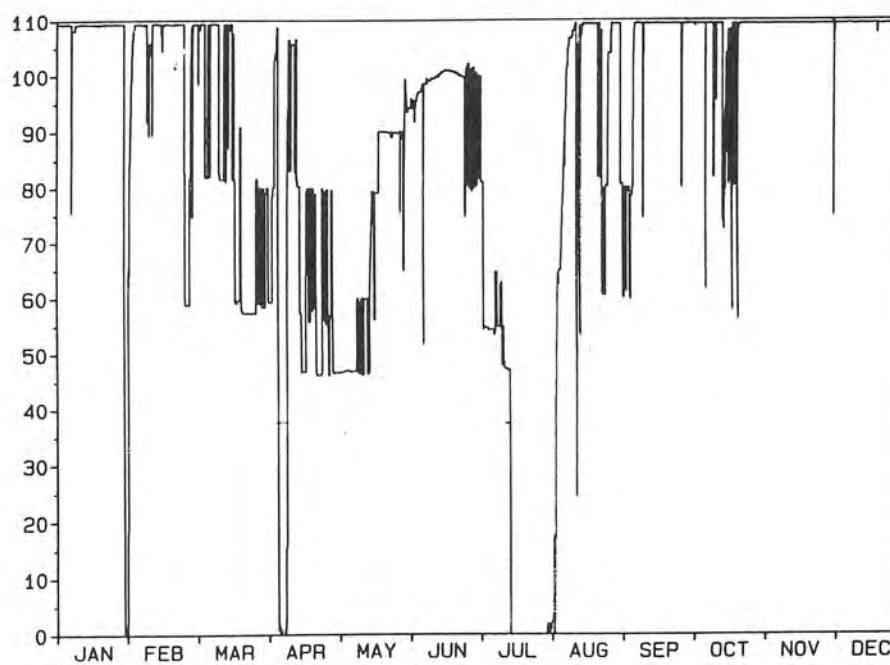
DRIFTHISTORIK Reaktoreffekt %



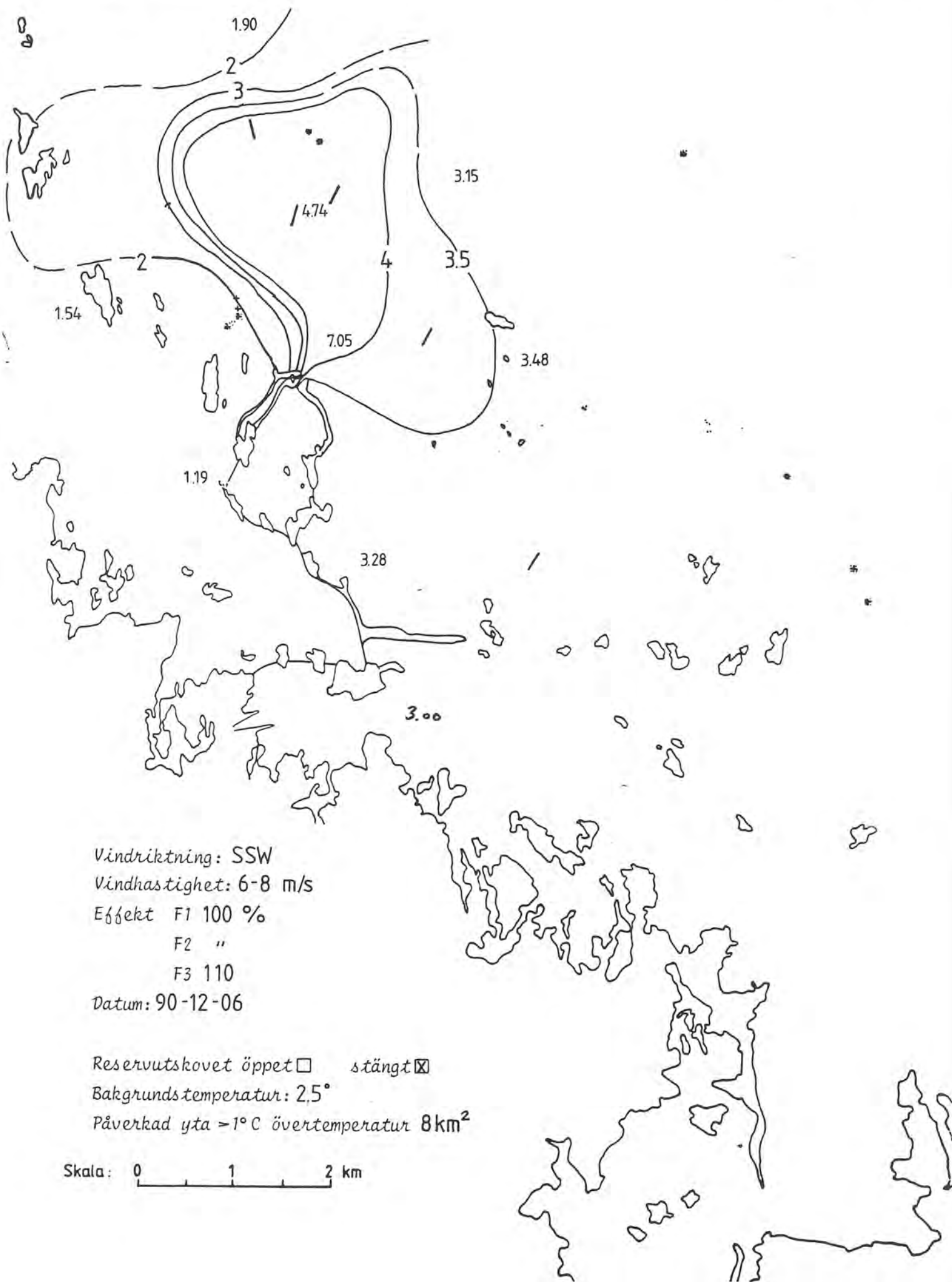
F1



F2

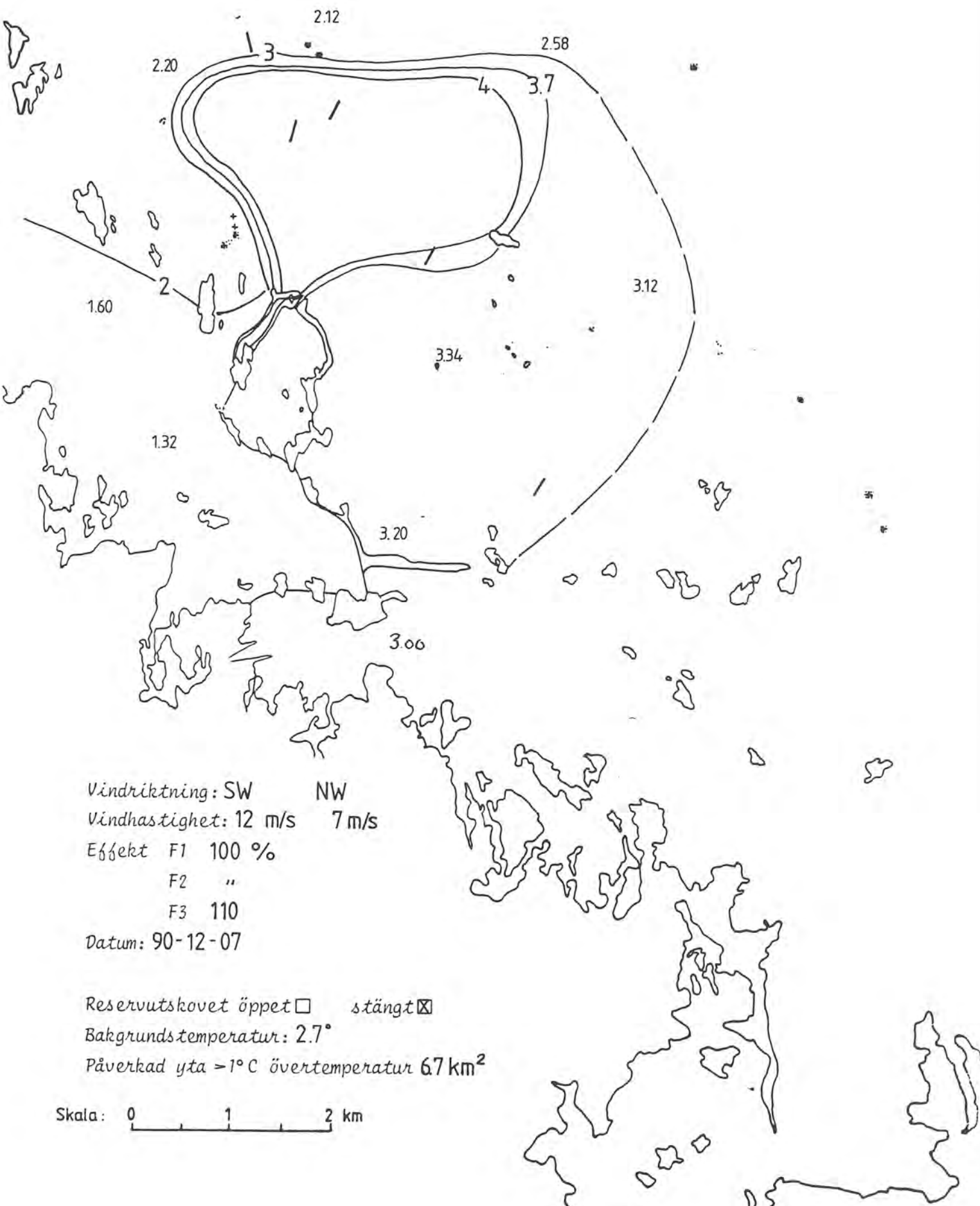


F3

FORSMARK - TEMPERATURKARTLÄGGNING på 1 m djup

FORSMARK - TEMPERATURKARTLÄGGNING på 1m djup

0
9



Vindriktning: SW NW
 Vindhastighet: 12 m/s 7 m/s
 Effekt F1 100 %
 F2 "
 F3 110
 Datum: 90-12-07

