

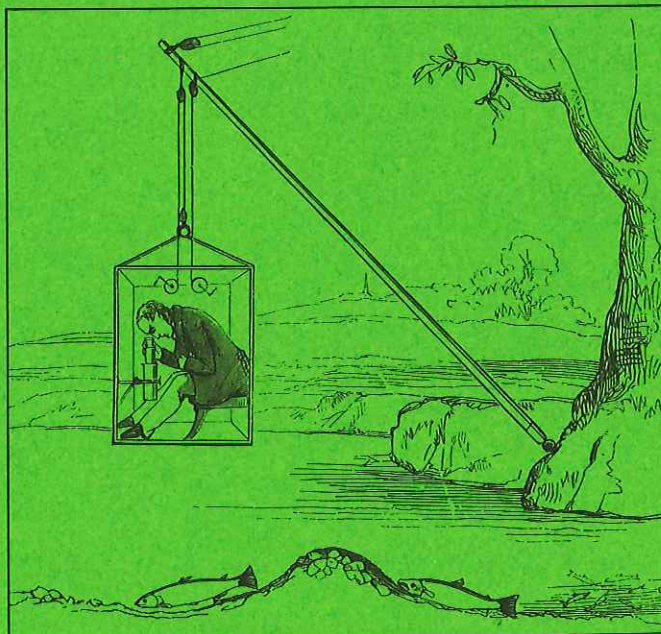
28 NOV 1979

DIARIEBETECKNING

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



HÅKAN WESTERBERG

Observationer av glasål i varmvatten-
utsläpp från kärnkraftverk

OBSERVATIONER AV GLASÅL I VARMVATTENUTSLÄPP FRÅN KÄRNKRAFTVERK

Håkan Westerberg

INLEDNING	2
METODER	2
RESULTAT	3
Försök I	3
Försök II	3
Försök III	4
DISKUSSION	4
LITTERATUR	6
SUMMARY: ELVERS IN THE THERMAL DISCHARGE OF A NUCLEAR POWER PLANT	6

RESULTAT

Den vanligaste hydrografiska situationen vid Barsebäcksverket är att ytströmmen sätter norrut och pressar varmvattensplymen längs kusten. Genom att det är grunt vid utsläppet blir initialblandningen med kallt vatten liten, och övertemperaturen i plymen är fortfarande 4-5 grader efter den första turbulenta delen av utbredningen; till cirka 500-1 000 m från mynningen. Längre nedströms advekeras varmvattnet utan väsentlig blandning och temperaturen sjunker långsamt, temperaturgradienten är av storleksordning 1 grad/km längs stranden. Det bildas en relativt skarp front mellan Öresundsvattnet i söder och väster och varmvattensplymen. Vid de tre nätter jag gjorde observationerna var varmvattensutbredningen den beskrivna. Under dagen före det första observations-tillfället hade emellertid strömmen varit sydgående, så att det fanns varmvatten även söder om utsläppet fram till kl 23.

Observationer gjordes 11-12 maj 1976 (I), 28-29 maj 1976 (II) och 6-7 april 1978 (III). Vid det första tillfället var det nära fullmåne, de andra två studierna gjordes kring månens nytändning. Någon skillnad i ålarnas beteende beroende på månfas observerades inte. Vid samtliga tillfällen var vinden svag, cirka 5 m/s, mellan N och NV. I Tabell 1 presenteras data från samtliga observationspunkter.

Försök I

Strömhastigheterna är skattningar utan direkta observationer, men anpassade efter de strömmätningar som gjordes under försök II och III. På grund av den sydliga utbredningen av varmvattnet vid försökets början hamnade samtliga stationer utom nr 10 inne i varmvattensplymen. Fig. 1 visar observationspunkternas lägen och varmvattnets ungefärliga utbredning efter kl 23. Två glasålar fångades in och mättes, de hade följande data:

Längd mm	Vikt g	Pigmentering, klassifikation enligt Bertin 1956
64	0.18	VI A _I
70	0.23	V B

Försök II

Fig. 2 visar observationspunkternas positioner och varmvattensplymens utbredning. Förutom ankarstationerna drev jag runt med lampa och undervattenskikare i varmvattenströmmen för att studera fisklivet. Det var gott om fisk i den mindre våldsamt strömmande delen av varmvattnet. Abborre, torsk och sarv dominerade. Stim av abborre samlade sig just i kanten av den jetstråle som bildas nära utsläppspunkten. Under skymningen försökte jag finna glasål i kanalen till kylvattensintaget, dock utan framgång (station 0, Fig. 2).

