

SMHI:s UNDERSÖKNINGAR I ÖREGRUNDSGREPEN 1986

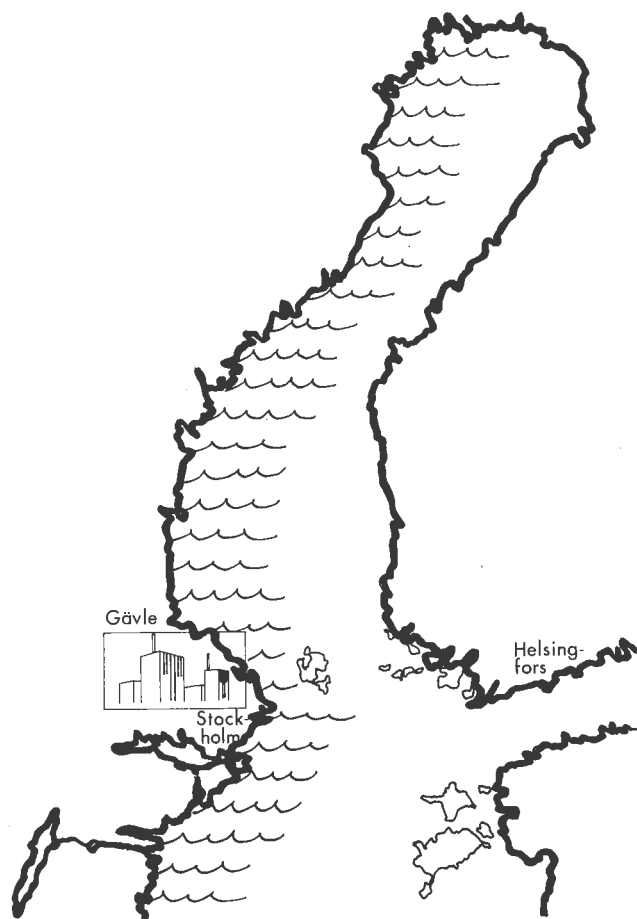
Ritarbete: Eva-Lena Ljungqvist

Utskrift: Gunilla Öhnell

Tryck: SMHIS tryckeri, Norrköping, 1987.

SMHI:s UNDERSÖKNINGAR
I ÖREGRUNDSGREPEN 1986

Jan Andersson och Robert Hillgren



INNEHÅLL

	sid
1. Sammanfattning	1
2. Driftsförhållanden, mätprogram och dataåterbäring	2
3. Resultat	
a) Tre-blocksdriften	6
b) Temperaturen i skärgårdsområdet	7
c) Läckaget	7
4. Betydande vattenståndsförändring	10
5. Referenslista	13

Bilagor:

Driftshistorik

Temperaturkarteringar

Temperaturförlopp vertikal S

Läckaget: Isvakens utbredning

Maxtemperatur och utbredning

Temperaturförhållanden vid revision/drift F 3

Karta se pärmens bakre insida.

SAMMANFATTNING

1986 kan kraftverkets drift betraktas som normal med avseende på kylvattenflöde och värme. Samtliga tre block har haft ett högt driftutnyttjande.

Kontrollprogrammets målsättning har varit att kontinuerligt övervaka kylvattnets spridning i tid och rum. Av särskilt intresse har varit att övervaka effekterna av läckaget från F 3:s kylvattenkanal. Tätningssarbetena påbörjades under F 3:s revisionsperiod under sensommaren och var avslutade i slutet av november.

Följande slutsatser har dragits:

- Tre-blocksdriften under december har inneburit avkylningssytor av storleken 6 - 8 km². Under två-blocksdrift är motsvarande ytor 4 - 7 km².
- Området mellan St Sandgrund och vallen påverkas mest av läckaget.
- 10°C övertemperatur har förekommit närmast vallen.
- Vid driftstopp, F 3:s revisionsperiod, avkyls det berörda läckageområdet. Ingen förekomst av uppvärmt kylvatten kan konstateras under revisionsperioden.
- Vid idrifttagande av F 3 har omgående vattenområdet påverkats.
- Drift under islagd period har medfört att öppet vatten förekommit utanför vallen hela tiden trots den svåra isvintern.
- Ett extremt vattenstånd + 143 cm över MW har förekommit (jfr med +150 cm vilket motsvarar "hundraårsvattenståndet").

SMHIs UNDERSÖKNINGAR 1986

Driftsförhållanden

Under år 1986 kan kraftverkets drift betraktas som normal med avseende på kylvattenflöde och värme. Samtidiga tre block har haft ett högt driftsutnyttjande (se bilaga 1).

Kylvattnet från F 1 och F 2, som på sin väg genom kraftverket uppvärms ca 10°C, passerar Biotestanläggningen innan det når ut i Grepen. Tidigare år har reservutskovet måst utnyttjas frekvent på grund av igensättning av fiskspärren i utloppet. Detta har då medfört att största delen av kylvattnet (90 m³s vid full drift) släppts ut i skärgårdsområdet väster om Biotesten. Efter installation av rensmaskin 1985 har emellertid tiderna för reservutskovets utnyttjande avsevärt nedbringats. Under år 1986 användes det endast vid några tillfällen, totalt ca två veckor.

Kylvattnet från F 3 går i en tunnel ut till Lilla Sandgrund och leds sedan via en öppen kylvattenkanal längs Biotestvallen till utloppet. Det tidigare konstaterade läckaget från kylvattenkanalen mot skärgårdsområdet tätades under hösten.

Mätprogram

Nedan redovisas samtliga mätinsatser gjorda under 1986. Översiktskartor finns i figur 1 sida 4 - 5.

Kontinuerliga mätningar

Tidsperiod	Mätinsats	Kommentarer
jan - dec	temperaturmätning på flera djup i vert S	övervakning av ev långsiktig uppvärmning av skärgårdsområdet
jan - dec	pegel i Forsmarkshamn	registrering vattenstånd

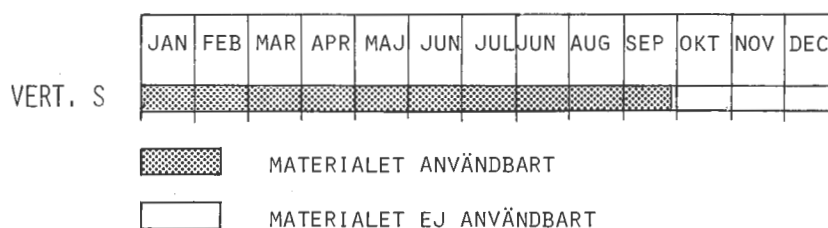
Övriga mätningar

islagd period	iskartering och temperatur mätning	övervakning av isutbredning i utsläppsområdet
isfri period	veckovisa och manuella plymkarteringar i utloppsområdet (temperaturmätning i ett femtiotal punkter)	regelbunden kontroll av kylvattnets spridning
dec 3- 4	vattenföringsmätning i F 3:s kylvattenkanal samt temperaturmätning	läckagekontroll

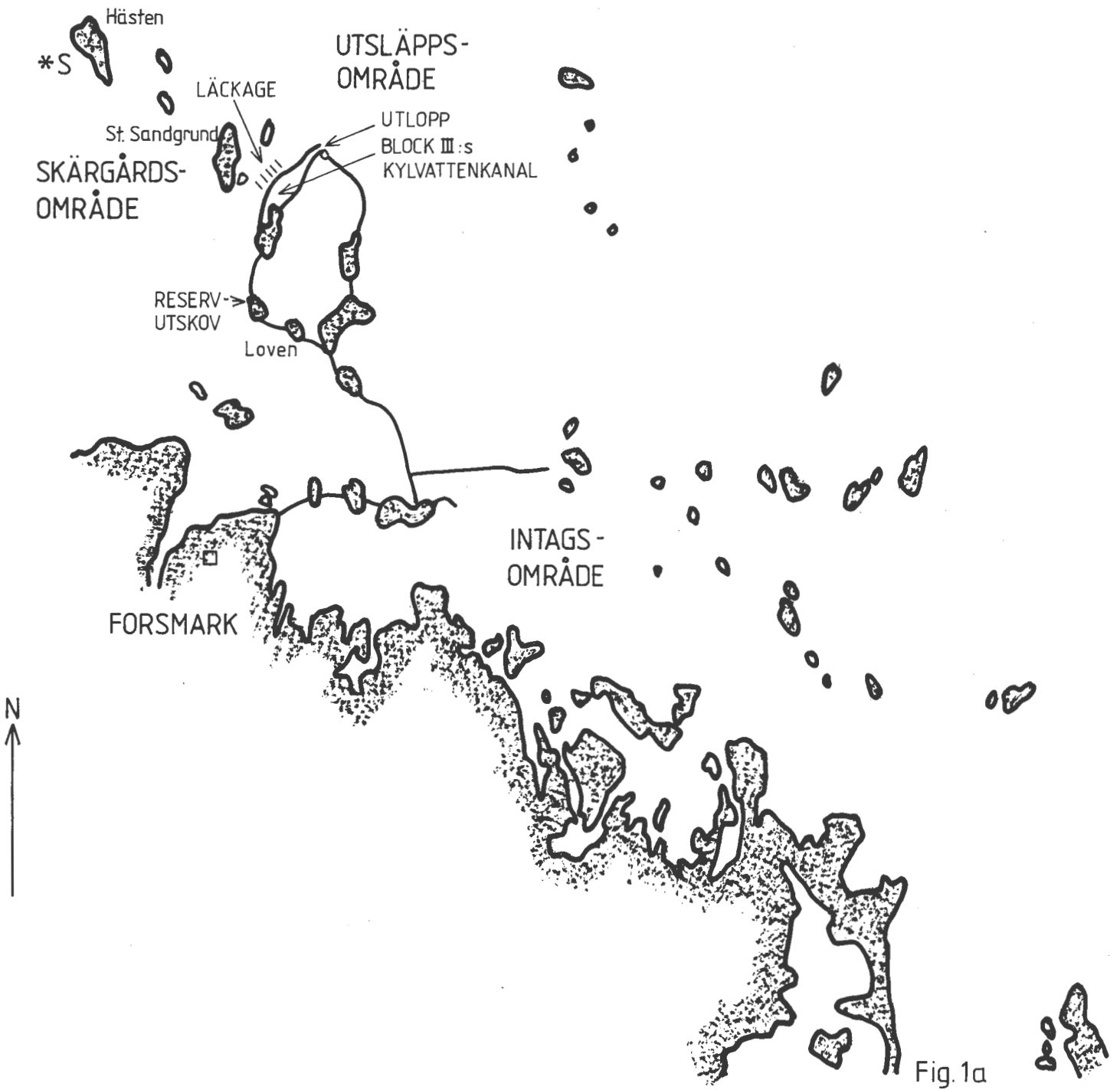
Ett 30-tal satellitbilder "quick looks" har erhållits, dock ingen godtagbar med full treblocksdrift, varför någon vidare bearbetning inte gjorts med detta material.

