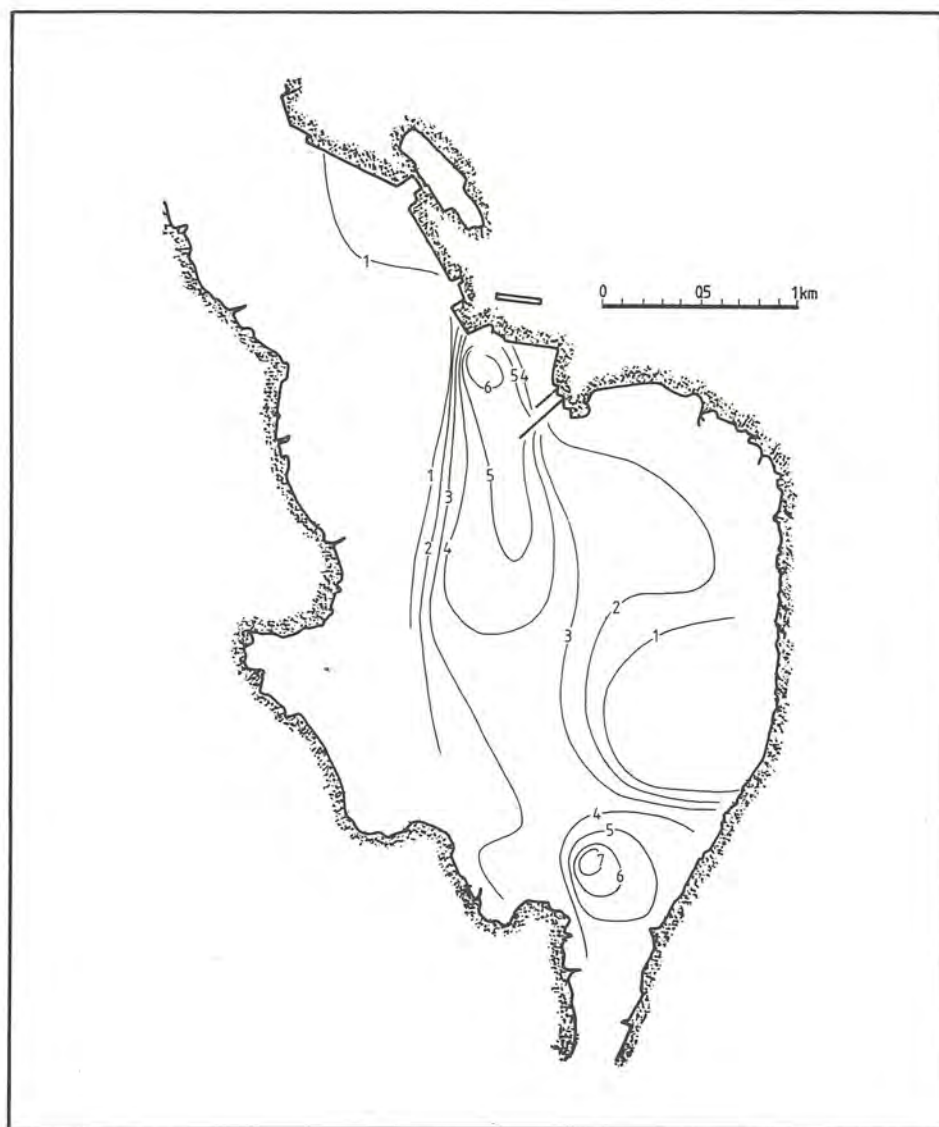




SPRIDNINGSUNDERSÖKNINGAR I YTTRE FJÄRDEN, PITEÅ

Av Barry Broman och
Carsten Peterson

SMHI ska som statlig myndighet tillgodose samhällets behov av meteorologisk, klimatologisk, hydrologisk och oceanografisk information.

Verksamheten finansieras till cirka 60 procent av statliga anslag och till cirka 40 procent av inkomster från olika offentliga och privata uppdragsgivare.

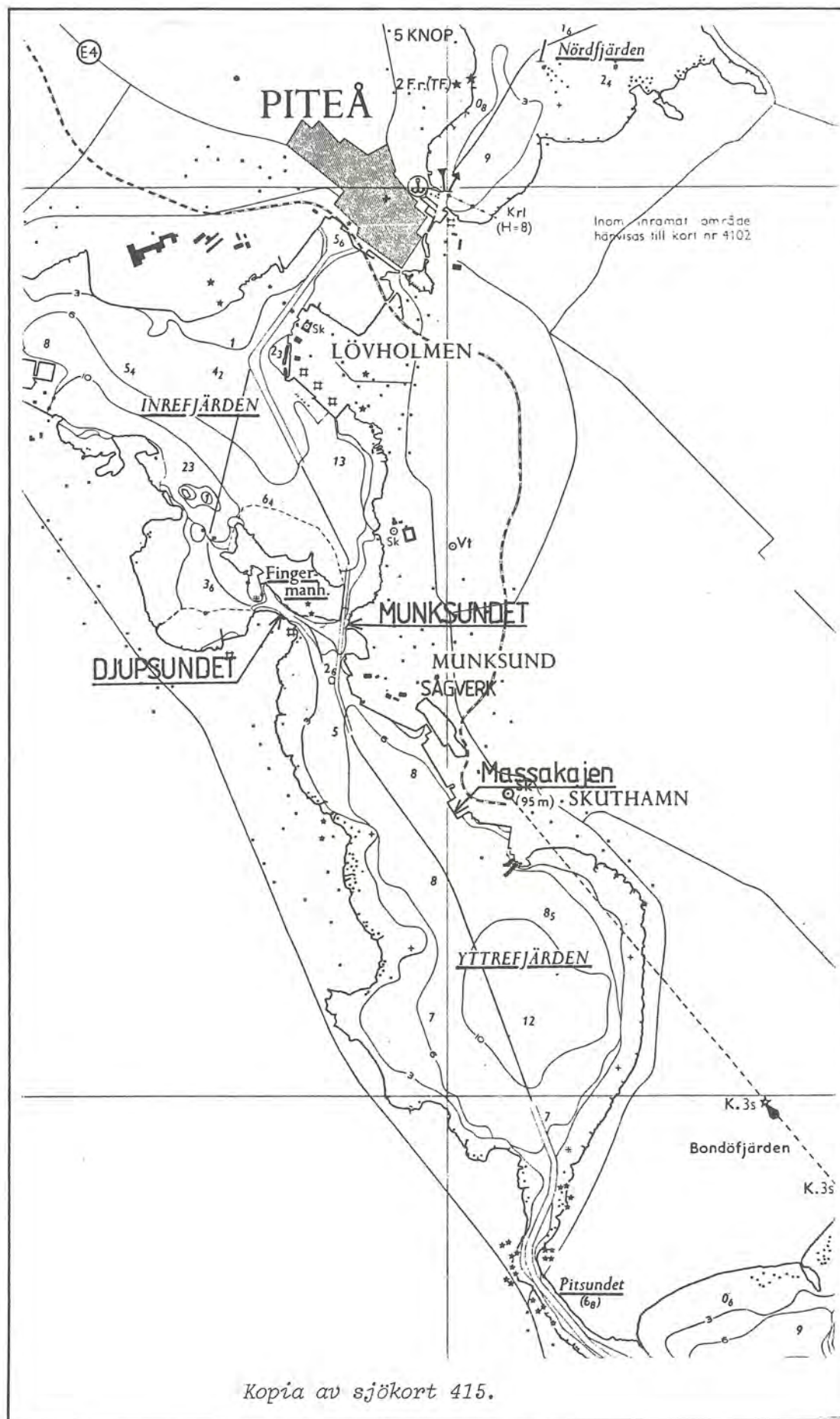
Uppdrag utförs inom alla SMHI:s verksamhetsområden, såsom

- speciella väderprognoser för olika näringsgrenar, tex kommunikationer, energiproduktion, lantbruk och byggverksamhet samt prognoser för havet
- meteorologiska mätningar och utvärderingar för prospektering av vind- och solenergi och bebyggelseplanering samt dimensionerade värden för havet; byggnation och energiproduktion
- planering och uppbyggnad av automatiska system för mätningar i luft och vatten
- undersökningar och beräkningar av effekter av existerande och planerade utsläpp i luft och vatten
- flödesprognoser för vattendrag och varningar för översvämningar
- undersökningar av vattentillgång och vattenbalansstudier.

1985-10-15

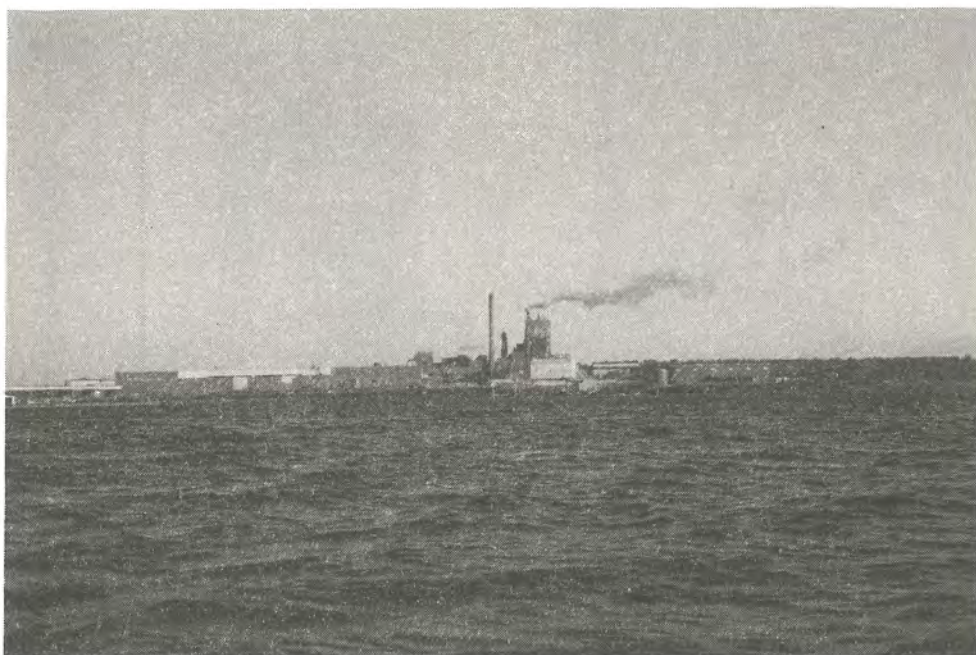
SPRIDNINGSUNDERSÖKNINGAR
I YTTRE FJÄRDEN, PITEÅ

Av Barry Broman och
Carsten Peterson



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid
Uppdraget	6
Recipienten- Yttre fjärden	7
Undersökningarna	
Mätprogram	8
Metodik	13
Resultat	16
Slutsatser	35
Referensförteckning	36
Bilagor	37



Munksundsindustrin.

Ritarbete: Eva Lena Ljungqvist

SMHI:s tryckeri, Norrköping 1985

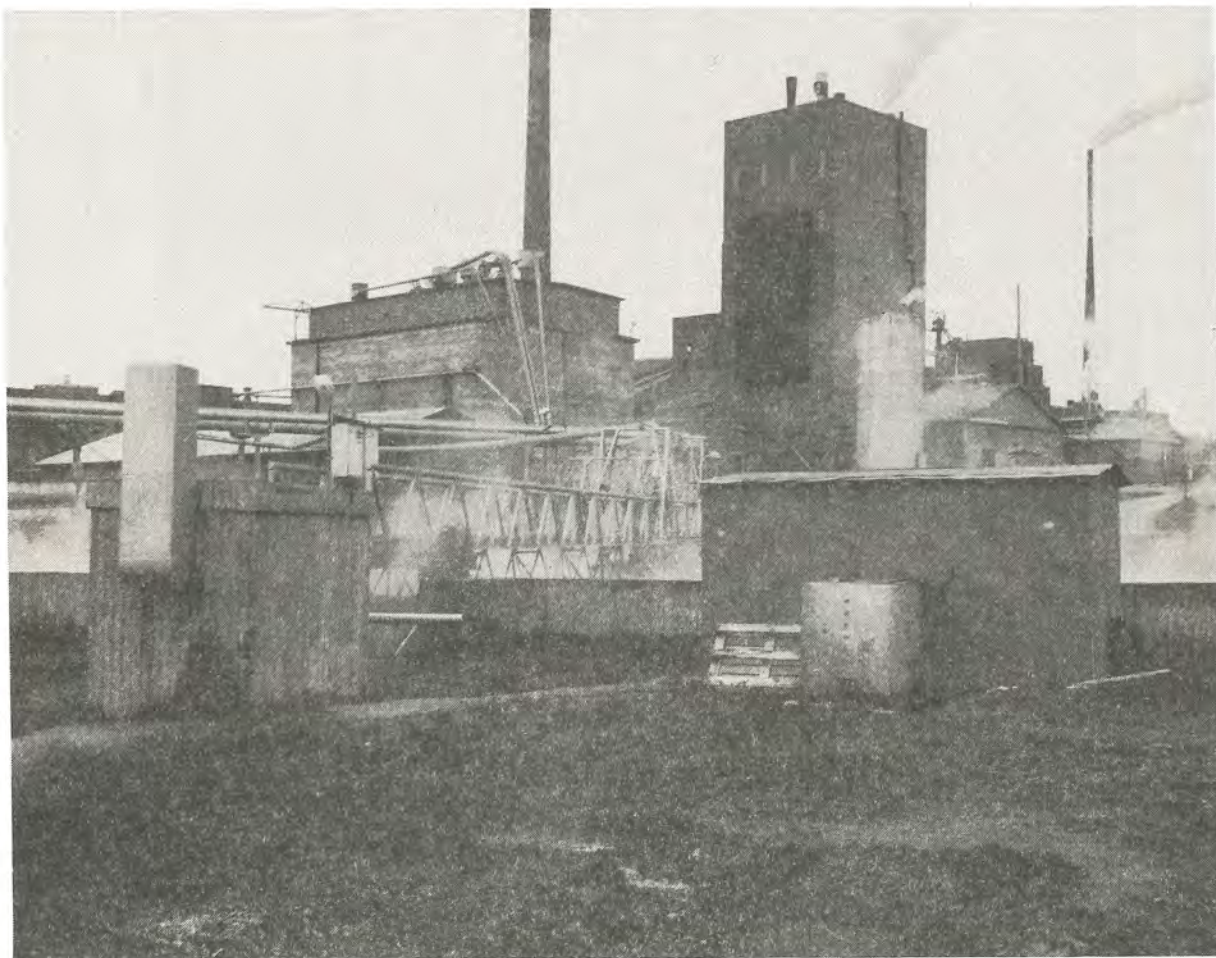
UPPDRAGET

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) får i september 1984 i uppdrag av SCA, Piteå-Munksund att undersöka utspädnings- och spridningsförhållandena för avloppsvattnet från SCAs Munksundsindustri.

Under åren 1981 och 1982 utförs strömundersökningar i Yttre fjärden, Piteå, för att med detta som underlag kunna simulera spridningen av avloppsvattnet från Munksundsindustrin (ref nr 8).

En ändring av utsläppets läge görs i maj 1982 och ytterligare förändringar sker senare under året genom att länsor och strömbildare läggs ut, i syfte att föra avloppsvattnet i ett samlat stråk ut i Piteälvens strömfåra. SMHI rekommenderar, med ledning av strömundersökningarna 1981-82, att en avloppsledning skall dras ut centralt i fjärden med en utsläppsnivå ovan 6 meters djup, dvs ovan språngskiktet.

Enligt beslut av Länsstyrelsen i Norrbotten i november 1983 (bilaga 1), skall SMHI, i enlighet med Länsstyrelsens anvisningar och på uppdrag av SCA, studera utspädnings- och spridningsförhållandena med hjälp av spårämne.



Industrin och doseringsanläggningen.

RECIPIENTEN - YTTRE FJÄRDEN

Piteälven mynnar i Bottenviken. Någon mil innanför mynningen vidgar sig älven och den utgörs i denna del av två fjärdar - Inre fjärden och Yttre fjärden. Från Inre fjärden strömmar älvvattnet genom Djupsundet och Munksundet. Älvvattnet lämnar Yttre fjärden genom det ca 150 meter breda Pitsundet. Yttre fjärden är omkring 5 km lång och ca 2 km bred. Volymen omfattar 56 miljoner kubikmeter.

Vattnets rörelser i Yttre fjärden beror till stor del på vattenföringen i älven, men fjärdens form, vindens verkan, vattenståndet i havet och växelverkan mellan olika vattenområden har också stor betydelse. Under vår och sommar brukar vattenföringen i älven vara tillräckligt hög för att förhindra saltvatten från havet att tränga in i Yttre fjärden genom Pitsundet.



UTSLÄPPET

Avloppsvattnet från SCAs fabrik i Munksund rinner ut och sprider sig i Yttre fjärden. Med utsläppspunkten förlagd vid stranden i Skuthamnsviken har man konstaterat höga avloppsvattenkoncentrationer längs den östra stranden i fjärden.

SMHIs tidigare beräkningar (ref nr 8) har visat att dessa koncentrationer kan bli lägre om utsläppspunkten flyttas till en punkt förlagd mera centralt i Yttre fjärden.

SCA har därför flyttat utloppet till västra delen av udden, väst om Skuthamn. Utloppet har där avskärmats med två länsor norr och söder om utloppet vid strandkanten. Den norra länsan är ca 150 meter lång och den södra ca 300 meter. Intill stranden arbetar två strömbildare för att öka initialutspädningen och föra ut avloppsvattnet genom korridoren mellan länsorna.

Frågan är om detta utsläppsarrangemang kan fungera som ett centralt utsläpp i fjärden.

Undersökningsområdet Yttre fjärden.

UNDERSÖKNINGARNA

Mätprogram

Undersökningar av avloppsvattnets utspädnings- och spridningsförhållanden har genomförts vid tre tillfällen: i oktober 1984 samt i mars och augusti 1985.

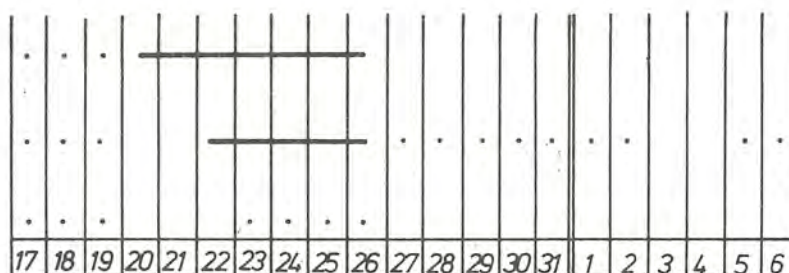
Kraven för undersökningarna var att de skulle genomföras vid medelvattenförling och vid lågvattenförling i Piteälven, samt att Munksundsindustrin skulle ha normal drift. Undersökningarna skulle genomföras med hjälp av spårämnen eller likvärdig metod. Det var dessutom fastställt att de vid utsläppspunkten utlagda länsorna skulle vara 300 meter långa och 3 meter djupa.

OKTOBER 1984

Dosering av spårämne

Provtagning

Strömmätning

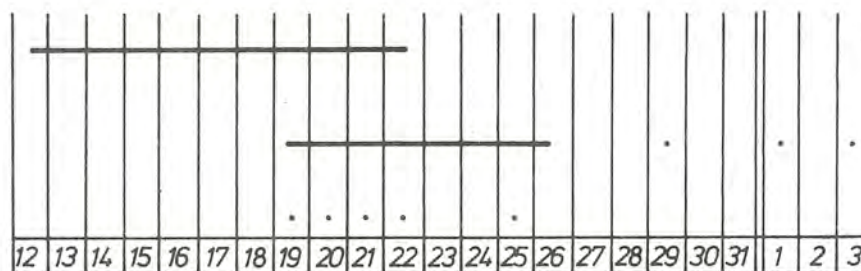


MARS 1985

Dosering av spårämne

Provtagning

Strömmätning



AUGUSTI 1985

Dosering av spårämne

Provtagning

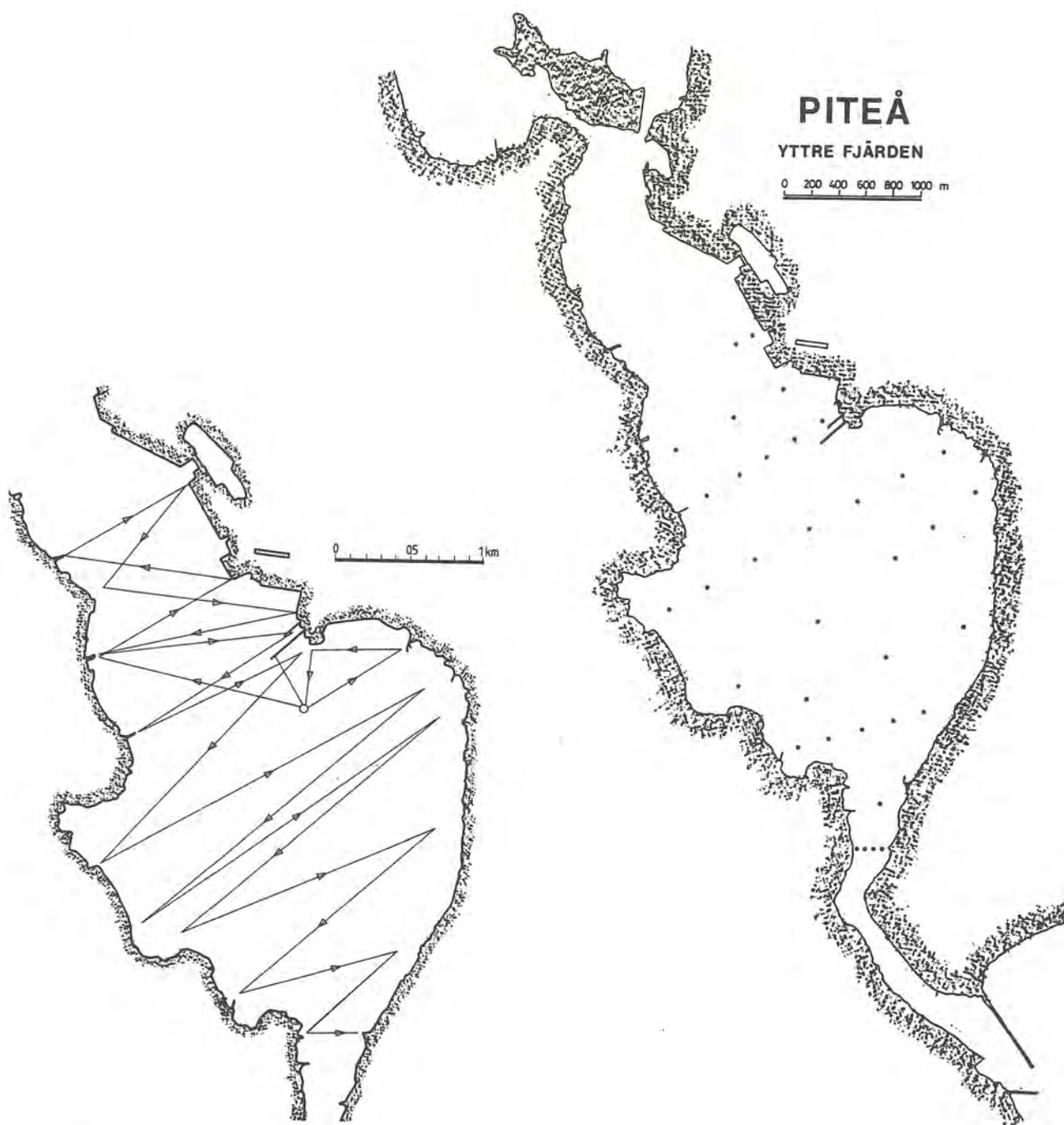
Strömmätning



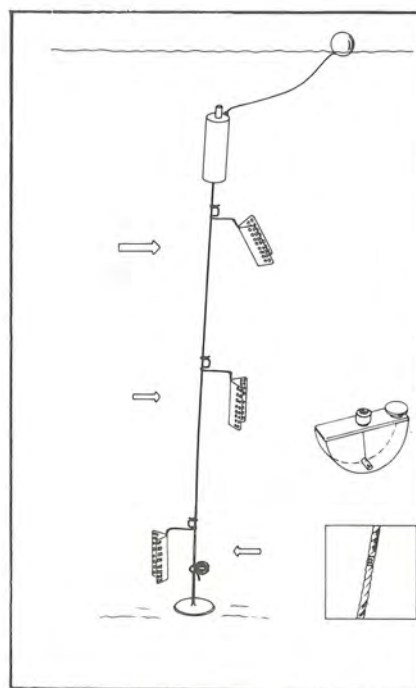
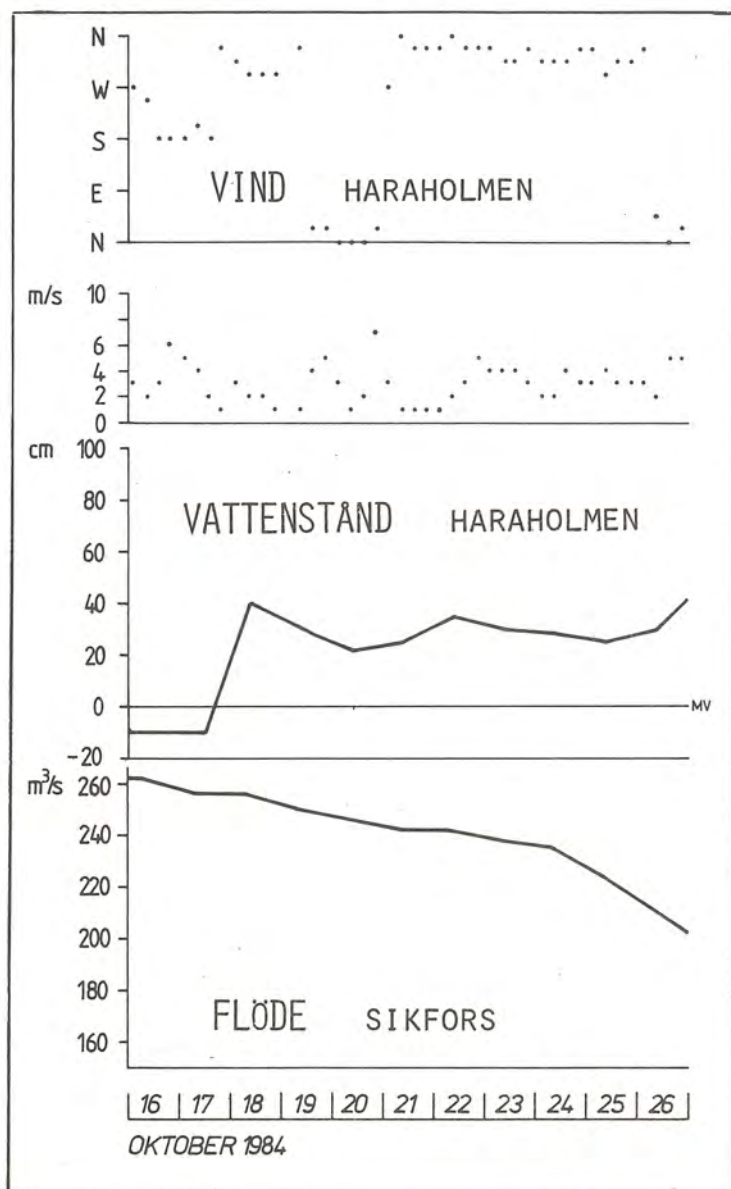
Oktober 1984

Under perioden 17-26 oktober 1984 doseras spårämnet rodamin (ref nr 9) i avloppsvattnet och spridningen och utspädningen undersöks genom vattenprovtagning med laboratorieanalys.

Undersökningen uppdelas i två moment; dels studeras den eventuella genomsläppligheten (läckaget) vid länsorna genom dosering under korta tidsintervall och provtagning i närområdet, dels doseras kontinuerligt under längre tid (6 dygn), varvid spridningen och utspädningen undersöks genom provtagning i 30 mätpunkter i fjärden och längs 26 stråk. Samtidigt med provtagningen görs strömmätning med pendelströmmätare i 30 mätpunkter.



Stråk och punkter för provtagning, oktober 1984.



Pendelströmmätare

Av figuren till vänster framgår att vattenföringen i Piteälven är omkring 240 m³/s under perioden, med en fallande tendens från 260 m³/s, att vattenståndet vid Haraholmen (Piteå hamn) är ca 30 cm över medelvatten med några smärre variationer samt att vinden i mycket stor utsträckning är nordlig till nordvästlig.



Avläsning av pendelströmmätare

Mars 1985

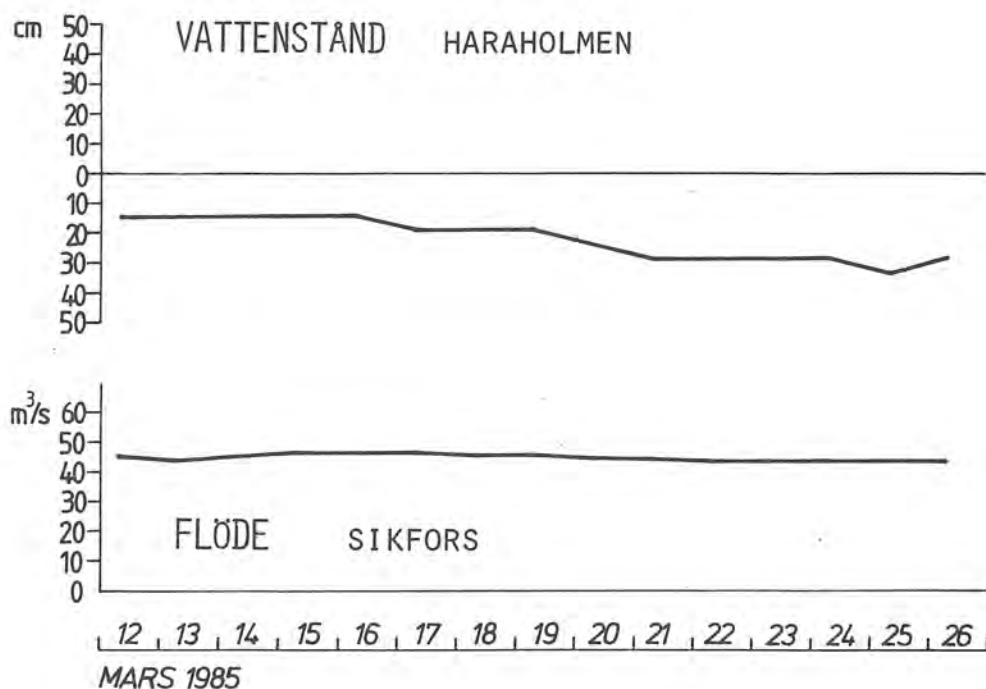
I mars 1985 görs en liknande undersökning, nu med hela fjärden islagd och således utan vindpåverkan. Mellan 12 och 22 mars doseras spårämnet rodamin kontinuerligt ut i avloppsvattnet. Provtagning utförs under perioden 19-26 mars i 45 mätpunkter från den metertjocka isen. Samtidigt med detta görs pendelströmmätningar i 33 mätpunkter.

För bestämning av saltsprångskiktets läge, och därigenom avloppsvattnets inlagringsdjup, görs täta mätningar med salthalts- och temperaturmättningsinstrument.

Vattenföringen i Piteälven är under hela perioden omkring 45 m³/s. Vattenståndet vid Haraholmen är mellan 15 och 35 cm under medelvatten, med sjunkande tendens, och vindarna är företrädesvis sydostliga, mycket svaga.



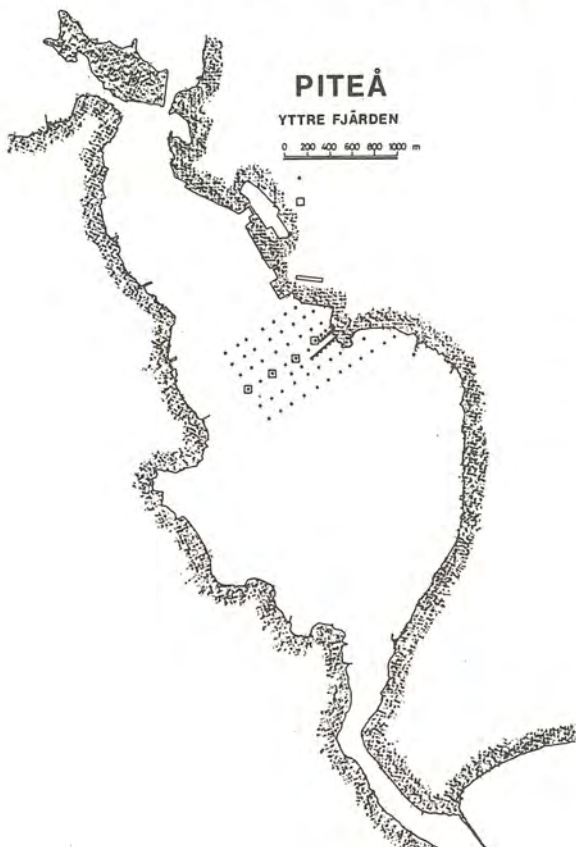
Provtagningspunkter, mars 1985.



Augusti 1985

Beroende på den låga vattentemperaturen och en sjunktendens för avloppsvattnet under oktoberundersökningen, utförs under augusti 1985 en kompletterande undersökning i närområdet vid länsorna.

Under ett dygn (13-14 augusti) doseras rodamin kontinuerligt för att spåra eventuell genomsläpplighet vid länsorna. Ett rektangulärt område med 60 mätpunkter blir föremål för provtagning. Strömmätning görs i 4 mätpunkter.



Piteälvens vattenföring är omkring 350 m³/s, vilket i jämförelse med de senaste fem åren är på samma nivå som 1981. Året då höstflödet var större än vårflödet.

Dygnsmedelvärdet för den 14 augusti under perioden 1941-1970 är 196 m³/s. Vattenståndet i Piteå hamn är 30-22 cm över medelvatten, med sjunkande tendens. Vinden är västlig med dragning mot syd.

*Provtagningspunkter
augusti 1985.*

Under såväl oktober som augusti doseras vid några tillfällen natrium-fluorescein i avloppsvattnet för att visuellt från flyg kunna följa avloppsvattnets väg under kort tid.