Följande natt gjorde jag ett försök att kartlägga glasålsförekomsten i Saltviken, som ligger omedelbart söder om Barsebäck och i vilken det mynnar en liten å. Det var nära strömstilla, varför tekniken med ankarstationer inte var användbar. I stället stakade jag runt med lampan tänd. Den yta som avsöktes på detta sätt var uppskattningsvis 3 000-6 000 m². Försöket avbröts då lampan fallerade efter några timmar, inga glasålar hade då observerats.

Försök III

Vid detta experiment var glasålstätheten 10-50 gånger större än vid de tidigare tillfällena. Osäkerheten och variationen i uppskattningarna av individtäthet är därför mindre, och ett försök att visa koncentrationsfördelningen av glasål och temperaturfältet har gjorts i Fig. 3.

Termistorsonden fungerade inte på de första 5 stationerna. Dock gäller att station 4 låg utanför den synliga fronten mellan varmt och kallt vatten.

För att undersöka maginnehållet hos eventuella predatorer gjordes försök med dynamitfiske morgonen efter undersökningen. Cirka 10 laddningar i och kring kylvattenplymen gav totalt 2 öringar, på 1.4 resp 0.4 kg. Ingen av dem hade glasål i magen.

DISKUSSION

Ett sätt att syntetisera resultaten är att normalisera observationerna av individtäthet och yttemperaturer så att de olika undersökningstillfällena går att direkt jämföra. Glasålskoncentrationen har normaliserats med den maximala observerade tätheten vid varje försök. Temperaturen har räknats om till övertemperatur relativt temperaturen i det omgivande ytvattnet och normaliserats med den maximala observerade övertemperaturen, d v s temperaturen i jetstrålen nära utsläppet. Observationerna har sedan sorterats i 10% intervall efter relativ övertemperatur och medelvärdesbildats. Resultaten ges i Tabell 2 och Fig. 4.

Det framgår då klart att individtätheten ökar mot ökande temperatur. Vid den högsta övertemperaturen sjunker koncentrationen emellertid till mindre än hälften av den maximala. Detta förklaras av att vattnet vid den högsta övertemperaturen också har högst hastighet, och att glasålar inte förmår simma mot den starka strömmen. De ålar som ändå observeras i jetstrålen har förts in genom blandning.

Resultaten kan inte entydigt tolkas som en effekt av temperaturen, eftersom det finns en korrelation mellan hastighet och övertemperatur. Samma bild skulle uppstå genom en anlockning till starkt strömmande vatten. Att glasål visar en utpräglad rheotaxi är välkänt, ålyngelsamlare fungerar t ex genom anlockningen till strömmande vatten. För att avgöra tempe-

raturens del i beteendet borde man göra fler observationer i den del av varmvattensplymen som rör sig med det omgivande vattnet utan eget hastighetstillskott. Station 6 vid försök III är exempel på en sådan observation, och individtätheten där antyder att temperaturen har en lockande effekt i sig.

Glasålskoncentrationen i det omgivande vattnet är alltför ofullständigt kartlagd. De flesta observationer är 0-mätningar och ger bara upplysning om hur stor individtätheten maximalt kan ha varit. Anrikningen i varmvattnet blir härigenom svår att beräkna. En faktor 10 torde vara minimum, eventuellt är anrikningen väsentligt större.

Vid försök III kan totala antalet glasålar inne i varmvattensplymen beräknas, och man får en uppskattning mellan 10^5 och 10^6 individer. Detta kan jämföras med Lindquists beräkningar av transporten av glasål i Jutska strömmen (Lindquist 1976). Medelvärdet av hans observationer visar att $0.6 \cdot 10^6$ glasålar/dygn fraktas in mot västkusten. Denna siffra är i sig mycket osäker, och det är dessutom oklart hur stor andel av dessa ålar som fortsätter söderut in i Kattegatt. Huvuddelen av Jutska strömmen går genom Skagerack och ut längs norska sydkusten. Det är föga troligt att mer än 10% av transporten skulle fortsätta mot söder. Om vi antar att insteget håller på under 3 månader innebär detta att mellan 2 och 20% av årets hela glasålmängd till Kattegatt och Östersjön skulle ha befunnit sig i varmvattenutsläppet vid Barsebäck vid detta tillfälle.