Dataåterbäring

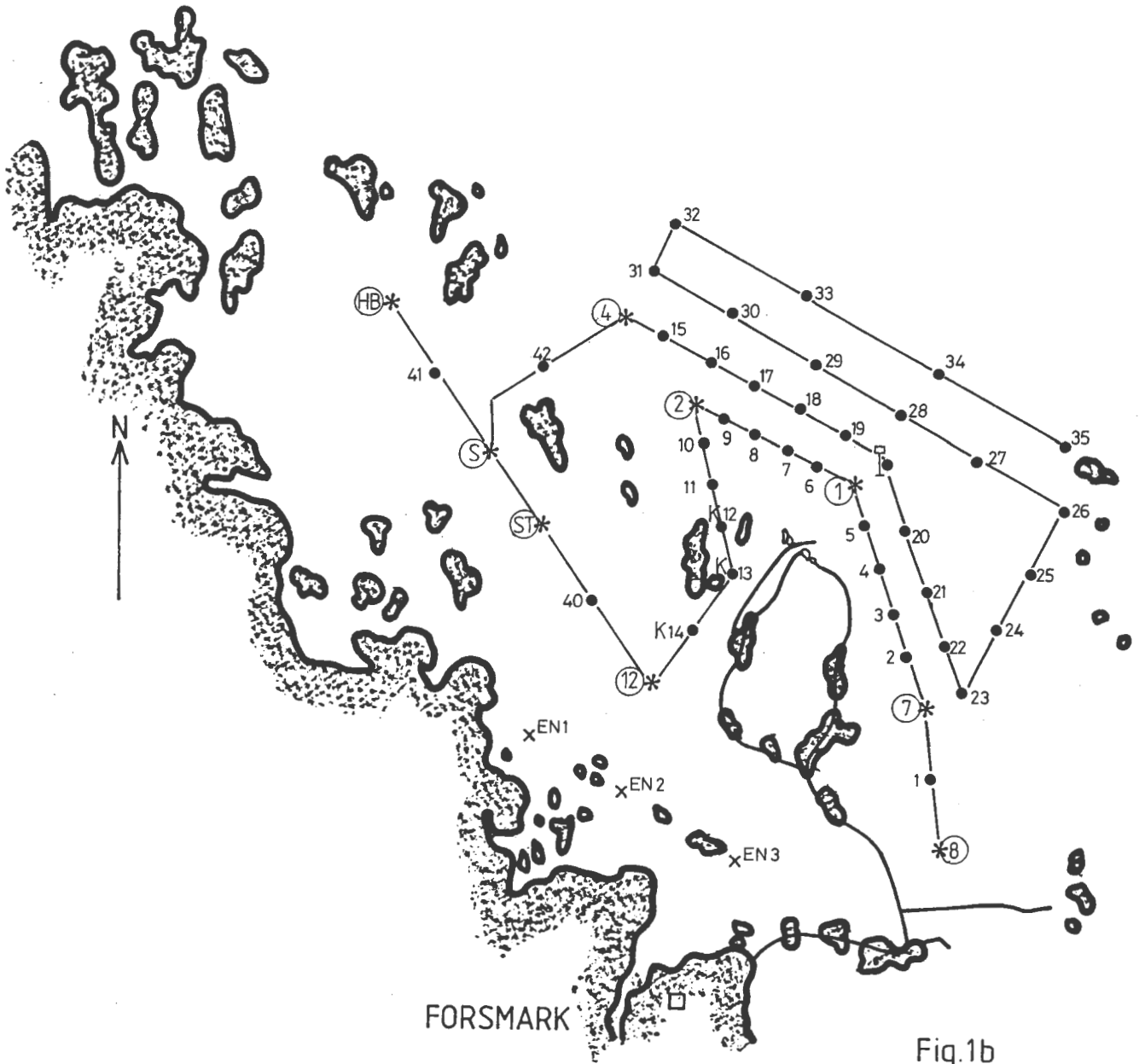
AUTOMATISK REGISTRERANDE TEMPERATURMÄTARE



ÖVERSIKTSKARTA



TEMPERATURKARTERINGSBANA



RESULTAT

Tre-blocksdriften

Pga läckaget i F 3:s kylvattenkanal finns endast plymkanteringar med samtidig drift på tre block (full kylvattenplym $3 \times 45 \text{ m}^3/\text{s}$) via utloppet, från slutet av november månad.

De tre mättillfällena (bilaga nr 2:a - c) utgör ett för litet material för att med säkerhet kunna bedöma hur mycket avkylningsytorna har ökat. De naturliga temperaturvariationerna är stora och området är alltför väl ventilerat.

Enligt tidigare undersökningar vid två-blocksdrift är de största ytor som påverkas av kylvattenutsläppet, och som kan identifieras med en övertemperatur större än 1°C i förhållande till omgivningen, $4 - 7 \text{ km}^2$.

Storleken av de ytor som påverkats av tre-blocksdrift är $6 - 8 \text{ km}^2$. Den vertikala utbredningen når ned till botten (10 m i vertikal 1, belägen ca 1 km från utloppet), men avtar sedan mot kylvattenplymens utkanter.

Temperaturen i skärgårdsområdet

Mätningar har pågått i vertikal S under hela året. Ur dessa har vi valt att redovisa temperaturutvecklingen på 1 och 7 m under uppvärmningsperioden (se bilaga 3). Vi kan inte konstatera någon påverkan i S vare sig från läckaget eller under de perioder då reservutskovet varit öppet. Temperaturmätningarna i vertikal S har skett på SNVs begäran för att bevaka temperaturen i skärgårdsområdet.

Läckaget

Veckovis iskartering under den islagda perioden visar på att öppet vatten förekommer under hela vintern utanför F 3:s kylvattenkanal pga läckaget. Vid isvintrar av motsvarande karaktär har detta inte förekommit tidigare. Isvintern 1985/86 kan karaktäriseras som svår.

Isvakens minsta utbredning i december och januari, var från L Sandgrund - St Sandgrunds sydspets - Vretens sydspets. I februari ökade utbredningen och mot slutet av april var det i stort sett isfritt (se bilaga 4a och 4b).

Temperaturmätningar som gjorts under den islagda perioden visar på att vertikal K 13, är mest påverkad. Övertemperaturer på 9°C har uppmätts i ytskiktet. Temperaturdifferensen mellan K 13 och K 12 varierar mellan 1 - 8°C. K 12 är mer påverkad än K14. Temperatur- mätningar under den isfria perioden visar på en motsvarande temperaturbild inom det berörda området (se även 1984 - 1985 års rapport).

I bilaga nr 5 visas uppmätt maximal temperatur orsakad av läckaget.

I bilaga nr 6 visas uppmätt maximal temperaturutbredning orsakat av läckaget.

Under F 3:s revisionsperiod (1986-08-08 -- 1986-09-04) har vattnet i det tidigare påverkade området avkylts och antagit det omkringliggande vattnets temperatur, (se bilaga 7a, 1986-08-22).

När driften vid F 3 återupptogs påverkades ånyo vattentemperaturen i det berörda området, (se bilaga 7b, 1986-09-23), dock i en något mindre omfattning pga de påbörjade tätningarbetena av vallen.

Allt eftersom tätningen fortskred upphörde gradvis kylvattenpåslaget och i slutet på november kunde ingen påverkan förmärkas.

Q-mätning(vattenföringsmätning)

Efter avslutade tätningsarbeten gjordes en flödesmätning för kontroll av läckaget 1986-12-03--04, se figur 2 sida 9. Flödesmätningssektionerna var desamma som vid föregående års mätning.

Följande resultat erhöles:

	Flöde
Sektion A ca 150 m från utloppet	43.3 - 44.4 m ³ /s
Sektion B ca 100 m från tunnelutloppet	43.5 - 45.1 m ³ /s

Driften vid F 3 var 100 % med ett kylvattenflöde på ca 45 m³/s vid bägge mättillfällena. Två beräkningsmetoder har använts. Flödesmätningen visar på att något praktiskt mätbart läckage för närvarande inte förekommer.

Temperaturmätning för kontroll

Samtidigt med den ordinarie temperaturkarteringen 1986-12-03 gjordes en temperaturmätning med en mindre båt längs kylvattenkanalens vall (se figur 2 sid 9).

Något läckage kunde inte förmärkas i området. Dock konstaterades att ett temperaturpåslag förekom som var orsakat av att reservutskovet hade öppnats föregående dag pga ett mycket högt vattenstånd (se kapitel sidan 10 angående högt vattenstånd). Tyvärr var det en av dessa få dagar under året som reservutskovet var öppet.