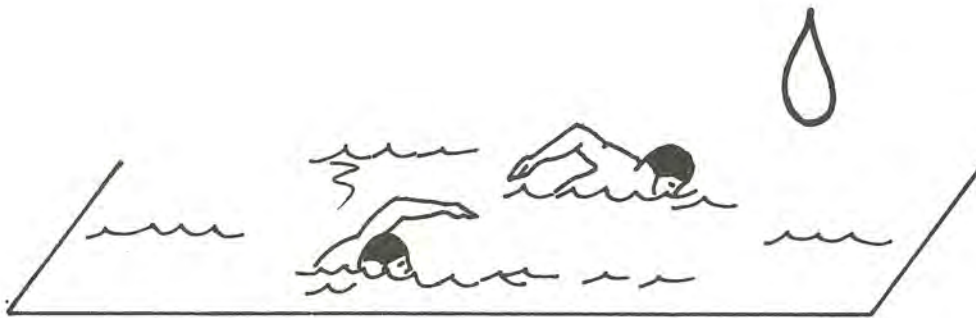


Utsläppet.

METODIK

I samband med studier av spridning och utspädning av t.ex avloppsvatten använder SMHI vanligtvis färgämnet rodamin B. Detta finns tillgängligt i en 40%-ig lösning vars densitet (täthet) är direkt jämförbar med vattens. Lösningen kan spädas med metanol till önskad utgångskoncentration och med i stort sett bibehållen densitet. Denna egenskap gör lösningen mycket användbar till att märka en vattenmassa. Färgämnet följer vattenmassan och koncentrationsförändringar representerar utspädningen.

Rodamin B är ett mycket starkt färgämne, som är synligt även när utspädningen är mycket stor. Om man tillsätter en halv milliliter (!) rodamin (40%-ig lösning) i en 50 meters simbassäng ($50 \times 10 \times 2 \text{ m} = 2000 \text{ m}^3 = 2\,000\,000 \text{ liter}$) ger denna koncentration ($2.5 \times 10^{-10} \text{ g/m}^3$) utslag på detekteringsinstrumentet, fluorometern. Tillför man en halv liter rodamin blir vattnet i hela bassängen rödfärgat ($2.5 \times 10^{-7} \text{ g/m}^3$).



Möjligheten att mäta låga koncentrationer beror på rodaminets fluorescerande egenskaper. När det belyses med ljus av viss färg (i fluorometern) lyser ämnet i en annan färg, med en ljusstyrka som är beroende av ämnets koncentration.

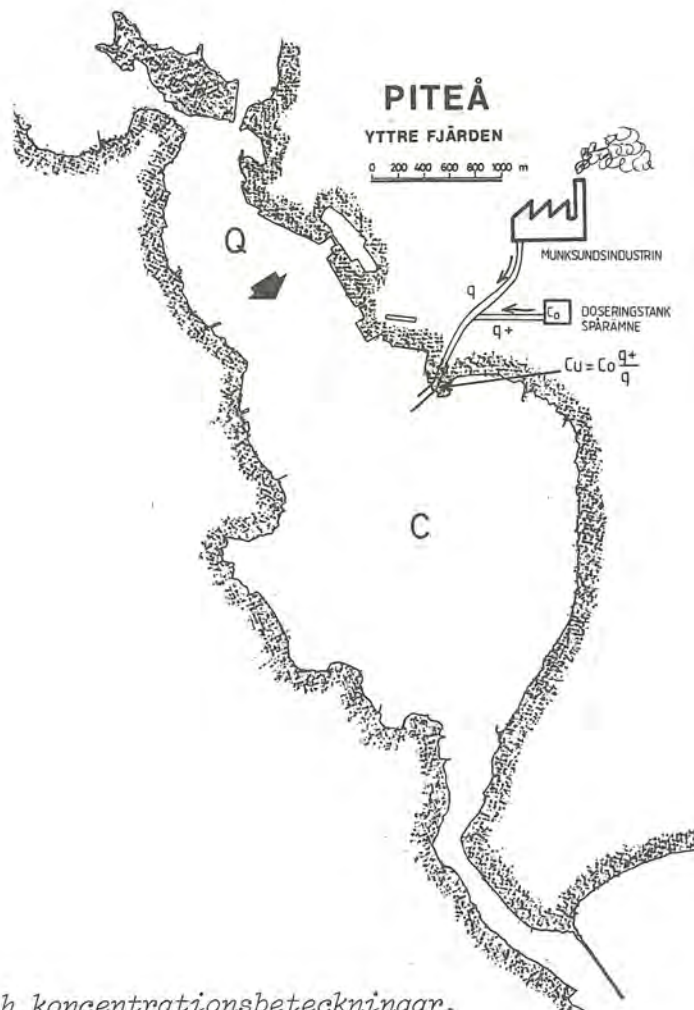
Med hjälp av spårämnet kan man därför märka ett avloppsvatten och följa dess rörelser från utsläppspunkten. Man kan härvid förfara på två olika sätt:

Fläckförsök. Spårämnet tillföres under relativt kort tid och i sådan mängd att en synlig färgfläck bildas. Rörelsen hos denna fläck följes med hjälp av mätningar. Metoden är speciellt lämplig när man vill studera eventuella läckage, vilka på detta sätt kan göras synliga.

Kontinuerlig dosering. Spårämnet tillföres kontinuerligt till avloppsvattenflödet under längre tid. Avsikten i detta fall är att ge en bild av hur avloppsvattnet i genomsnitt fördelar sig i utsläppsområdet samt att ange vilka koncentrationsnivåer som avloppsvattnet har under olika förhållanden. För att uppnå detta måste dosering ske under tillräckligt lång tid, så att färgämnet hinner sprida sig på samma sätt som avloppsvattnet i recipienten.

Hur lång tid som krävs beror på områdets volym (V), genomströmningens storlek (Q) samt avloppsvattenflödets storlek (q). För uppskattningar av den erforderliga tiden kan man anta att medelkoncentrationen förlöper som om färgämnet blandades fullständigt i hela volymen. Slutkoncentrationen (C_s) uppnås i princip aldrig, men värden nära den uppnås efter viss tid. Tiden för koncentrationsuppbyggnaden i mottagarområdet (recipienten) kan i princip beskrivas med formeln :

$$t = -V/(Q+q) * \ln(1-C/C_s)$$



Flödes- och koncentrationsbeteckningar.

I ett praktiskt försök måste man emellertid begränsa tiden. Ett lämpligt gränsvärde kan sättas till 95% av slutvärdet, dvs $C/C_s = 0.95$. Då blir den erforderliga tiden:

$$t = \text{ca } 3 * V / (Q + q)$$

I Yttre fjärden har försök genomförts vid flera olika tillfällen och med olika förutsättningar. Doseringen (q_+) har valts så att slutkoncentrationen (C_s) för samtliga försök har kunnat detekteras. Spårämneskoncentrationen (C_u) där avloppsvattnet rinner ut i Yttre fjärden kan för samtliga försök relateras till utgångskoncentrationen (C_o) i doseringstanken och kan skrivas:

$$C_u = C_o \cdot q_+ / q$$

I tabellen nedan finns angivet data för de olika försöken.

Tabell

Tidp	q_+ ml/min	q m ³ /s	Q m ³ /s	V E6m ³	$C_u \cdot E_{10} / C_o$	$C_s \cdot E_{10} / C_o$	V/Q dygn	t dygn	Anm
Okt 84	142.9	0.2			119 046				1
Okt 84	76	0.2			63 332				2
Okt 84	2000	0.2			1666 388				3
Okt 84	40	0.2	240	40	33 300	30	1.9	6	4
Mar85	25	0.2	43	25	20 800	100	6.7	20*	5
Aug85	90	0.2	300	2.1	75 000	50	2tim	6tim	6

Anm

- 1 Fläckförsök 17/10 5 liter / 35 min
- 2 Fläckförsök 18/10 1.9 liter / 25 min
- 3 Fläckförsök 19/10 2 liter / 1 min
- 4 Kontinuerligt försök
- 5 Kontinuerligt försök med dosering under 10 dygn; $C/C_s=0.8$ i st f 0.95
- 6 Kontinuerligt försök under ett dygn med provtagning i närområdet intill länsorna

Utspädning "s" anger hur många gånger avloppsvattnet blivit utspädd med rent fjärdvatten och kan skrivas som:

$$s = C / C_u$$

Siffervärden för koncentrationer på kartorna i denna rapport utgör värden relativt utgångskoncentrationen C_o (C/C_o).

RESULTAT

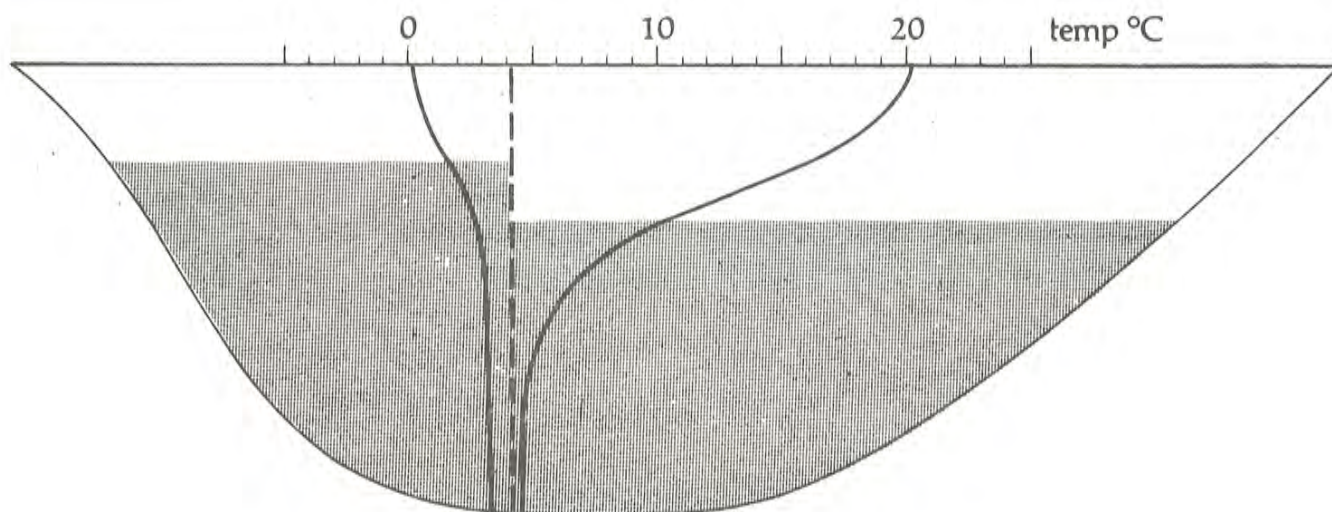
Under oktober 1984 genomförs under sju dagar en kontinuerlig dosering av spårämnet rodamin för att via provtagning följa avloppsvattnets väg, dess spridning och utsträckning i Yttre fjärden.

Vid samma tidpunkt görs dessutom tre fläckförsök för att kontrollera den eventuella genomsläppligheten (läckaget) hos de vid avloppsutsläppet utlagda länsorna.

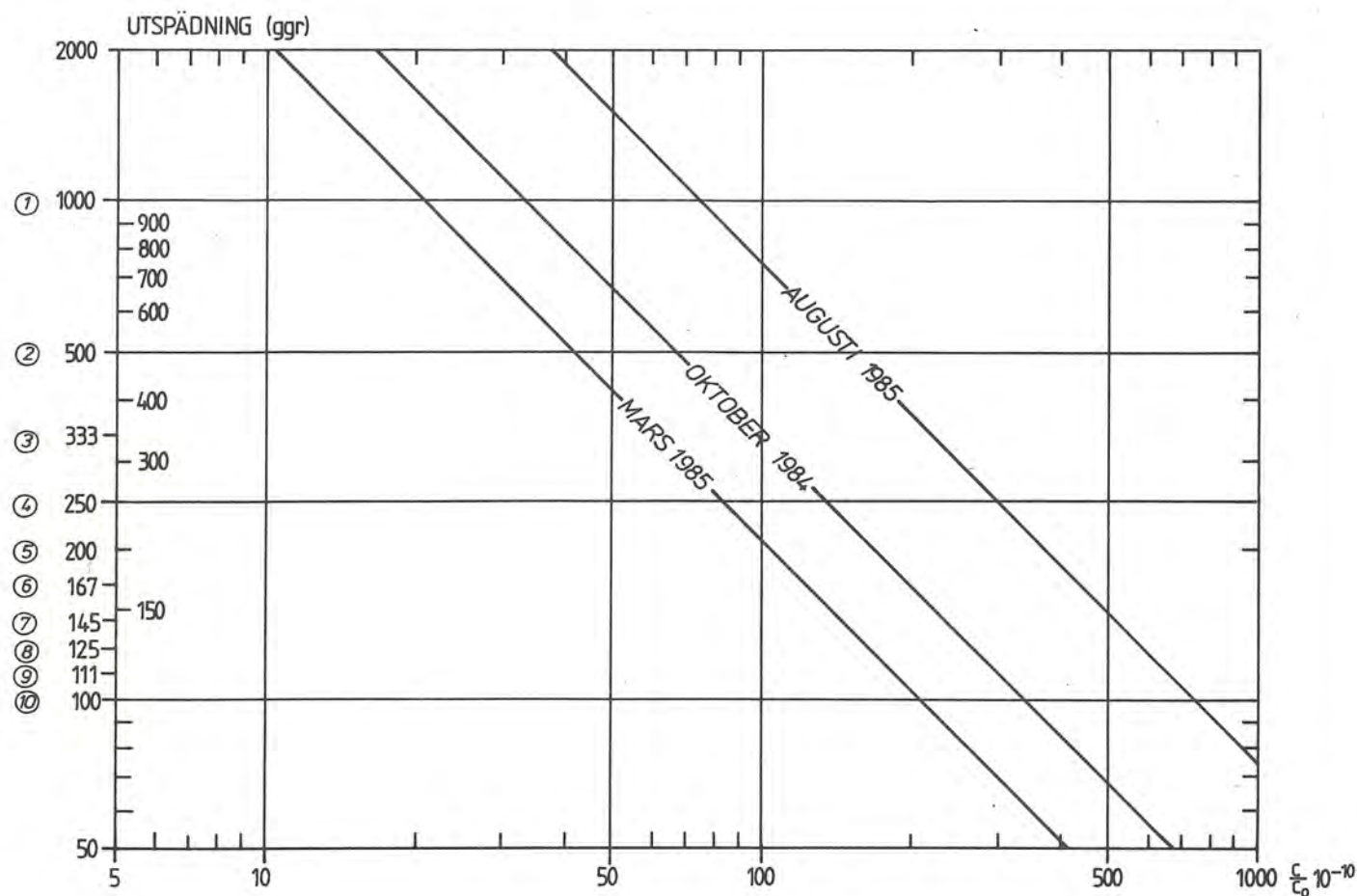
Flödet i Piteälven stiger vid tiden för undersökningarna till omkring 260 m³/s. Samtidigt avkyls vattnet snabbt till temperaturer under 4 grader. Detta medför att avloppsvattnet vid utträdet i älven, under omblandning och avkylning, sakta börjar sjunka när dess temperatur når 4 grader. Den temperatur vid vilken sötvatten har störst densitet.

Resultaten från oktoberundersökningen överensstämmer inte helt med kraven i Länsstyrelsens beslut, pga den kalla och regnrika hösten (se bilaga 2).

Förutsättningarna med medelvattenföring i älven (ca 150 m³/s) och vattentemperatur över 4 grader blir aldrig uppfyllda. Den omblandning och nedsjunkning som förekommer gör att maximikoncentrationen vid några tillfällen kan vara större; den har inte fångats in vid provtagningen.



Figuren visar hur skiktningen i en sjö kan se ut under vinter och sommar. Till vänster visas en ganska normal vintertemperaturfördelning och till höger en motsvarande sommarfördelning. I båda fallen finns ett skikt där temperaturen ändras relativt mycket med en liten djupförändring.



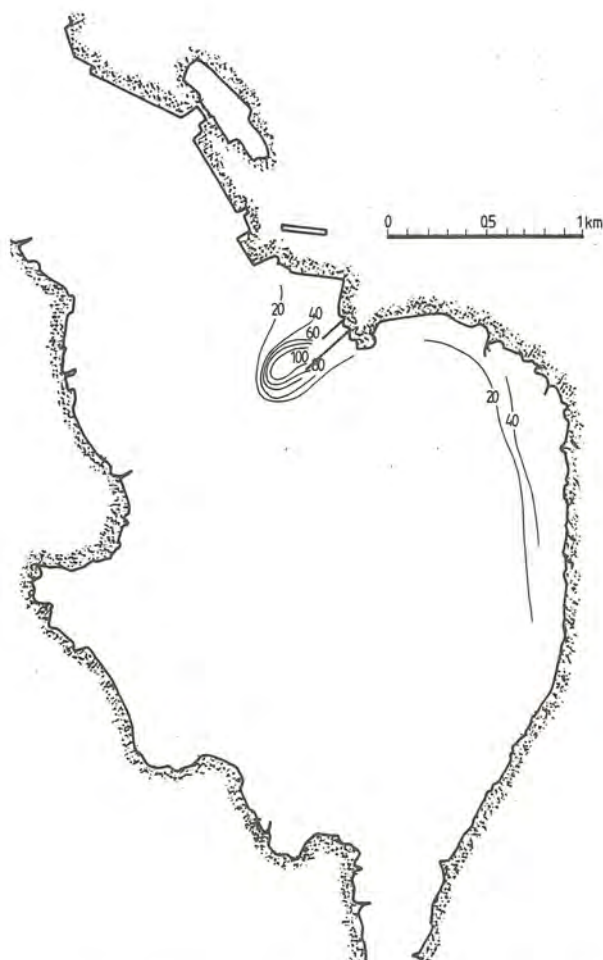
I diagrammet ovan visas utspädningen vid olika koncentrationer angiven för de tre undersökningstillfällen där dosering skett kontinuerligt.

På grund av att doseringsflöde och utgångslösningar varit olika vid respektive undersökning blir de koncentrationssiffror som anges på kartorna inte direkt jämförbara.

För att underlätta jämförelsen mellan de nu beskrivna undersökningarna och de simuleringar som redovisas i rapporten "Strömundersökningar i Yttre fjärden" är koncentrationerna omräknade till utsläppskoncentrationen 1000. Värdet 1 (siffrorna längst ut i vänsterkanten) representerar då 1000 gånger utspädning, 2 = 500 gånger och exempelvis 6 = 167 gånger.

Diagrammet finns även i bilagorna, sidan 41.

Den kontinuerliga doseringen av rodamin sätts igång den 20 oktober och provtagningen påbörjas ca två dygn senare. Enligt beräkningarna (se "Metodik") skall slutkoncentrationen vara uppnådd efter 6 dygn.



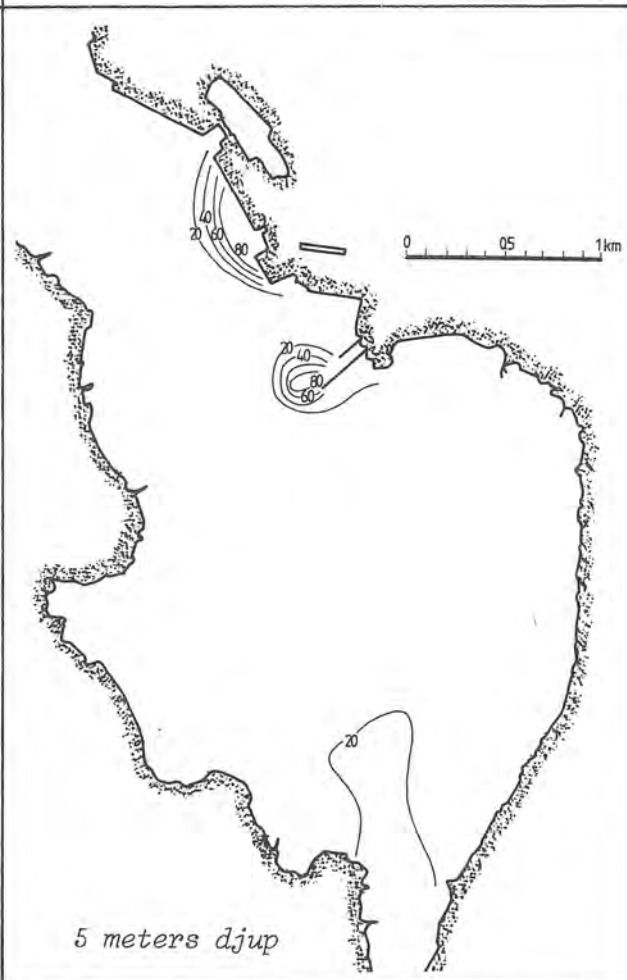
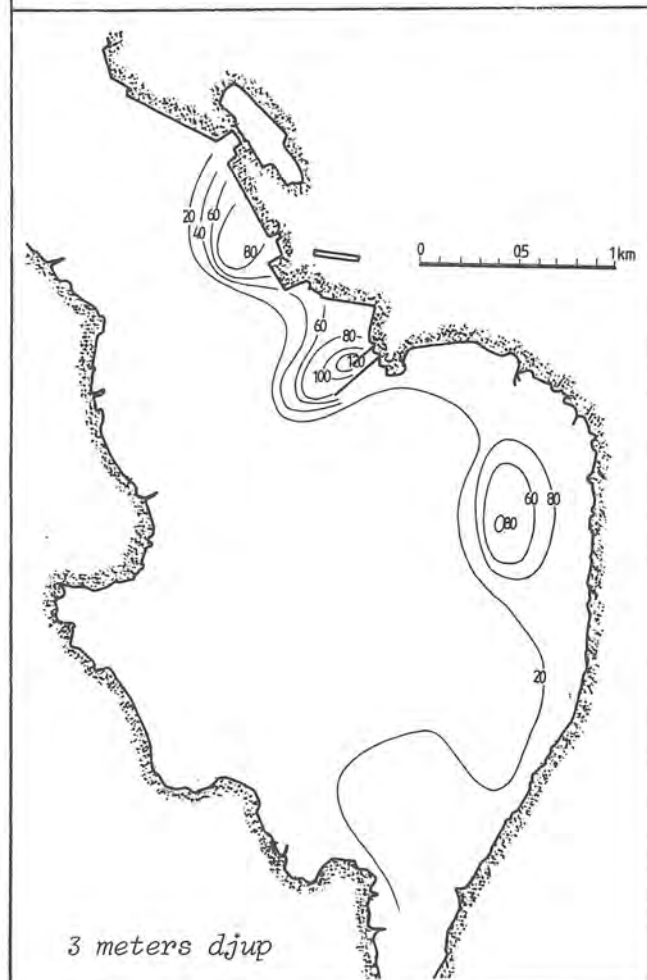
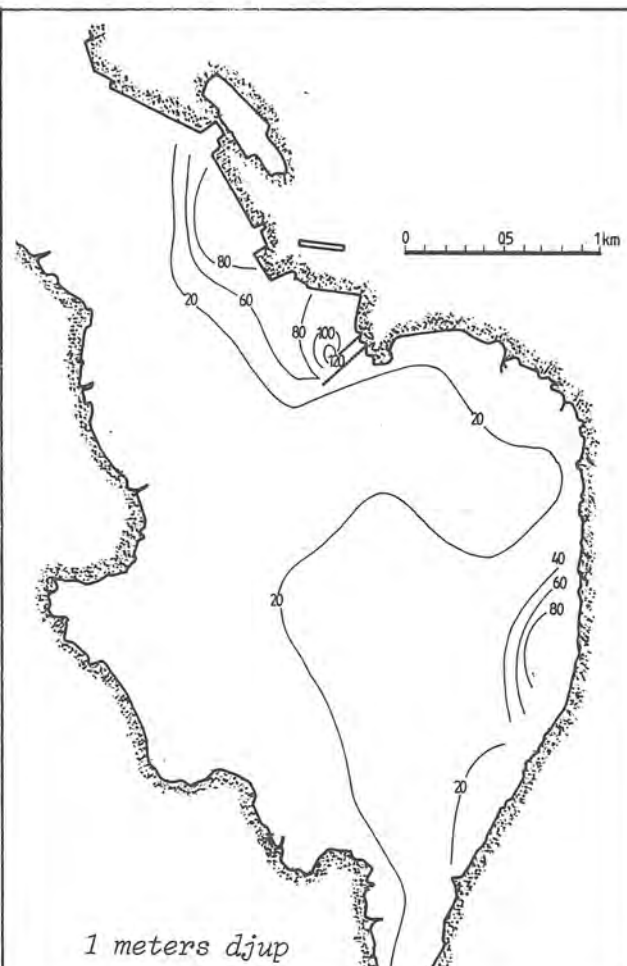
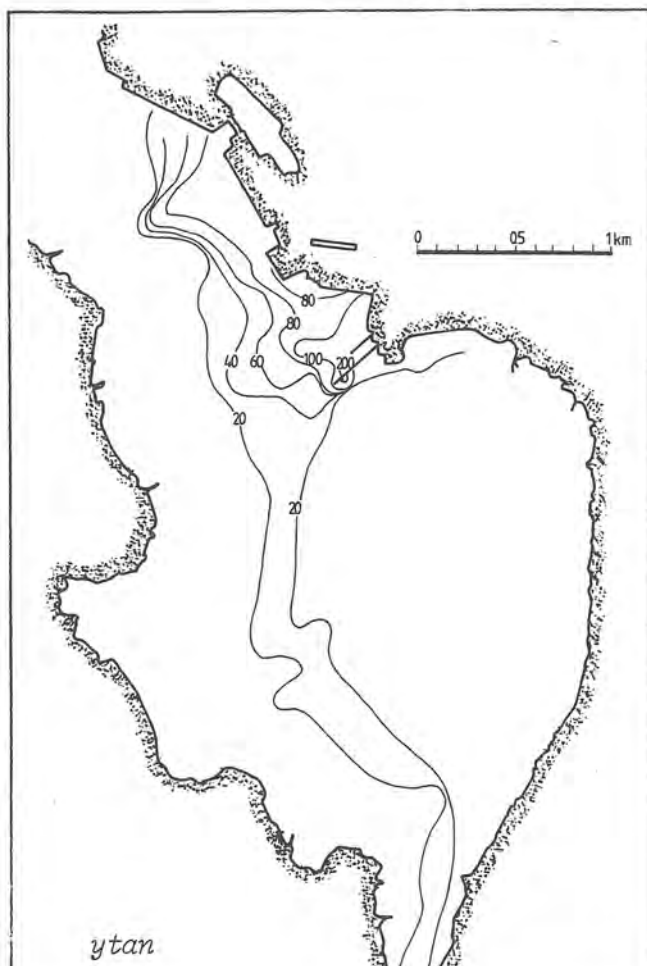
*Spårämneskoncentration 22 okt -84
3 meters djup*

Efter 2 dygns dosering uppmäts låga koncentrationer i fjärdens östra delar. Högsta koncentrationen, 122, erhålls i en punkt utanför länsorna. Redan här är utspädningen ca 300 gånger.

Under de följande dagarna ökar koncentrationerna i fjärden. Men trots den nordliga vinden uppmäts de högsta värdena i stationer norr om utsläppet.

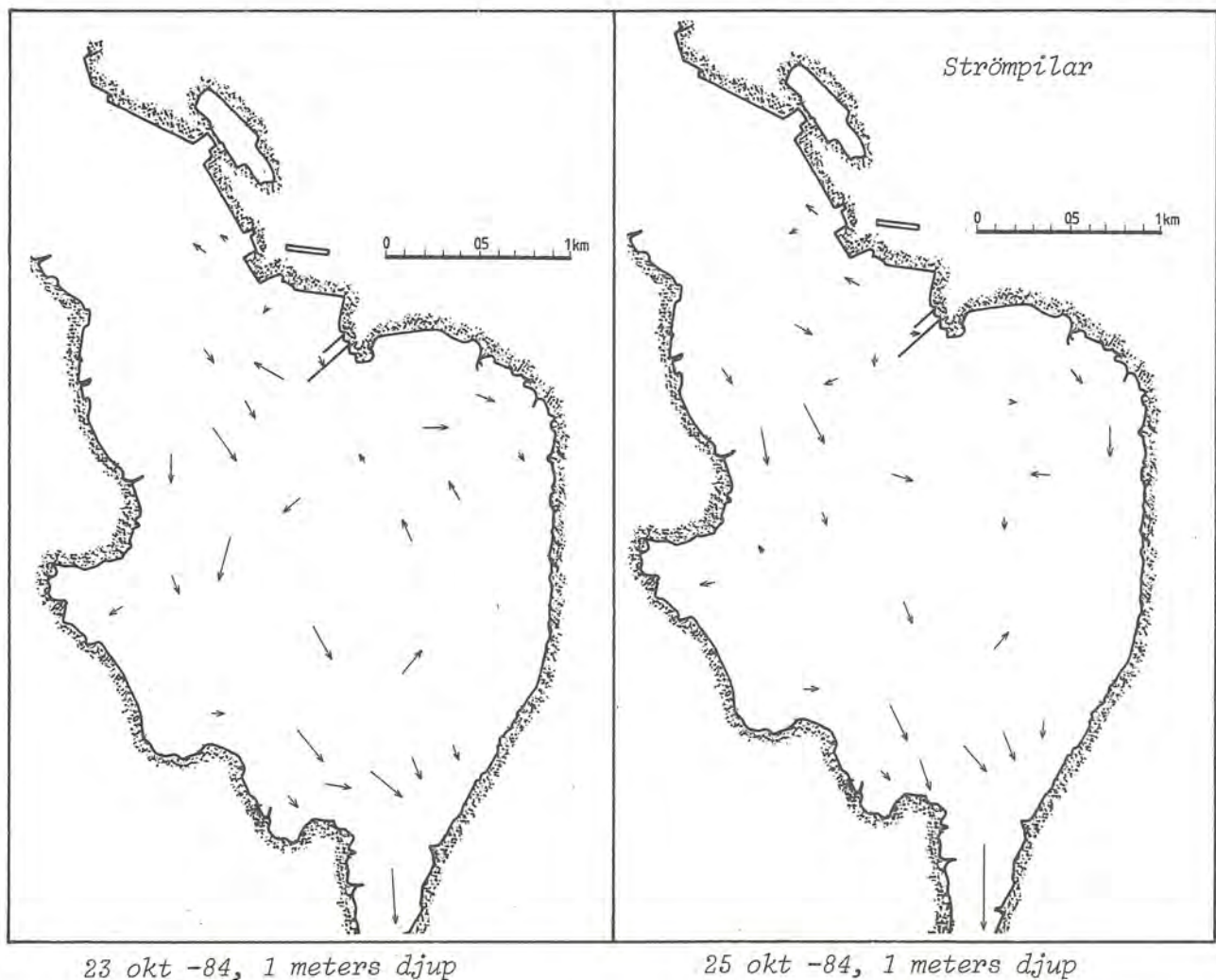
Den 25 oktober, då doseringen pågått i 5 dygn, konstateras att avloppsvattnet går norrut och samlas i området norr om massakajen. Längre norrut minskar bottendjupet, vilket gör att avloppsvattnet svänger moturs ut i huvudströmfåran och där under omblandning transporteras nedåt mot fjärdens centrala delar.

På bilderna på omstående sida visas koncentrationerna för de olika mätdjupen ytan, 1m, 3m och 5m den 25 oktober. Som synes finns längs den östra kanten av fjärden en avsnörd bubbla med avloppsvatten, där spårämneskoncentrationen är av samma storleksordning som uppe vid massakajen (utspädning ca 350 gånger). Kartan med vattentemperaturuppgifterna visar att det ingenstans finns temperaturer över 3.1 grader (se bilaga sidan 63).



De samtidiga mätningarna av strömmens riktning och hastighet i fjärden under de här dagarna visar som spårämnesförflyttningen anger: en nordgående ström längs industristranden, en sydgående ström i älvfåran, en moturs roterande virvel i fjärdens centrala del, samt, vissa dagar, en sydgående ström längs den östra stranden av centrala fjärden. Denna sydgående ström är starkare eller svagare beroende på virvelns placering i fjärden. Av detta skäl kan stundtals avloppsvatten paket lösgöras, vilket framgår av koncentrationsbilderna.

I bilagorna redovisas koncentrations- och strömkartor för alla provtagningstillfällen.