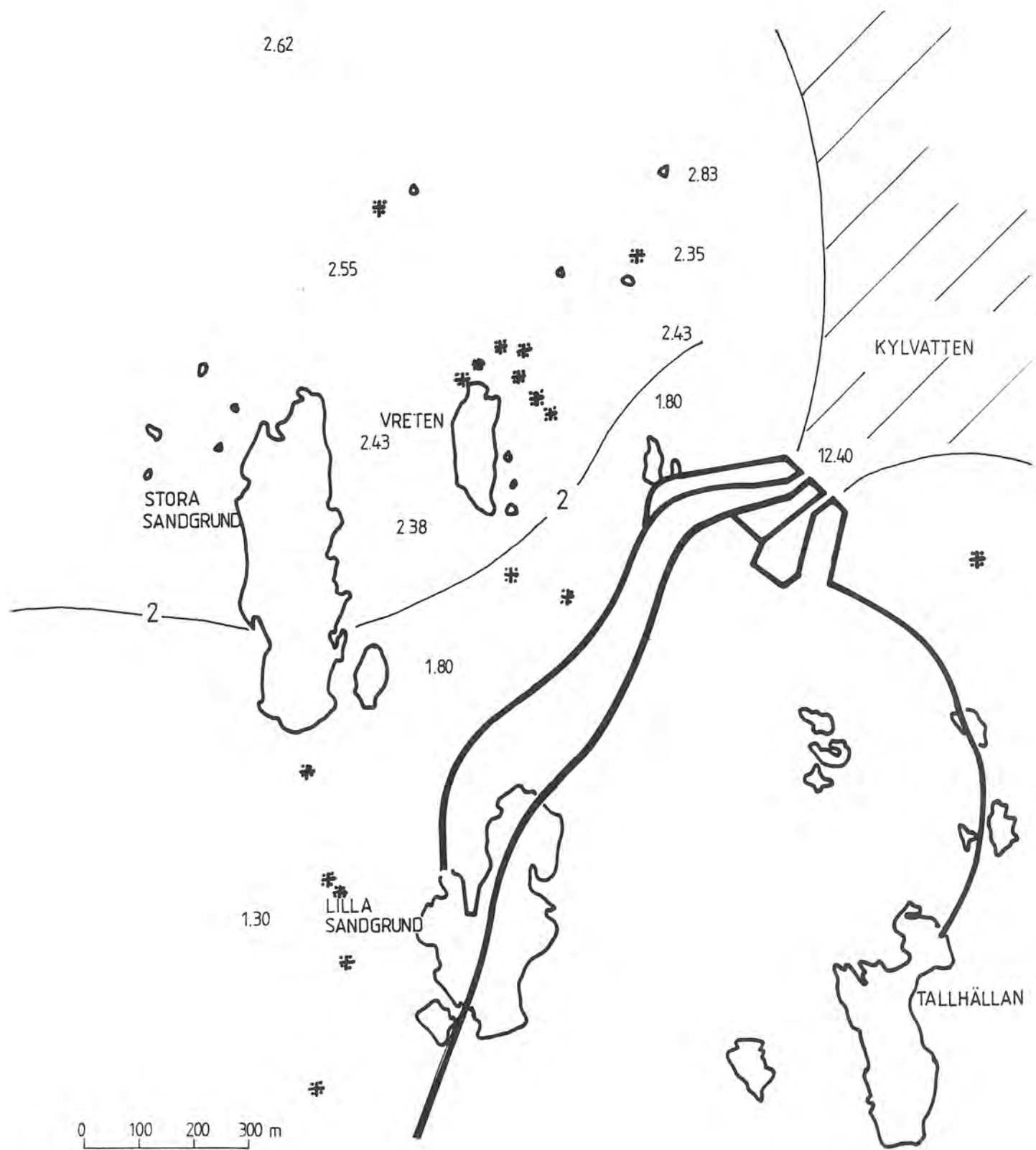
Reservutskovet öppet ☐ stängt ☒

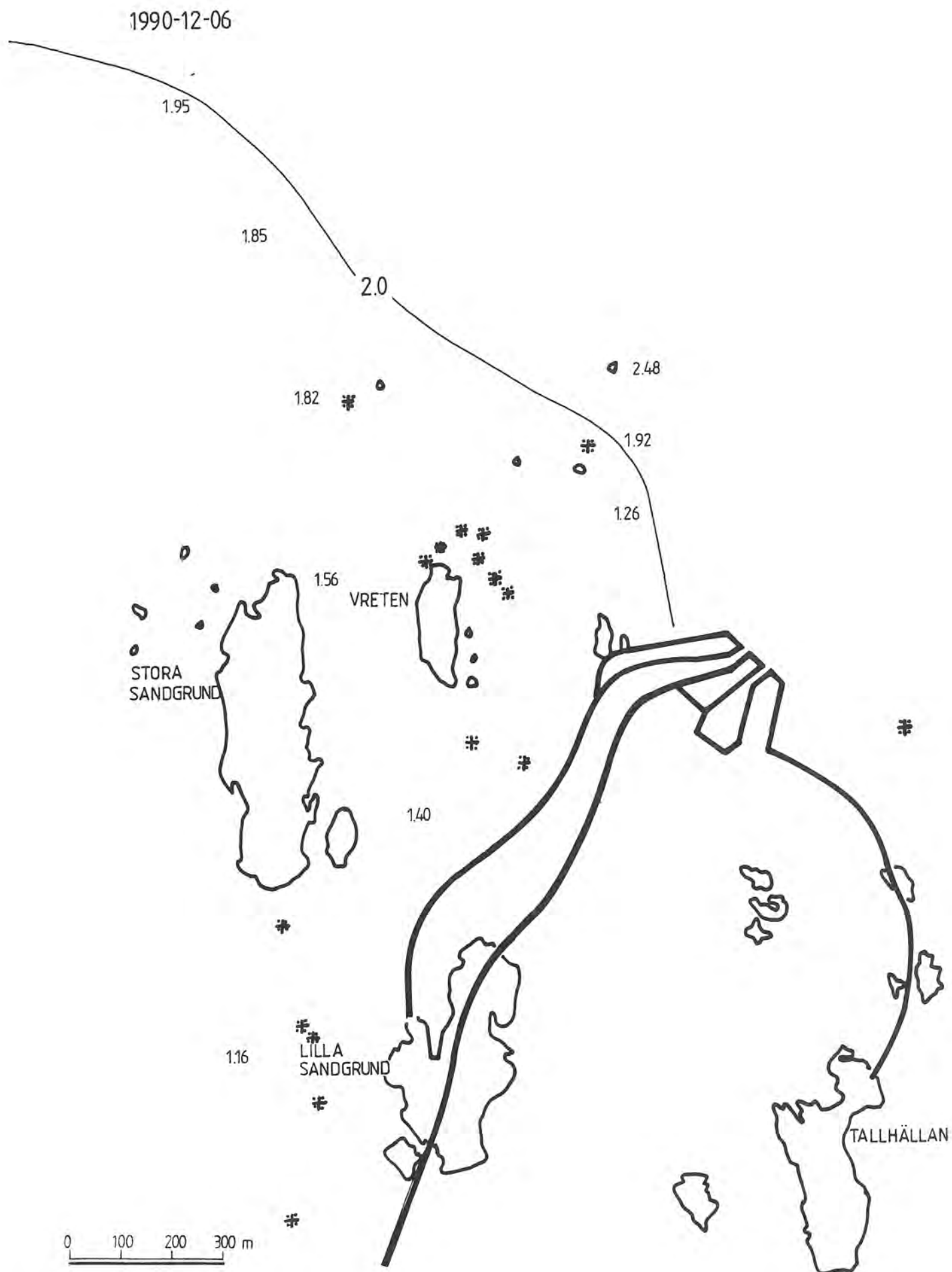