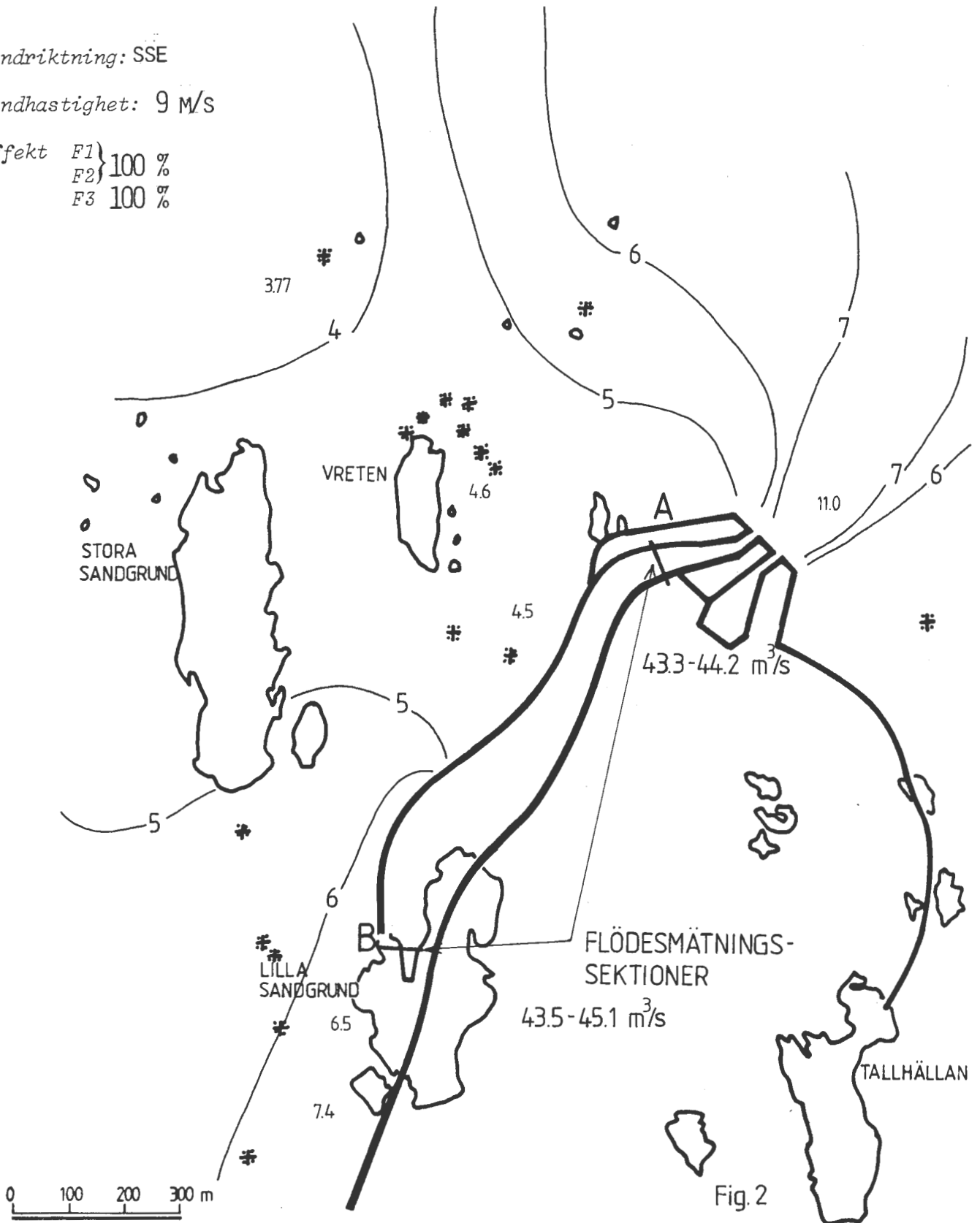
Den sista temperaturkarteringen 1986-12-10, som gjordes före isläggnigen visar att inget läckage då förekom (se bilaga 2:b).

FLÖDEN (m^3/s) OCH YTTEMPERATURER ($^{\circ}C$)
1986-12-03--04

Vindriktning: SSE

Vindhastighet: 9 m/s

Effekt F1 } 100 %
F2 } 100 %
F3 } 100 %



Betydande vattenståndsförändringar i Forsmark

Havsvattenståndet har i tidigare rapporter från 1971, 1974 och 1975 redovisats. Som underlag till dessa har den relativt närbelägna mareografen vid Björn (mätserie finns emellan 1891 - 1980) använts. Även data från pegeln vid Kallrigafjärden (1970 - 76) och vattenståndsavläsningar i Öregrunds hamn ingår i underlaget.

Sedan år 1975 är dessa ersatta med pegeln i Forsmarks hamn.

Vattenståndsvariationerna har visat på ett årstidsbundet förlopp med högt vattenstånd under senhösten och ett lågt under försommaren.

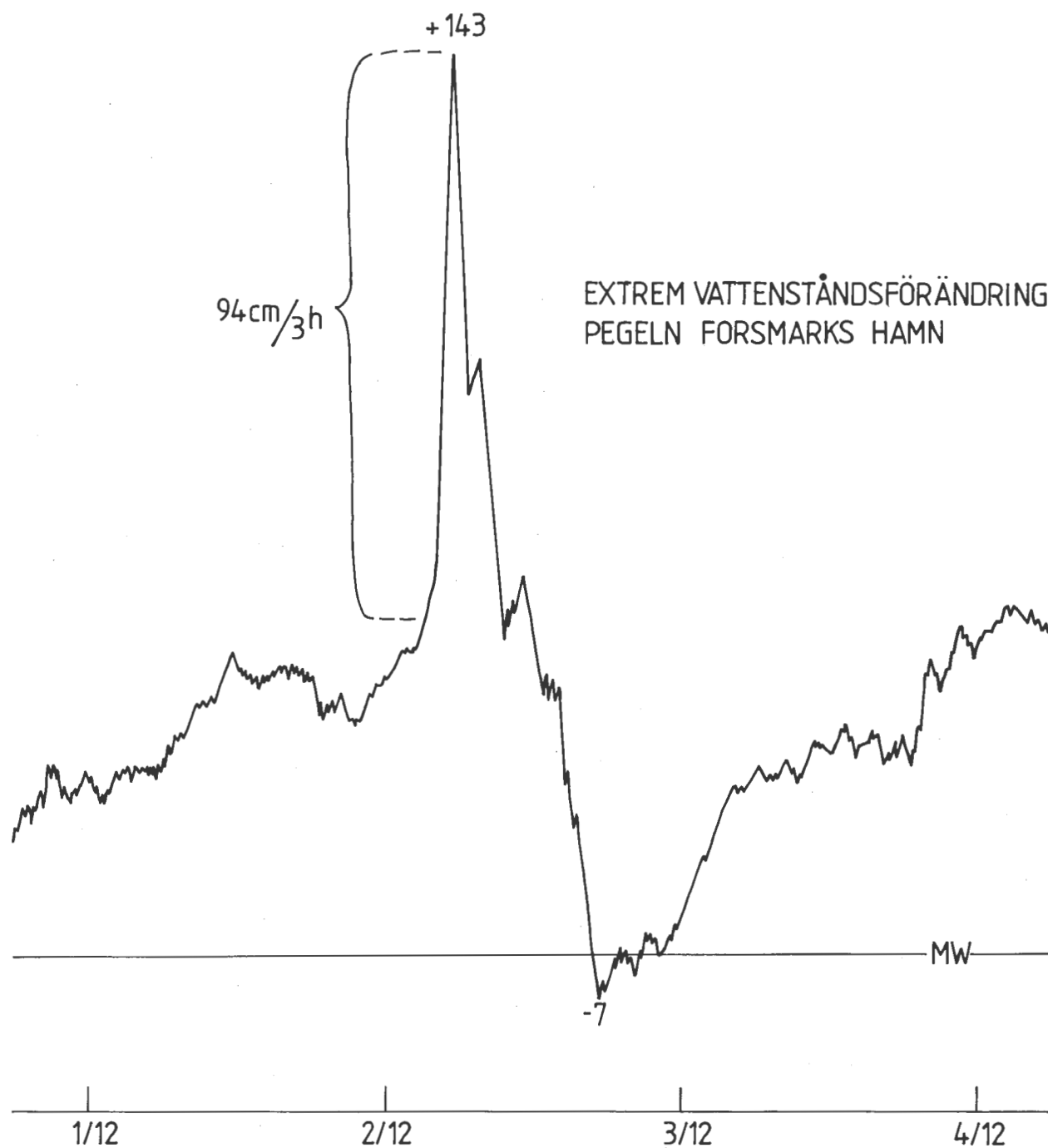
Det finns ett påtagligt samband mellan högvattenstånd och lågt lufttryck samt lågvattenstånd och högt lufttryck, vilket innebär att betydande fluktuationer i vattenståndet förekommer. Effekten av lufttrycksförändringar kan förstärkas av kraftiga vindar.

I samband med en lågtryckspassage över undersökningsområdet i början av december uppmättes det hittills högsta vattenståndet i Forsmark, + 143 cm över MW. Vattnet steg 94 cm /3 h, varav 68 cm/1 h och föll sedan 150 cm på 12 timmar (se figur 3 sid 11).

Med ledning av den långa mätserien av registreringar vid Björn (1891 - 1980) samt registreringar vid Forsmark perioden 1975 - 1980 har följande karaktäristiska vattenstånd beräknats.

	Forsmark	Björn
Högsta vattenstånd	+ 160 cm	+ 136 cm (år 1914)
Medelhögvattenstånd	+ 75 "	+ 73 "
Medelvattenstånd	+ 0 "	+ 0 "
Medellågvattenstånd	- 55 "	- 52 "
Lägsta lågvattenstånd	- 90 "	- 81 " (år1906)

Medelvattenytan för 1986 vid Forsmark har beräknats till nivån ca - 0.52 m i höjdsystem 1900 och ca + 0.04 m i höjdsystem 1970. Landhöjningskoefficienten har beräknats till ca 0.60 cm per år.



Figur 3

Vind och lufttrycks utveckling

	kl	lufttryck (mb)	vind (m/s)
Vind: Örskär	1 dec 13	1004.4	SSW 5
	16	1000.5	S 6
Lufttryck: Singö	19	996	SSW 12
	22	990	SSW 12
2 dec	01	983.4	SSW 14
	04	981	SW 15
	07	988.5	NW 23
	10	997	NW 21
	13	1003.4	NW 20

Analys av de långa observationsserierna av vattenstånd längs Sveriges kuster har gett vid handen, att årsmedelvattenståndens variationer väl beskrives av normalfördelningen, medan såväl årsmaximi- och årsmini-värden följer Gumbelfördelningen. Statistiska parametrar (årsmedelvärde och standardavvikelse) för årsmedel, årsmaximum och årsminimum för Björn i nedanstående tabell. Värdena är angivna i cm med medelvattenytan som referens.

Under förutsättning, att de funna fördelningsfunktionerna ovan är giltiga, kan vattenstånd med sannolikheter 1/100 och 1/1 000 beräknas från de statistiska parametrarna. Dessa extrapolerade sannolikhetsvärden ges för Björn. För Forsmark har värdena uppskattats med ledning av värdena för Björn.

	medelvärden	standardavv	H	H
	cm	cm	cm	cm
<u>Lägsta lågvattenstånd</u>				
Björn	- 52	10.1	- 93	- 111
Forsmark			- 100	- 120
<u>Medelvattenstånd</u>				
Björn	0	5.5	12.1	16.4
Forsmark				
<u>Högsta högvattenstånd</u>				
Björn	+ 73	18.0	+ 129	+ 162
Forsmark			+ 150	+ 190

Det uppmätta vattenståndet den 2 december 1986, + 143 cm, kan då jämföras med det värde på maximivattenstånd med sannolikheten 1/100 , + 150 cm, "Hundraårsvattenståndet", och det måste betraktas som extremt.

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 - 76.

1977-09-02

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

1979-12-09

Forsmarks kraftstation - oceanografiska undersökningar 1977 - 78.