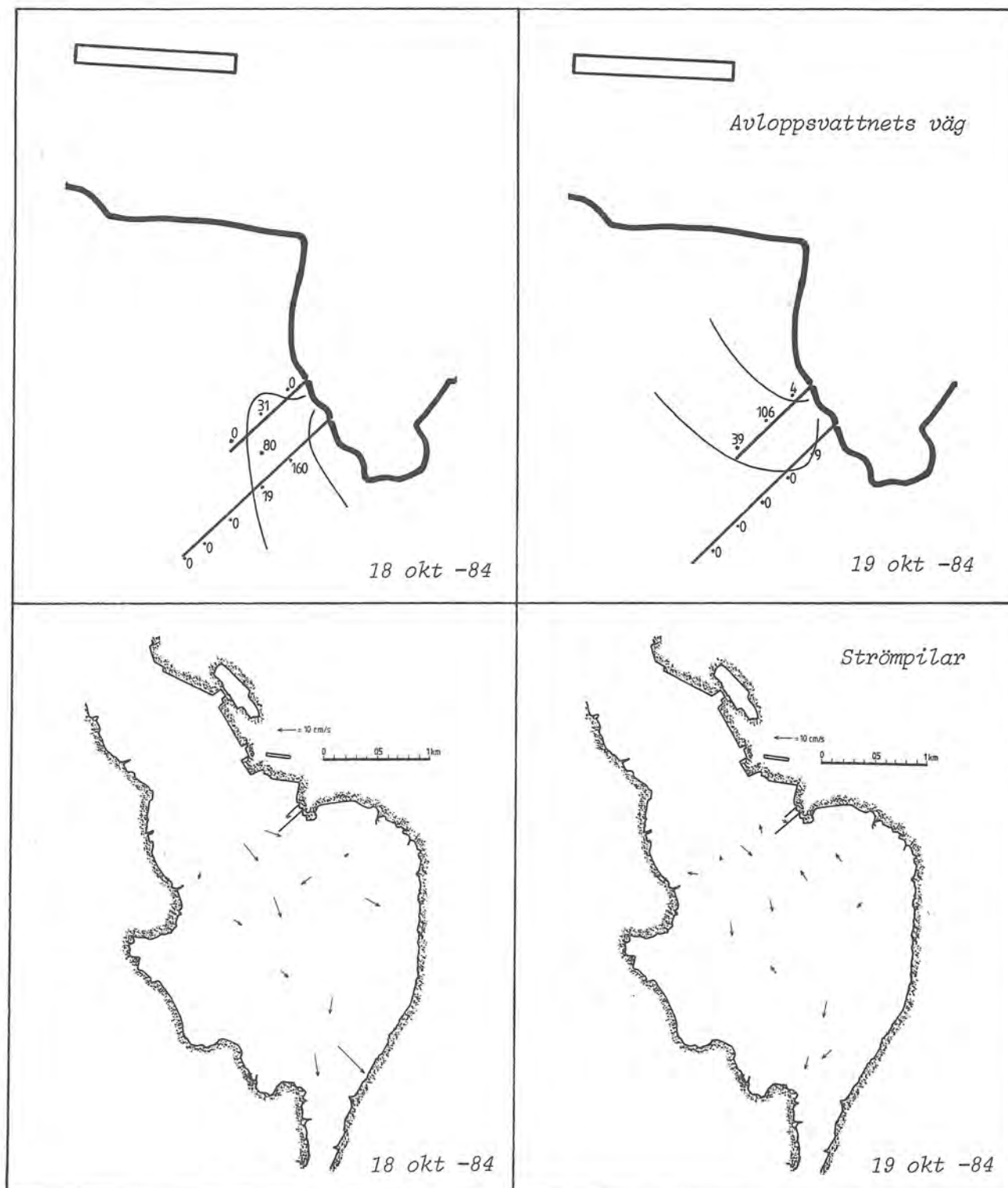
23 okt -84, 1 meters djup

25 okt -84, 1 meters djup

Provtagningen fortsätter efter den 26 oktober i fyra mätpunkter i Pitsundet. Rodaminkoncentrationen sjunker fram till den 30e, då en svag uppgång förmärks. Denna är troligen orsakad av vattenståndshöjningen i havet (ca 30 cm under 16 tim vid Furuögrund). Något dygn senare går koncentrationsvärdena ner och rodaminet försvinner. Det bör tilläggas att koncentrationsvärdena i Pitsundet genomgående är låga på alla nivåer.

Av de tre fläckförsök som görs kan konstateras att visst läckage finns såväl i den södra som den norra länsan. I den måttliga nordvästvinden den 18 oktober rinner avloppsvattnet ut genom den södra länsan, till största delen ca 100 meter från land. Den 19 oktober ger den svaga sydostvinden avloppsvattnet en vridning åt norr med åtföljande genomgång av den norra länsan.

Samtidig mätning av strömmen i fjärden visar på en sydriktad ström på djupen 1, 3 och 5 meter den 18 oktober. Vid mätning den 19 oktober konstateras en moturs roterande virvel i östra delen av fjärden och en åt norr riktad ström strax utanför länsorna.

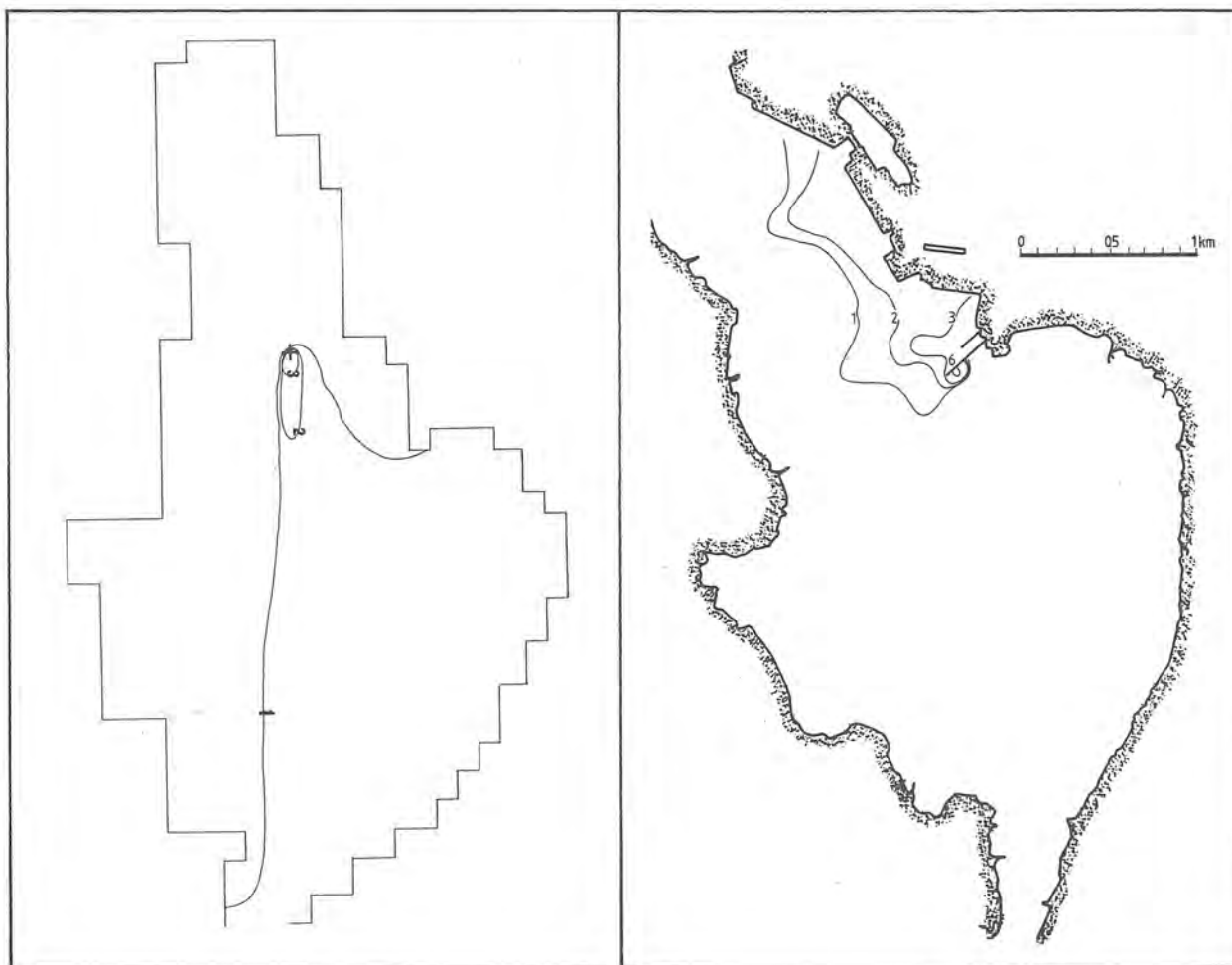


En jämförelse med de modellsimuleringar som gjorts tidigare visar, att vid medelvattenföring i Piteälven är den simulerade utspädningen vid en i fjärden centralt placerad utsläppspunkt (mitt mellan industrin och fastlandet i väster) av samma storleksordning som den vid undersökningen uppmätta utspädningen.

Utspädningen vid södra länsans yttre del är i ytan ca 160 gånger (6), som bilden nedan visar, medan den i fjärden söder därom är mer än 1000 gånger (<1). Avloppsvattnet går norrut, vilket ger en utspädning på mellan 300 (3.4) och 1000 gånger (<1) längs den nordöstra sidan av fjärden. Det förhållande att avloppsvattnet går norrut har inte modellen kunnat simulera.

Bilderna från 1 och 3 meters djup visar samma utbredning och utspädning på avloppsvattnet som i ytan. Dock finns på dessa djupen avgränsade "paket" med avloppsvatten längs den östra sidan. Utspädningen här är ca 400 gånger (2.5).

Jämförelse mellan modellsimulering och spårämnesresultat.



Modellsimulering av avloppsvattenutsläpp vid $Q=180 \text{ m}^3/\text{s}$ (ref nr 8)

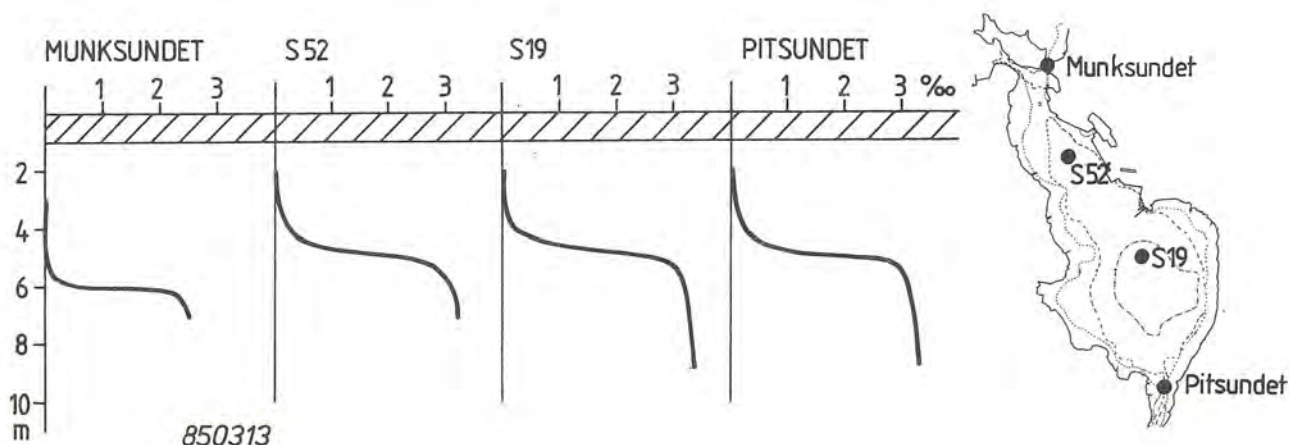
*Spårämneskoncentration 25 okt -84 ytan.
Koncentration då utsläppskonc. = 1000*

Undersökningarna i mars 1985 genomförs under totalt 18 dagar. Den kalla vintern med relativt små snömängder har gett fjärden en istjocklek på omkring en meter. Flödet i älven är lågt, ca 45 m³/s, och vattenståndet under mätperioden är ca 30 cm under medelvatten, mätt vid Haraholmen.

Vid låg vattenföring i Piteälven, enligt beräkningarna under 200 m³/s, tränger salt havsvatten in genom Pitsundet. Under vintern, då flödet i älven är som lägst, förekommer saltvatten i djupskiktet i hela fjärden.

Hur högt i vertikalled som saltvattnet når är beroende av lufttrycket och det därmed sammanhängande vattenståndet i havet.

I samband med start av spårämnesdoseringen den 12 mars görs en fullständig kartering av temperatur- och salthaltsskiktningen i fjärden från Pitsundet upp till de båda sunden vid Fingermanholmen, Djupsundet och Munksundet. Saltsprångskiktet, i det här fallet gränsen mellan älvvattnet och det salta havsvattnet, befinner sig på nivå 4,5 - 5 meter i hela fjärden. I den norra delen hindras saltvattnet till viss del av bottenpografin att tränga högre upp i älven. Vid botten utanför Munksunds sågverk uppmäts 1.2 o/oo salthalt, att jämföra med Bottenvikens 3.3 o/oo.



Saltprofiler, Yttre fjärden, 13 mars 1985.

Uppe i Djupsundet och Munksundet finns det salta havsvattnet på en något djupare nivå; språngskiktet ligger här mellan 5 och 6 meter. Den största påfyllningen av havsvatten sker häruppe vid kraftiga vattenståndshöjningar med åtföljande kraftig inström av vatten från Bottenviken.

Tröskeln mellan Djupsundet och Inre fjärden, Hortlaxviken, hindrar havsvattnet från att strömma igenom, medan det något djupare Munksundet ger möjlighet för en uppträngning i Inre fjärden. Den förekomst av saltvatten som tidigare konstaterats i denna fjärd kommer alltså upp i älven via Pitsundet. Något inflöde av saltvatten från Storfjärden/ Vargödraget är med tanke på det ringa vattendjupet i Strömsundet och i Nördfjärden mycket ovanligt.

Provtagningen för spårämnesanalys påbörjas den 19 mars, sju dygn efter doseringsstart. Efter de ytterligare tre dagar som doseringen pågår, har slutkoncentrationen i fjärden nått 80 % av det totala (se avsnittet "Metodik"). Detta innebär att omkring den 21 och 22 mars förekommer de högsta koncentrationsvärdena, därefter sker en viss avklingning.

I de kartor som presenteras i bilagorna anges såväl koncentrations- som utspädningssiffror. Utspädningen har, som tidigare förklarats i avsnittet Resultat, sidan 17, även angetts med siffror från 1 och uppåt, där 1 betyder 1000 gånger utspädning, 2 = 500 gånger etc. Detta för att bättre kunna jämföra med förut gjorda simuleringar.

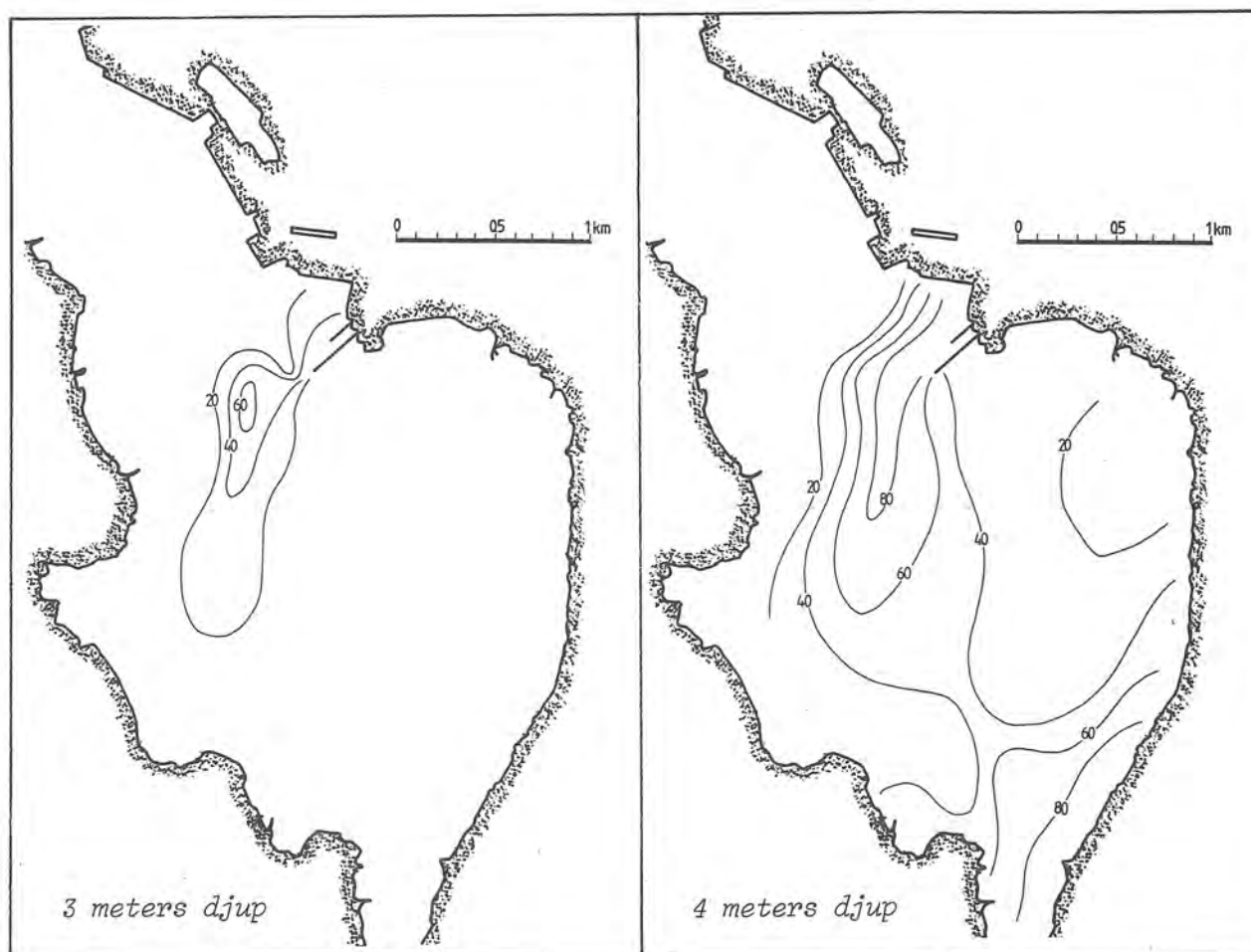


Mätningar av istjocklek visar att den "tunnaste" isen finns i sunden vid Fingermanholmen, samt nära land utanför Munksunds sågverk. I Djupsundets smalaste del finns t.o.m. en vak denna isvinter; en vak som tillkommit i det strömmande vattnet. Istjockleksmätningarna ger en vink om strömfårans läge i den trängre delen av fjärden.

Istjocklek i cm, 28 mars 1985.

Den 19 mars återfinns de högsta koncentrationerna på 4 meters djup. Rakt utanför länsorna är utspädningen ca 200 gånger, nere i Pitsundet är förhållandet likartat, medan ovanför massakajen är utspädningen ca 300 gånger. Avloppsvattnet hamnar i strömfåran och förs ner i ett samlat stråk mot Pitsundet. Det vatten som finns ovan massakajen är avlänkat sedan tidigare.

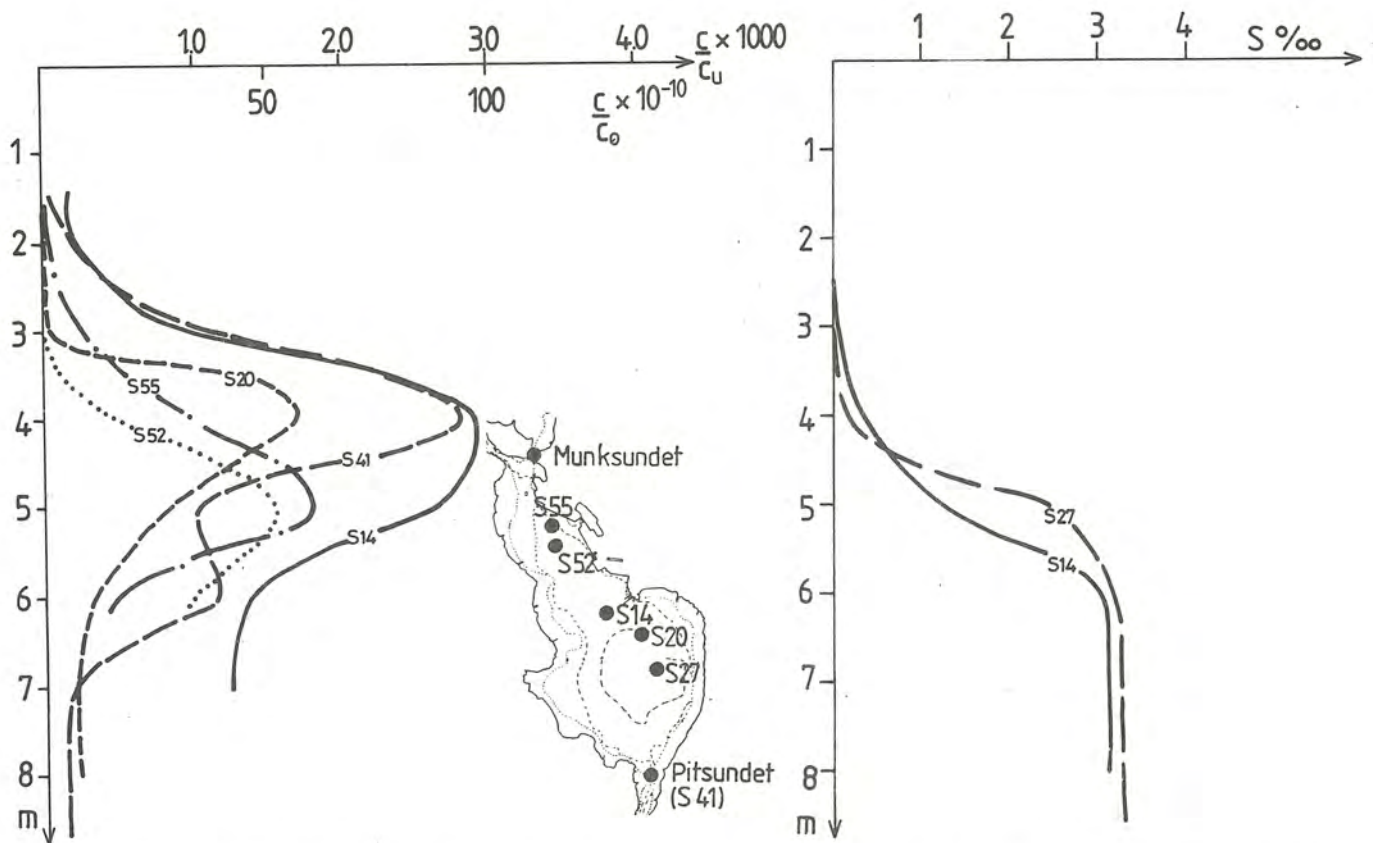
Dagen därpå, den 20 mars, visar undersökningsresultaten på en avloppsvattenplym, som från 3 meters djup växer till sig i koncentration i såväl horisontell som vertikal led på sin väg söderut mot Pitsundet. Nere på 5 metersnivån uppenbarar sig också en nordlig arm, driven av strömmen i det undre skiktet, i vilken utspädningen är ca 200 gånger. Nedan och på omstående sida visas kartor med koncentrationssiffror för de respektive nivåerna.



Spårämneskoncentration 20 mars 1985

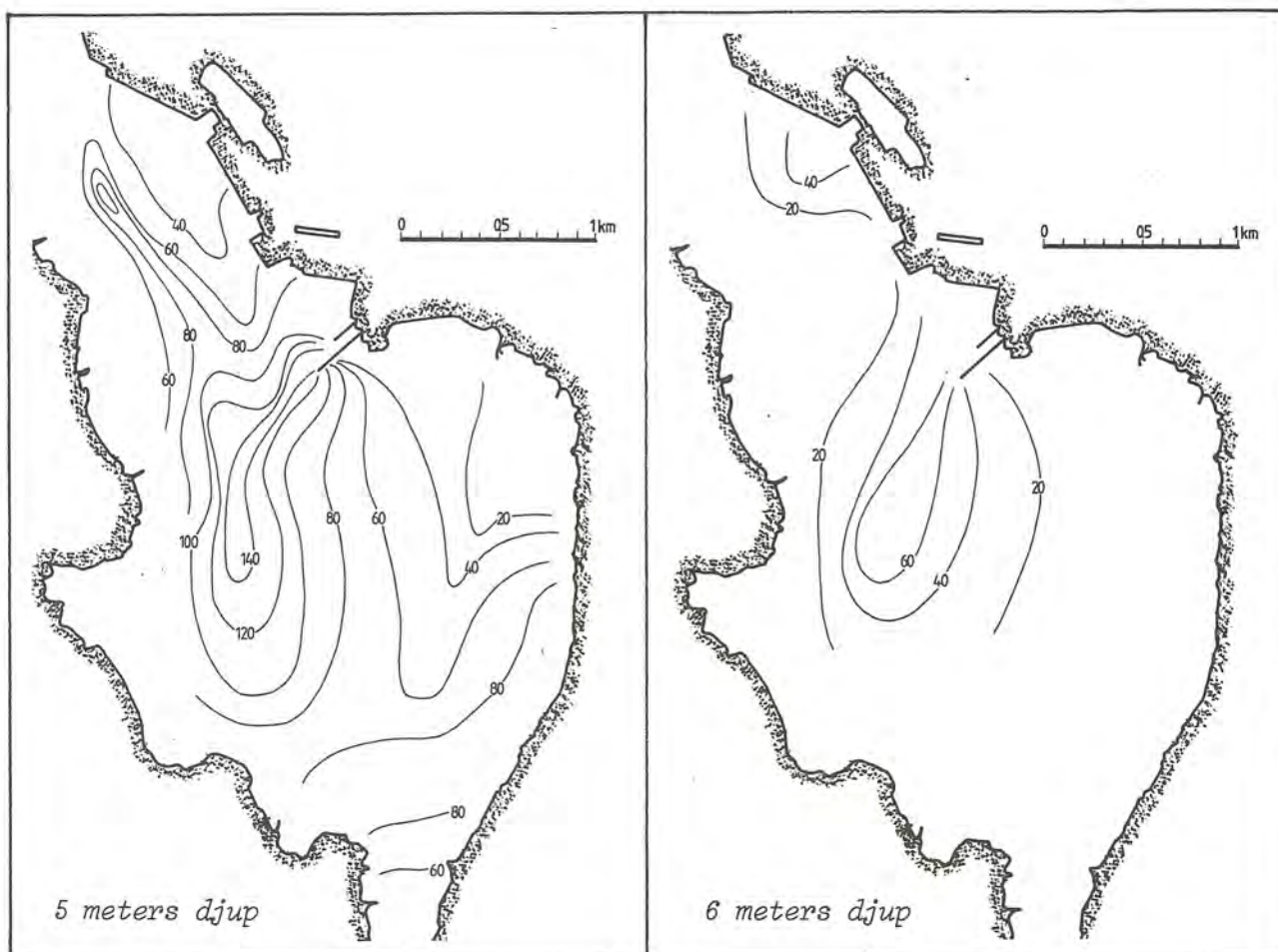


För att kunna bestämma nivån för avloppsvattnet görs fortlöpande kontroller av saltsprångskiktet. Som synes av figuren nedan ligger avloppsvattnet inlagrat på 4.5 - 5 meters djup. Utsträckningen är i vertikalled mellan 3 och 6 meter, vilket framgår av bilagorna. Det finns följdriktigt avloppsvatten på nivåer ovanför språngskiktet. Och det finns mindre mängder som blandat sig igenom språngskiktet. De högsta koncentrationerna förekommer i skiktet kring 5 meters djup.



Spårämnesprofiler 19 mars 1985

Saltprofiler 19 mars 1985



Spärämneskoncentration 20 mars 1985

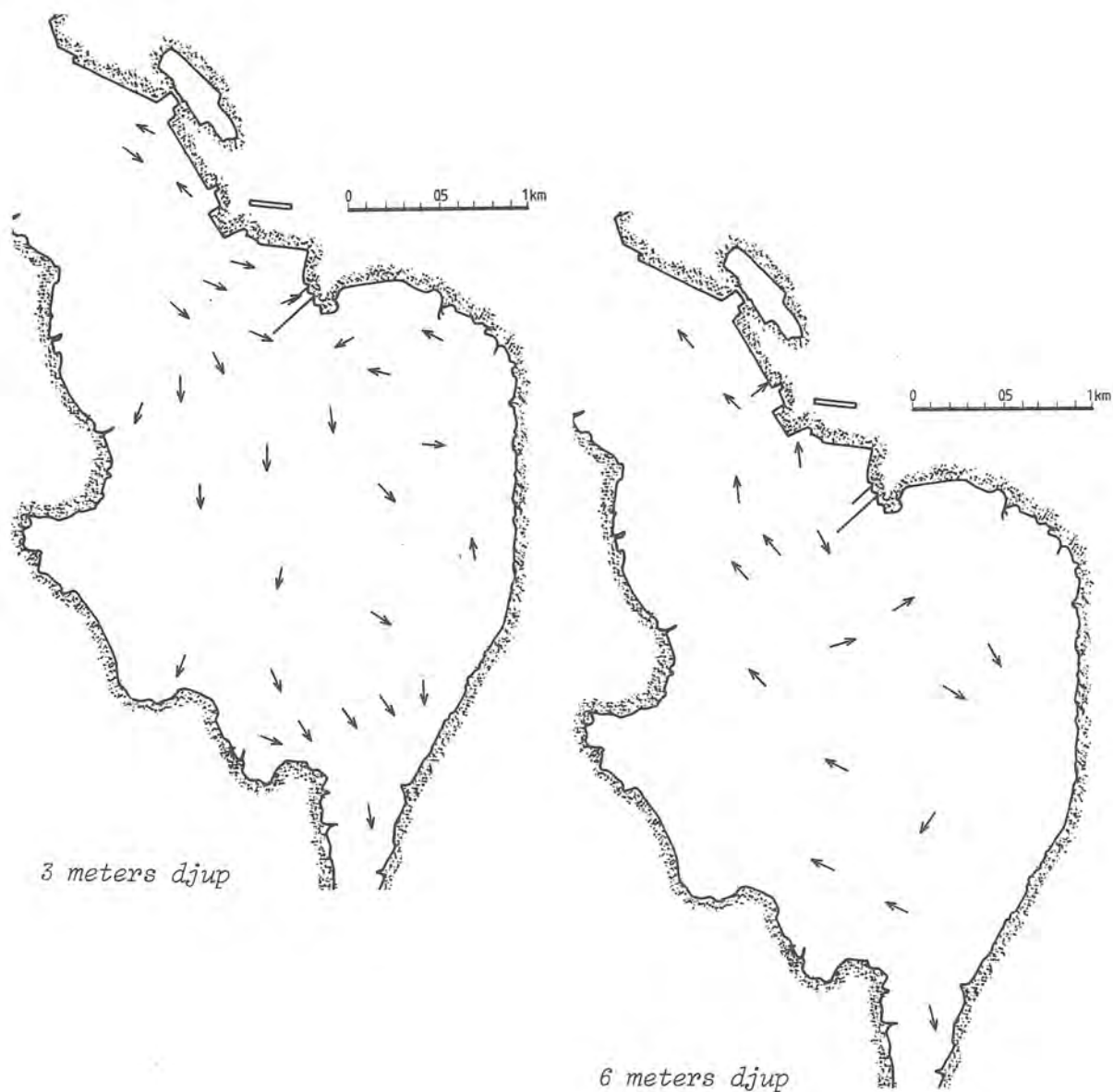
Den 21 mars går avloppsvattnet på en något ostligare bana ner genom fjärden. Längst ner vid Pitsundet uppmäts koncentrationer på 158, vilket innebär en utspädning på 150 gånger. Mätresultaten från den 22 mars är snarlika de från den 20 mars. Dock är koncentrationerna något lägre i de övre, nordliga, delarna av fjärden.

Under de följande dagarna sker en långsam avklingning av spärämnet. Doseringen stoppas den 22 mars och koncentrationerna blir succesivt lägre i stora delar av fjärden.

Ett avloppsvatten-"paket" med en utspädning på ca 300 gånger finns den 24 mars öster om länsorna och ligger stabilt kvar där även den 26 mars, fångad i virveln. För övrigt är spärämnet i större delen av fjärden på en för låg detekteringsnivå. Endast partiet norr om massakajen visar på förekomst av spärämne.

Provtagningen fortsätter i fyra punkter i fjärden under några dagar in i april, för att följa den succesiva avklingningen och eventuellt fånga upp frigjorda ansamlingar av avloppsvatten. Något dylikt upptäckts dock inte.

De strömmätningar som utförs samtidigt med provtagningen visar genomgående på mycket svaga strömmar. Stundtals så svaga att svårighet föreligger vid tolkningen av riktningar. För att ändå visa på strömsystemet i Yttre fjärden har kartbilder från två nivåer framställts. Ströminformationen på kartorna är medelvärden från mätningar under fyra dagar i mars. En s. k. medelbild av strömmen under lågvattenföring med islagd fjärd. Som synes av de båda bilderna antyds en moturs roterande virvel på 3 meters djup, medan virveln på 6 meter roterar medurs.



Strömpilar. Medelbild av strömsättning 19 - 22 mars 1985.

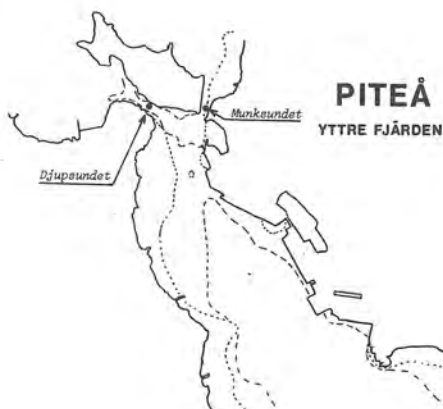
Mätningarna uppe i Djupsundet och Munksundet visar, som tabellen nedan anger, på i stort sett noll-koncentration av spårämne under mätperioden. Således har inget avloppsvatten trängt dit upp.