Bakgrundstemperatur: 2.7°

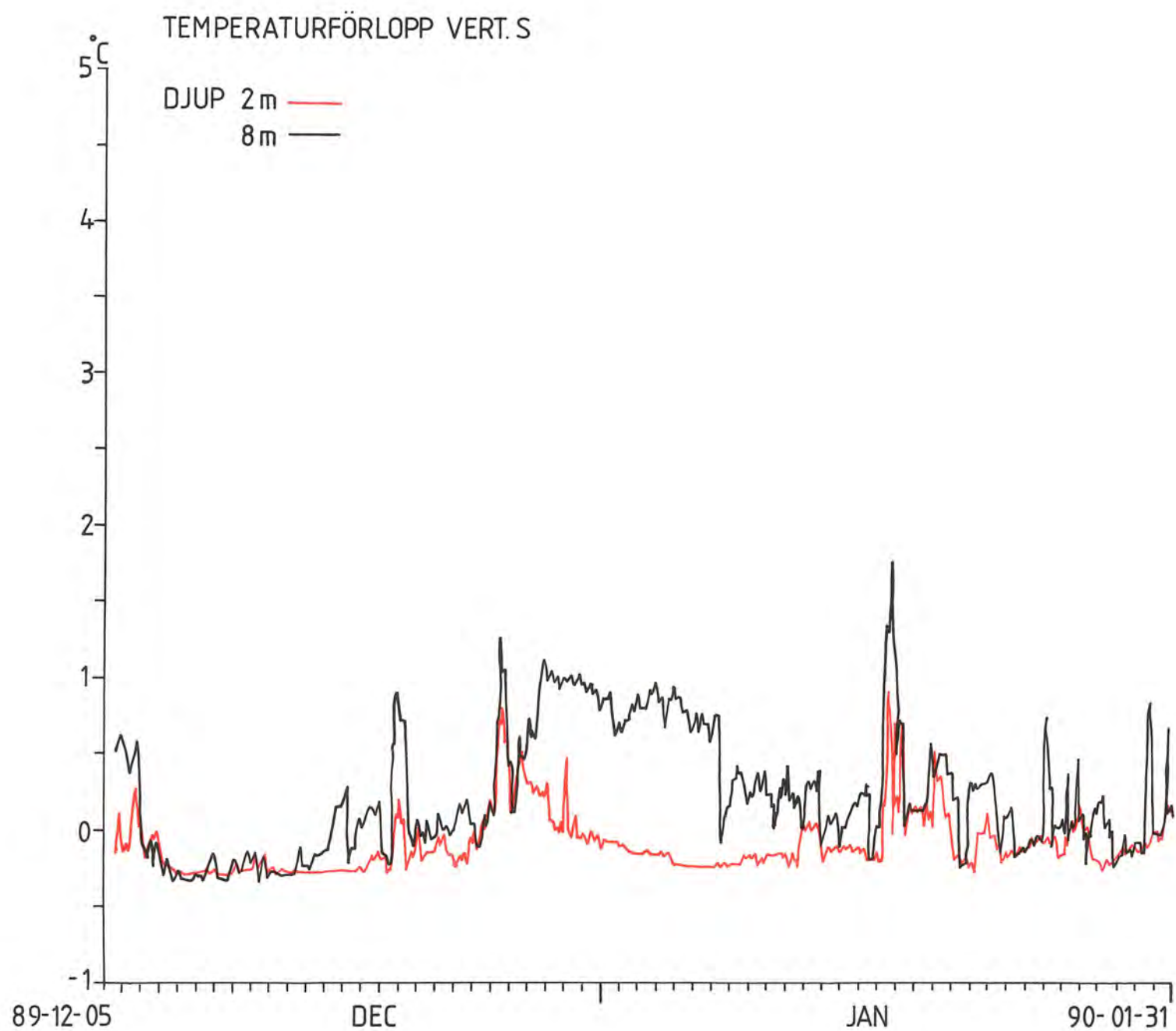
Påverkad yta >1°C