1982-09-09

SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen 1979 - 81.

1985-01-15

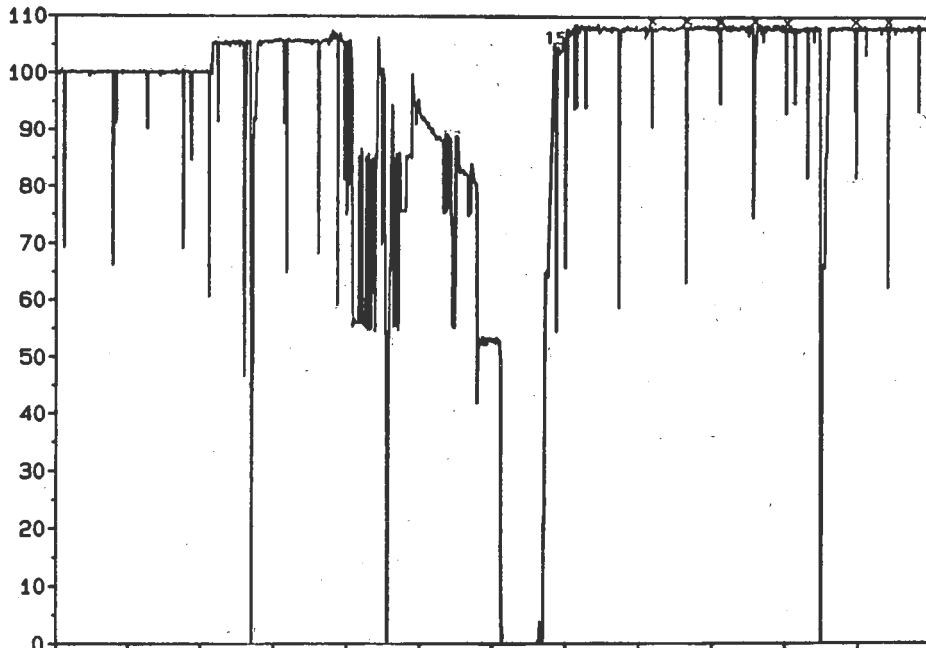
SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen perioden 1982 - 1983.

1986-04-22

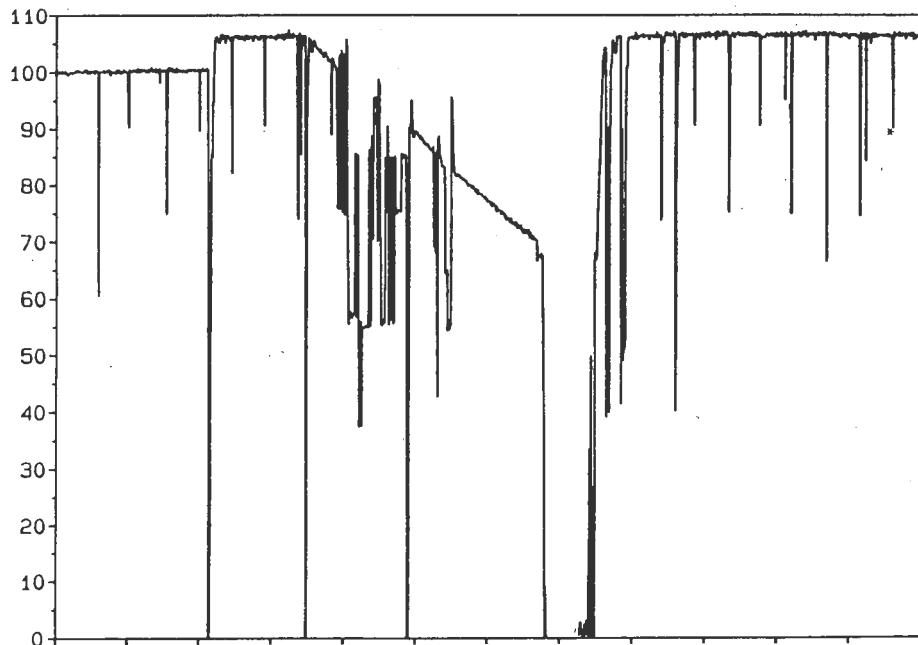
SMHIs undersökningar i Öregrundsgrepen perioden 1984 - 1985.
SMHI OCEANOGRAFI nr 4, 1986.