DJUPSUNDET

Datum	Djup	4	5	6	7	8
03-19	3	0	1			
20	1	0	1	1	1	1
21	20	0	1	0	1	2
22	2	0	1	1	4	3
23	0	0	0	1		
24	0	0	0	2		
25	1	0	1	3		
26	0	0	4	3		

MUNKSUNDET

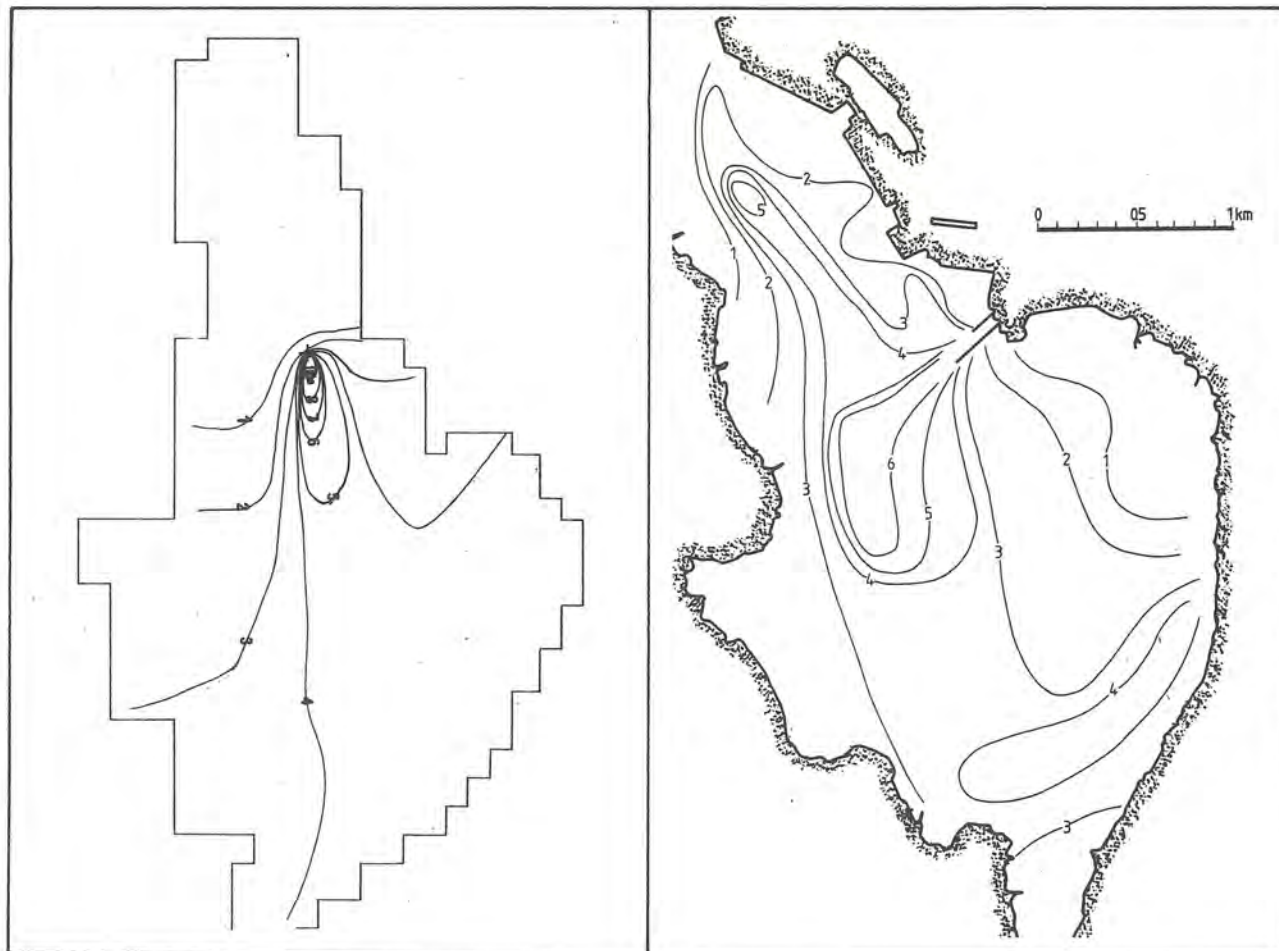
19	0	0		
20	0	1	0	4
21	0	2	0	2
22	2	0	2	2
23	1	1	0	7
24	0	1	0	2
25	1	0	1	3
26	0	1	1	9



Tabell med spårämnescykler

i Djupsundet och Munksundet, mars 1985.

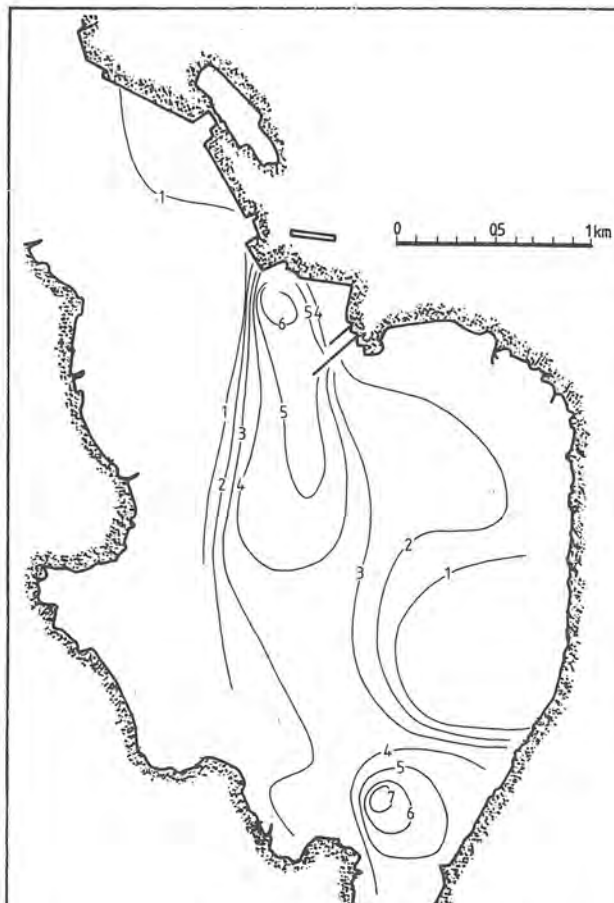
Resultaten från vinterundersökningen överensstämmer bra med modell-simuleringen för lågvattenföring med en i fjärden "centralt" placerad utsläppspunkt. Utspädningssiffrorna i figurerna nedan är i stort likartade. Mätresultaten anger dock en gynnsammare situation för den östra delen av fjärden.



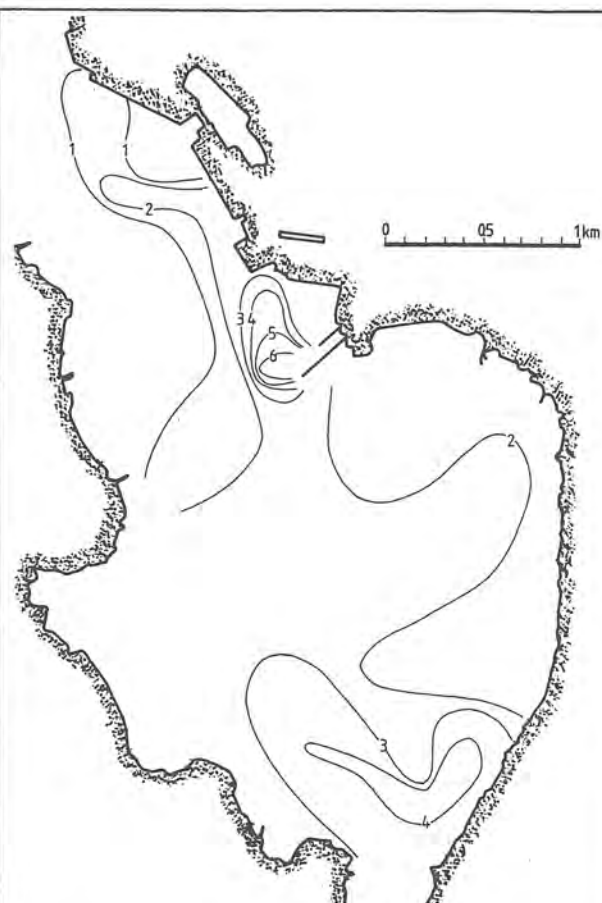
Modellsimulering av avlopps-vattenutsläpp vid $Q=51 \text{ m}^3/\text{s}$ (ref nr 8)

Spårämnescykler 20 mars -85
5 meters djup
Koncentration då utsläppskonc. = 1000

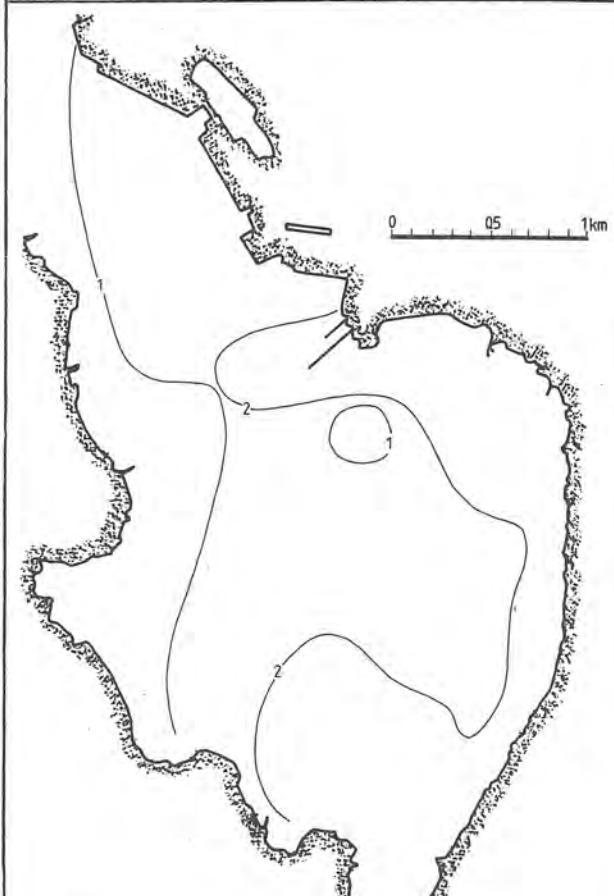
Spårämneskoncentration, då utsläppskonc. = 1000



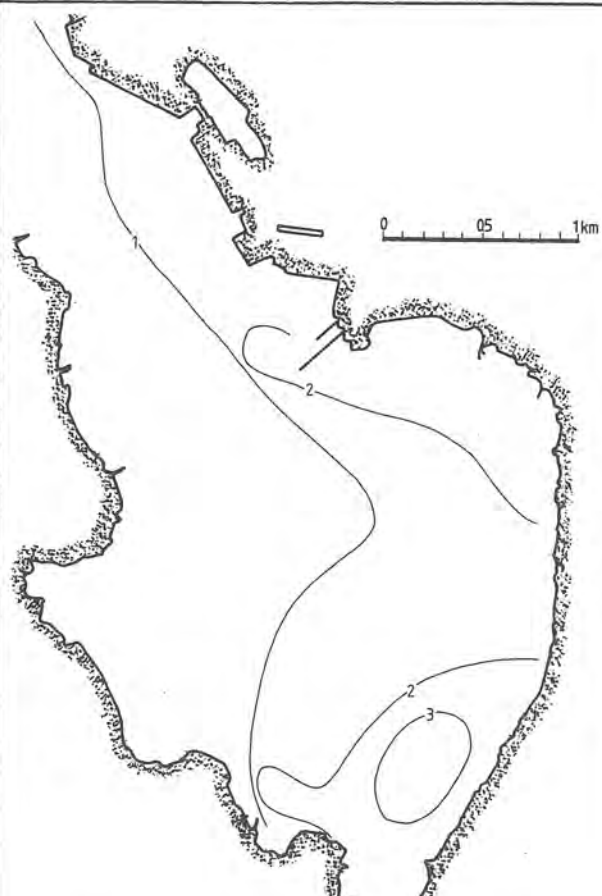
21 mars - 85 5 meters djup



22 mars - 85 5 meters djup



23 mars - 85 5 meters djup



24 mars - 85 5 meters djup

Som synes finns i modellen inga tecken på en nordlig spridning av avloppsvattnet. Vid modellberäkningen görs en blandning av hela avloppsvattenmängden från ytan till botten; vid lågvattenförling, med saltsprångskikt, från ytan ner till 6 meters djup. Vinterundersökningens resultat visar på en nära homogen vattenmassa från ytan ner till 5 - 6 meters djup. Initialutspädningen och den påskjutande kraften från strömbildarna gör att avloppsvattnet relativt snabbt förs ut från stranden. Att det även förs norrut i det returströmsystem som finns utanför massakajen, innebär en effektivare utspädning då avloppsvattnet vänder söderut i strömfåran uppe vid Munksunds sågverk.

Avloppsvattnets väg under vintern med lågvattenförling, kallt älvvatten, saltsprångskikt och islagd fjärd, skiljer sig från övriga delar av året, under vilka vinden påverkar det ytliggande avloppsvattnet.

Av de undersökningar som hittills utförts framgår att vinden har stor inverkan på att föra iväg avloppsvattnet till olika delar av fjärden. De försök som har gjorts med länsor har bara delvis kunnat hindra vindens verkan; avloppsvattnet har läckt igenom länsorna och inte i ett samlat stråk letts ut till strömfåran. Trots detta har undersökningarna visat att förhållandena avsevärt förbättrats mot tidigare utsläppslägen.



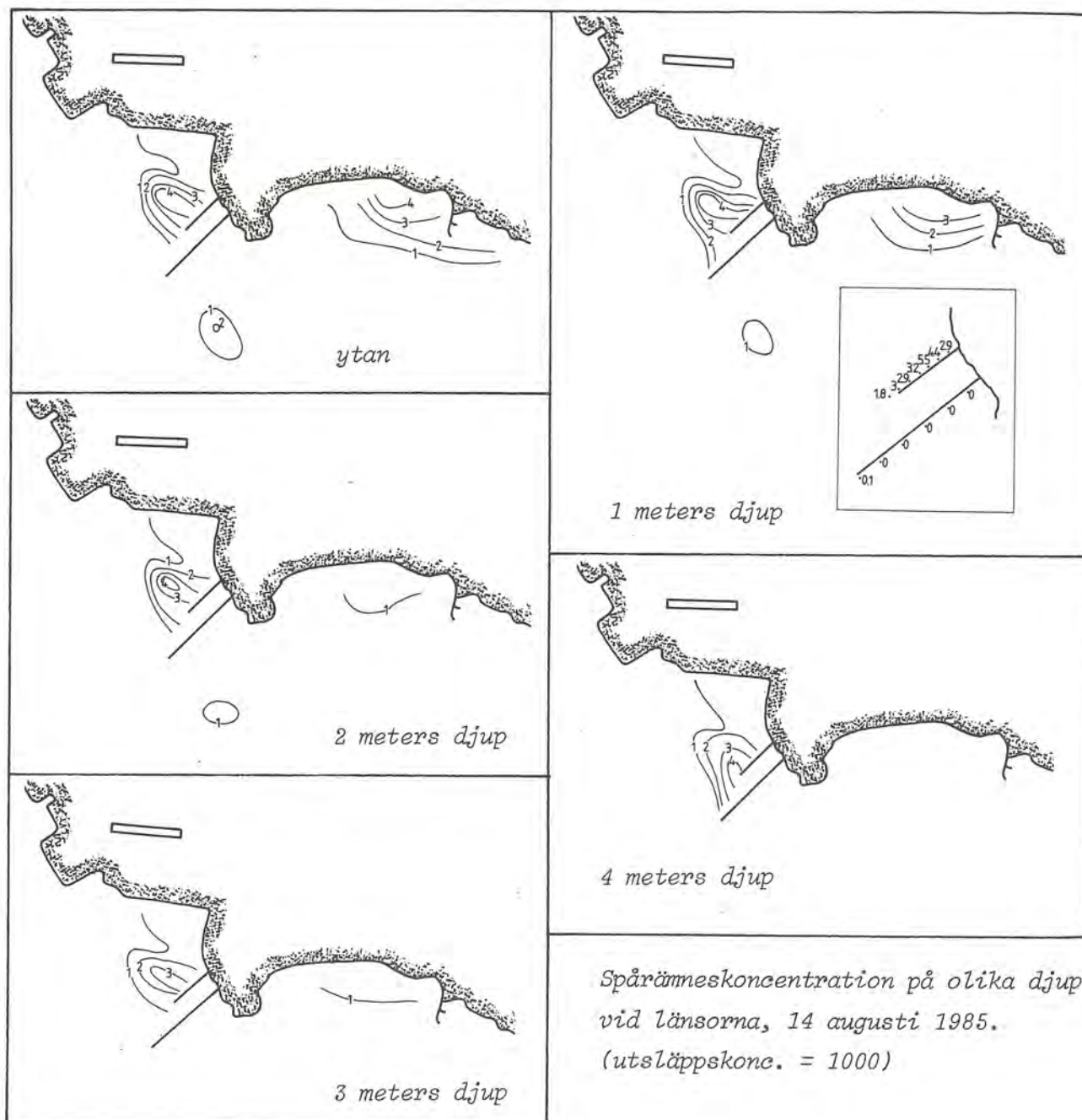
Provtagning från is.

En kompletterande undersökning av eventuellt läckage vid länsorna görs i mitten av augusti 1985. Flödet i älven är som tidigare nämnts ganska högt, 350 m³/s.

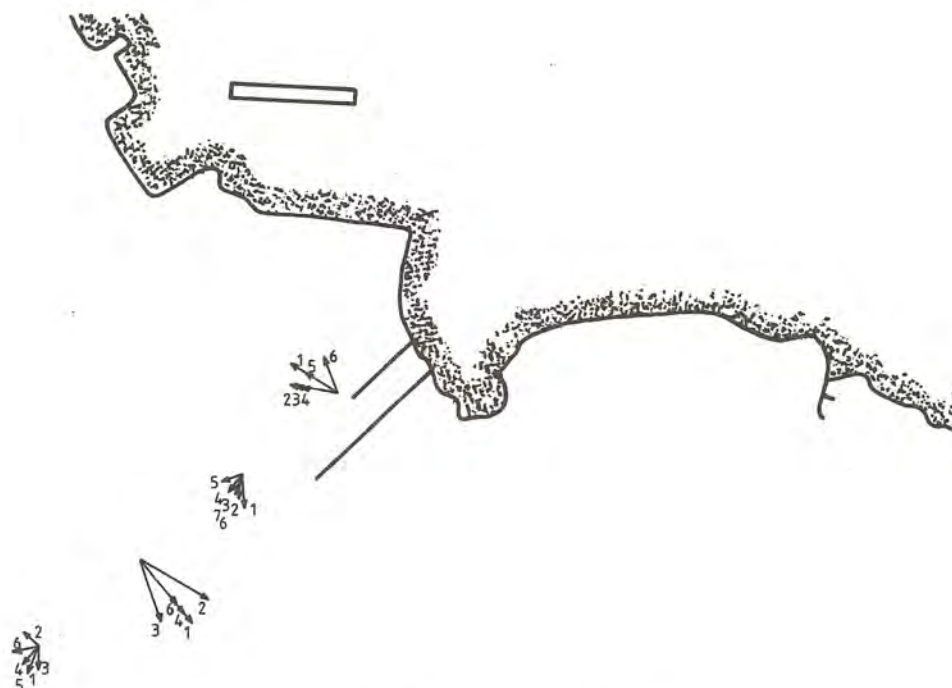
Temperaturen i vattnet är omkring 16 grader.

Det blåser svag vind mellan väst och syd under provtagningen den 14 augusti, och avloppsvattnet går igenom den norra länsan längs hela dess sträckning, med de största koncentrationerna 50 till 75 meter från land.

Utsträckningen i djupled är likartat vad beträffar utspädningen, vilket framgår av bilderna nedan. På dessa syns också en koncentrationsförhöjning, en avsnörd avloppsvattenbubbla, i den nordöstra delen av viken, öster om utsläppspunkten. Denna bubbla har tillkommit under natten, då avloppsvattnet i den sydvästliga vinden sannolikt går ut genom den södra länsan och "skjuts" in i viken.



Strömmätningarna, som samtidigt företas i snittet från länsorna och sydvästvärt mot andra sidan älven, visar en markerad sydgående (sydost) ström i huvudfåran. Strömmen i mätpunkten öster därom vrider mot större djup succesivt åt väster. I området norr om länsorna går strömmen nord till nordvästvärt, medan den i den västligaste punkten är mera orolig, störd av bottenpogrofin.



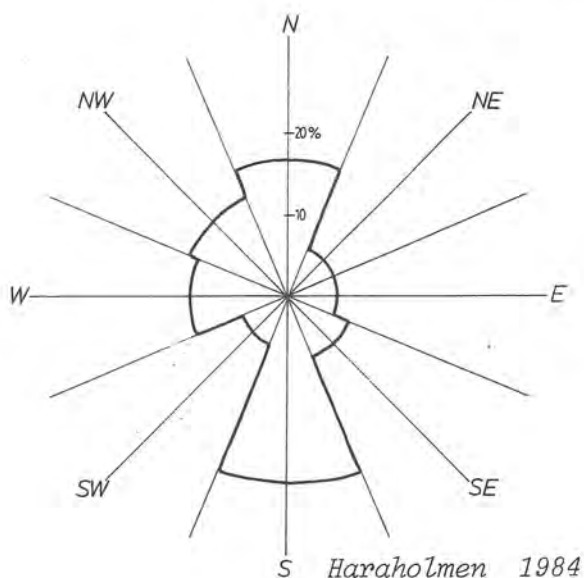
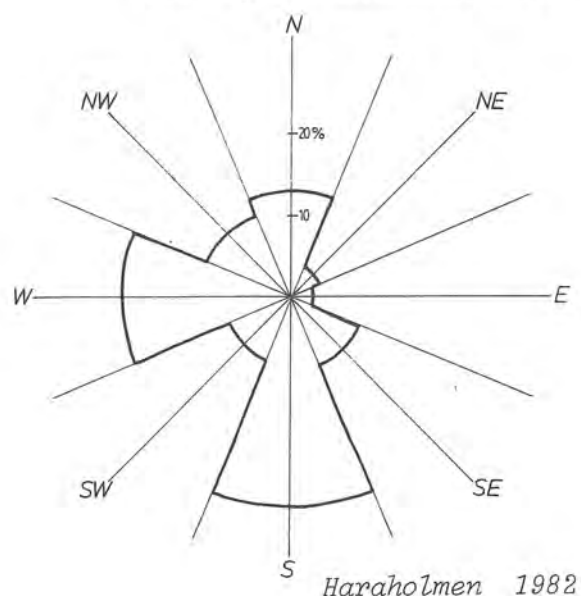
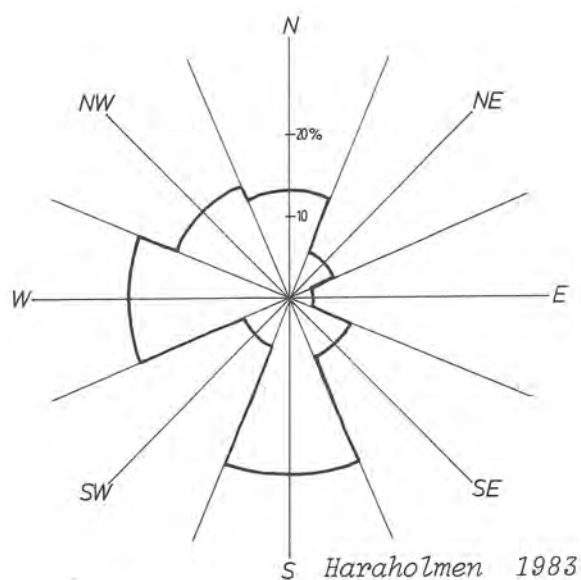
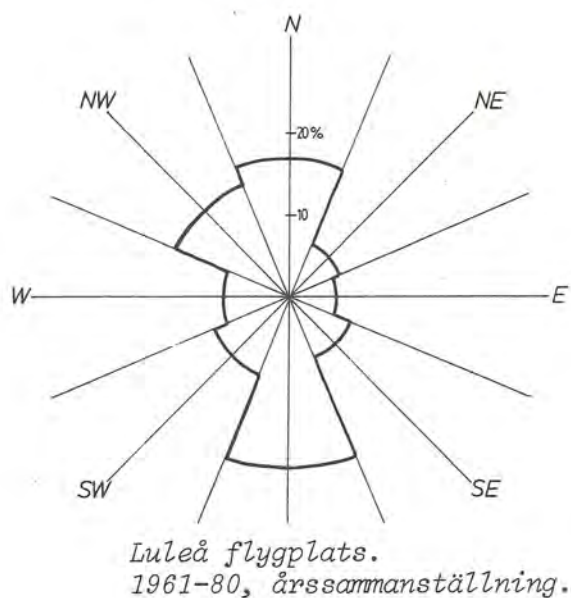
Strömpilar, 14 augusti, -85. Siffrorna vid pilarna anger de olika mätdjupen i meter.

Under såväl oktober 1984 som augusti 1985 dokumenteras några av fläckförsöken fotografiskt från luften. Vid dessa tillfällen används natriumfluoroscein som spårämne. Bilderna är ett viktigt komplement till undersökningarna i närområdet vid länsorna.

För att ge en bild av de under året mest frekventa vindriktningarna har i figurena nedan sammanställts vindmedelvärden från åren 1982, 83 och 84 från Haraholmen. Dessutom åskådliggörs vindmedelvärden från 20 års perioden 1961-1980 från Luleå flygplats för hela året. Att Luleå väljs beror dels på att Haraholmen inte varit i drift som vindstation under denna period, dels att vindens riktning och hastighet uppskattas med hjälp av vindstrut.

Som synes av figurena nedan, är nord-, nordväst- och sydvindar mest förekommande. Detta visar också Haraholmen under de tre aktuella åren, med en liten dragning åt väst.

Månadssammanställningarna (se bilagor, sidorna 109 och 110) visar helt naturligt en stor övervikt för nord- och sydvindar. Under vinterhalvåret är nordvästvindarna lika frekventa som nordvindarna, medan under sommaren sydvindarna är helt dominerande. Sydostvindarna förekommer i störst utsträckning på sommaren.



Frekvensfördelning av vindriktningar i procent.

SLUTSATSER

Resultaten från undersökningarna visar att länsorna inte förmår innesluta och leda ut avloppsvattnet till fjärdens centrala delar, dvs till älvens strömfåra. Både mätningar och flygbilder visar klart att avloppsvattnet böjer av och går rätt igenom länsorna så snart rörelseenergin från strömbildarna förbrukats. Detta gäller även om temperaturförhållandena är sådana att avloppsvattnet inte sjunker under länsorna.

Spårämnesstudierna från såväl oktober som mars visar att strömbildarna ger en mycket god initialutspädning. Koncentrationerna i fjärden är av samma storleksordning, eller lägre, än de simulerade koncentrationerna för det gynnsammaste utsläppsläget. Vinterundersökningen visar på koncentrationer av storleksordningen lägre än 0.002 Cu (500 gångers utspädning) utmed bukten vid Skuthamn, men är på de flesta platser lägre än 0.001 Cu (1000 gångers utspädning). Simuleringen tyder på värden större än 0.004 Cu (250 gångers utspädning).

Undersökningen vid medelvattenföring visar på ett resultat som är jämförbart med det för fjärden gynnsammaste av de simulerade alternativen. Orsaken till detta torde stå att finna i förmågan hos kombinationen strömbildare och länsor att ge en god initialutspädning.

Spårämnesundersökningarna visar också på en effekt som simuleringarna inte förmår förutse. Avloppsvattnet kan ganska ofta strömma norröver utmed fjärdens östra strand. Ett faktum som väl överensstämmer med de strömbilder som mätts upp under såväl dessa undersökningar som tidigare.

Sammanfattning.

Länsorna fungerar inte som avsett, men kombinationen strömbildare och länsor ger en mycket god initialutspädning. Slutresultatet för fjärden blir liknande de bästa av de simulerade situationerna.

En effekt av att länsorna inte förmår leda ut avloppsvattnet är att en del av det ofta strömmar norröver utmed fjärdens östra strand.



REFERENSFÖRTECKNING

- 1 Vattenföring i Sverige
SMHI. Liber förlag 1979.
- 2 Piteå Hamn. Hydrogeologisk utredning 1964-1965.
Hydroconsult 1965. Rapport nr HC-65-90.
- 3 Bakteriologiska undersökningar i Pite älvs mynningsområde.
Statens Naturvårdsverk PM 1981-01-21.
- 4 Sammanställning av analysresultat från två recipient-undersökningar i fjärdarna utanför Piteå, utförda under 1980. IVL 1980-11-18.
- 5 Strömundersökningar i Yttre fjärden.
SMHI-PM 1982-03-29.
- 6 Phoenix, an instruction manual
H I Rosten, D Brian Spalding and D G Tatchell.
January 1982. CHAM TR/75.
- 7 Länsor och strömbildare vid avloppsutsläppet från Munksunds pappersbruk. SCA 1983-08-10. Redogörelse 54/83.
- 8 Strömundersökningar i Yttre fjärden, Piteå.
SMHI. Slutrapport 1983-08-24.
- 9 BASF datablad angående Rhodamine B flüssig.



BILAGOR

På följande sidor presenteras mätresultaten från spårämnesundersökningarna i form av koncentrations- och strömkartor.

Siffervärden för koncentrationer på kartorna utgör värden relativt utgångskoncentrationen Co (C/Co).

Alla kartorna är orienterade med nord upp.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING:

	sidan
1 Beslut i Länsstyrelsen, Norrbotten 83-11-01	39
2 Utdrag ur SMHIs publikation "Månadens väder"	40
3 Diagram för koncentration - utspädning	41
4 Provtagningspunkter, oktober 1984	42
5 Provtagningsstråk, oktober 1984	43
6 Spårämneskoncentration, 22 okt -84, 1 meters djup	44
7 Spårämneskoncentration, 22 okt -84, 3 meters djup	45
8 Spårämneskoncentration, 22 okt -84, 5 meters djup	46
9 Spårämneskoncentration, 23 okt -84, ytan	47
10 Spårämneskoncentration, 23 okt -84, 1 meters djup	48
11 Spårämneskoncentration, 23 okt -84, 3 meters djup	49
12 Spårämneskoncentration, 23 okt -84, 5 meters djup	50
13 Spårämneskoncentration, 24 okt -84, ytan	51
14 Spårämneskoncentration, 24 okt -84, 1 meters djup	52
15 Spårämneskoncentration, 24 okt -84, 3 meters djup	53
16 Spårämneskoncentration, 24 okt -84, 5 meters djup	54
17 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, ytan	55
18 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, 1 meters djup	56
19 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, 3 meters djup	57
20 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, 5 meters djup	58
21 Spårämneskoncentration, 26 okt -84, ytan	59
22 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, ytan *	60
23 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, 1 meters djup *	61
24 Spårämneskoncentration, 25 okt -84, 3 meters djup *	62
25 Vattentemperatur, 25 okt -84, 1 meters djup	63
26 Strömpilar, 23 okt -84, 1 meters djup	64
27 Strömpilar, 24 okt -84, 1 meters djup	65
28 Strömpilar, 25 okt -84, 1 meters djup	66
29 Strömpilar, 26 okt -84, 1 meters djup	67
30 Provtagningspunkter, mars 1985	68
31 Salthalt, 23 mars 1985	69
32 Spårämneskoncentration, 19 mars -85, 4 meters djup	70
33 Spårämneskoncentration, 20 mars -85, 3 meters djup	71
34 Spårämneskoncentration, 20 mars -85, 4 meters djup	72

35	Spårämneskoncentration, 20 mars -85, 5 meters djup	73
36	Spårämneskoncentration, 20 mars -85, 6 meters djup	74
37	Spårämneskoncentration, 21 mars -85, 4 meters djup	75
38	Spårämneskoncentration, 21 mars -85, 5 meters djup	76
39	Spårämneskoncentration, 21 mars -85, 6 meters djup	77
40	Spårämneskoncentration, 22 mars -85, 4 meters djup	78
41	Spårämneskoncentration, 22 mars -85, 5 meters djup	79
42	Spårämneskoncentration, 22 mars -85, 6 meters djup	80
43	Spårämneskoncentration, 23 mars -85, 3 meters djup	81
44	Spårämneskoncentration, 23 mars -85, 4 meters djup	82
45	Spårämneskoncentration, 23 mars -85, 5 meters djup	83
46	Spårämneskoncentration, 23 mars -85, 6 meters djup	84
47	Spårämneskoncentration, 24 mars -85, 4 meters djup	85
48	Spårämneskoncentration, 24 mars -85, 5 meters djup	86
49	Spårämneskoncentration, 24 mars -85, 6 meters djup	87
50	Spårämneskoncentration, 25 mars -85, 4 meters djup	88
51	Spårämneskoncentration, 25 mars -85, 5 meters djup	89
52	Spårämneskoncentration, 25 mars -85, 6 meters djup	90
53	Spårämneskoncentration, 26 mars -85, 4 meters djup	91
54	Spårämneskoncentration, 26 mars -85, 5 meters djup	92
55	Spårämneskoncentration, 26 mars -85, 6 meters djup	93
56	Spårämneskoncentration, 20 mars -85, 5 meters djup *	94
57	Spårämneskoncentration, 21 mars -85, 5 meters djup *	95
58	Spårämneskoncentration, 22 mars -85, 5 meters djup *	96
59	Spårämneskoncentration, 23 mars -85, 5 meters djup *	97
60	Spårämneskoncentration, 24 mars -85, 5 meters djup *	98
61	Spårämneskoncentration, 25 mars -85, 5 meters djup *	99
62	Strömpilar, 19-22 mars-85, medelbild, 3 meters djup	100
63	Strömpilar, 19-22 mars-85, medelbild, 6 meters djup	101
64	Spårämneskoncentration, mars -85, Djups. & Munks.	102
65	Provtagningspunkter, augusti 1985	103
66	Spårämneskoncentration, 14 aug -85, ytan *	104
67	Spårämneskoncentration, 14 aug -85, 1 meters djup *	105
68	Spårämneskoncentration, 14 aug -85, 2 meters djup *	106
69	Spårämneskoncentration, 14 aug -85, 3 meters djup *	107
70	Spårämneskoncentration, 14 aug -85, 4 meters djup *	108
71	Frekvensfördelning av vindriktn., Luleå 1961-80, mån.	109
72	Frekvensfördelning av vindriktn., Luleå 1961-80, mån.	110
73	Kopia av sjökort nr 4151, Piteå	111

* Koncentration då utsläppskoncentrationen = 1000

LÄNSSTYRELSEN

Norrbottens län

Planeringsavdelningen
Naturvårdsenheten

BESLUT

5

1983-11-01

11.189-1963-83
25 81 102

Kostnadsskillnaden mellan SMHI:s och bolagets alternativ uppgår enligt underhandsuppgift till ca 4 milj kronor. Därtill kommer ca 300 000 i ökade driftkostnader per år för det ute i fjärden placerade utsläppet eftersom pumpning måste ske för att dels motverka avsättningar i tuben, dels förbättra utspädningen.

Utifrån vad som hittills redovisats i ärendet finner inte länsstyrelsen att nyttokostnadseffekten från miljösynpunkt entydigt pekar på ett centralt utsläpp i fjärden som en självklar lösning. Länsstyrelsen är därför beredd att under en försöksperiod godta ett utsläpp i huvudsaklig överensstämmelse med bolagets förslag. Under tiden ska utspädnings- och spridningsförhållandena följas upp så att en slutlig utvärdering kan göras av SMHI efter försökstidens utgång.

För utsläppet och försöksperioden ska följande gälla.