övertemperatur 67 km²

Skala: 0 1 2 km

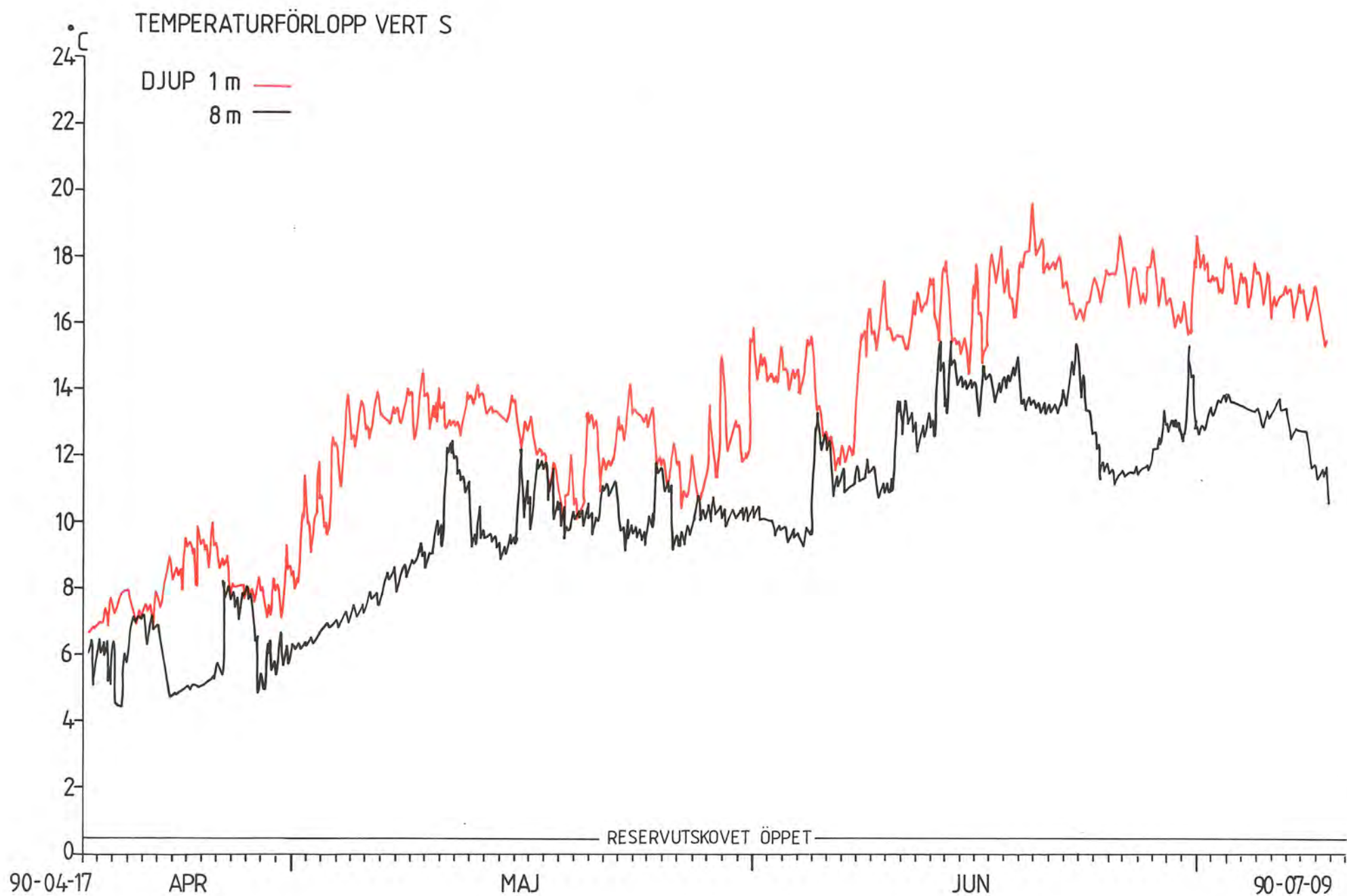
1990-12-07