DRIFTHISTORIK

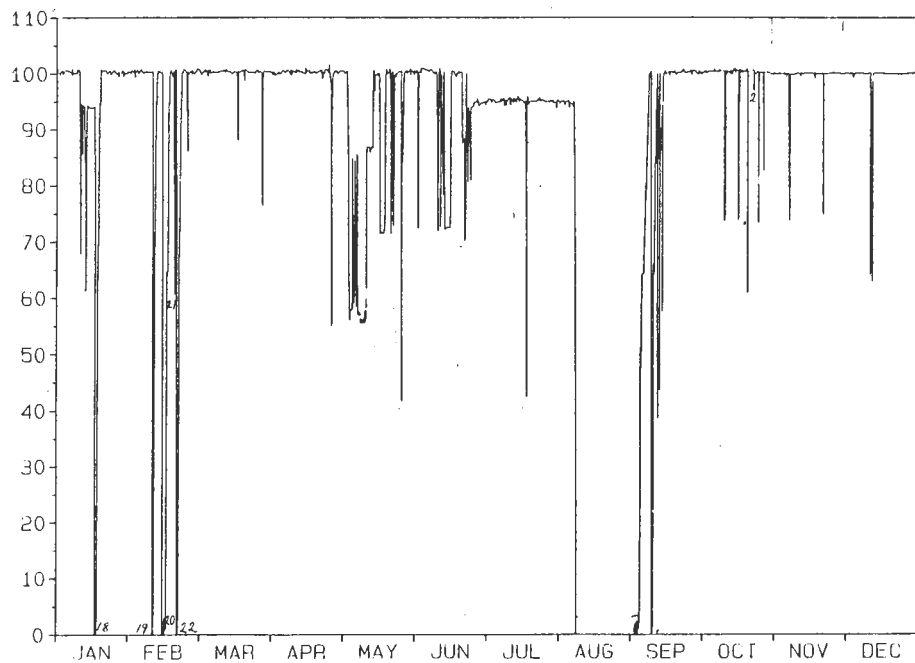
F 1



F 2

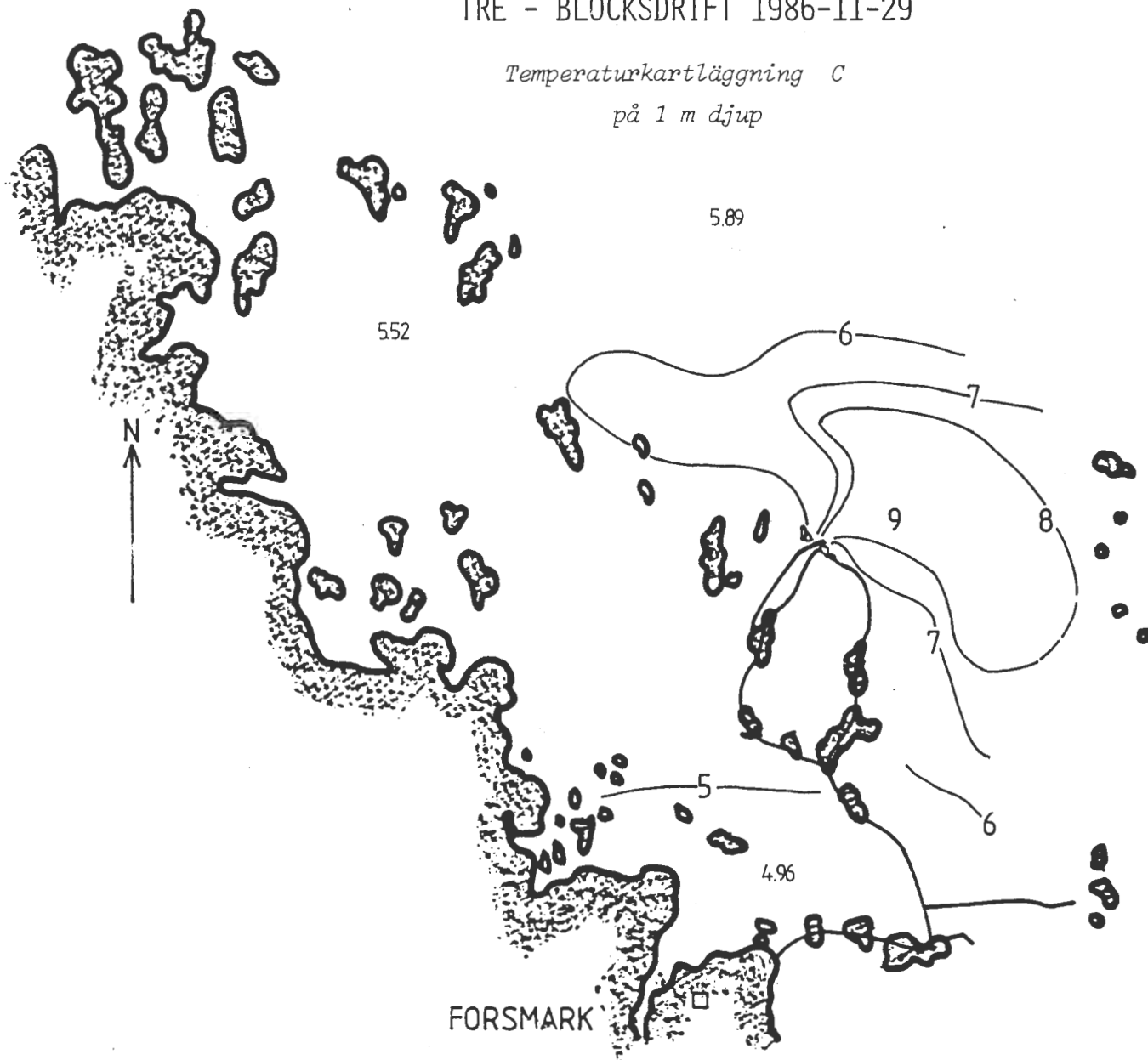


F 3



TRE - BLOCKSDRIFT 1986-11-29

Temperaturkartläggning C
på 1 m djup



Vindriktning: WSW

Reservutskovet öppet stängt

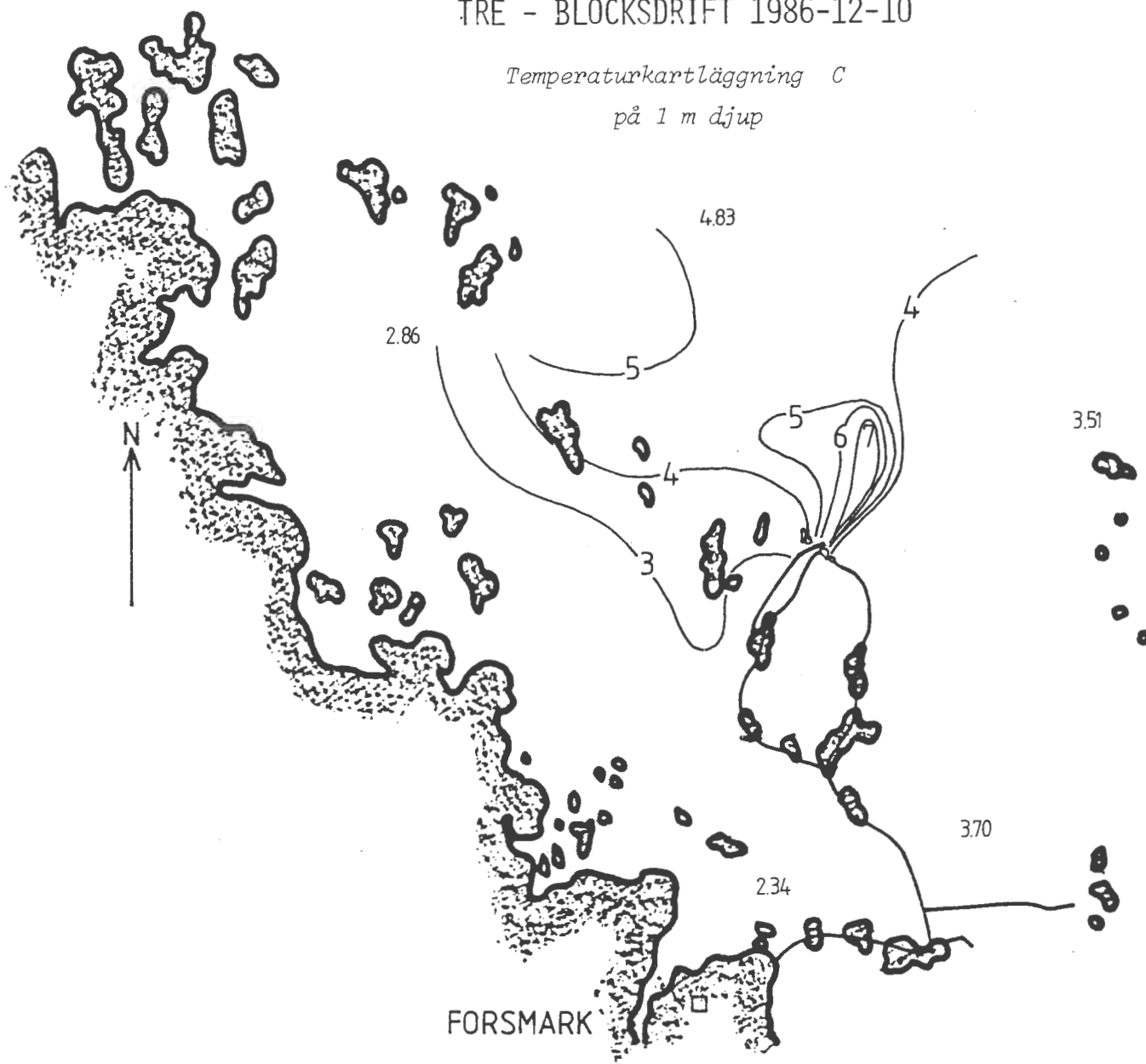
Vindhastighet: 13 m/s

Effekt F1 } 100 %
F2 }
F3 } 100 %

Skala 0 1 2 km

TRE - BLOCKSDRIFT 1986-12-10

Temperaturkartläggning C
på 1 m djup



Vindriktning: SW

Reservutskovet öppet stängt

Vindhastighet: 11 m/s

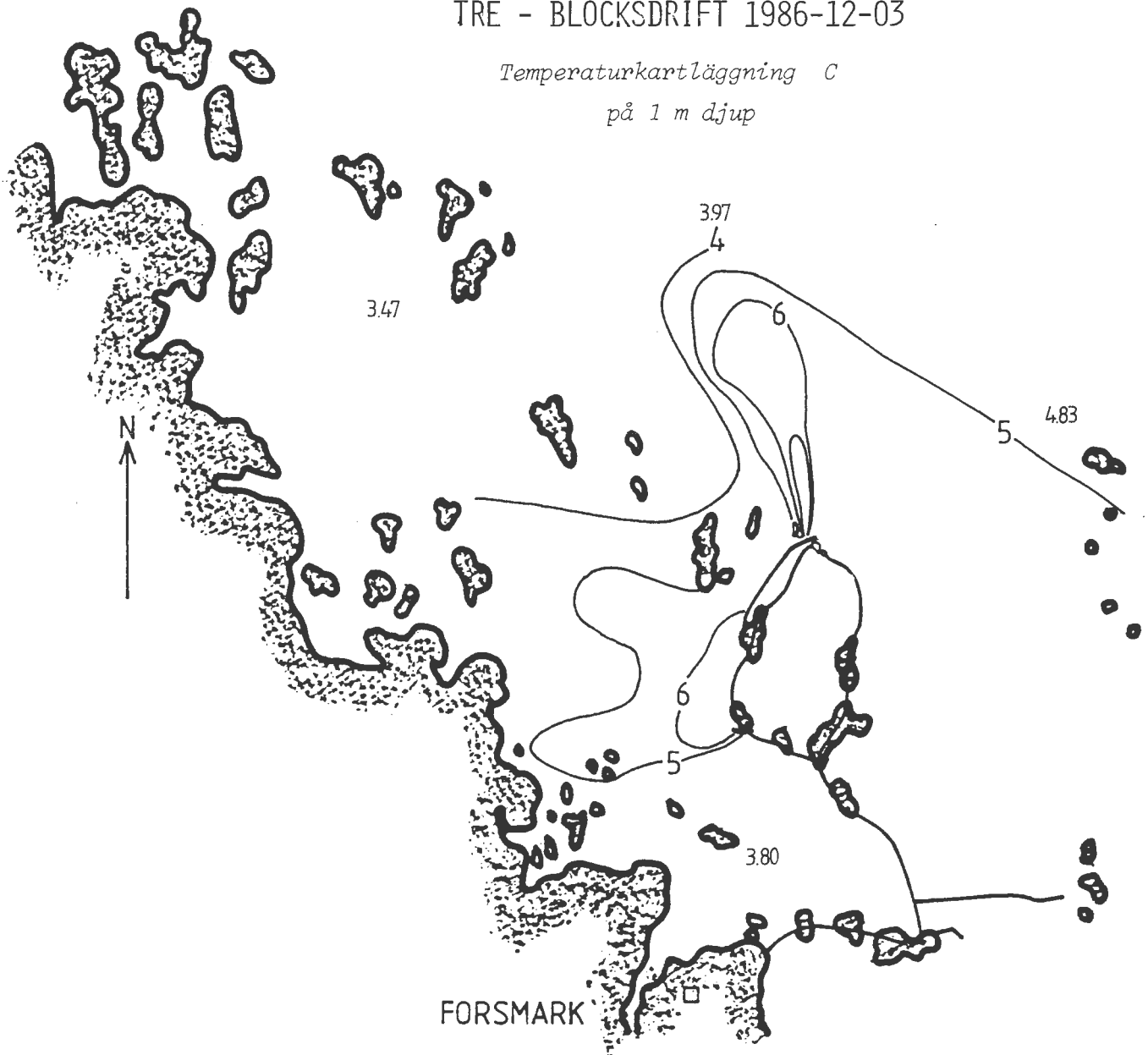
Effekt $\left. \begin{array}{l} F1 \\ F2 \\ F3 \end{array} \right\} 100\%$

Datum:

Skala $\overline{\quad\quad\quad}$ 0 1 2 km

TRE - BLOCKSDRIFT 1986-12-03

Temperaturkartläggning C
på 1 m djup



Vindriktning: SSE

Reservutskovet öppet stängt

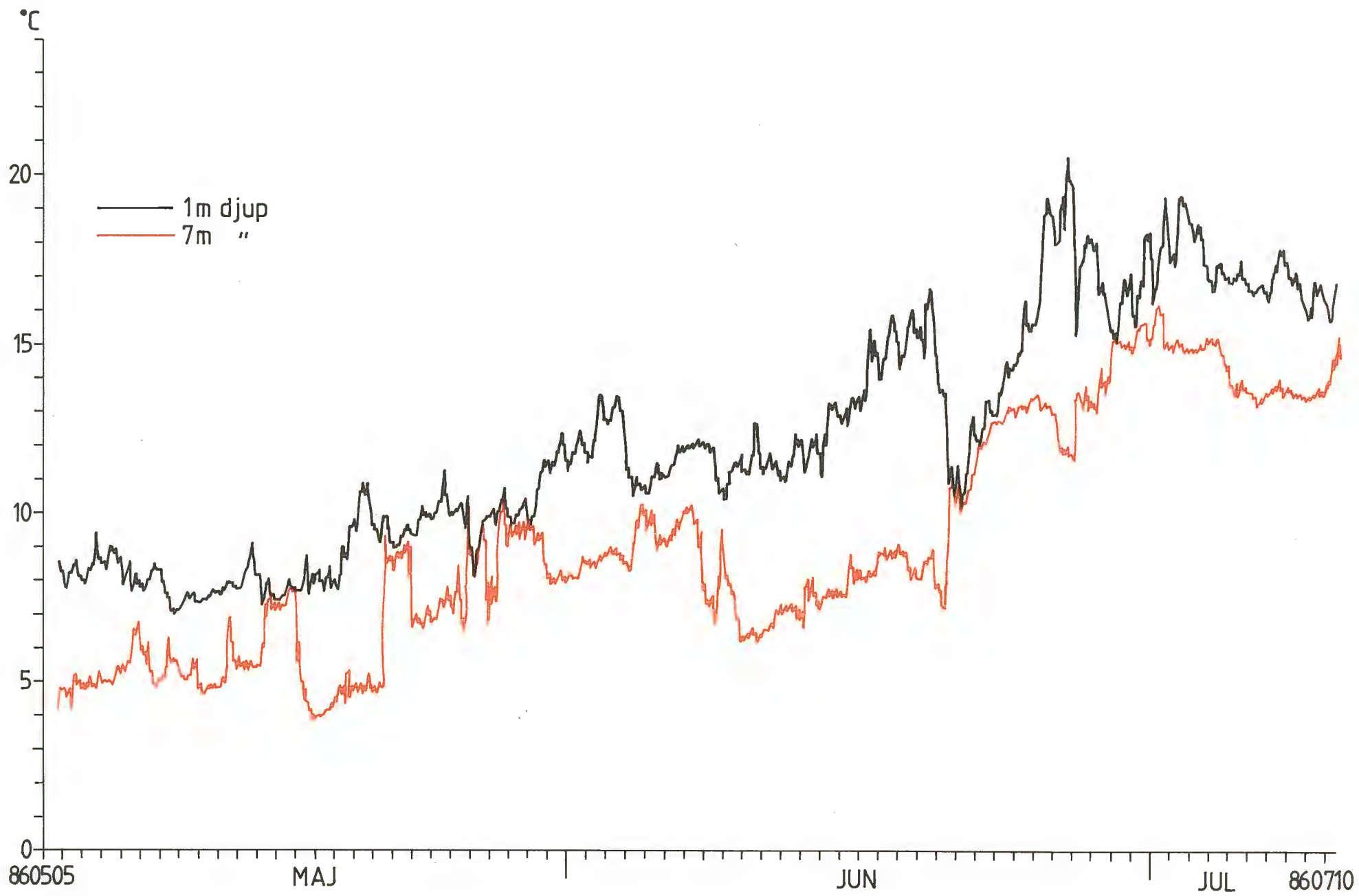
Vindhastighet: 9 m/s

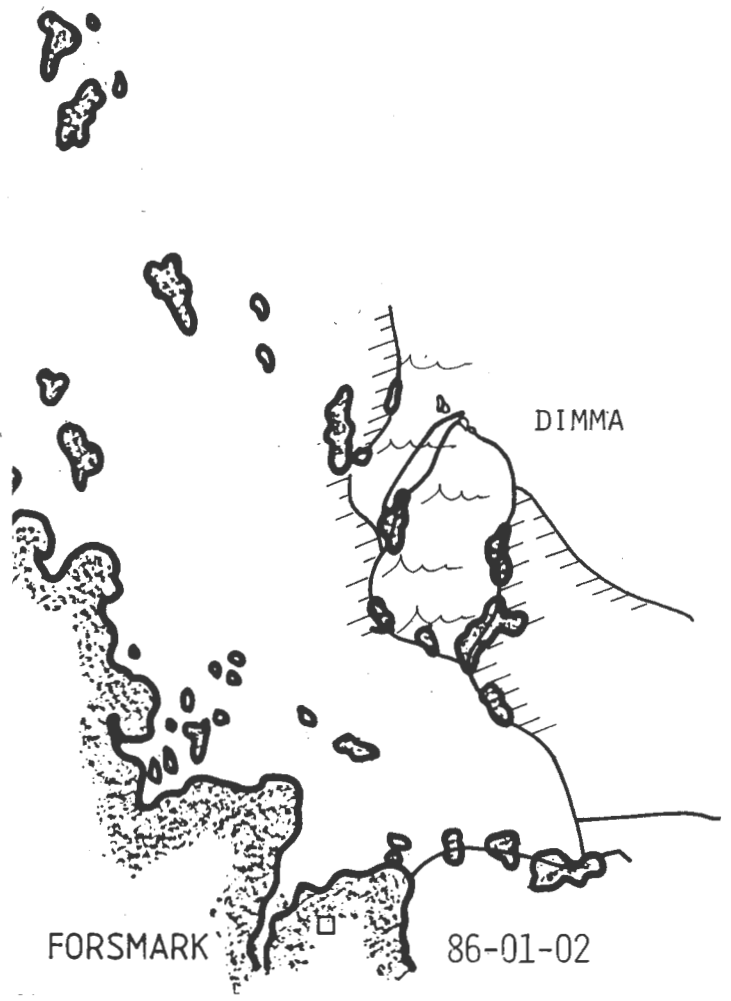
Effekt $\left. \begin{array}{l} F1 \\ F2 \\ F3 \end{array} \right\} 100\%$
 $\left. \begin{array}{l} F2 \\ F3 \end{array} \right\} 100\%$

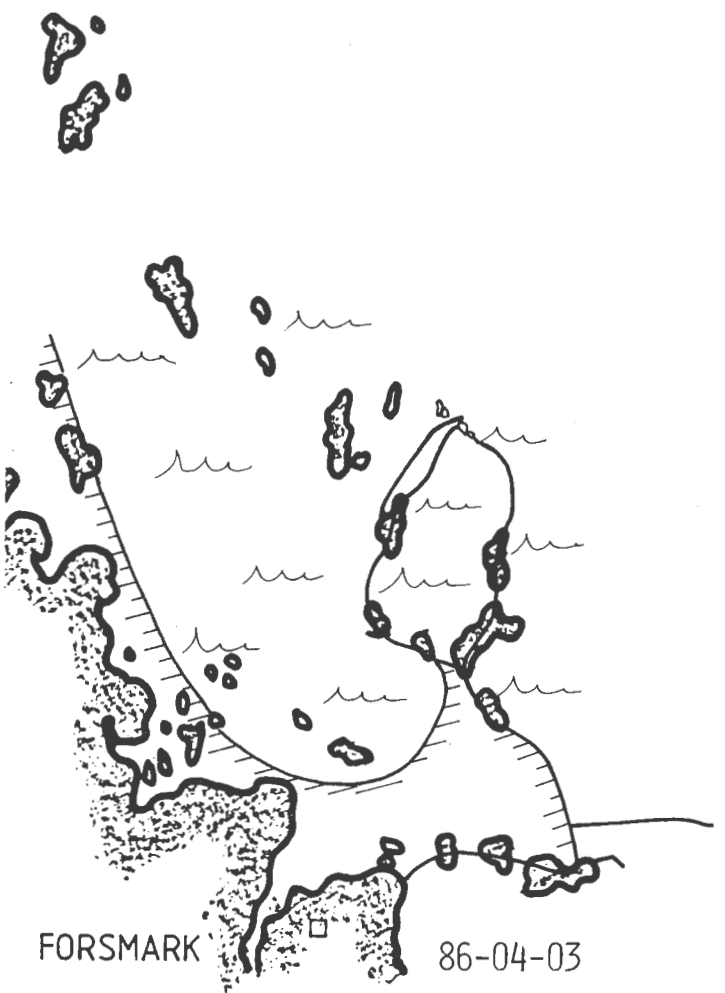
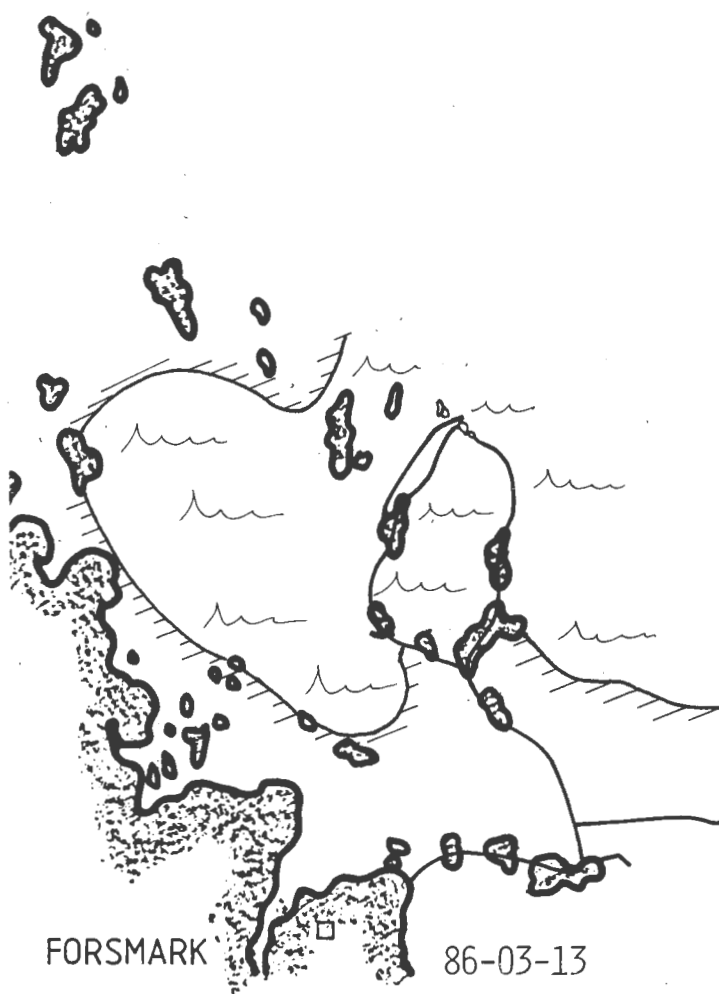
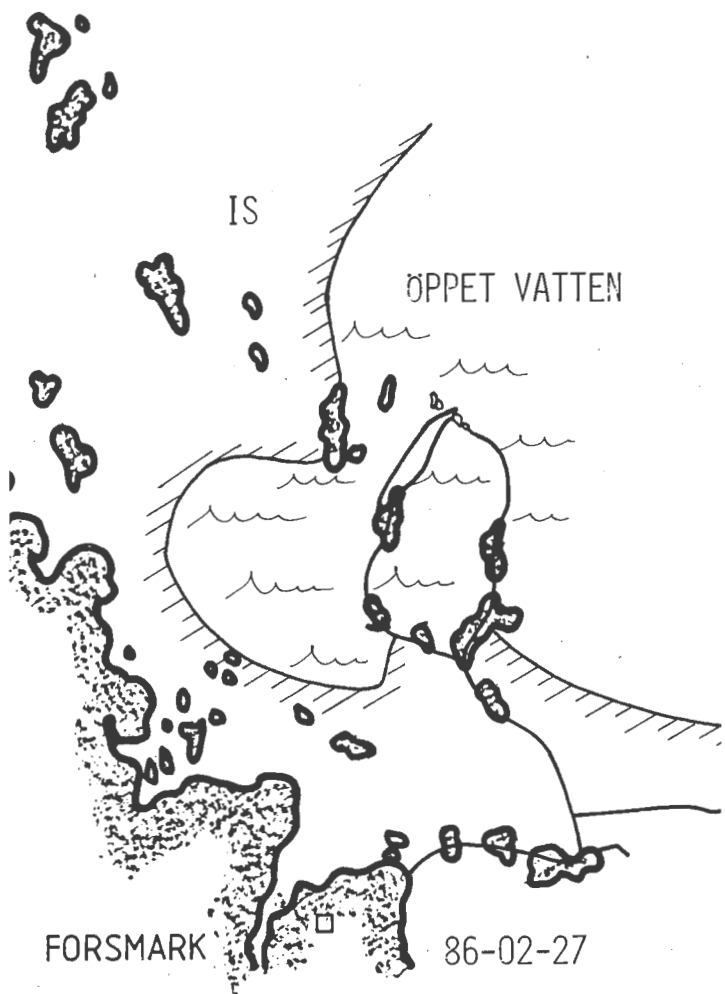
Skala 0 1 2 km