1. Förläggning av avloppsledningen till fjärdens strand ska göras på sådant sätt att en eventuell förlängning till fjärdens centrala del inte försvåras eller fördyras så att detta i sig kan bli ett argument mot en sådan utledning av avloppsvattnet.
2. Utsläppet ska utformas som ett ytvattenutsläpp för att erhålla maximal styreffekt av länsorna.
3. Länsorna ska göras tre meter djupa och ca 300 meter långa och förankras mot land så att läckage inte uppstår. Vintertid ska farligt område utmärkas.
4. Strömbildarna ska regleras och placeras så att risken för skumbildning minimeras.
5. Vid två tillfällen, lågvatten- respektive medelvattenföring i älven och normal drift av bruket, ska en utförlig undersökning av avloppsvattnets utspädning och spridning göras med hjälp av spårämnen eller likvärdig metod.
6. Undersökningarna bör utföras under 1984. Undersökningsprogrammet ska godkännas av länsstyrelsen. Slutlig redovisning ska göras senast den 30 juni 1985. SMHI ska delta i undersökningarna i en sådan omfattning att de kan avge ett utlåtande om utsläppspunktens lämplighet. Med ledning av detta avser länsstyrelsen sedan i enlighet med koncessionsnämndens beslut att slutgiltigt fastställa utsläppspunktens läge och utformning samt tidpunkten för då eventuella arbeten ska vara avslutade.

I detta ärende har länsråd Lars Backlund beslutat och byrådirektör Gunnar Nilsson varit föredragande. Dessutom har naturvårdsdirektör Karl-Evert Pousette och förste länsassessor Gustav Bjelle deltagit.

Lars Backlund

Gunnar Nilsson

Oktober 1984

Nederbörd varje dag

Mild, regnig och disig blev första veckan i månaden i hela landet. Liksom i slutet av september vandrade lågtrycken på en bana söderifrån medförande mild och fuktig luft.

HÖGSTA TEMPERATURERNA

Den 2 var månadens varmaste dag i södra Sverige med temperaturer på omkring 18° på många håll. Högsta temperaturen, 18,6°, noterades i Barkåkra. Den 3-5 var det sedan norra Sverige, som fick ovanligt mildt med 5-7° högre dygnsmedeltemperaturer än normalt och allmänt dagstemperaturer på 10-13°. Speciellt förekom också ovanligt höga temperaturer i Lapplandsfjällen, där exempelvis Katterjåkk hade 14,7° den 4.

Också nätterna var milda med plusgrader i hela landet. Ett tillfälligt uppklärnande natten till den 4 gav dock på utstrålningen temperaturer på omkring 0° i Dalarna, Vänerområdet och Småland.

NEDERBÖRD VARJE DAG

Regn föll i praktiskt taget hela landet varje dag fram till och med den 8. Största nederbördsmängderna kom den 4 i Härjedalen och norra Dalarna med som mest 30-40 mm och den 6 vid södra Norrlandskusten där exempelvis Härnösand fick 40,4 mm.

Den 7-8 började lågtrycken komma in över Sverige västerifrån och det blev blåsigare. Med västvinden kom något torrare luft och molntäcket hade därmed chans att lätta tillfälligt mellan de talrika nederbördstillfällena. Det går faktiskt inte att hitta ett enda dygn, då hela landet samtidigt hade uppehåll. Som regel kom dock inte några större dygnsmängder. Enda tillfället efter den 6 var den 22 vid Västkusten då t ex Torup uppmätte 38 mm.

KALLT I NORR, MILT I SÖDER

I samband med att lågtrycken började ta en västligare bana blev det från den 10 kyligare i norra Norrland och den 12 kom också snön längst i norr för att stanna. Det milda vädret i södra Sverige fortsatte dock och höll i sig månaden ut.

KYLAN I NORR

Norra Sverige fick sin första "köldknäpp" natten mot den 19 då nordligaste Norrlands inland hade 10-15 minusgrader och under noll även på dagen. Den 22 började ett högtryck byggas upp över norra Sverige och det medförde fortsatt kyla. Vintern hade med andra ord definitivt gjort sitt intåg i de här trakterna. Månadens kallaste natt inträffade natten mot den 25 då Nikkaluokta och Karesuando hade omkring -25°. Dygnsmedeltemperaturen var också 15-16 grader lägre än normalt i nordligaste Norrland. Även de två följande nätterna var kalla med temperaturer omkring -20°.

STORA SNÖDJUP

Snötäcket som började bildas längst i norr den 12, utbreddes sig söderut i inlandet och i fjälltrakterna och den 14 blev det tillfälligt 2-5 cm snö så långt söderut som i Dala- och Härjedalsfjällen. Omkring den 19 började det åter bli mer snö, framförallt öster om Lapplandsfjällen, där det den 20-21 kom ca 10 cm. I samband därmed fick också Arjeplog ett för oktober ovanligt stort snödjup på 42 cm. Vid månadens slut var snödjupen fortfarande stora i dessa trakter. Däremot hade snötäcket mindre utbredning än normalt, då södra och mellersta Norrlandskusten fortfarande hade barmark.

SAMMANFATTNING

Månaden som helhet blev 1-2 grader mildare än normalt i hela landet med undantag av norra Norrland. Där tog den kalla perioden i slutet av månaden överhand så att månadsmedeltemperaturerna blev upp till 2 grader lägre än normalt längst i norr.

Antalet nederbördsdagar blev betydligt fler än normalt, på de flesta håll 20-25 dagar.

Nederbördsmängderna var större än normalt i praktiskt taget hela landet. Så mycket som tre till fyra gånger normalmängden uppmättes i stora delar av Norrlands inland. På flera platser i södra Norrland och i mellersta Svealand blev också månadens nederbördsmängd rekordstor. Bland annat vid följande stationer med långa observationsserier:

Station	Startår	Nederbördsmängd i oktober (mm)	
		1984	Tidigare högsta
Sveg	1876	139 (prel)	118 (1885)
Falun	1860	125 (prel)	111 (1980)
Örebro	1860	128	128 (1929)

Åska förekom i nästan hela landet den 3. I övrigt under månaden förekom åska endast på enstaka platser.

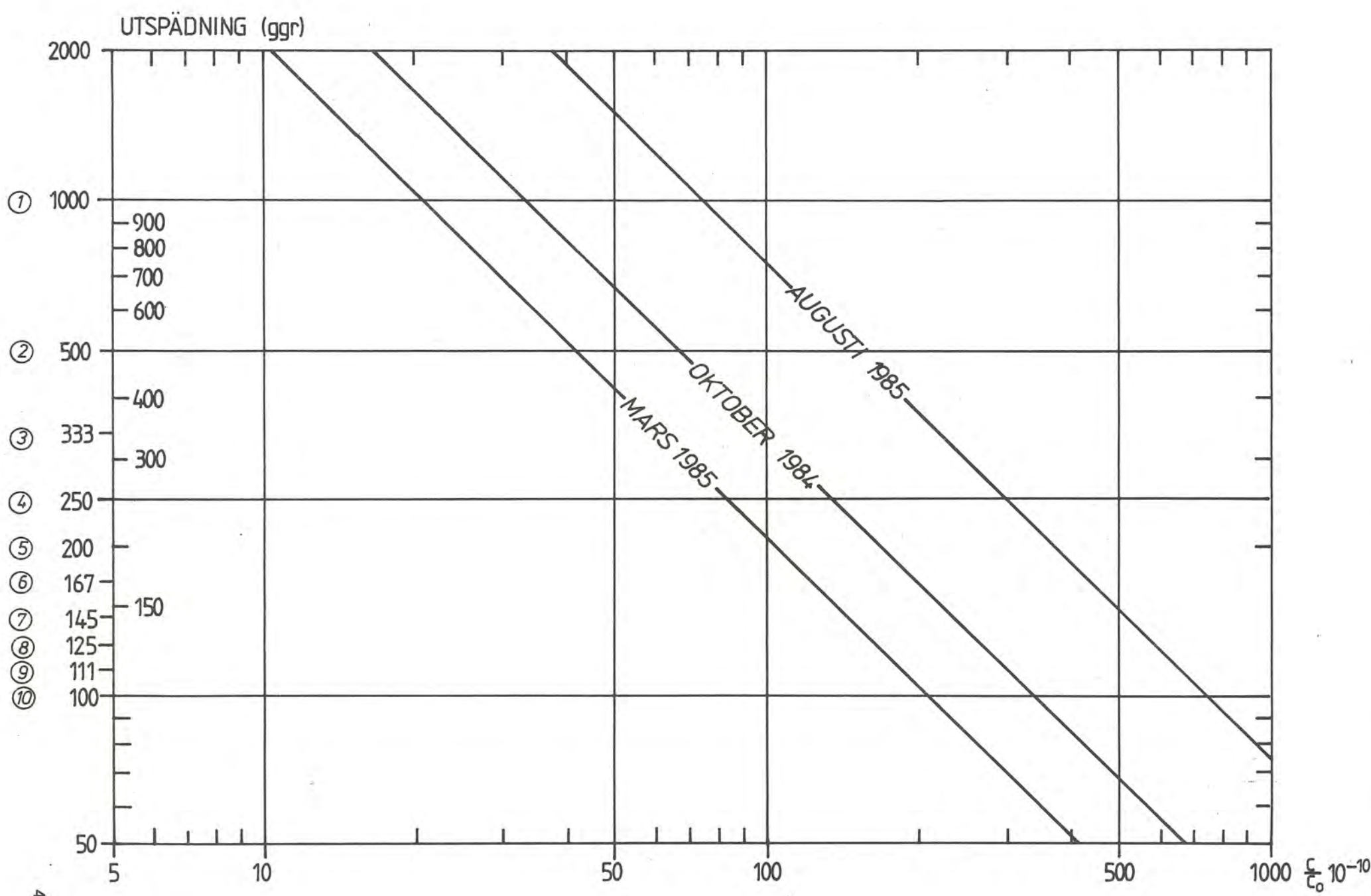
Enda tillfället med mera omfattande höga vindhastigheter var den 20-21 i södra Sverige, då Kullen som mest hade en medelvind på 28 m/s.

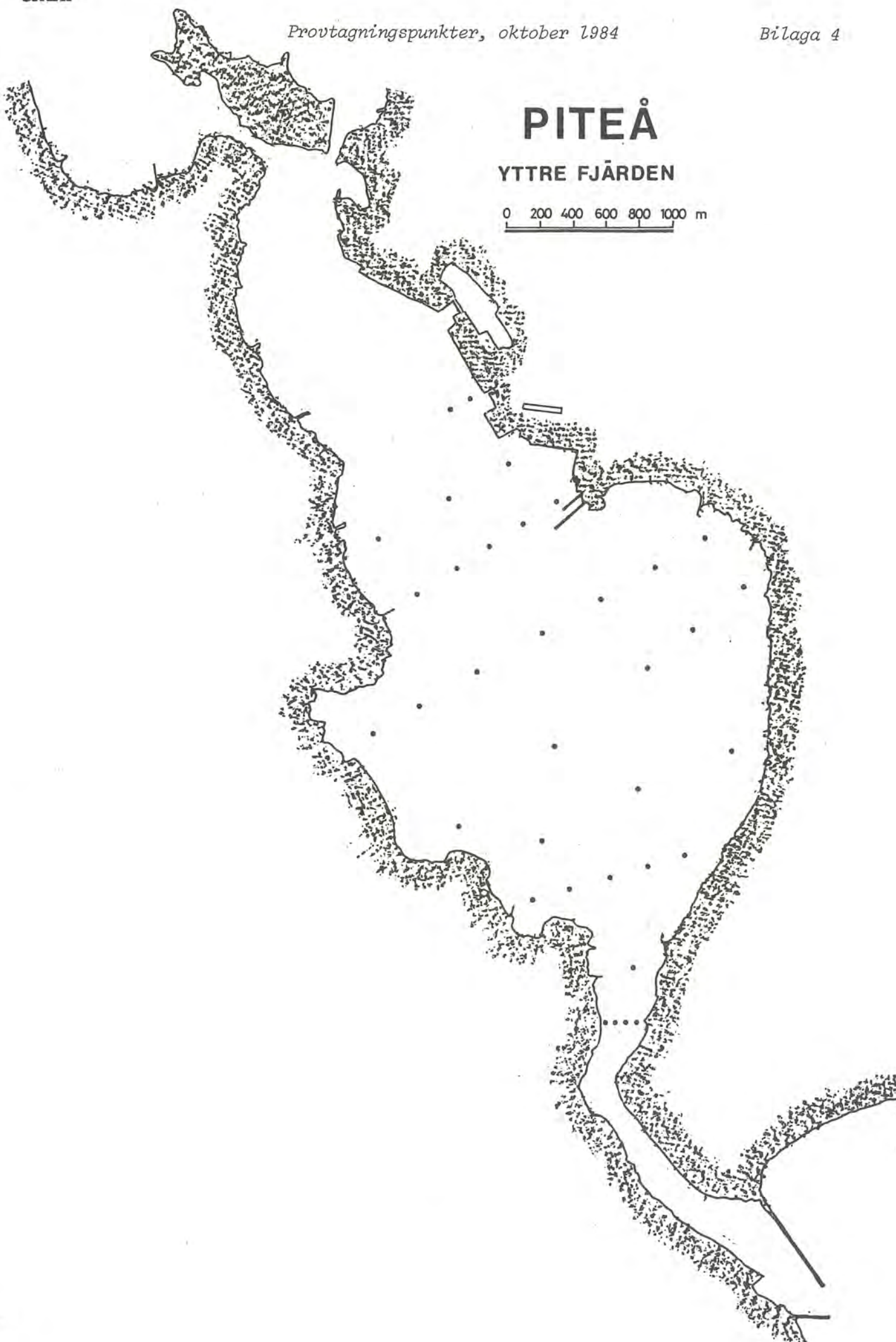
Gunilla Ström, Carla Karlström

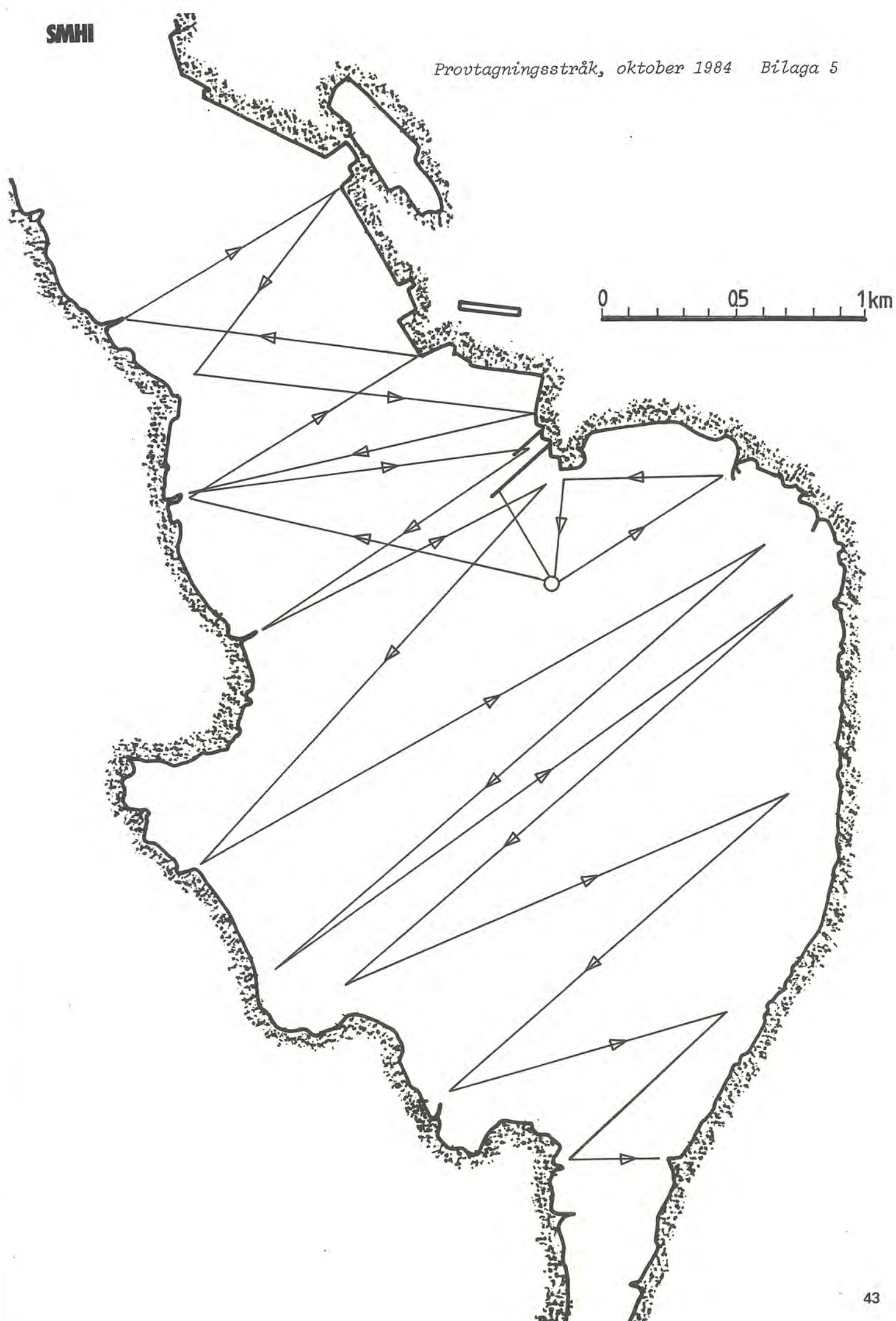
Väder och Vatten

Väder och Vatten utkommer med 12 nummer per år. I varje nummer ingår snabbstatistik för den aktuella månaden samt korrigerade tabeller och ytterligare information för månaden innan. Citera oss gärna, men glöm inte att ange källan. Utgiven av SMHI.

Ansvarig utgivare: Sonja Larsson-McCann.
Ett årsabonnemang av Väder och Vatten kostar 150 kronor (1984).
För upplysning och beställning kontakta:
SMHI, Klimatsektionen, 601 76 Norrköping.
Tel. 011-158000.







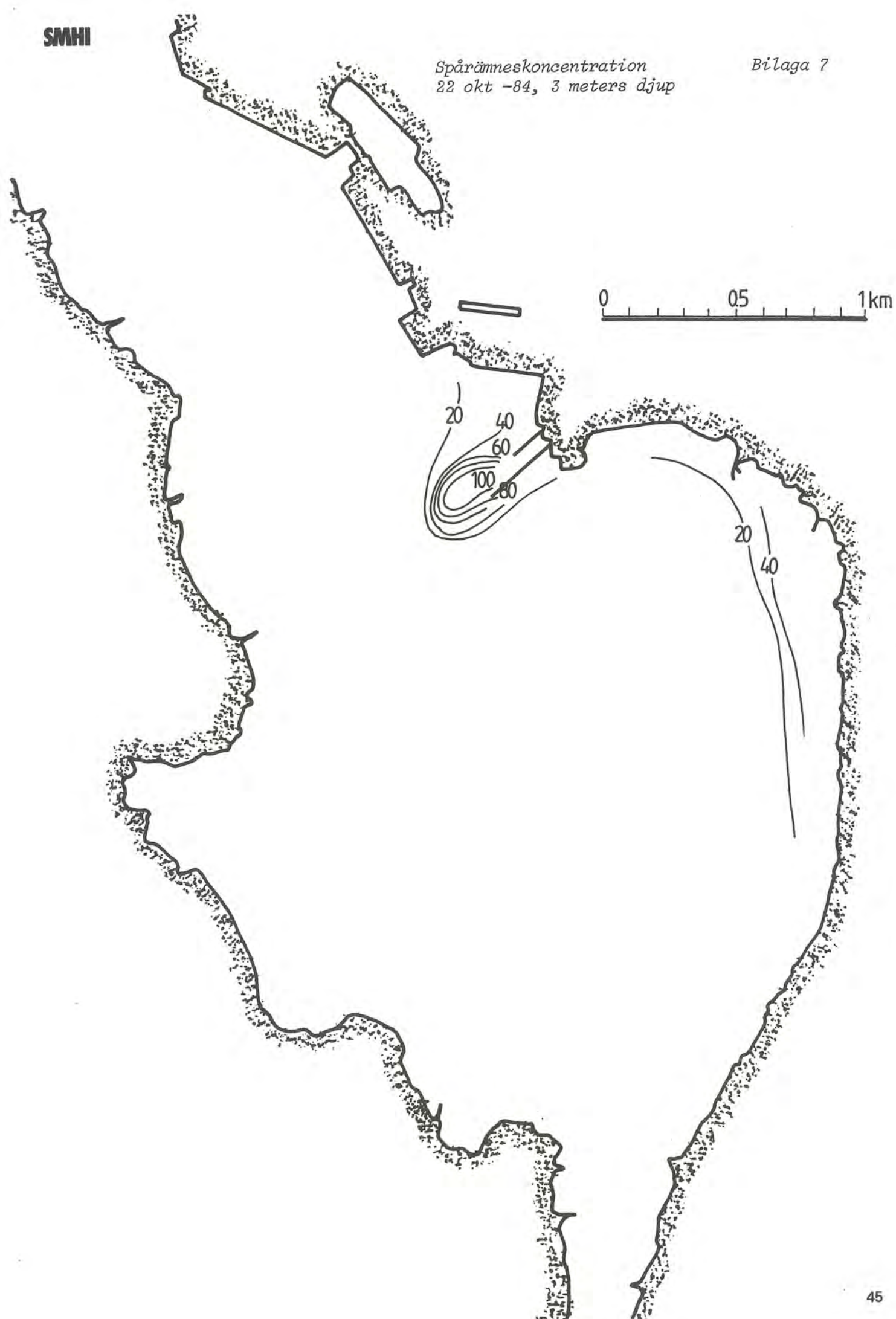
Spårämneskoncentration,
22 okt -84, 1 meters djup

Bilaga 6



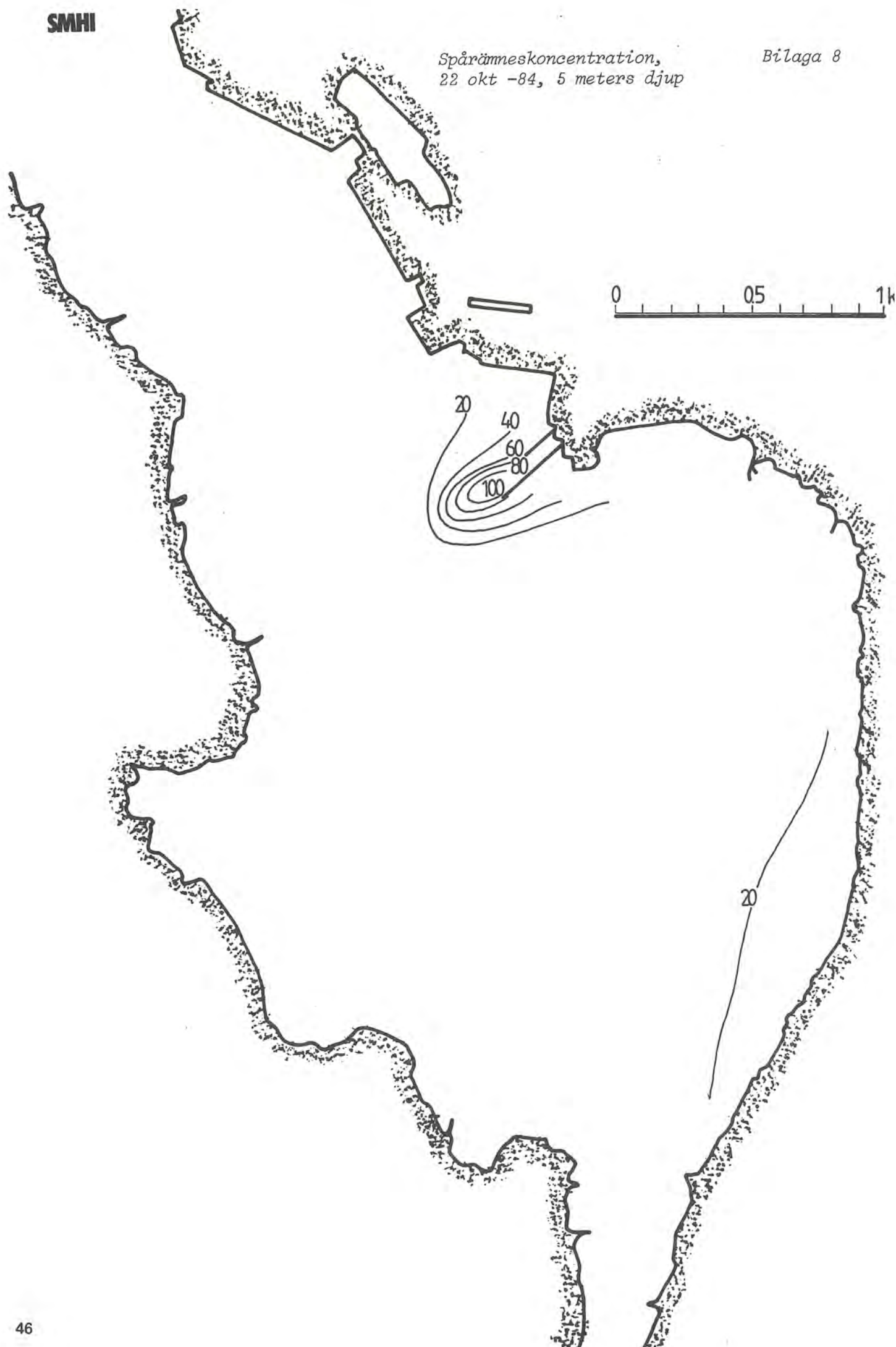
Spårämneskoncentration
22 okt -84, 3 meters djup

Bilaga 7



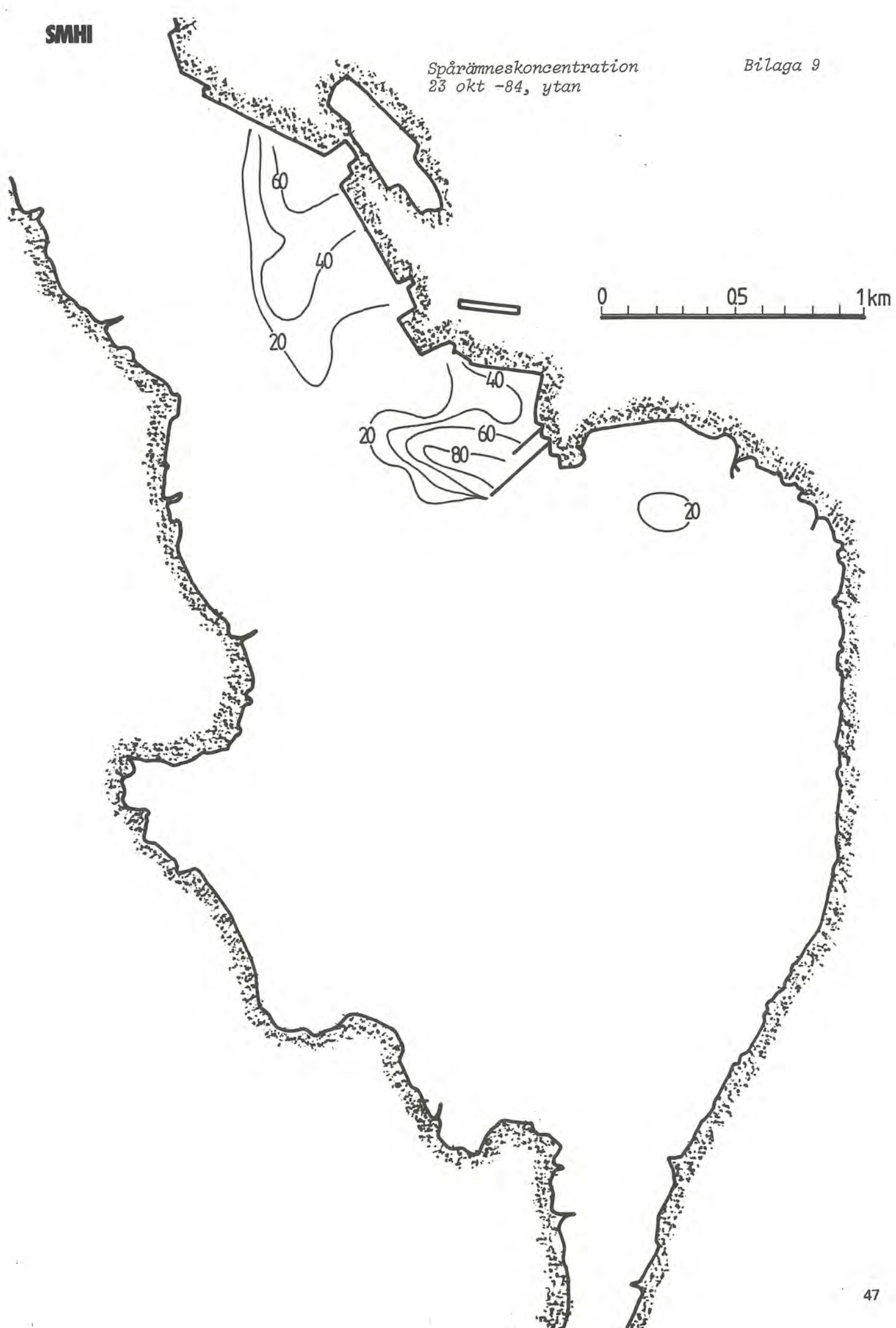
Spårämneskoncentration,
22 okt -84, 5 meters djup

Bilaga 8



Spårämneskoncentration
23 okt -84, ytan

Bilaga 9



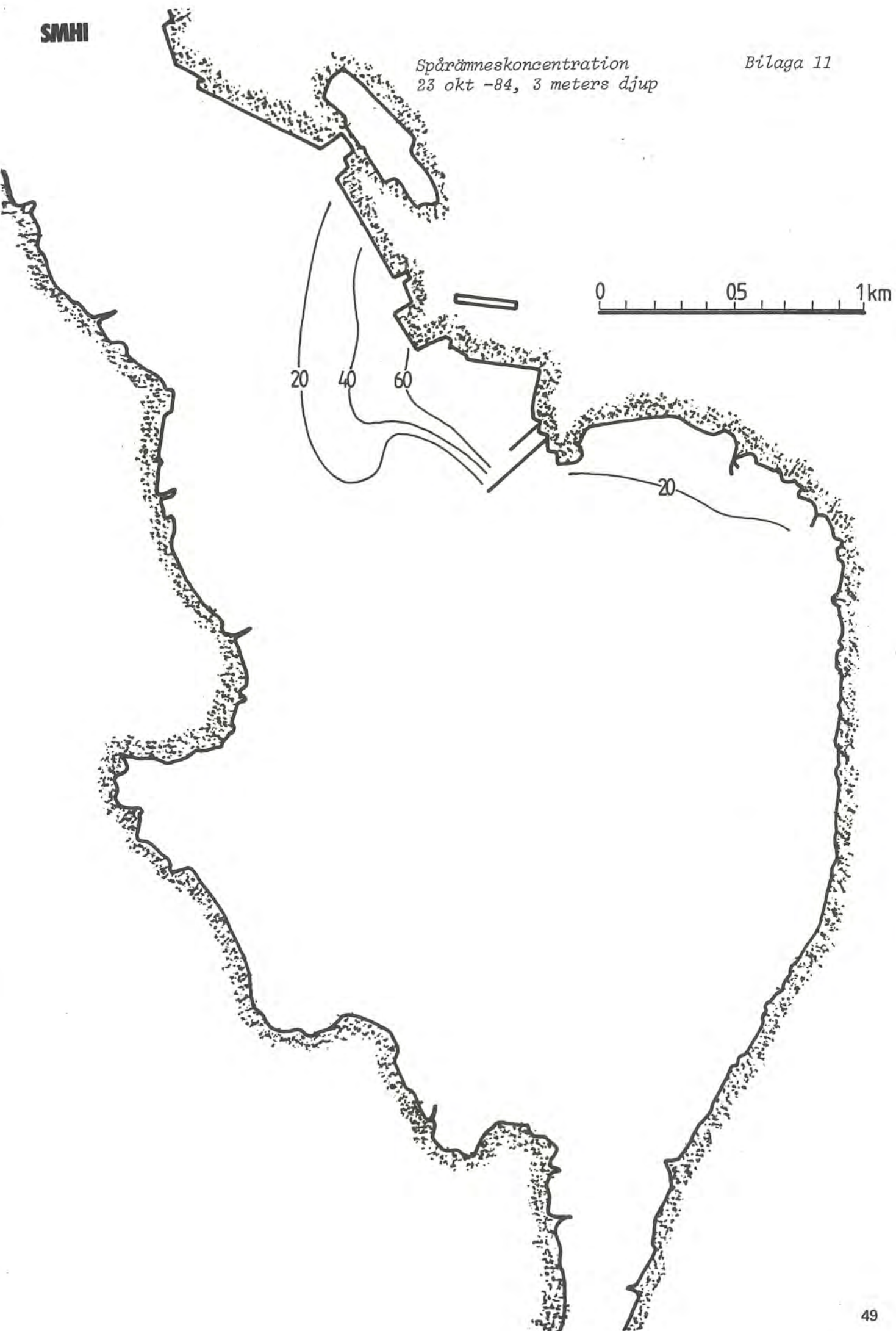
Spårämneskoncentration
23 okt -84, 1 meters djup