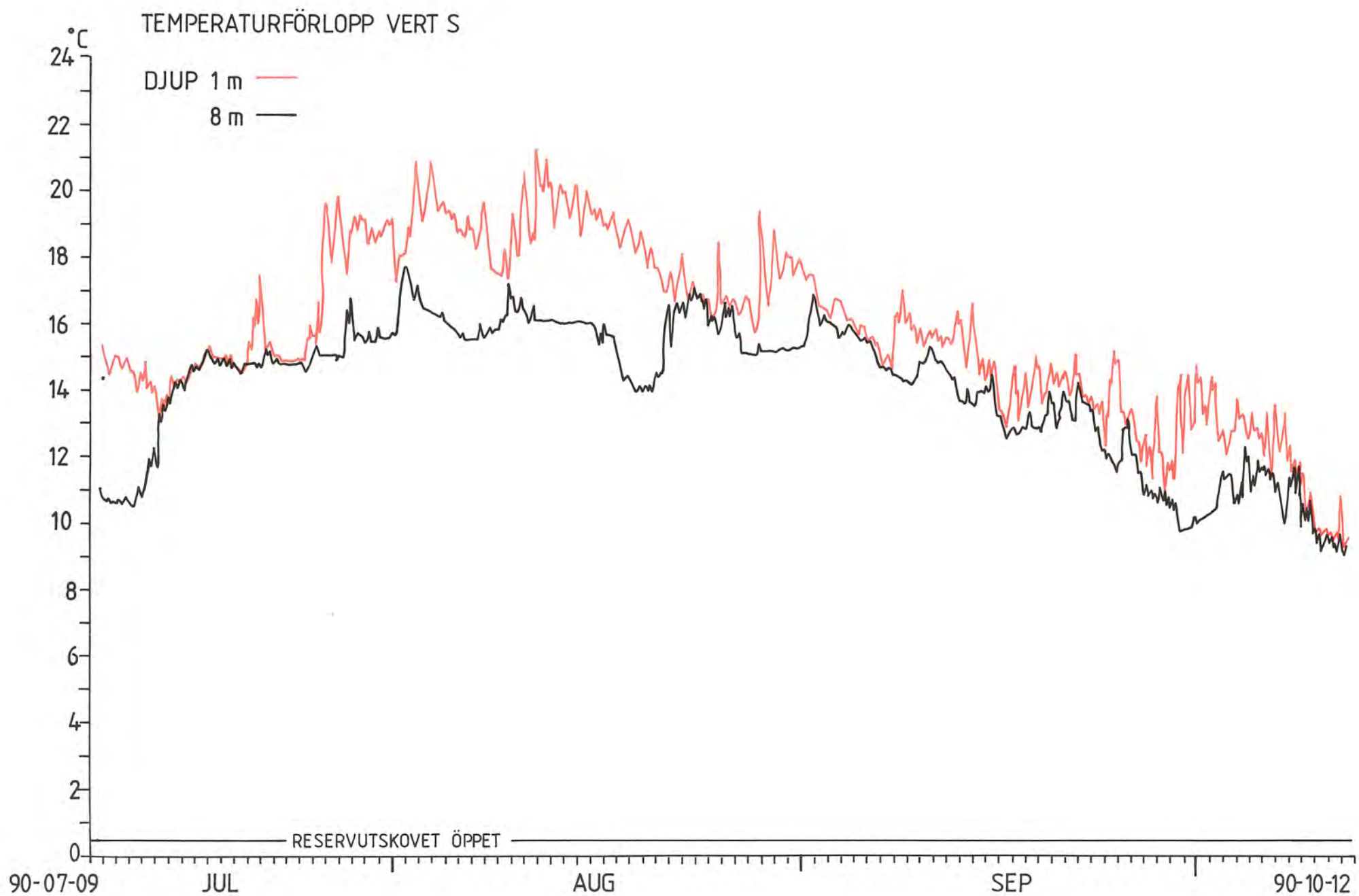


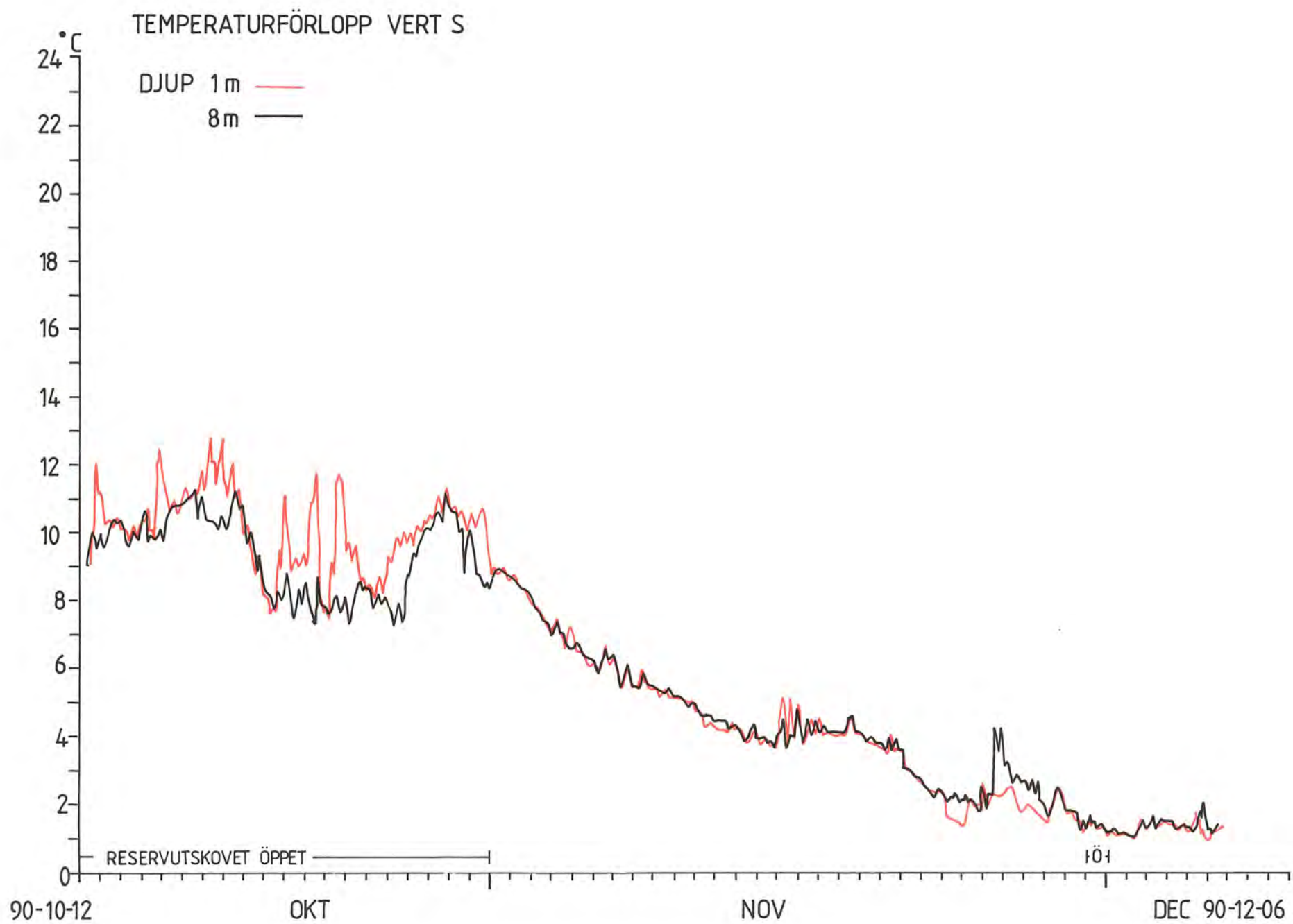


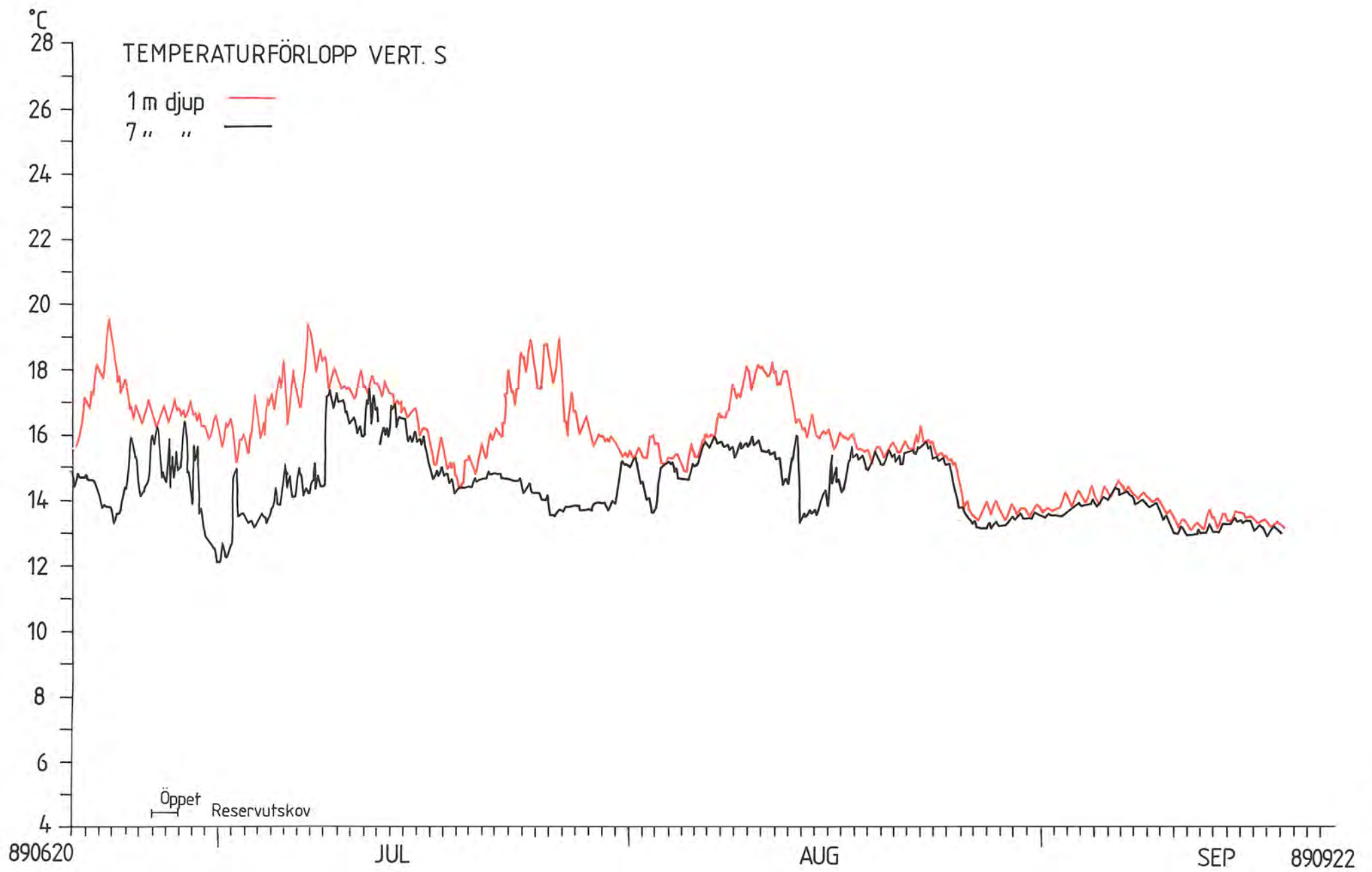