BIL.3

TEMPERATURFÖRLOPP VERTIKAL S

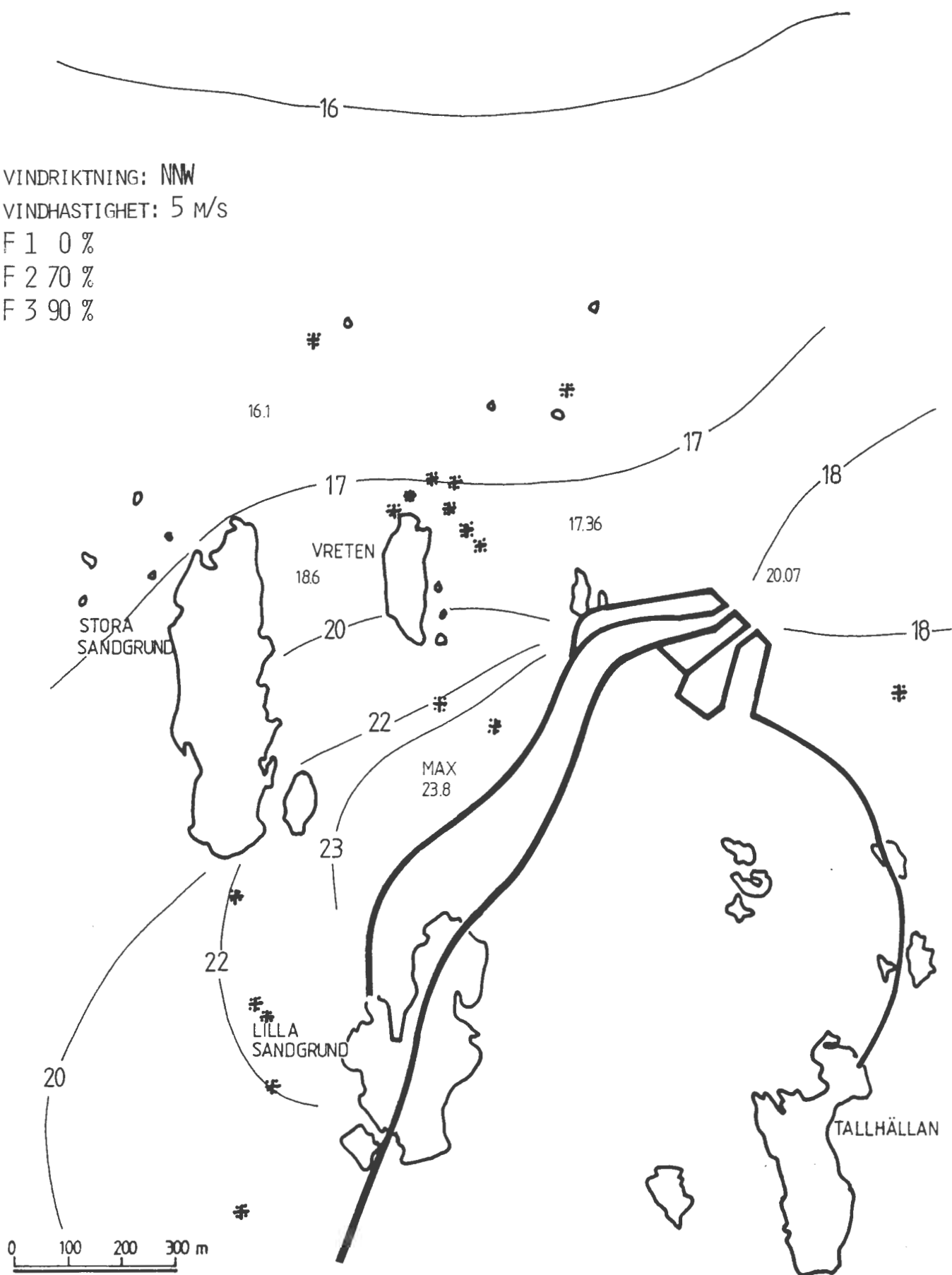






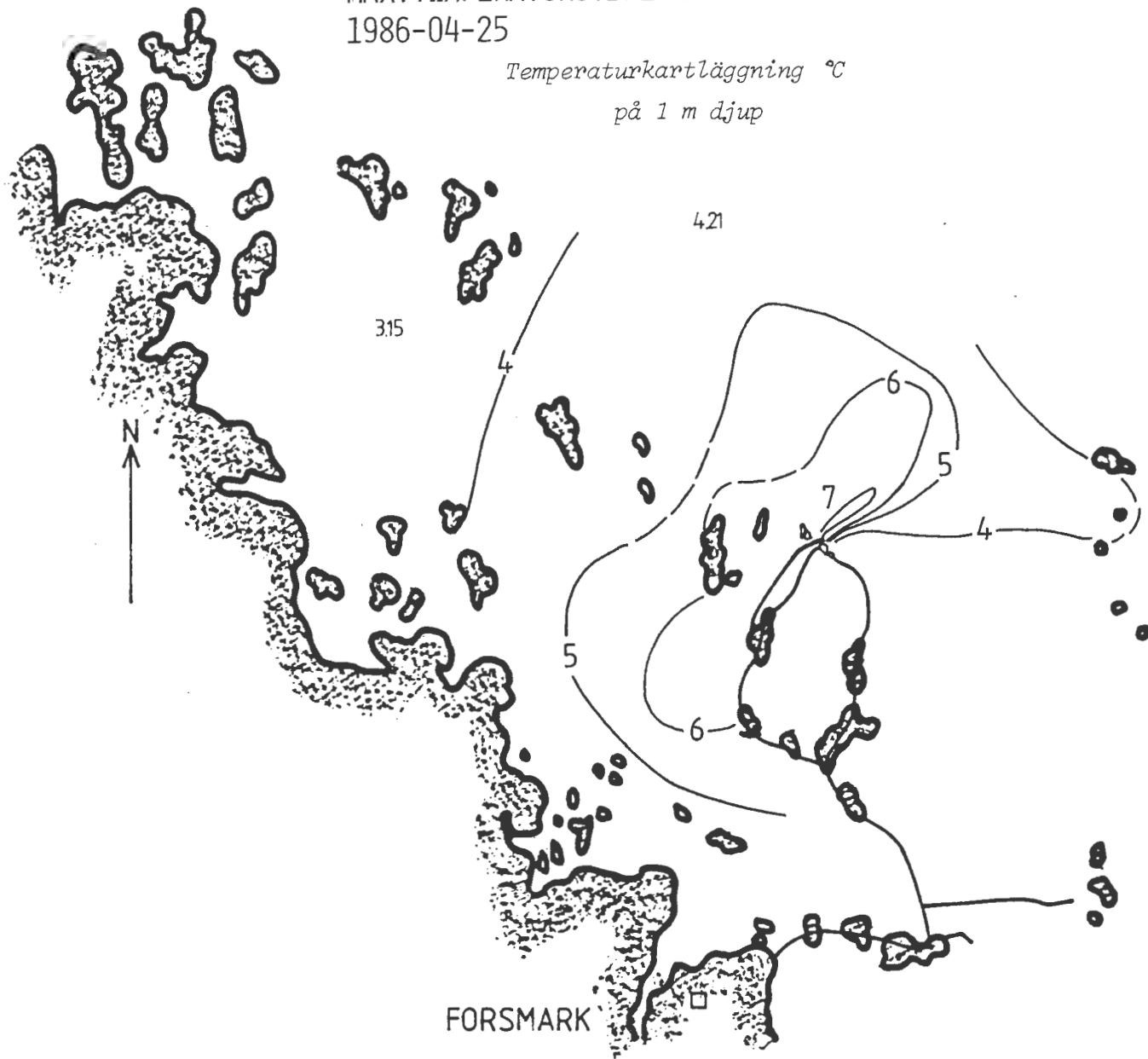
MAX. TEMPERATURER °C UNDER LÄCKAGET
1986-07-10