Bilaga 10



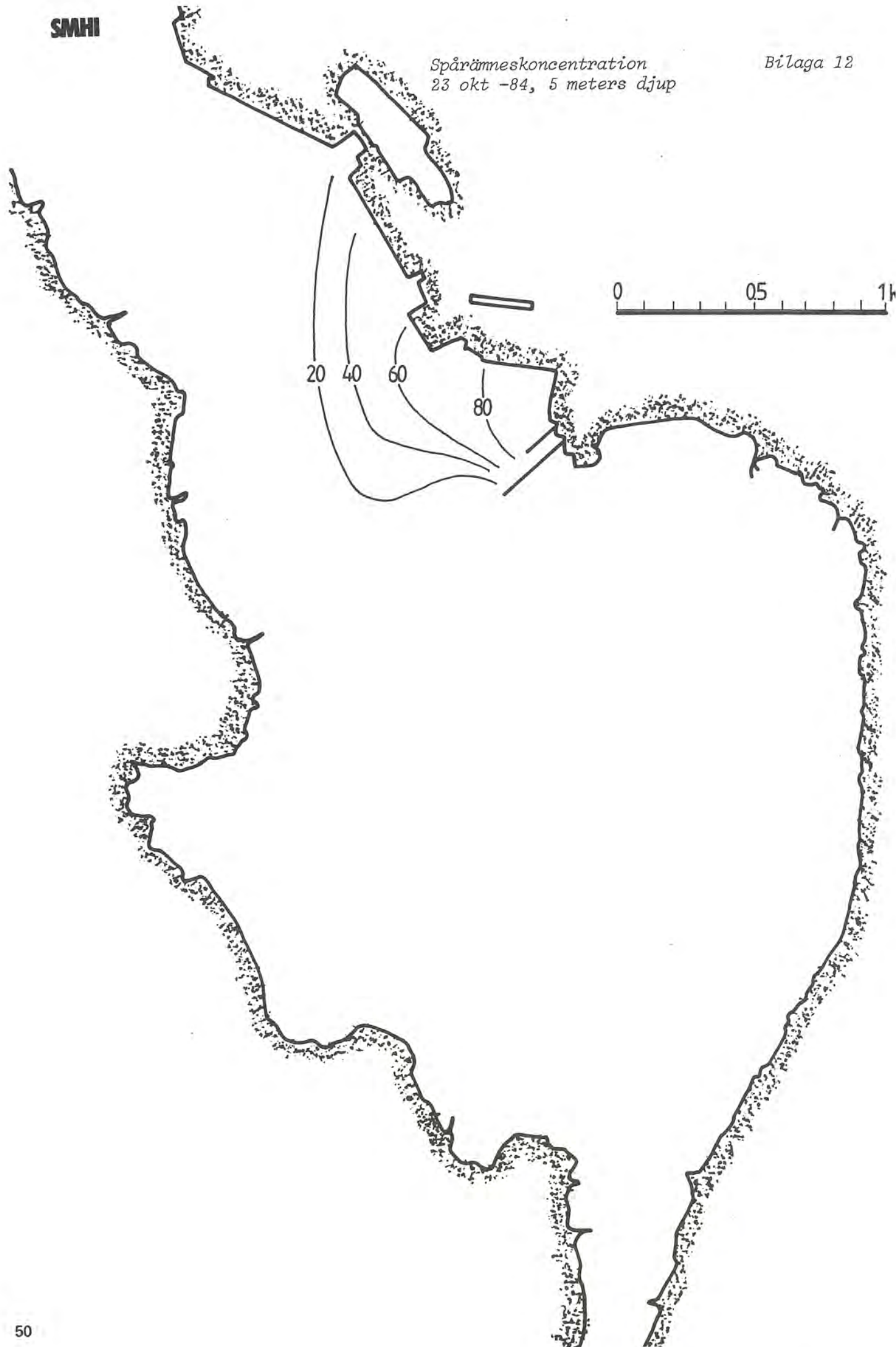
Spårämneskoncentration
23 okt -84, 3 meters djup

Bilaga 11



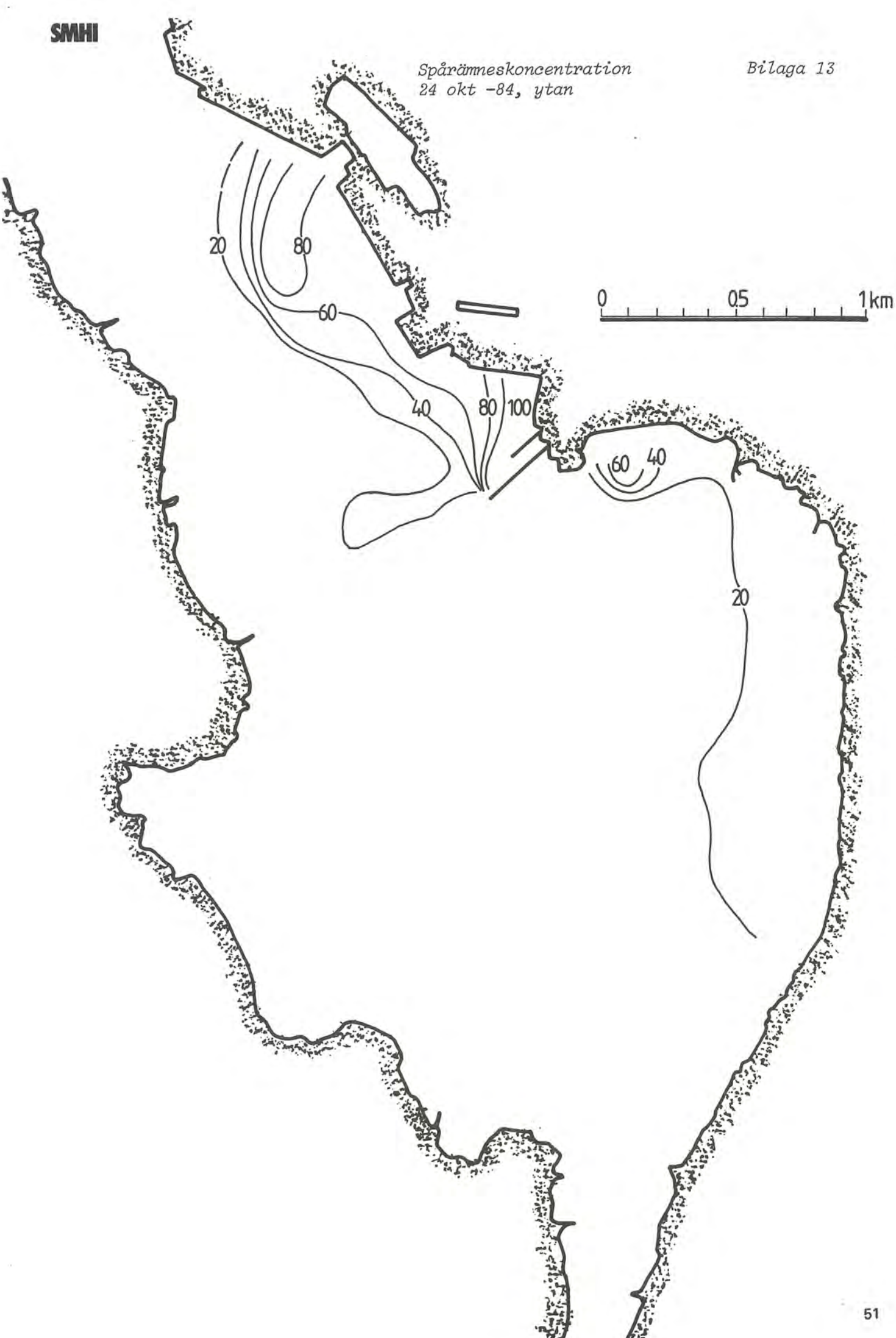
Spårämneskoncentration
23 okt -84, 5 meters djup

Bilaga 12



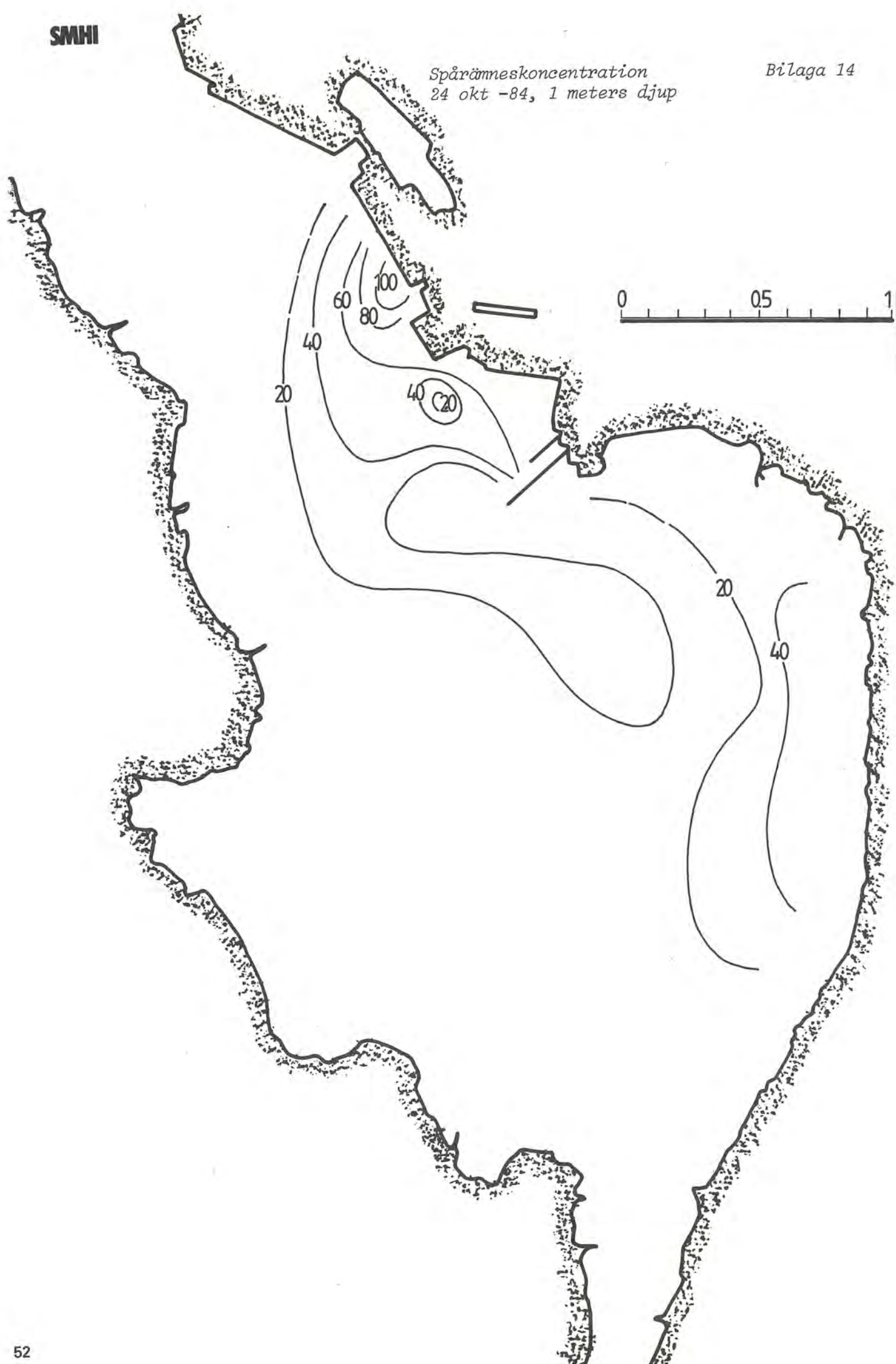
Spårämneskoncentration
24 okt -84, ytan

Bilaga 13



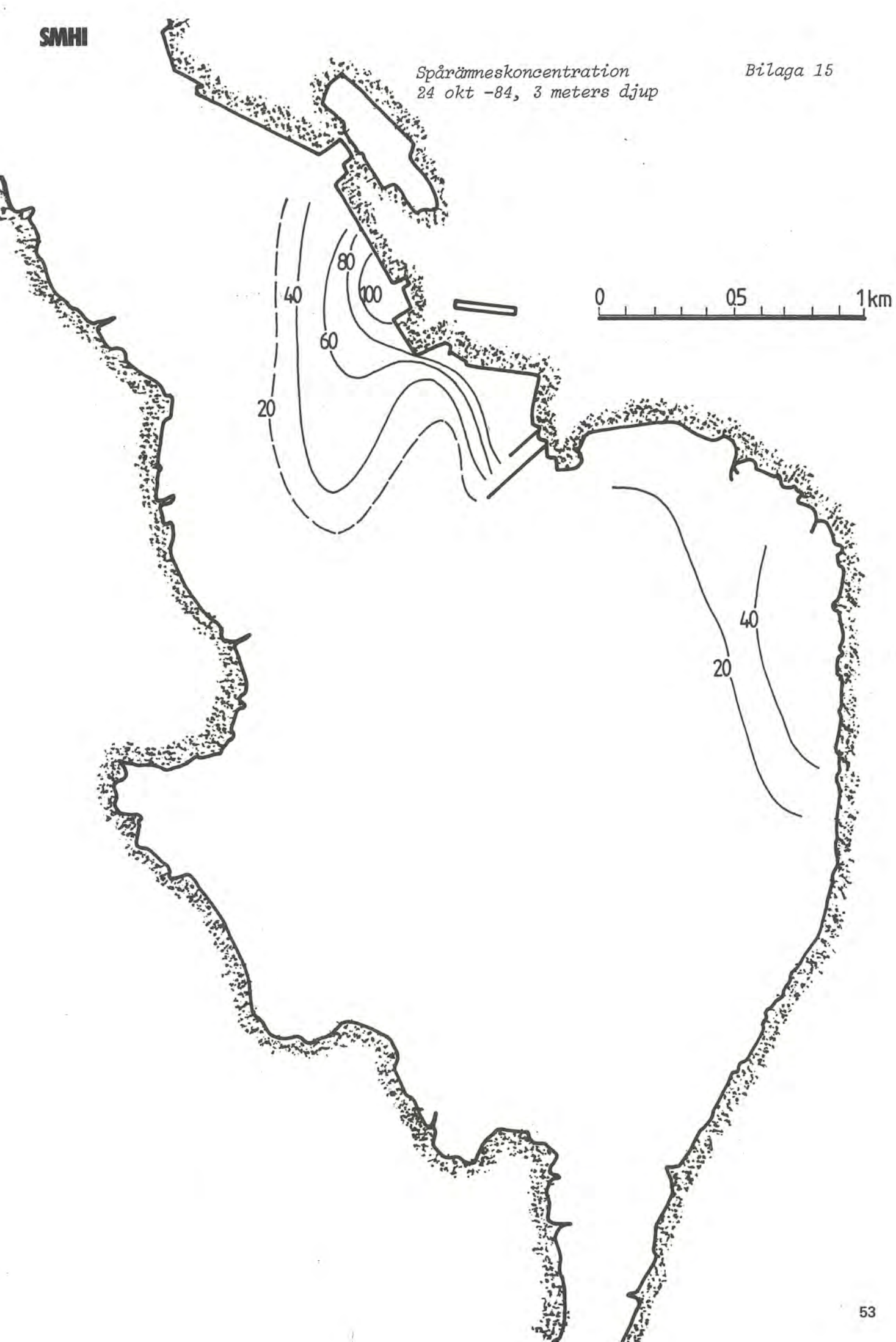
Spårämneskoncentration
24 okt -84, 1 meters djup

Bilaga 14



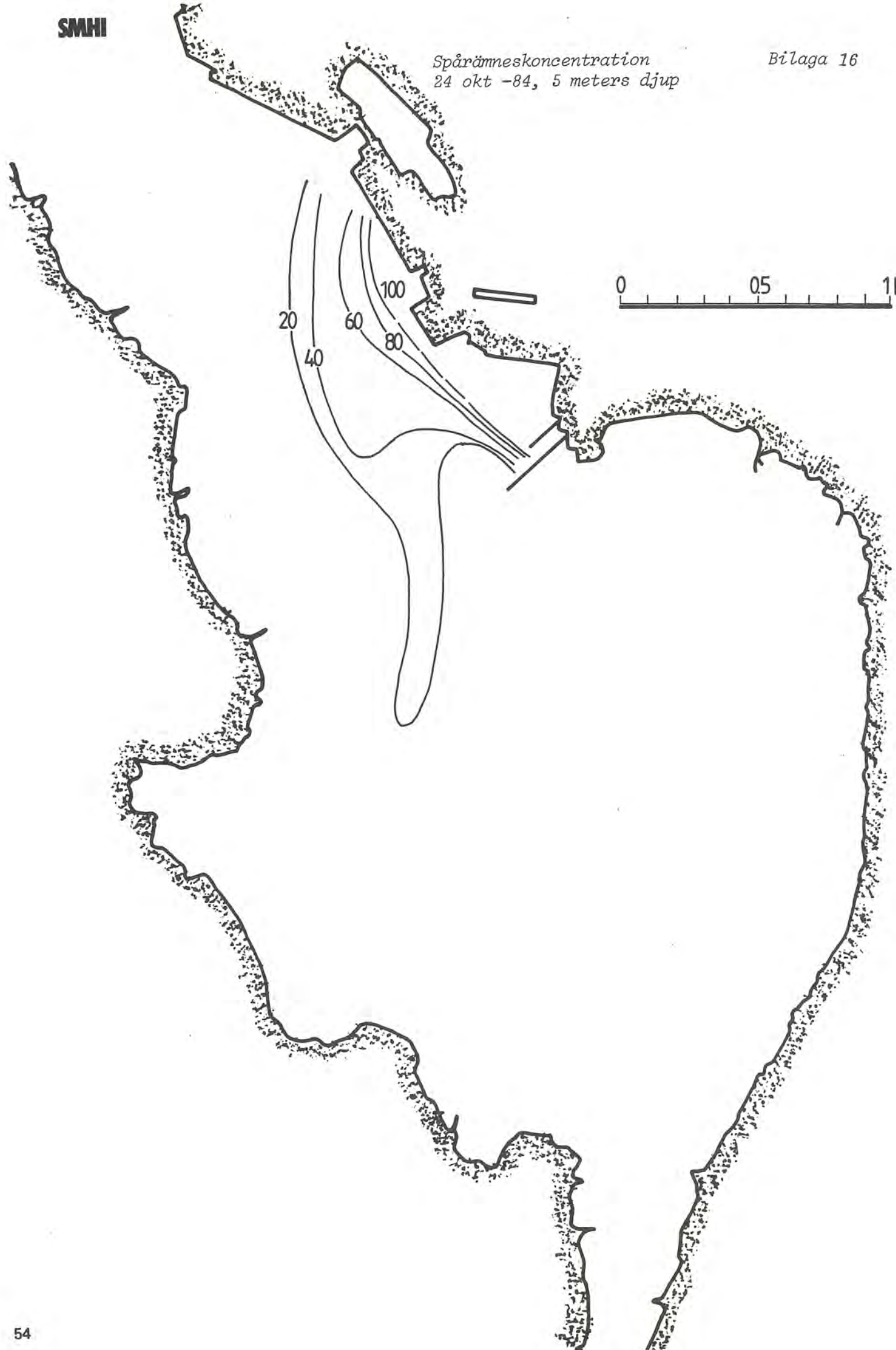
Spårämneskoncentration
24 okt -84, 3 meters djup

Bilaga 15



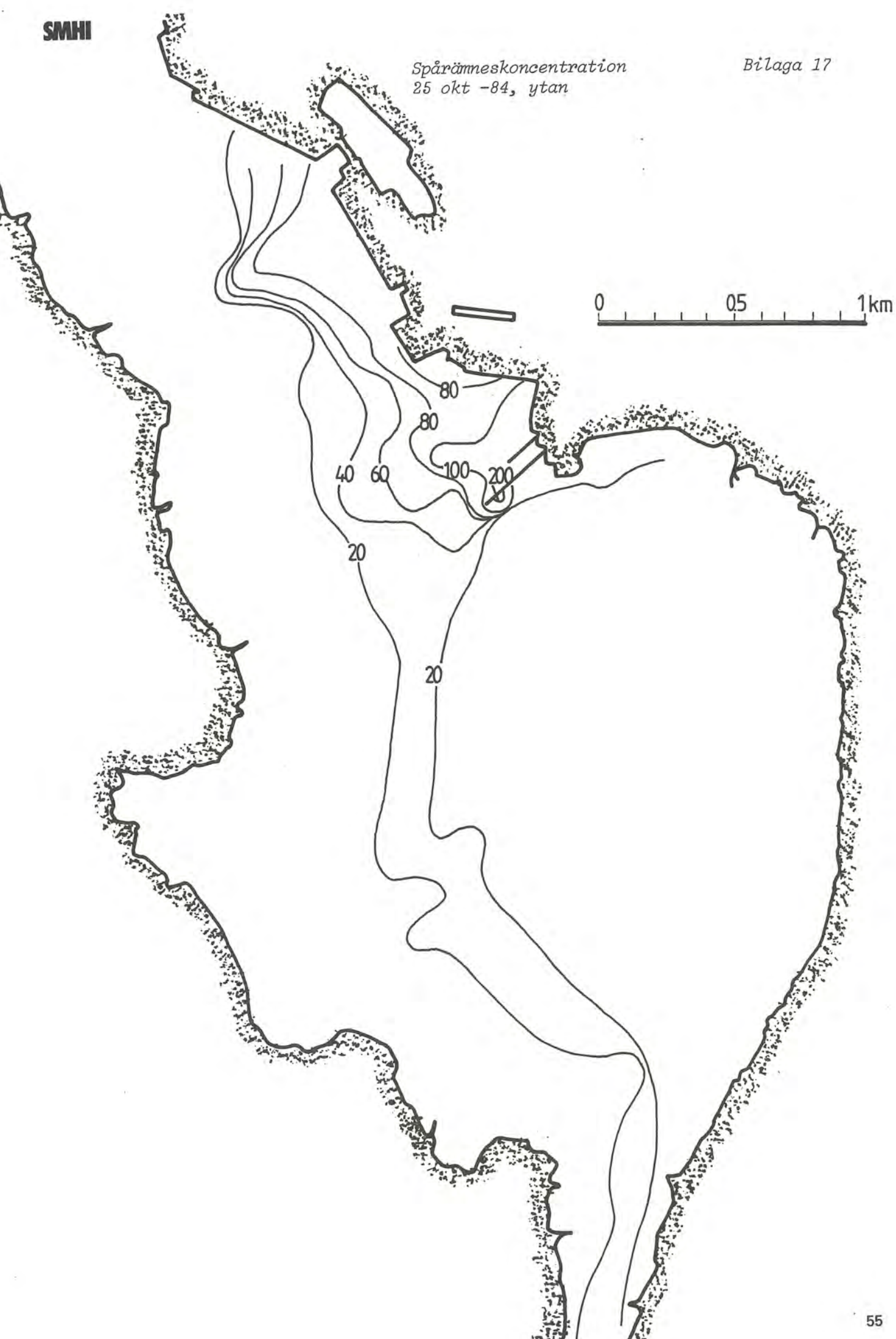
Spårämneskoncentration
24 okt -84, 5 meters djup

Bilaga 16



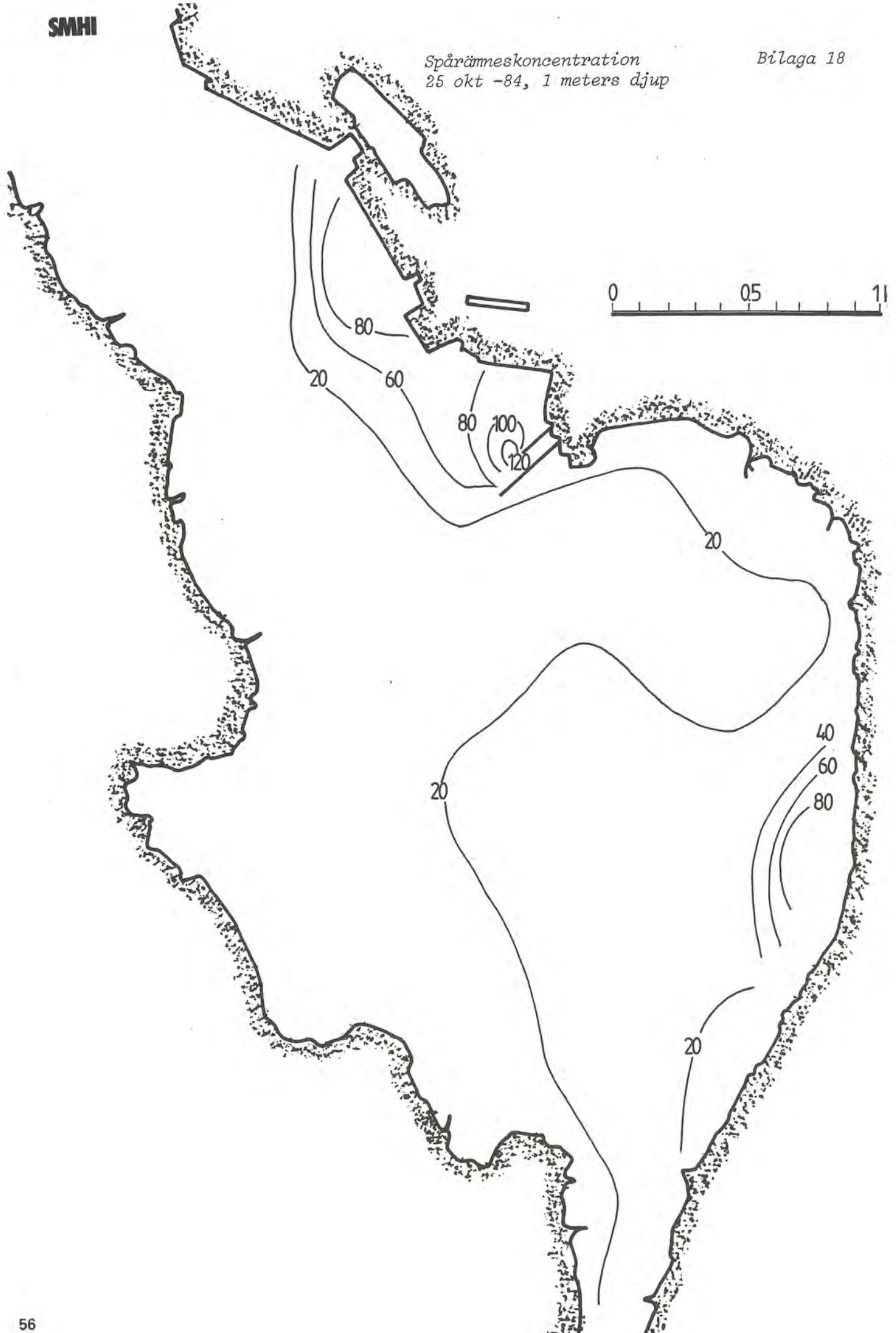
Spårämneskoncentration
25 okt -84, ytan

Bilaga 17



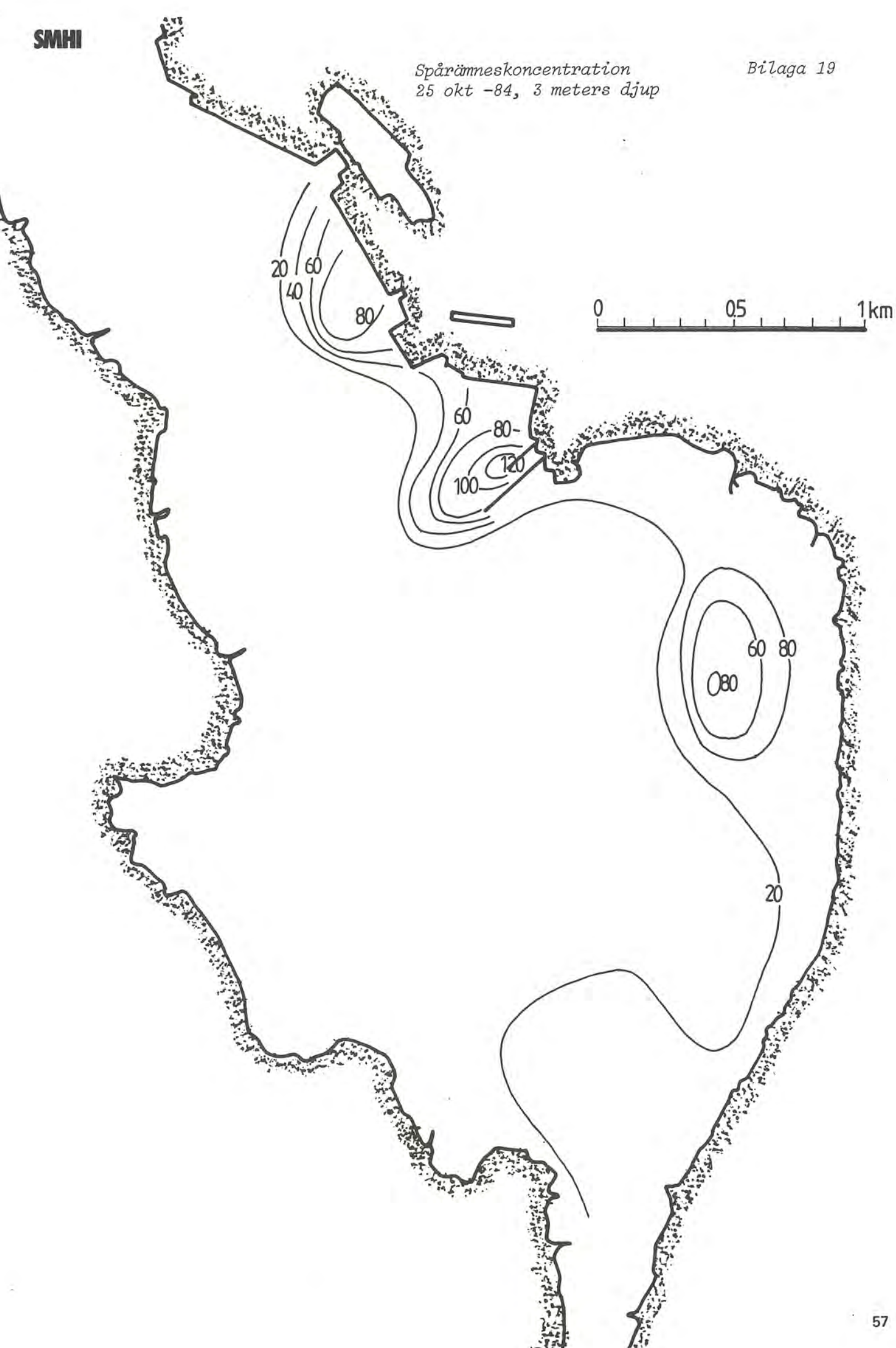
Spårämneskoncentration
25 okt -84, 1 meters djup

Bilaga 18



Spårämneskoncentration
25 okt -84, 3 meters djup

Bilaga 19



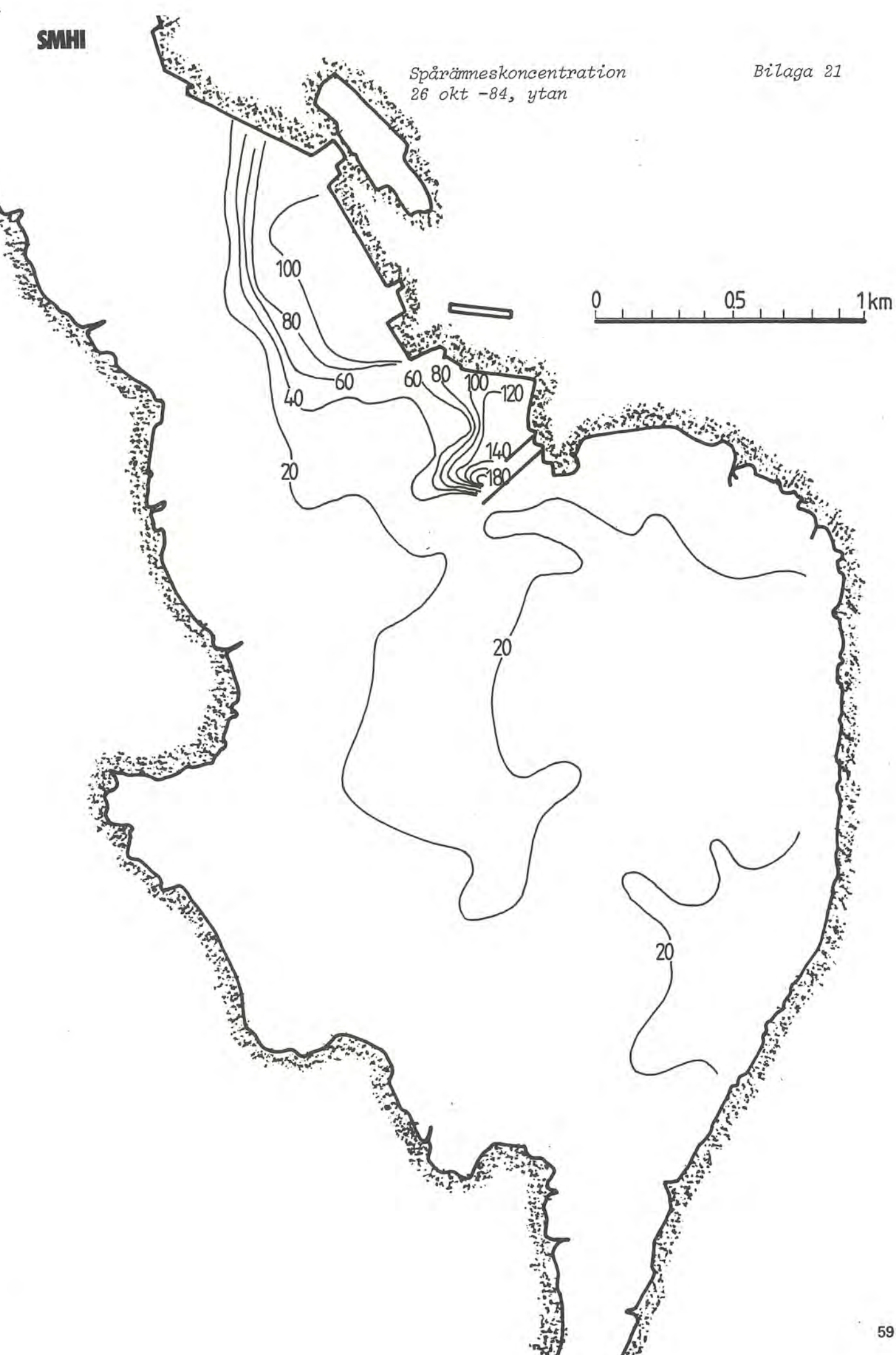
Spårämneskoncentration
25 okt -84, 5 meters djup