Predationen lokalt i varmvattnet kan mot bakgrund av detta ha stor betydelse. Abborre och andra fiskar tycks jaga i utkanten av varmvattenstrålen, och många fåglar samlar sig i varmvattnet. Förhållandet utanför ett kärnkraftverk är dessutom speciella när det gäller predation från fåglar, eftersom den starka artificiella belysningen tillåter t ex måsar att plocka glasål som normalt vore skyddade av mörkret.

Det finns flera svårigheter och osäkerhetsfaktorer vid kvantitativa observationer av individtäthet. För att tekniken med ankarstationer och lampa skall ge säkra resultat måste vattnet hinna passera en lång sträcka under varje mätning, vilket gör metoden långsam. Ett problem blir då att glasålarna endast uppträder under de mörkaste timmarna, och att en tidsberoende koncentrationsvariation kan misstolkas som en rumsvariation om mätningarna inte sker samtidigt på stationerna. Vid de beskrivna mätningarna upptäcktes också enstaka glasålar nere i vattnet. Det är inte självklart att antalet glasålar vid vattenytan återspeglar totala antalet i hela vattenpelaren. Observationsmetoden skulle kunna vara missvisande om det t ex finns en tendens hos ålarna att röra sig nära vattenytan i varmt vatten och djupare ner i kallt vatten.

Det vore av värde att göra en noggrannare kartläggning av glasålskoncentrationen i varmvattenutsläppet och att samtidigt göra en i ett opåverkat, närbeläget område, t ex utanför Vikhög. Om glasålarna uppträder i samma koncentration på alla avstånd från land eller om de rör sig företrädesvis i strandzonen är okänt och borde undersökas för att bättre kunna bedöma betydelsen av varmvattenutsläppen.

LITTERATUR

- Bertin, L. 1956. Eels, a biological study. Cleaver-Hume Press. London. 192 p.
- Lindquist, A. 1976. Observations on glass eels in the Skagerak and Kattegat. Medd.Havsfiskelab., Lysekil 201. 7 p.
- Tesch, F.-W. 1973. Der Aal. Verlag Paul Parey. Hamburg och Berlin. 306 p.

SUMMARY: ELVERS IN THE THERMAL DISCHARGE OF A NUCLEAR POWER PLANT

A pilot study on the occurrence of elvers in the thermal discharge at Barsebäck in the Sound was made during 1976 and 1978. Estimates of the density of elvers were made visually. Fig. 4 shows the observed relation between a nondimensionalised elver density and the excess temperature. It is evident that the elvers congregate in the plume. The decrease in density at the maximum temperature is explained by the high velocity, which prevents the eels from entering the core of the discharge jet.

The total number of elvers in the warm water was computed and compared to estimates of the immigration from the North Sea. It is found that the elvers that are present at a single instant in the thermal discharge are of the order of magnitude 10 per cent of the total yearly immigration of elvers to the Kattegatt and the Baltic.

Tabell 1. Observationsdata

Datum	Station	Tid	Mättid min	Temp. °C	Ström cm/s	Obs. area m ²	Antal	Individer/10 ³ m ²
760511	1	2100		10.2				
	2	2110	45	11-14	5	540	3	5.6
	3	2205	20	10-15	50	2 400	35	15
	4	2230	25	12-14	20	1 200	10	8.3
	5	2305	20	16.5	10	480	4	8.3
	6	2330	10	16.1	5	120	0	8
	7	2345	15	15.8	10	360	2	5.6
760512	8	0005	15	10-15	10	360	2	5.6
	9	0030	5	16.0	50	600	6	10
	10	0040	15	9.0	10	360	0	3
760528	1	2215	30	10.9	15	1 080	0	1
	2	2255	25	17.7	33	1 800	3	1.7
	3	2330	30	10.5	14.5	1 040	0	1
760529	4	0005	25	10-14	21	1 260	5	4.0
	5	0035	25	17.5-18	21	1 260	6	4.8
	6	0115	10	15.1	5	120	1	8.3
	7	0135	25	17.0	7	420	0	2
	8	0210	15	18.0	45	1 620	0	0.6
780406	1	2115				25	7	280
	2	2125				25	2	80
	3	2140				50	2	40
	4	2215				50	0	20
	5	2225	8		13	190	9	47
	6	2355		7.4		25	2	80
780407	7	0015		6.5		25	3	120
	8	0025		6.3		25	3	120
	9	0030		8.7		25	7	280
	10	0040		8.0		25	6	240
	11	0050		8.3		25	6	240
	12	0100	1	7-9	65	80	9	110
	13	0115	9	4.4	13	170	3	18