VINDRIKTNING: NNW
VINDHASTIGHET: 5 M/S
F 1 0 %
F 2 70 %
F 3 90 %



MAX. TEMPERATURUTBREDNING AV LÄCKAGET
1986-04-25

Temperaturkartläggning °C
på 1 m djup



Vindriktning: NE

Reservutskovet öppet stängt

Vindhastighet: 3 m/s

Effekt F1 } 95 %
F2 }
F3 100 %

Skala 0 1 2 km

YTTEMPERATURER UNDER F 3:s REVISIONS-
PERIOD 1986-08-22

VINDRIKTNING: VÄXLANDE

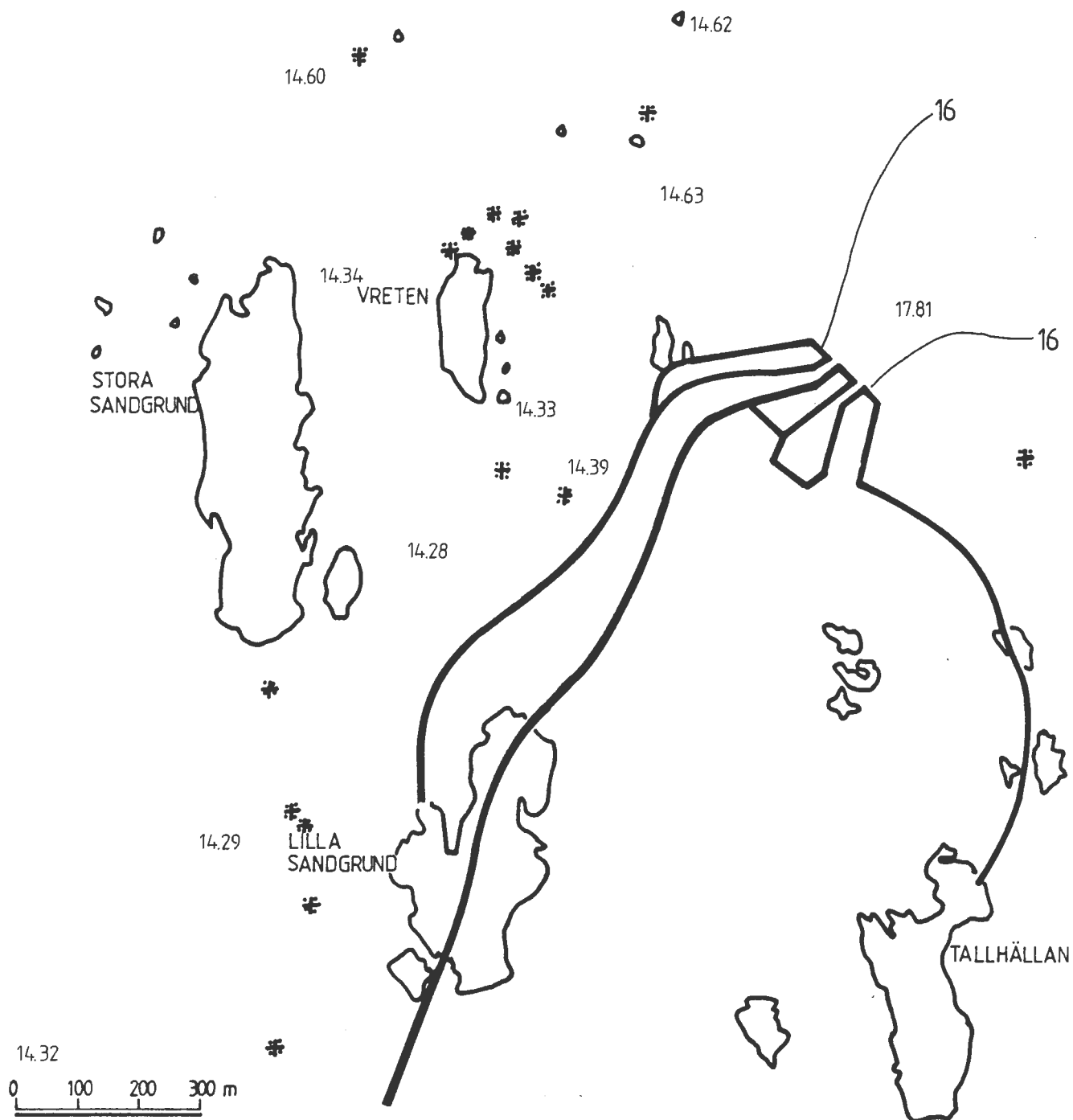
VINDHASTIGHET: 2-3 m/s

F 1 100 %

F 2 70 %

F 3 0 %

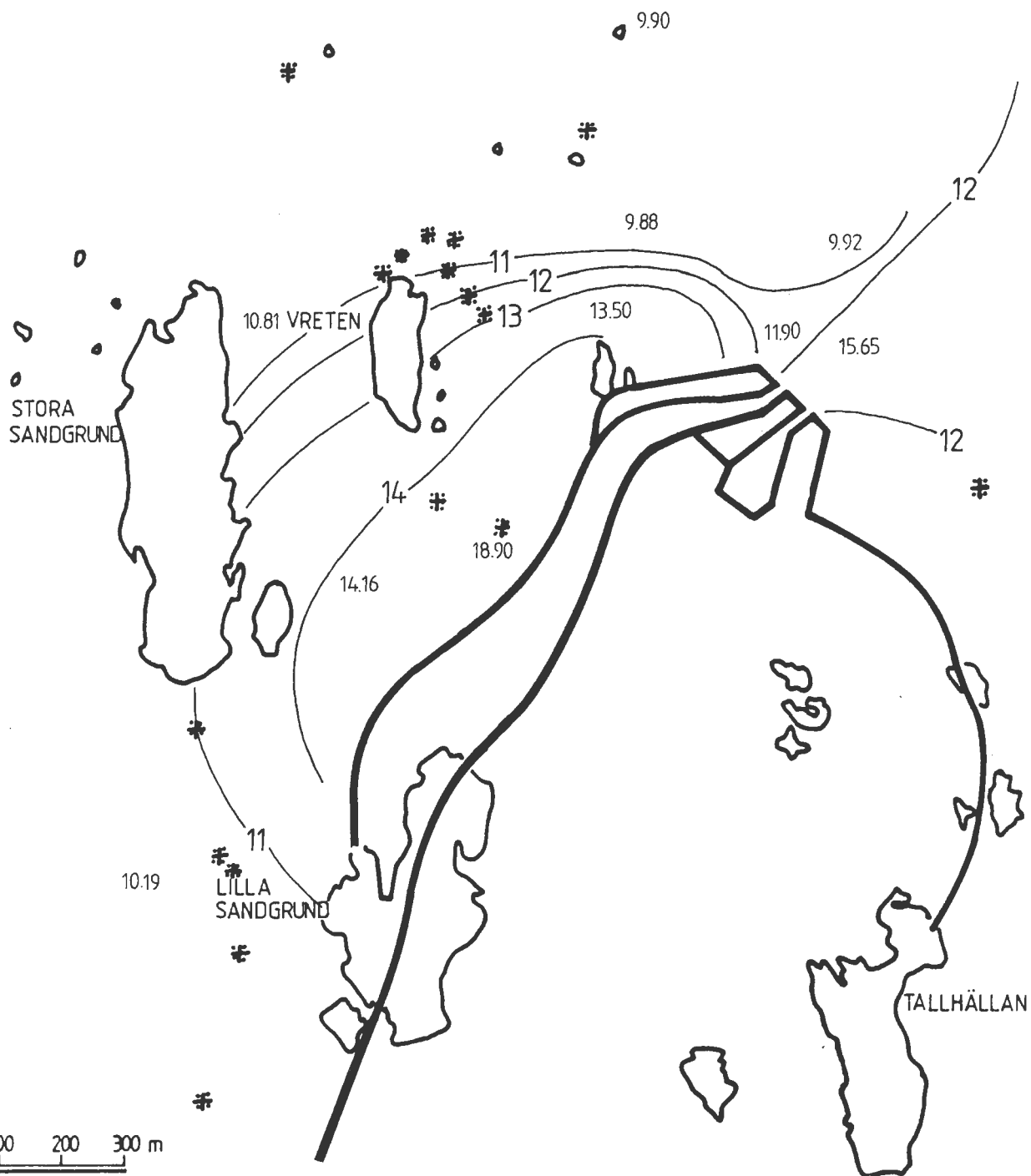
14.61

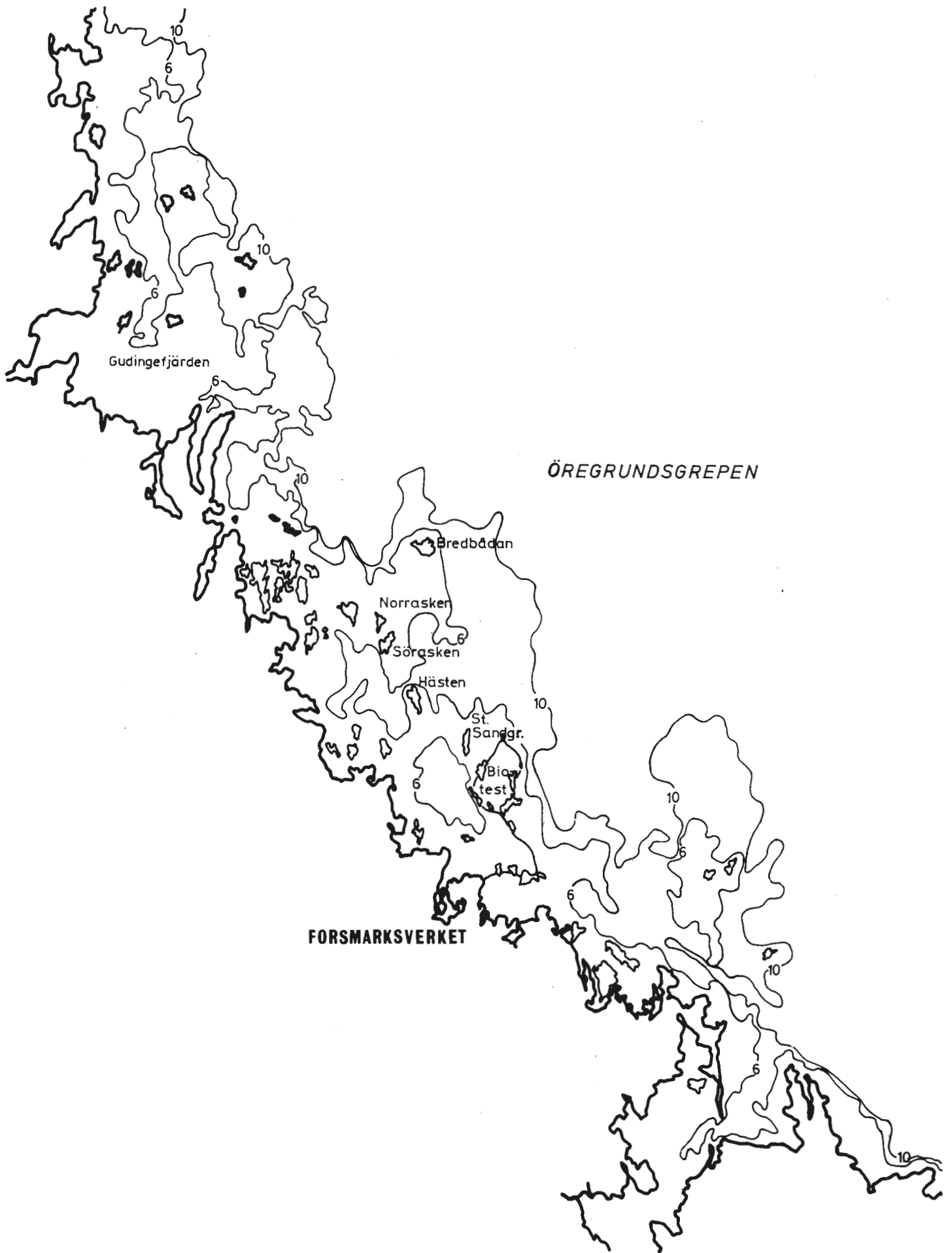


YTTEMPERATURER EFTER F 3:s REVISIONS-
PERIOD 1986-09-23

VINDRIKTNING: NW
 VINDHASTIGHET: 7 M/S
 F 1 100 %
 F 2 100 %
 F 3 100 %

9.96







Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 8000. Telex 64400 smhi s.