Bilaga 20



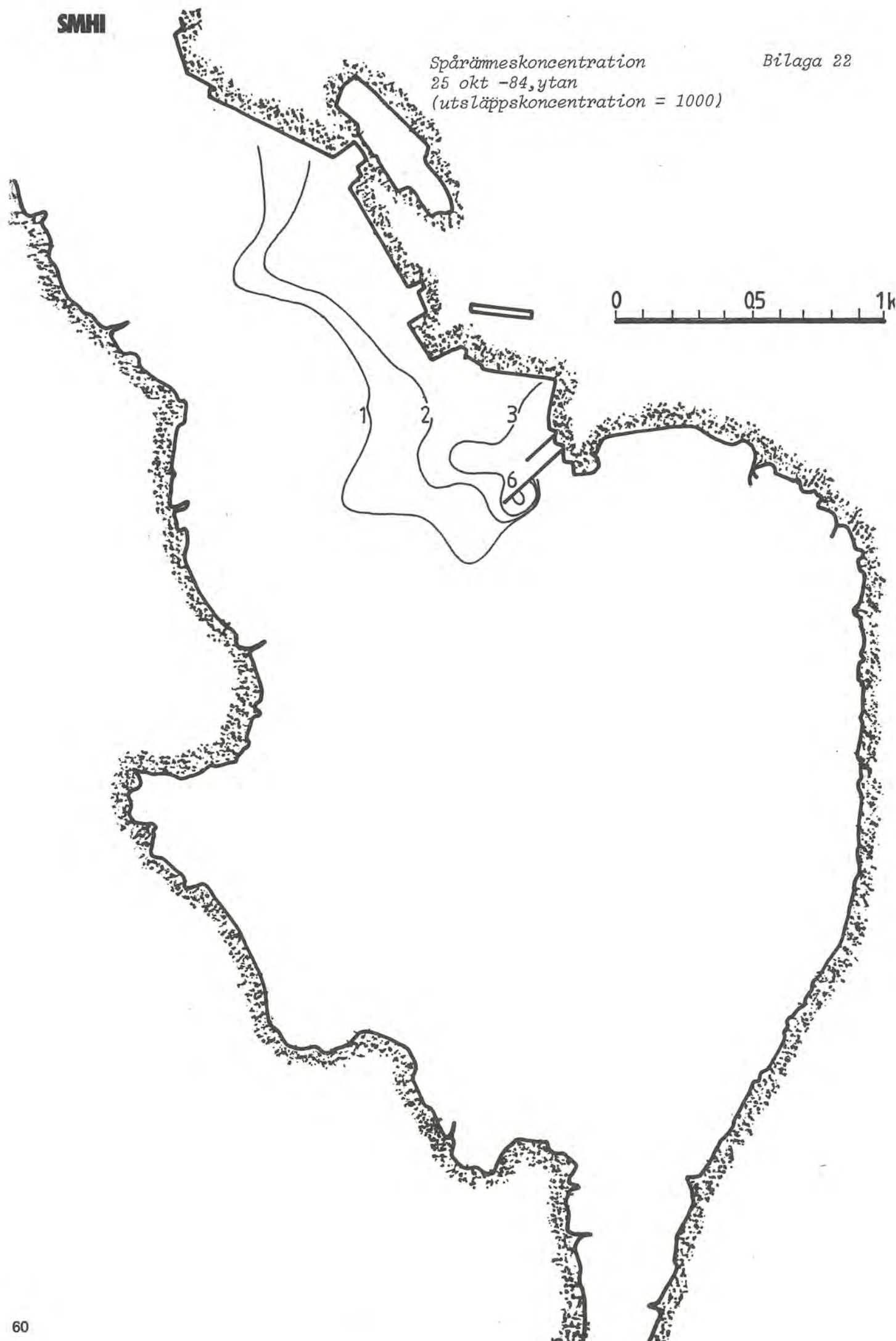
Spårämneskoncentration
26 okt -84, ytan

Bilaga 21



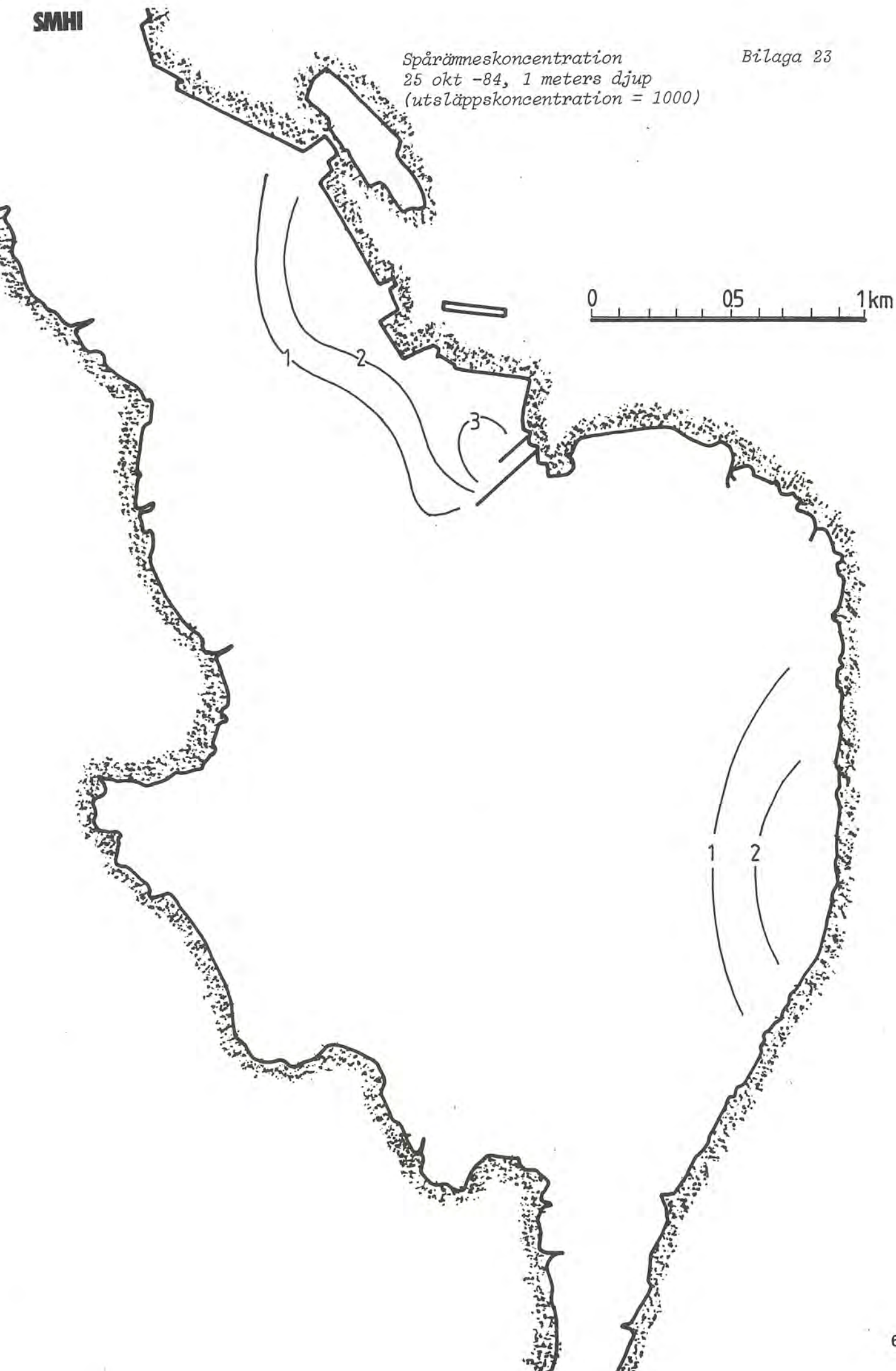
Spårämneskoncentration
25 okt -84, ytan
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 22



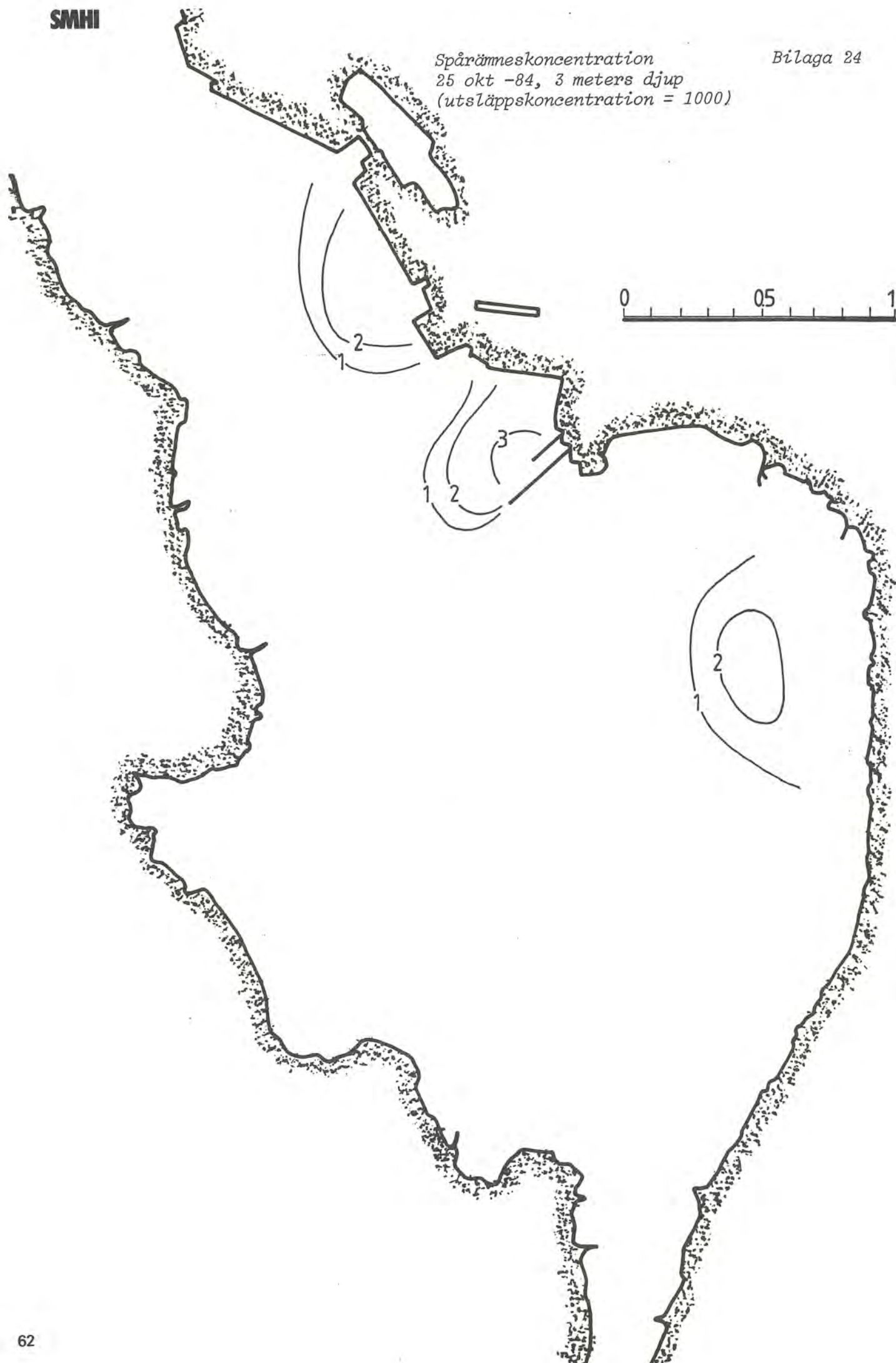
Spårämneskoncentration
25 okt -84, 1 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 23



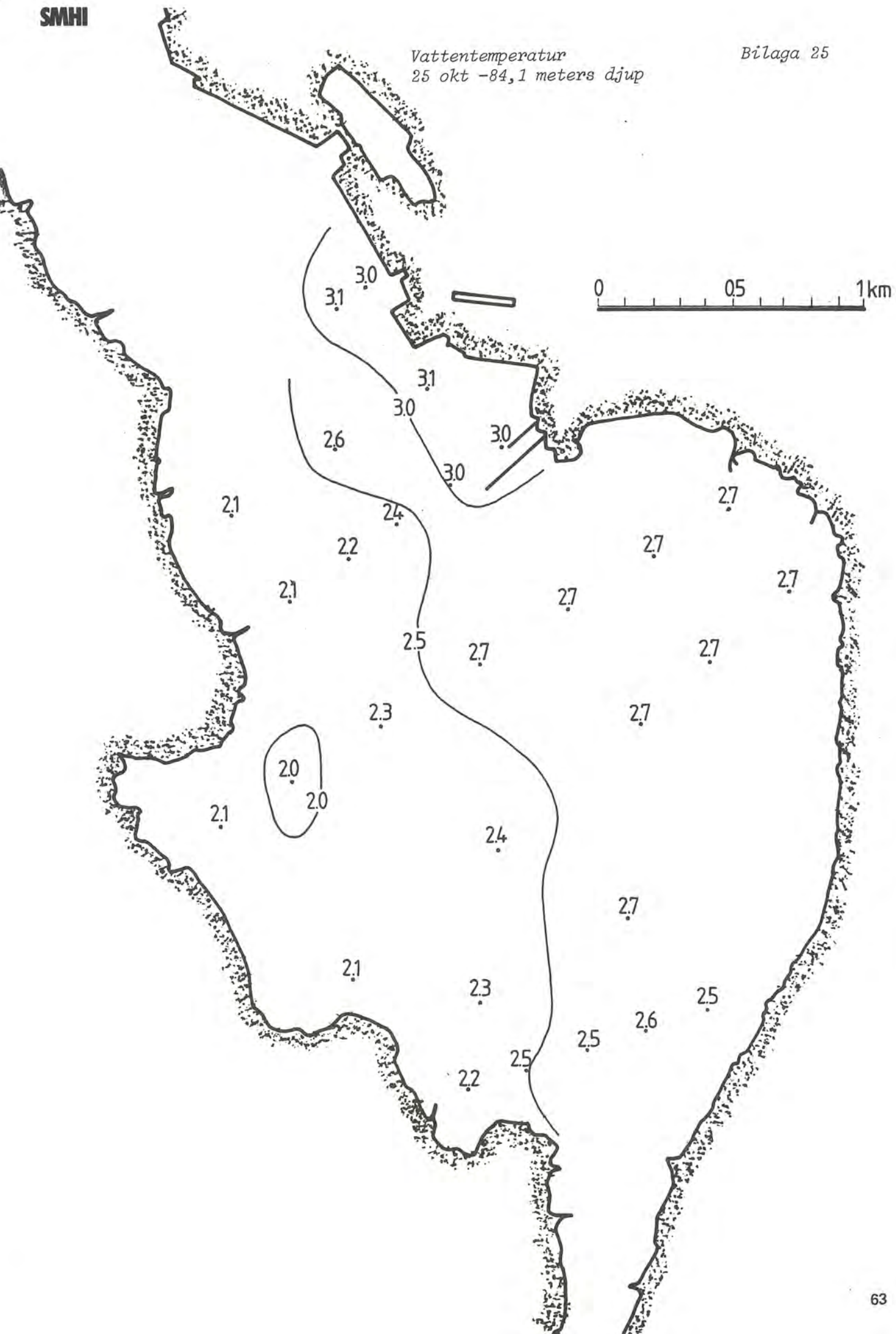
Spårämneskoncentration
25 okt -84, 3 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 24



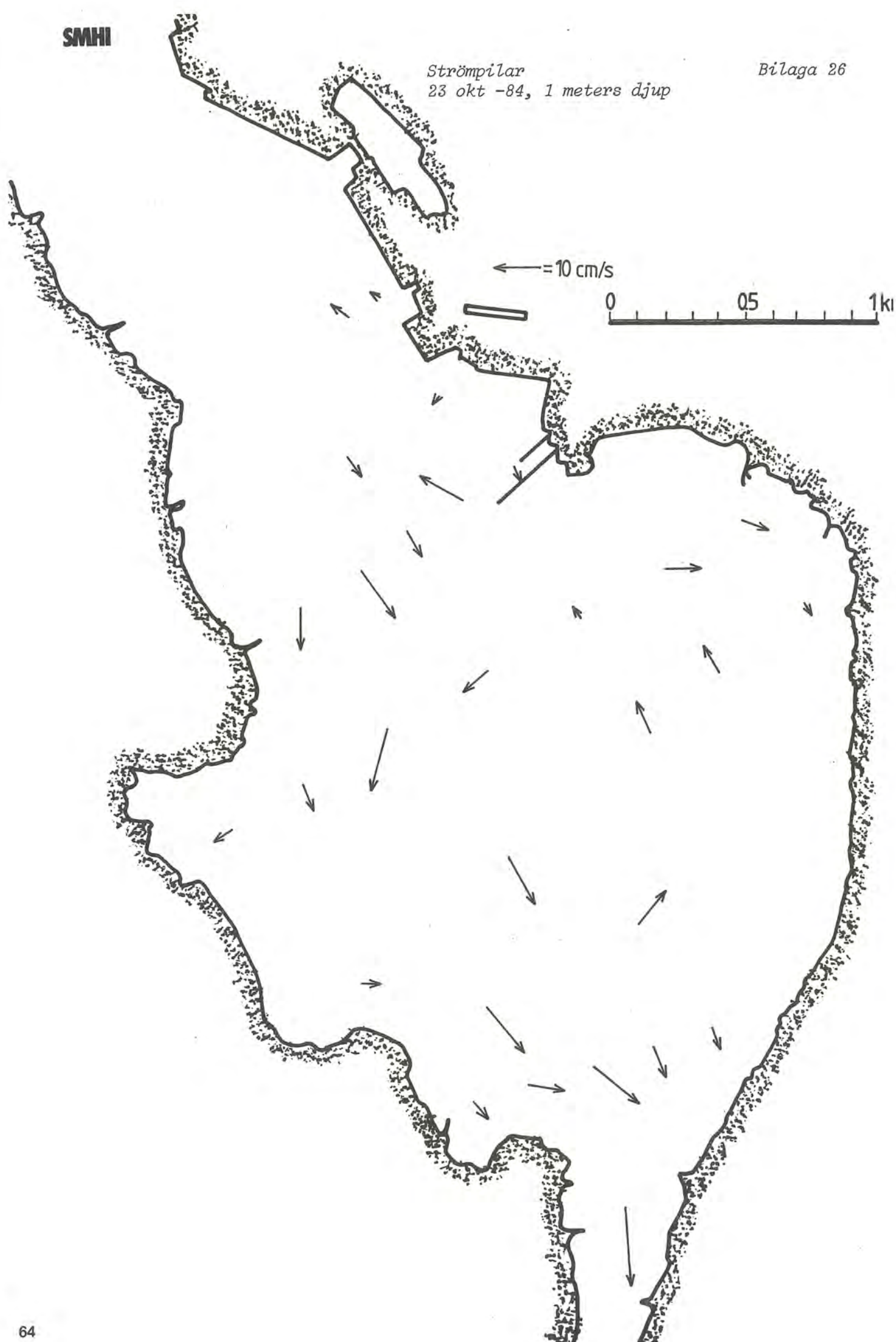
Vattentemperatur
25 okt -84,1 meters djup