Tabell 2. Sammanställning av alla observationer efter temperaturintervall. Normaliserad glasålskoncentration

% av maximal övertemperatur, intervall	Antal obser- vationer	% av maximal individtäthet, medelvärde
0- 10	1	6
11- 20		
21- 30		
31- 40		
41- 50	3	45
51- 60		
61- 70	4	55
71- 80	3	74
81- 90	1	86
91-100	9	42 (± 32)

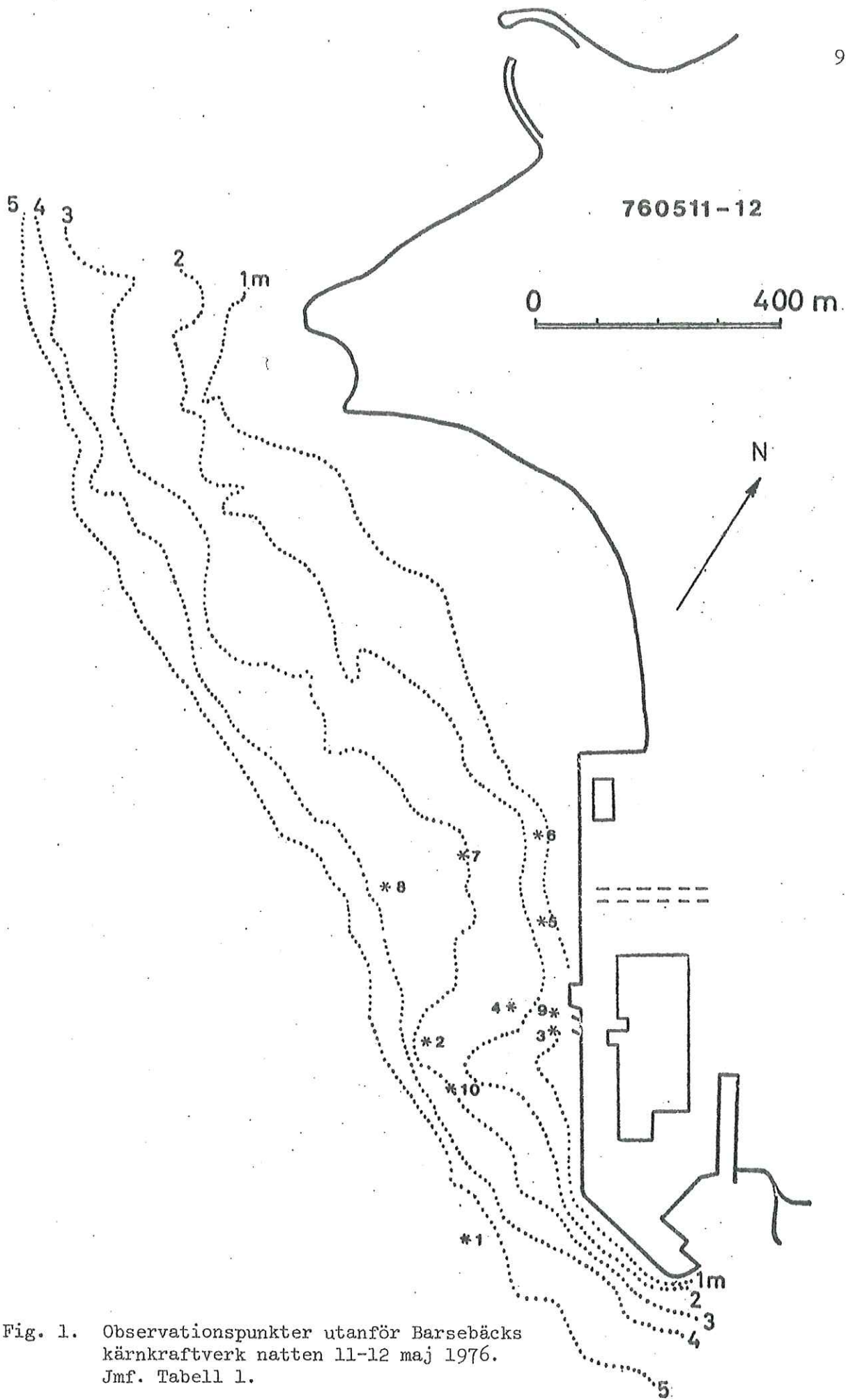


Fig. 1. Observationspunkter utanför Barsebäcks kärnkraftverk natten 11-12 maj 1976. Jmf. Tabell 1.

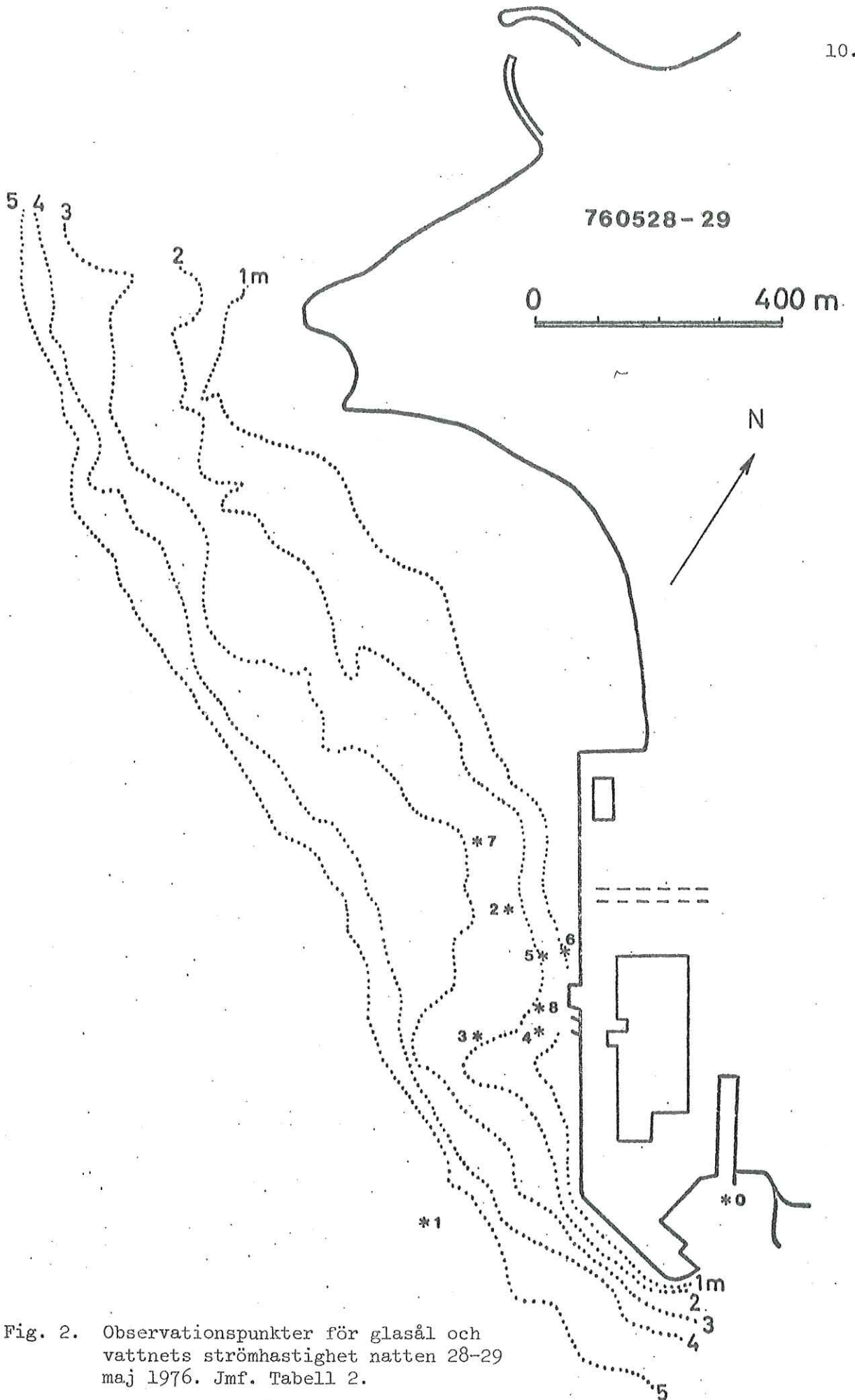


Fig. 2. Observationspunkter för glasål och vattnets strömhastighet natten 28-29 maj 1976. Jmf. Tabell 2.