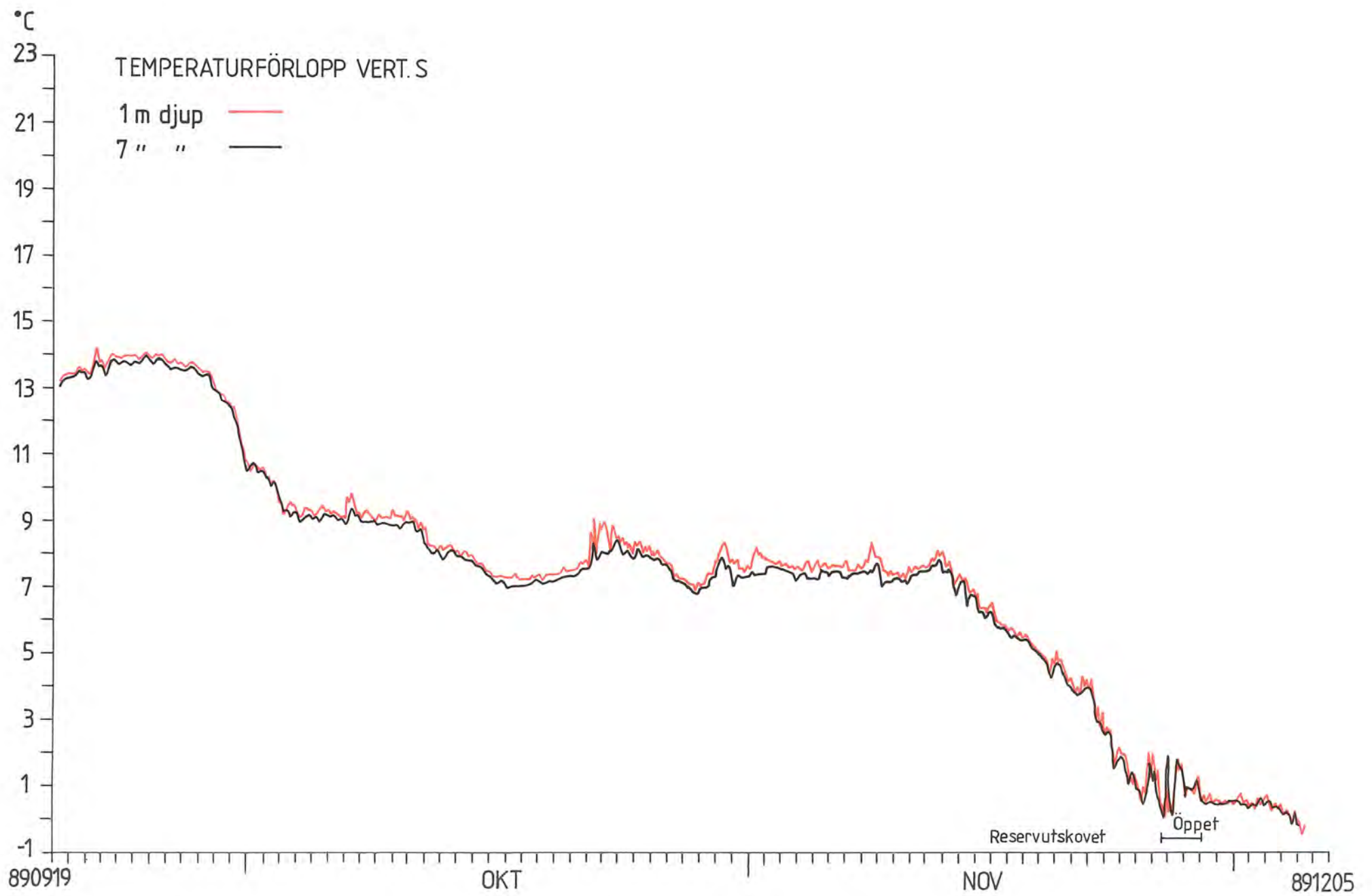


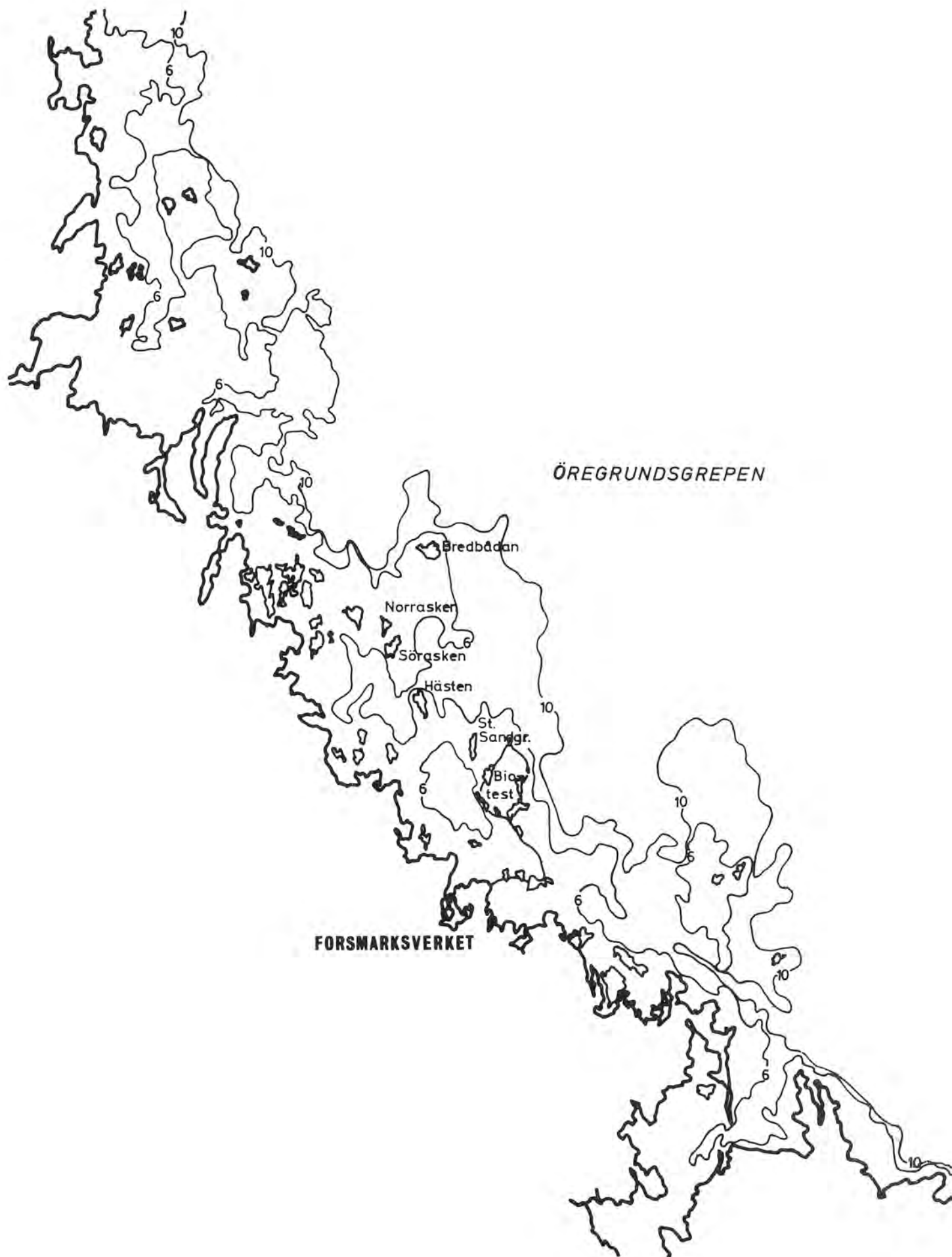














Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-158000. Telex 64400 smhi s.