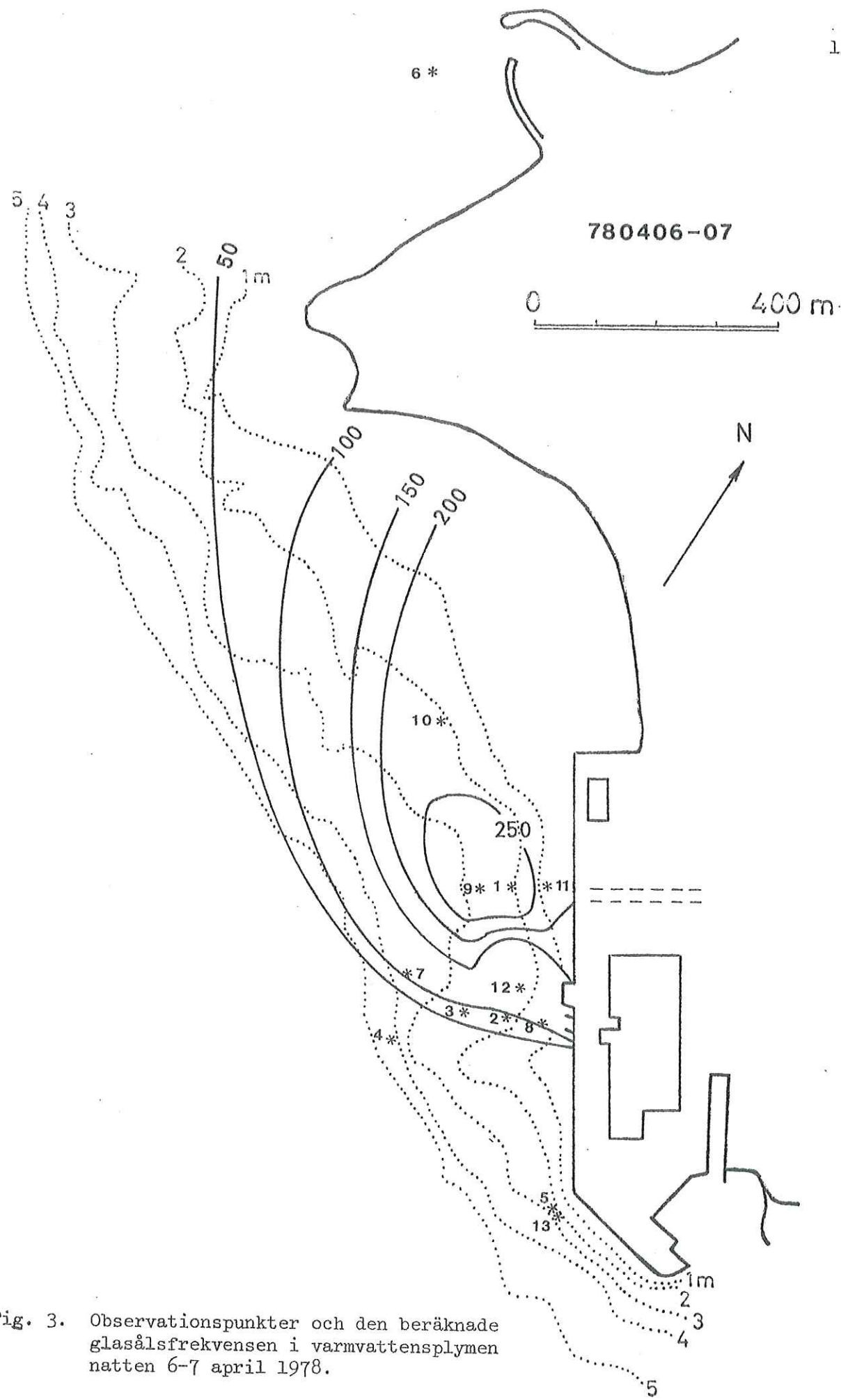


Fig. 3. Observationspunkter och den beräknade glasålsfrekvensen i varmvattensplymen natten 6-7 april 1978.

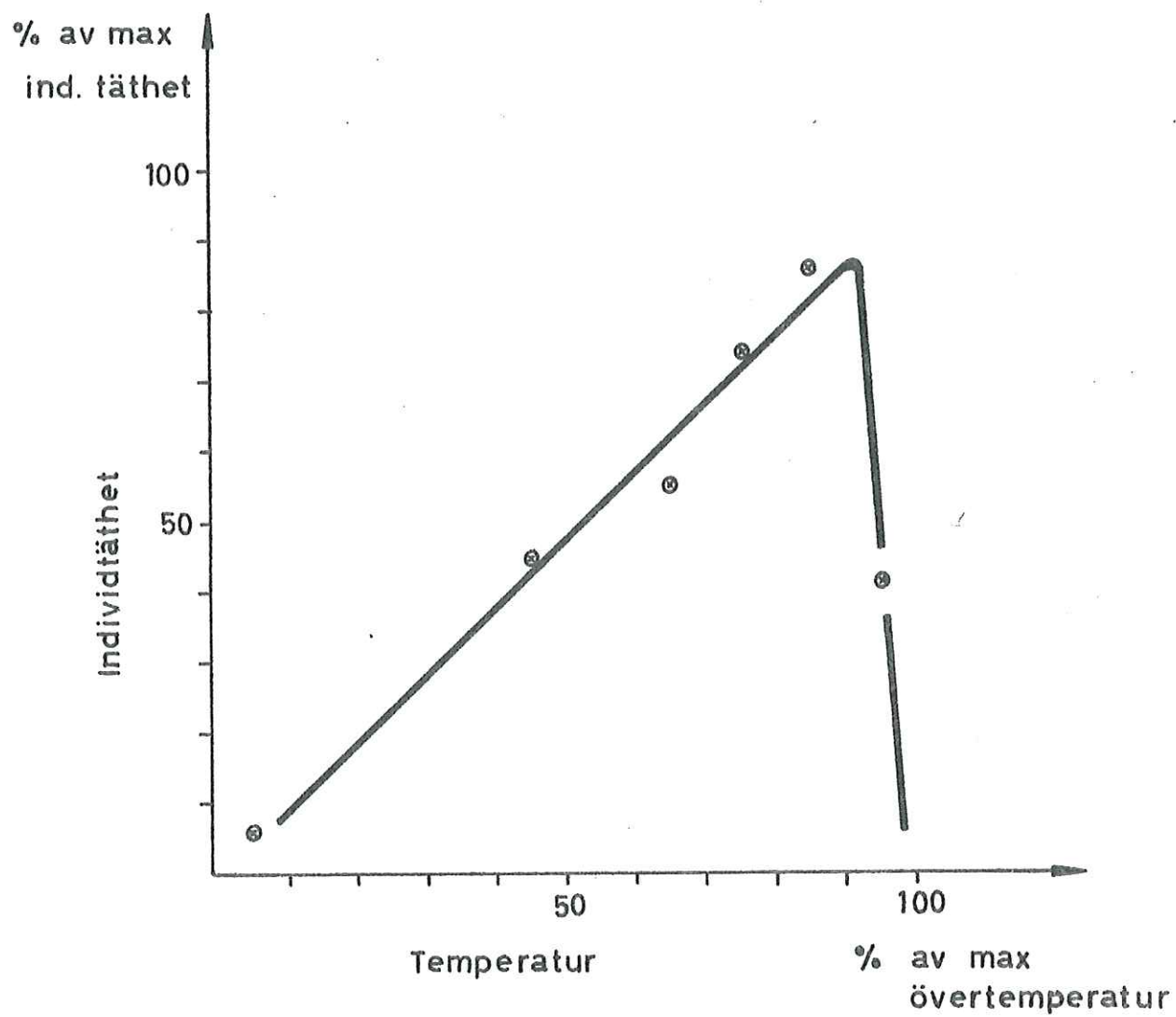


Fig. 4. Medelvärden av de observerade glasålskoncentrationerna som funktion av temperaturen. Icke-dimensionerade variabler.