Bilaga 25



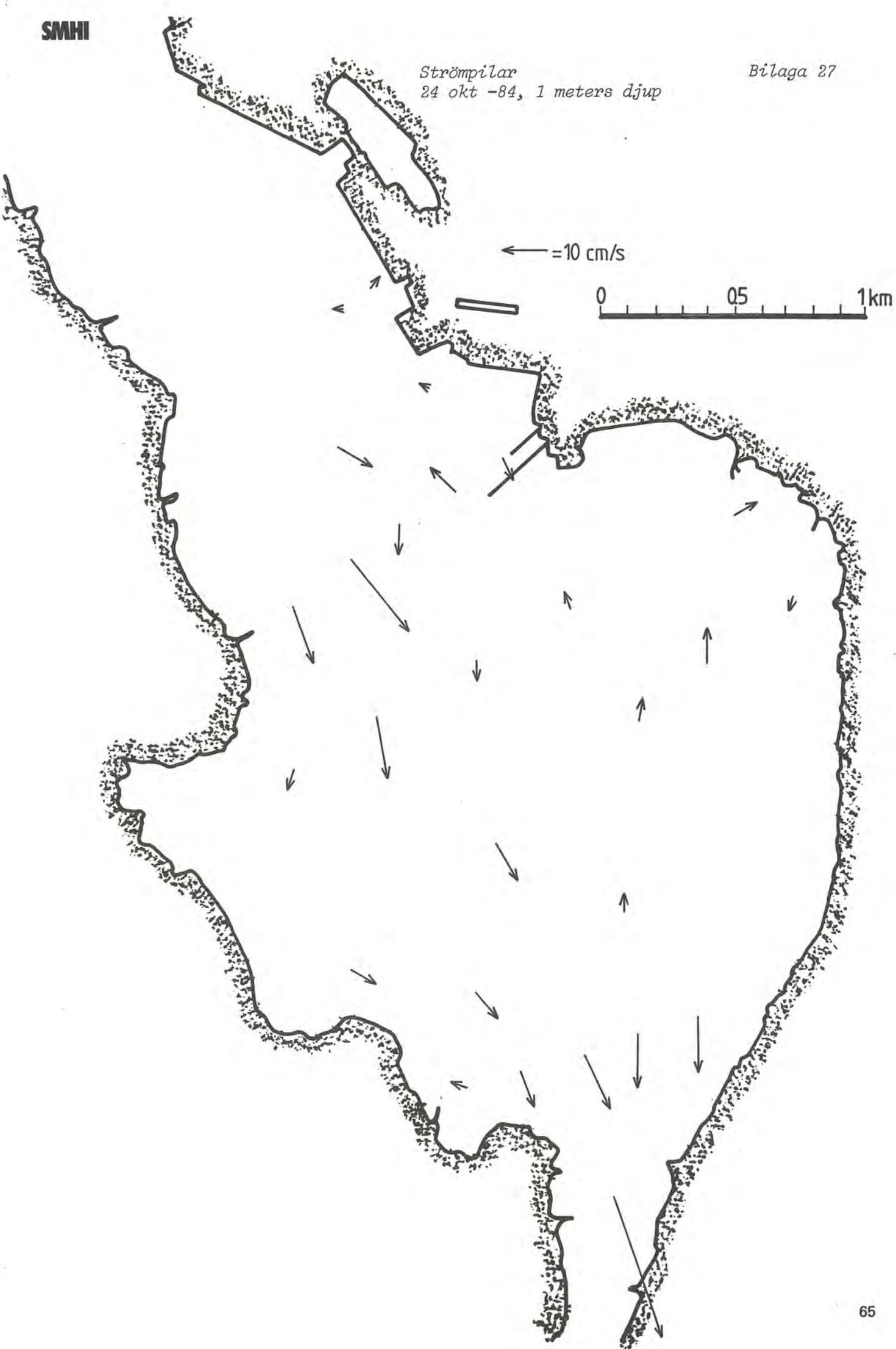
Strömpilar
23 okt -84, 1 meters djup

Bilaga 26



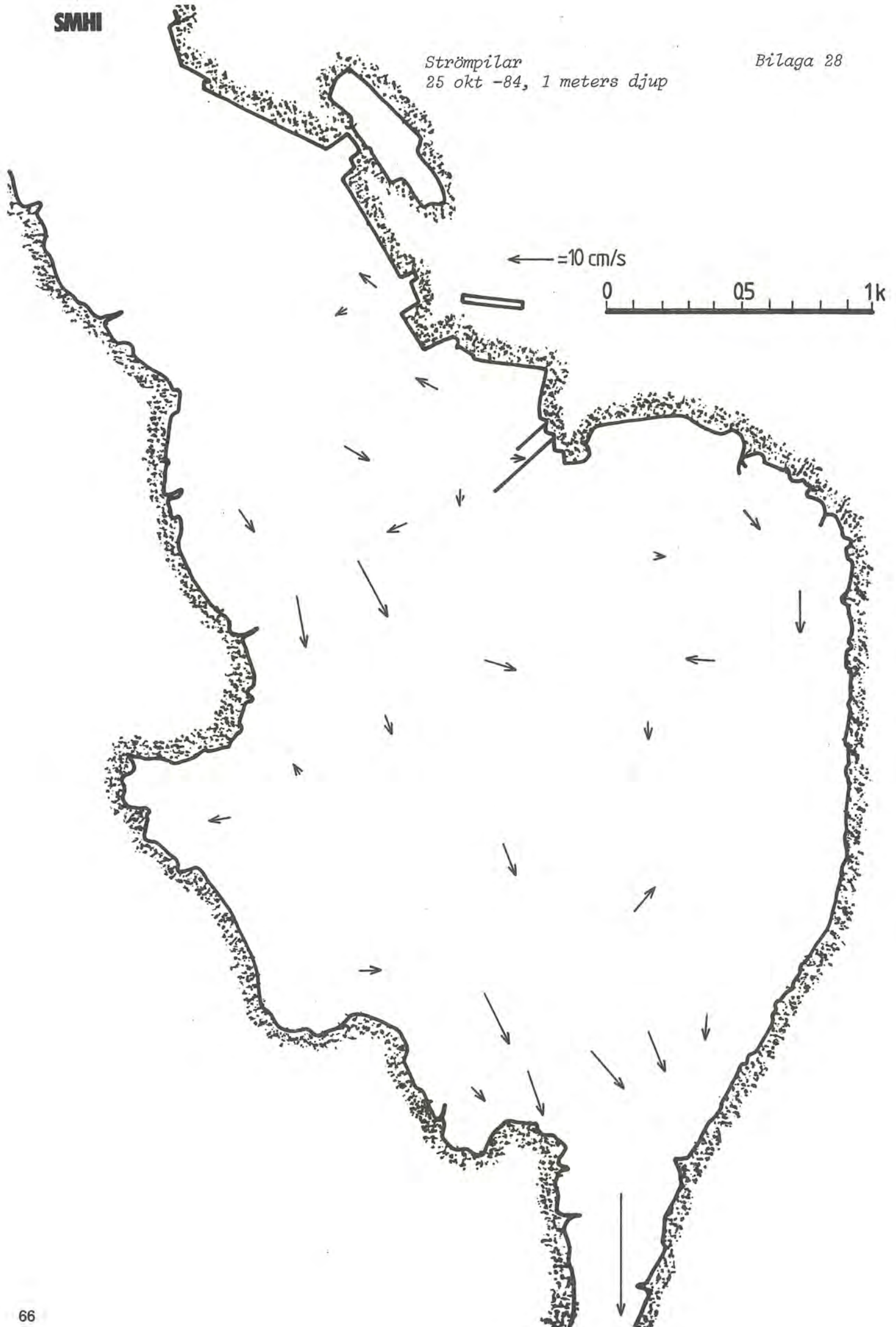
Strömpilar
24 okt -84, 1 meters djup

Bilaga 27



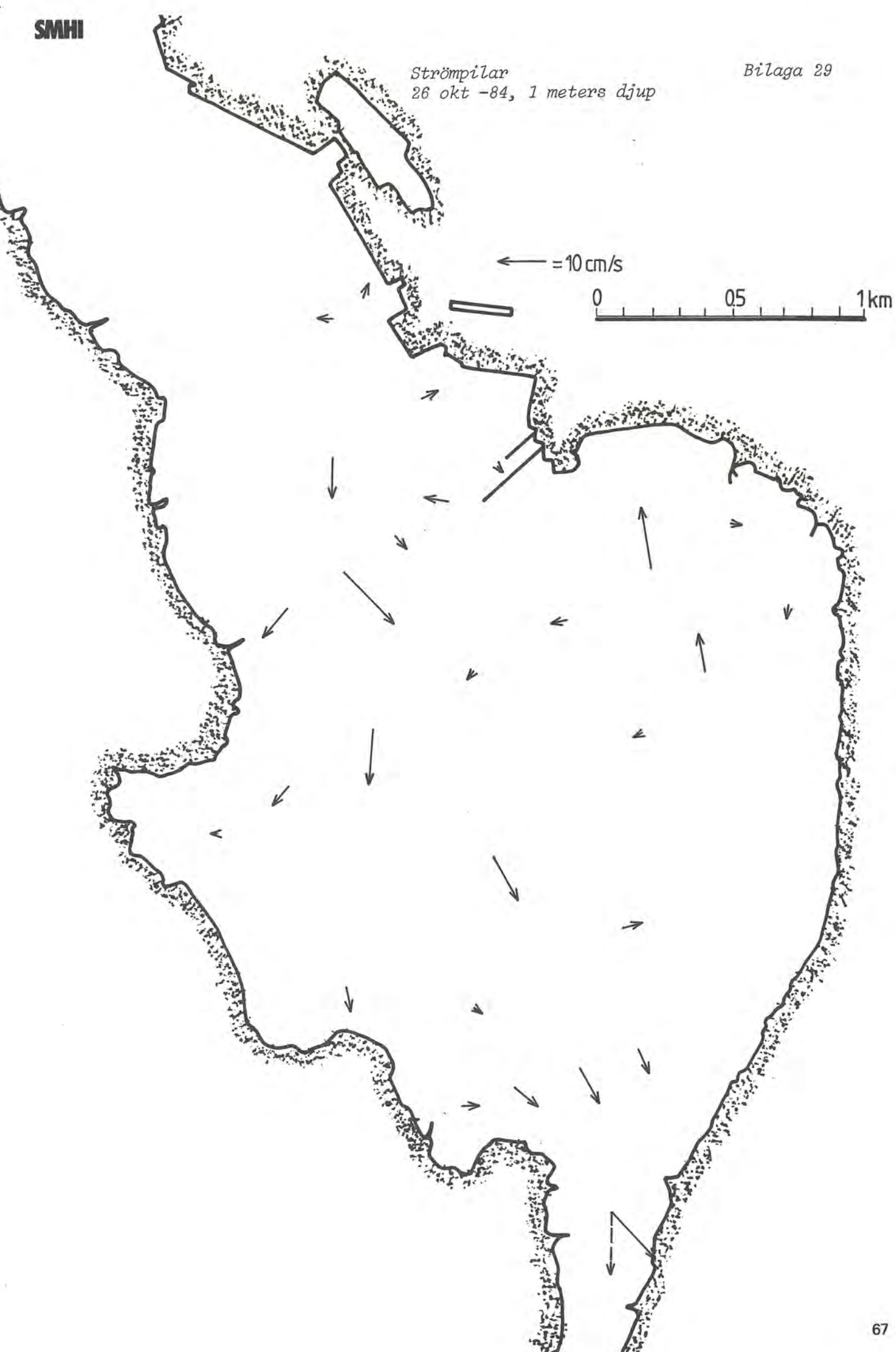
Strömpilar
25 okt -84, 1 meters djup

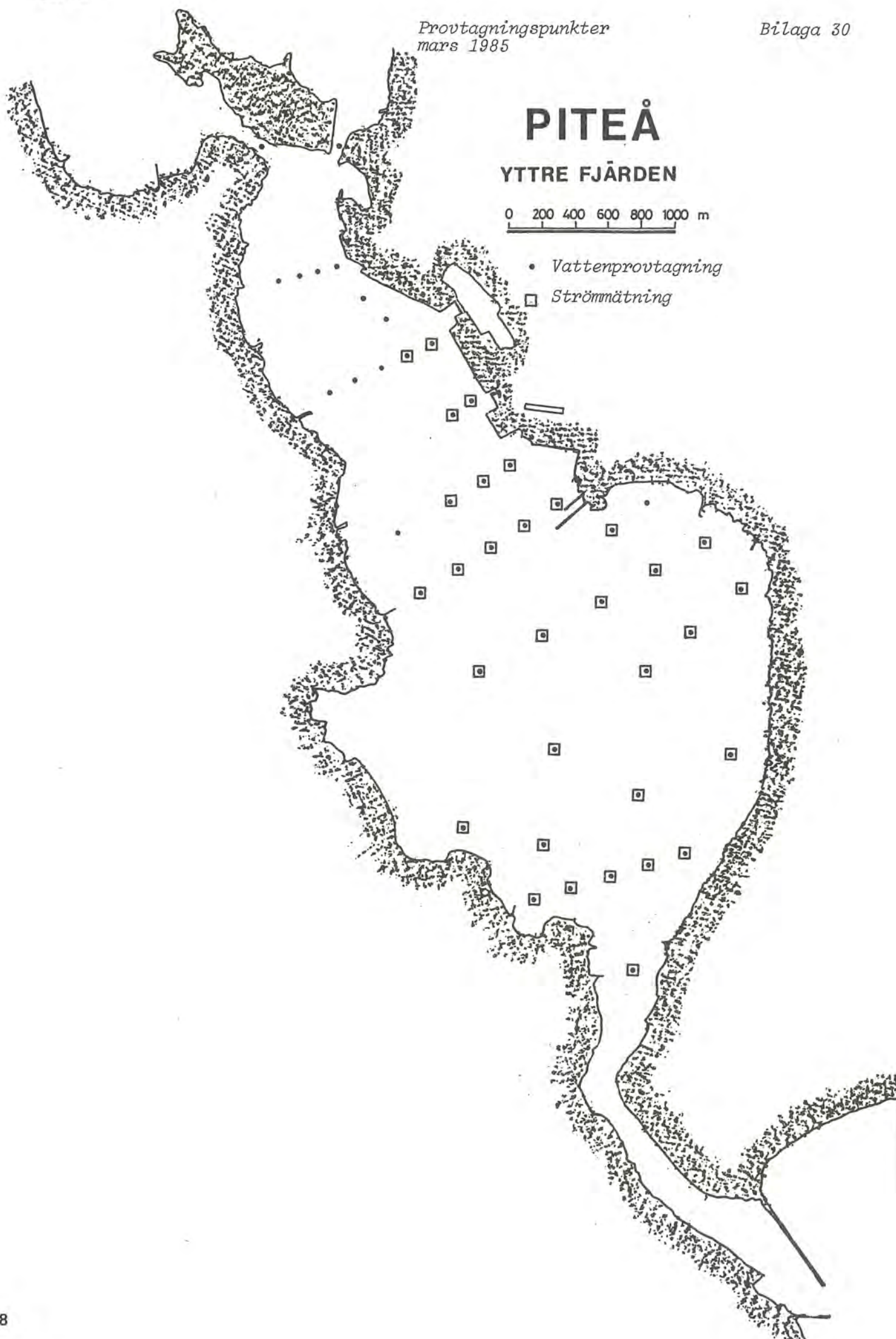
Bilaga 28



Strömpilar
26 okt -84, 1 meters djup

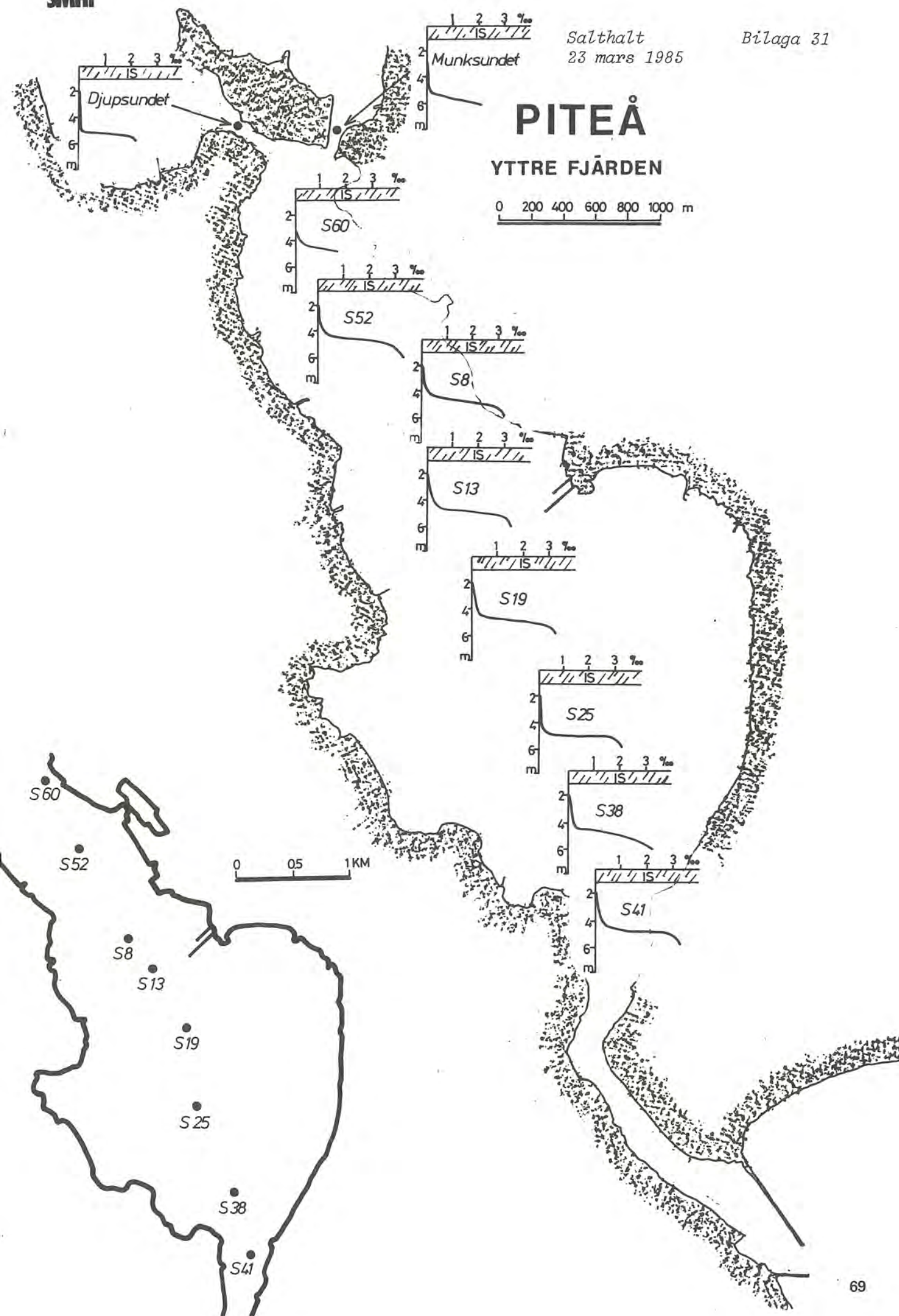
Bilaga 29

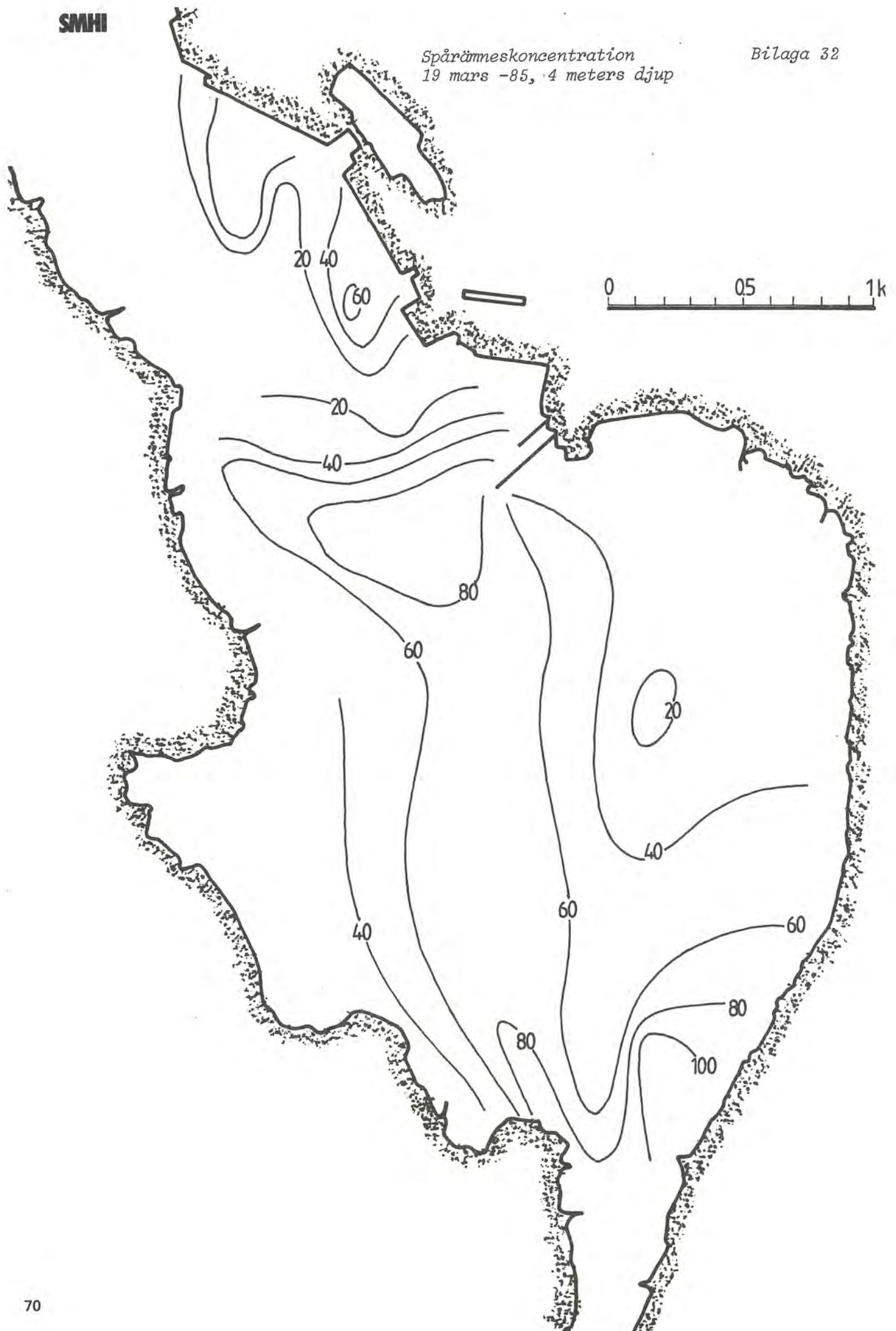




Salthalt
23 mars 1985

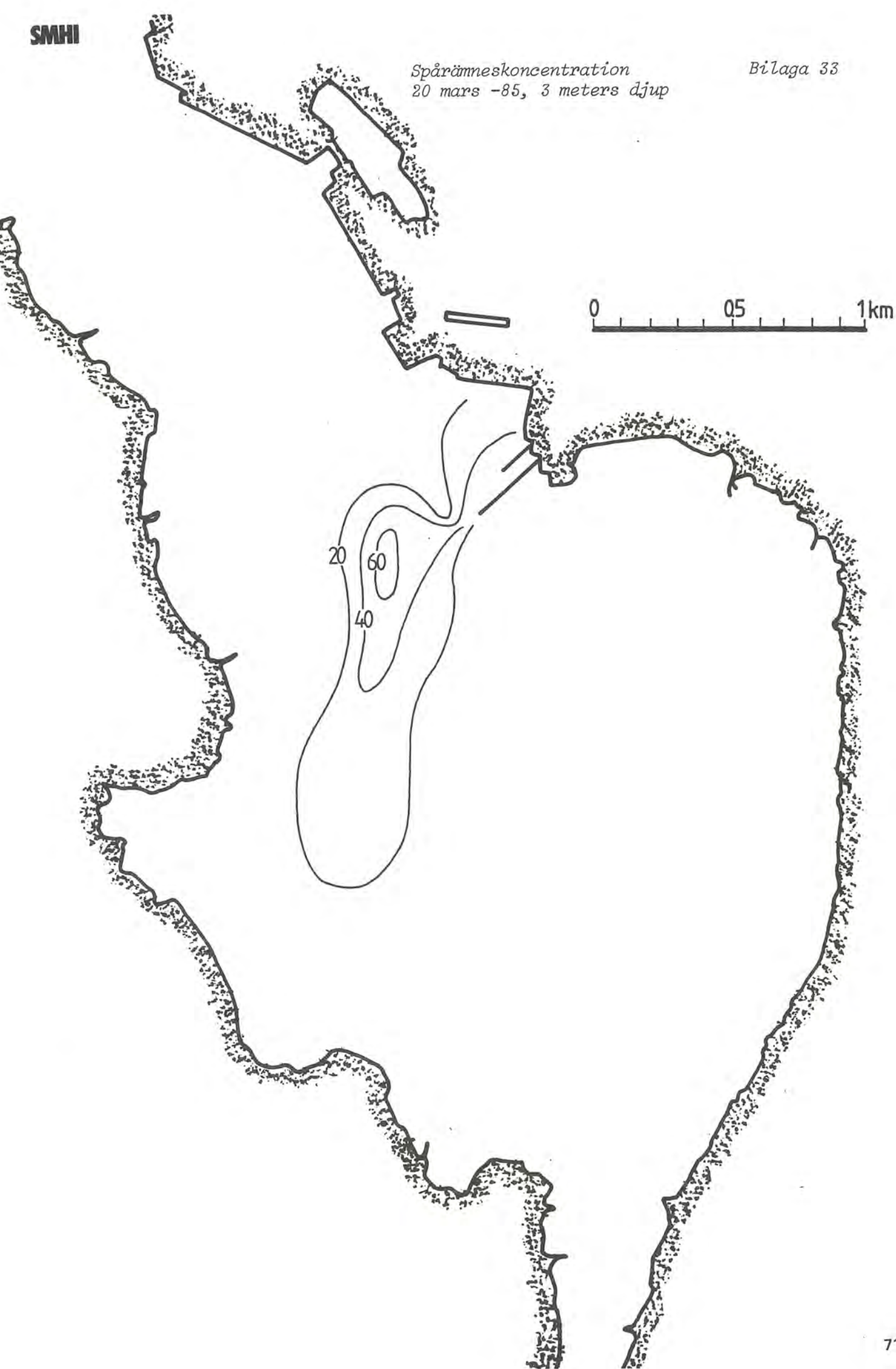
Bilaga 31





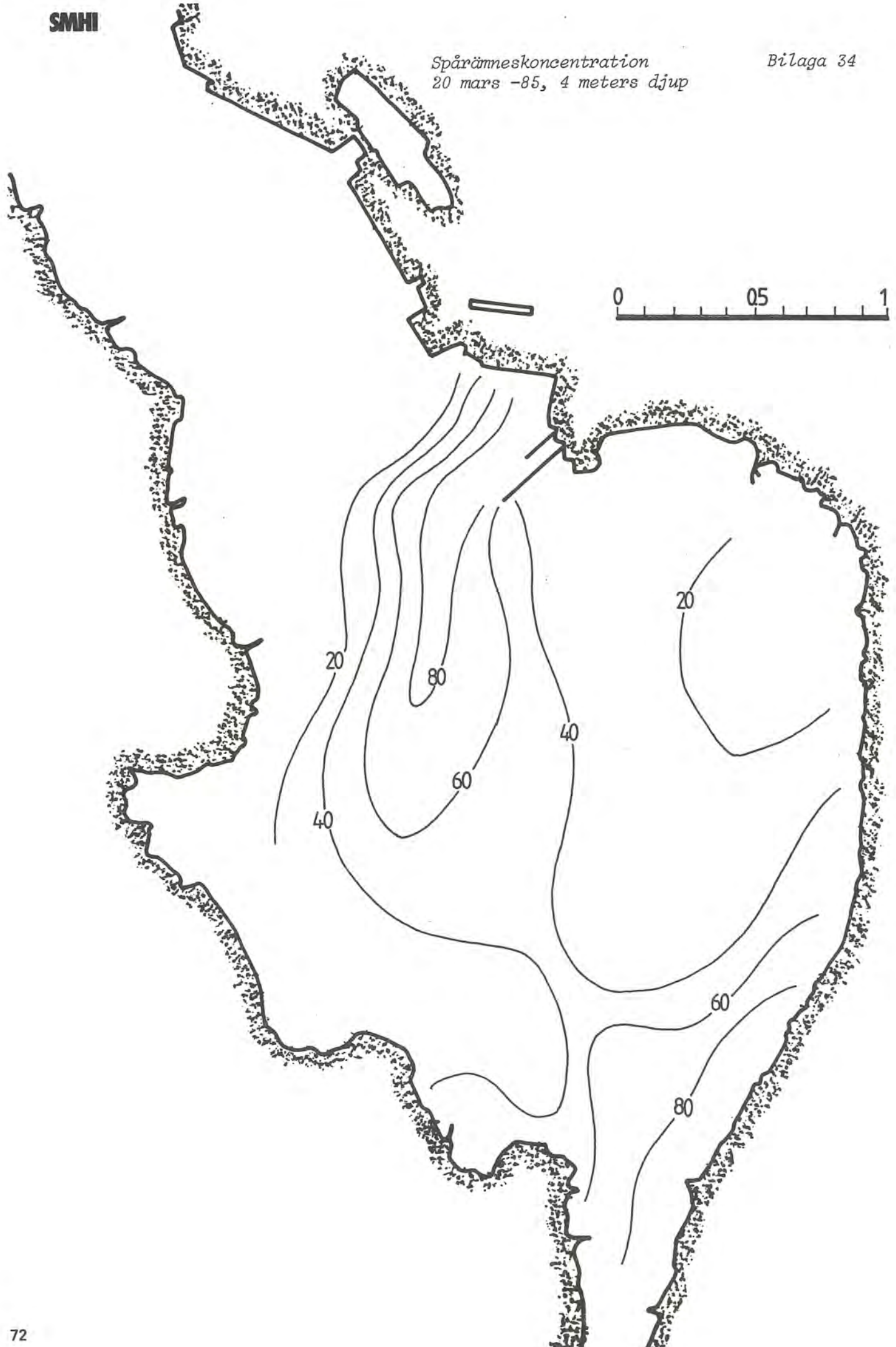
Spårämneskoncentration
20 mars -85, 3 meters djup

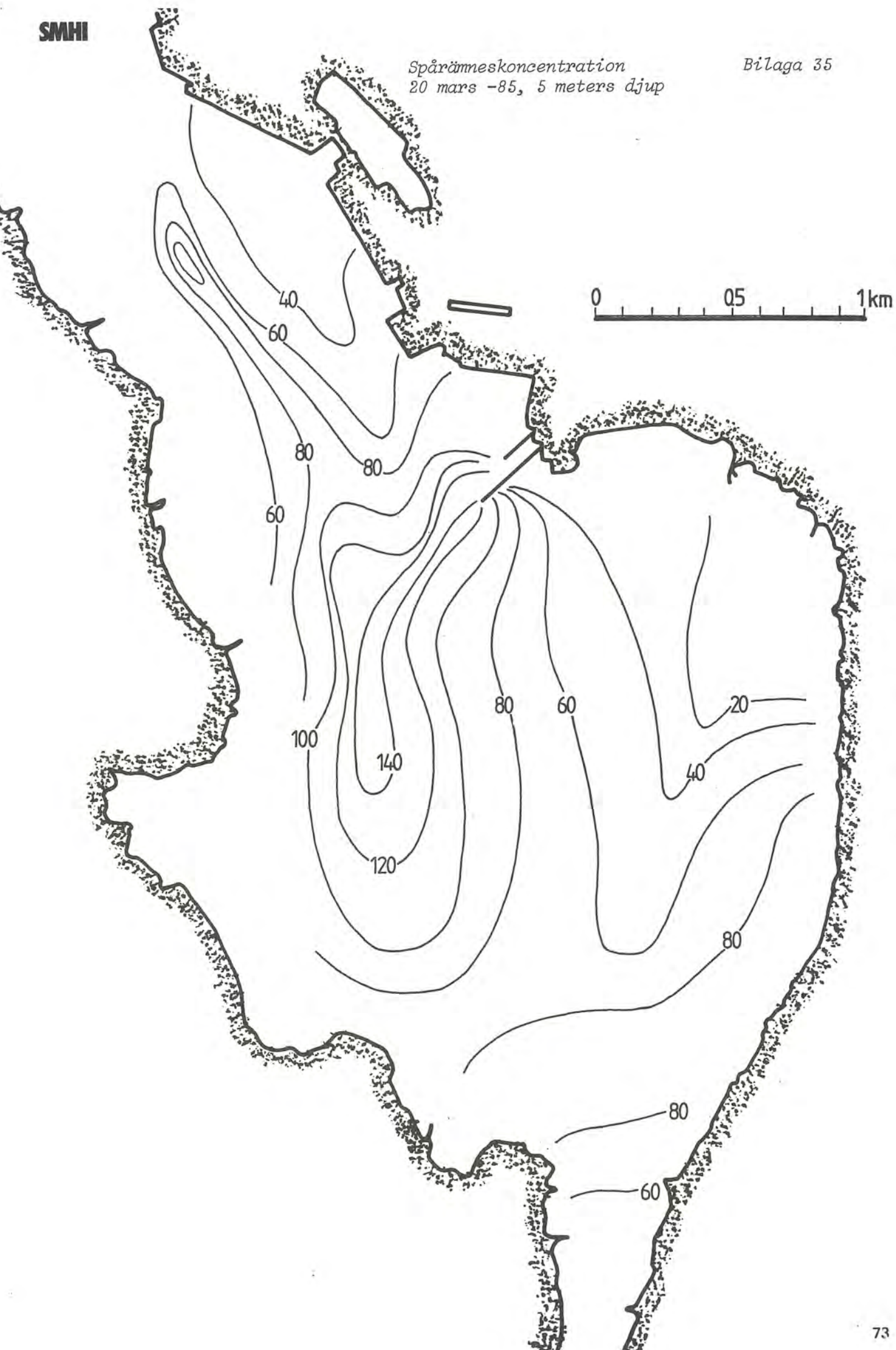
Bilaga 33



Spårämneskoncentration
20 mars -85, 4 meters djup

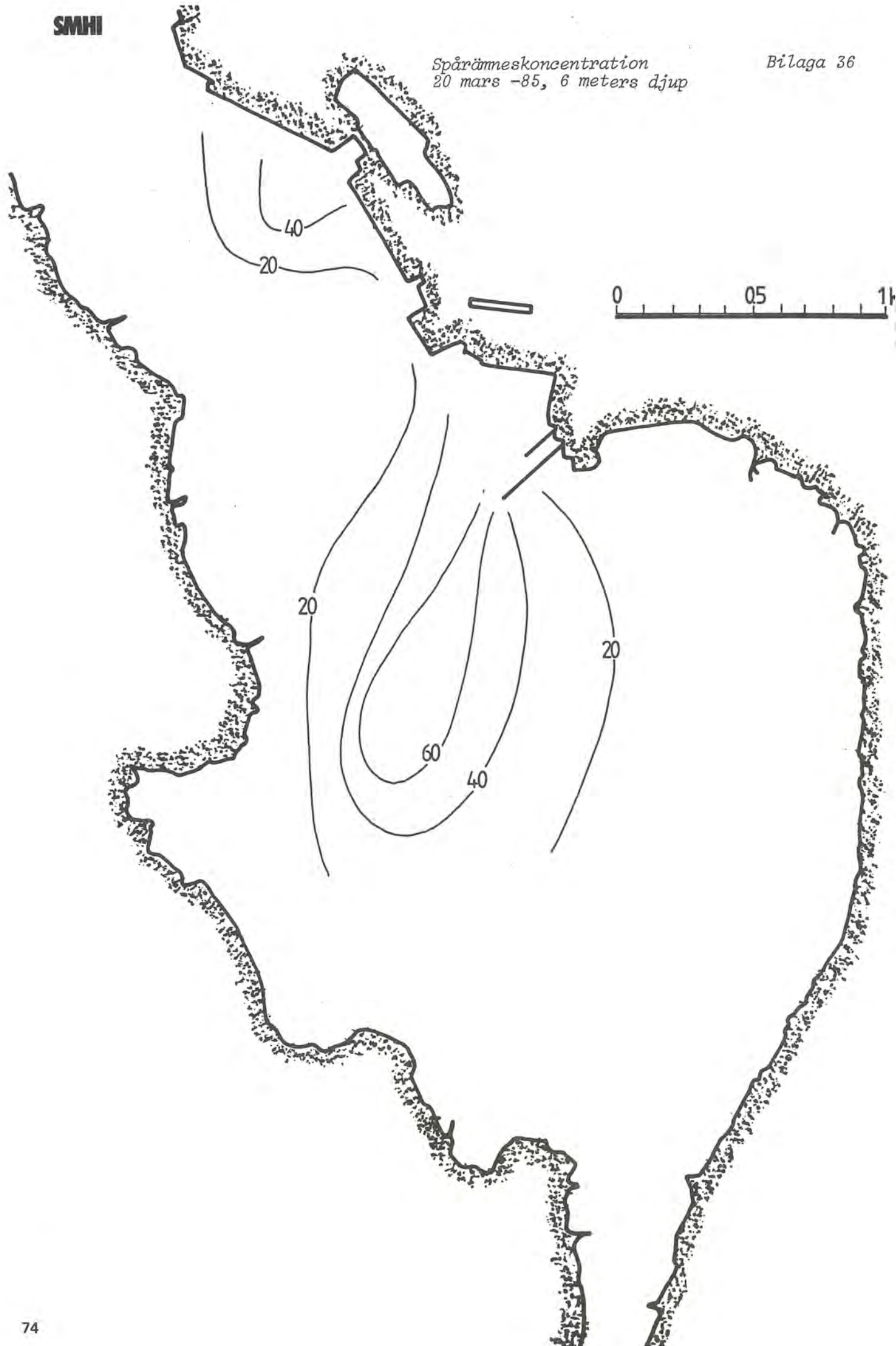
Bilaga 34





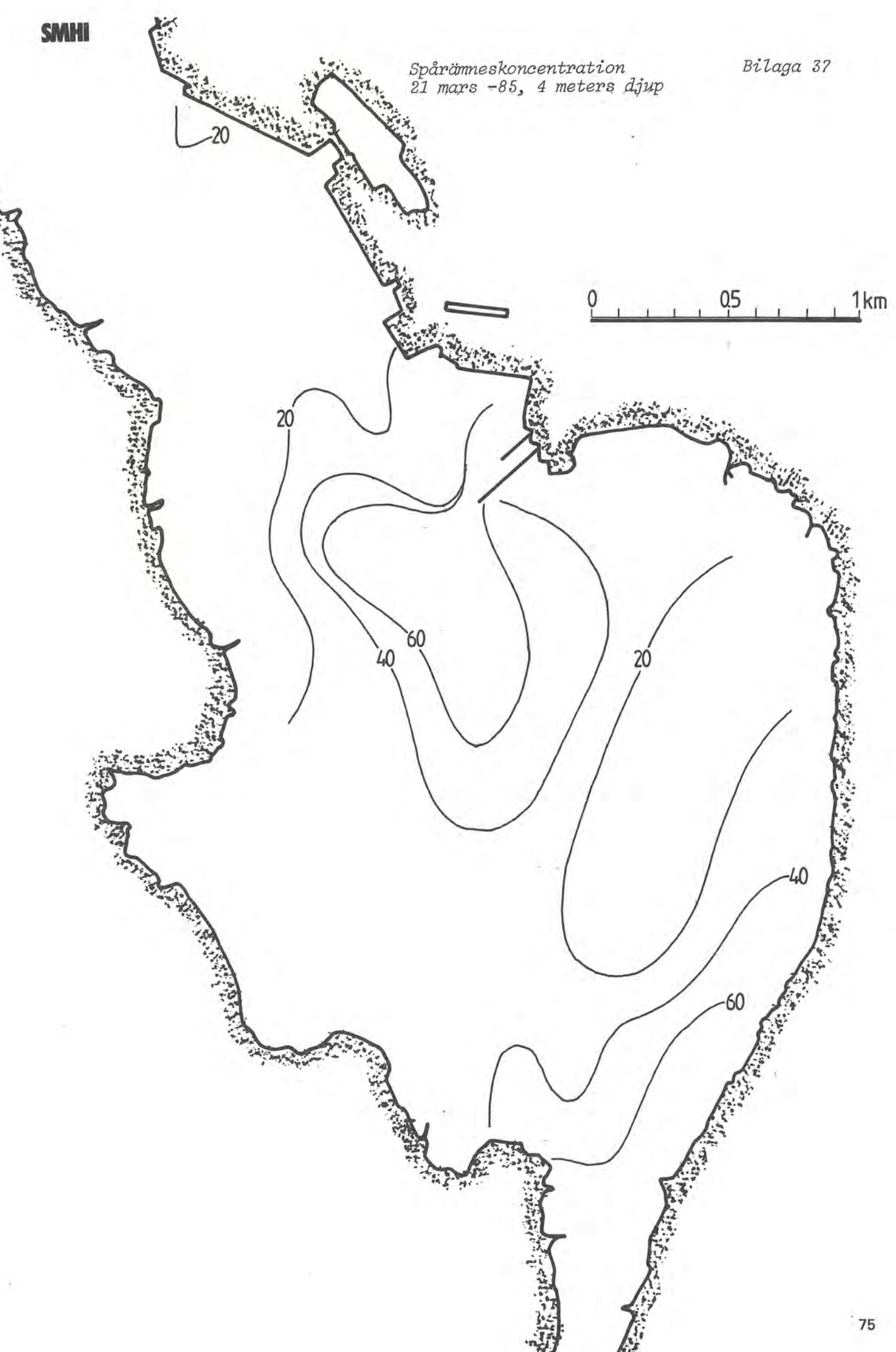
Spårämneskoncentration
20 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 36



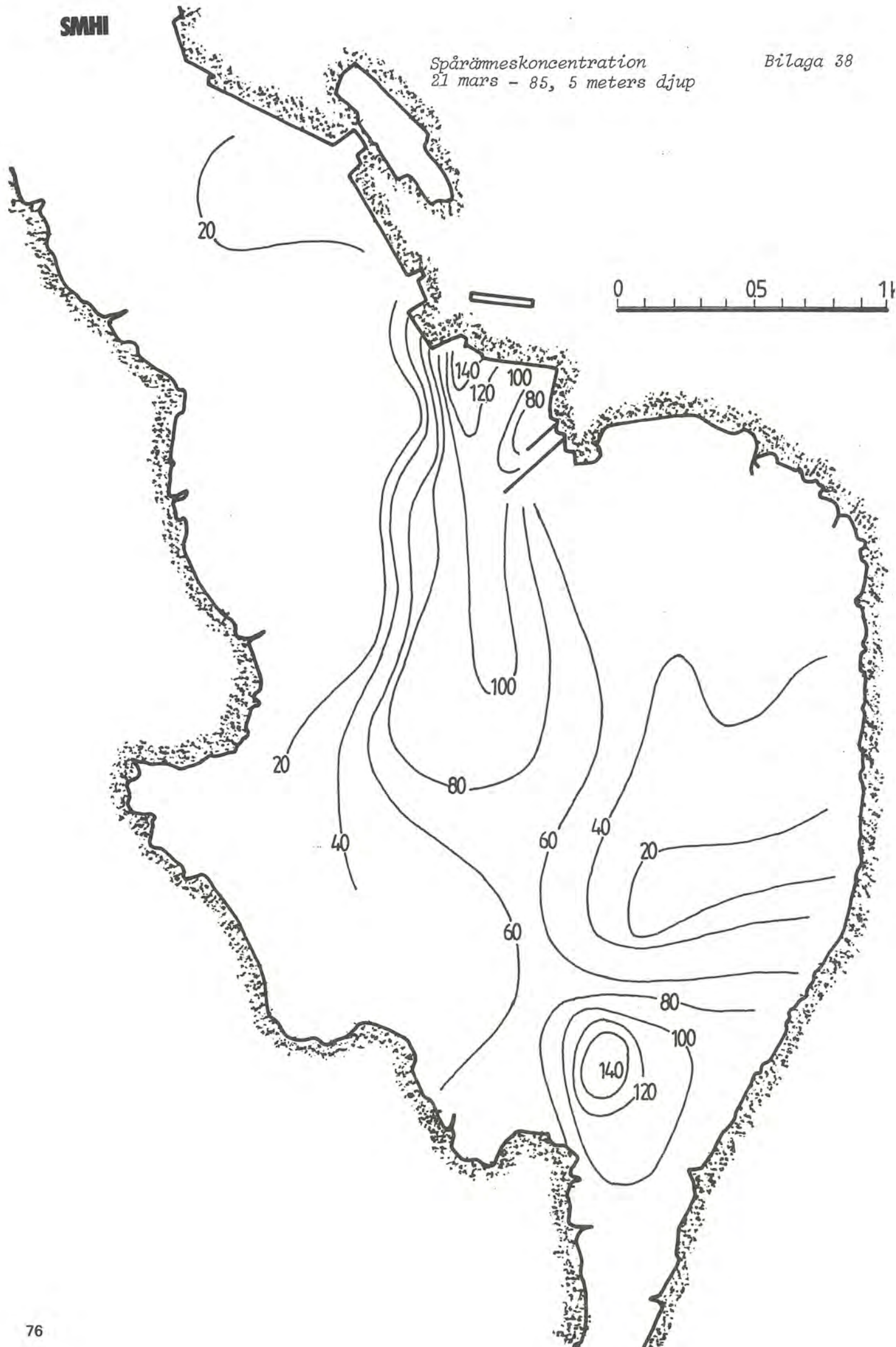
Spårämneskoncentration
21 mars -85, 4 meters djup

Bilaga 37



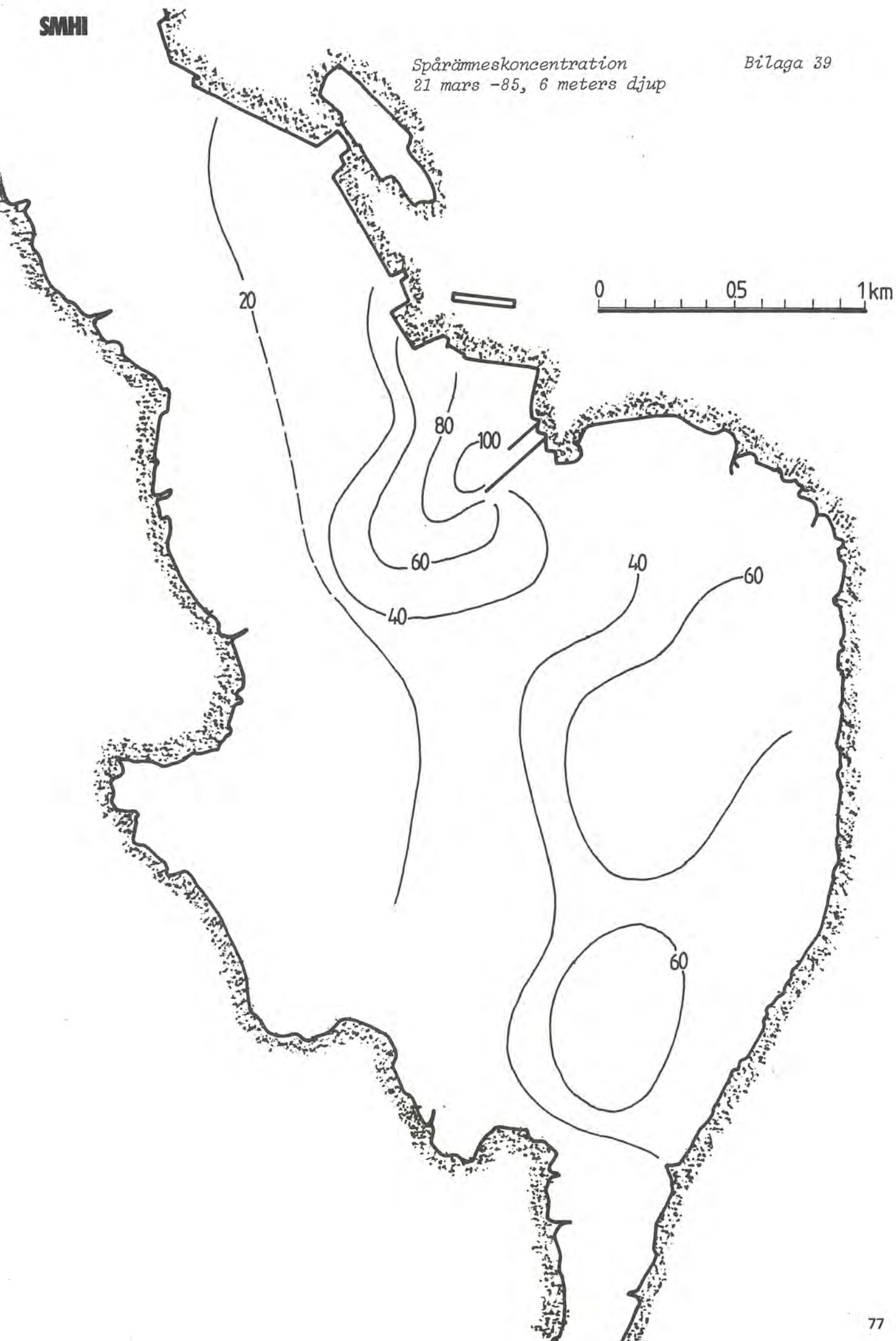
Spårämneskoncentration
21 mars - 85, 5 meters djup

Bilaga 38



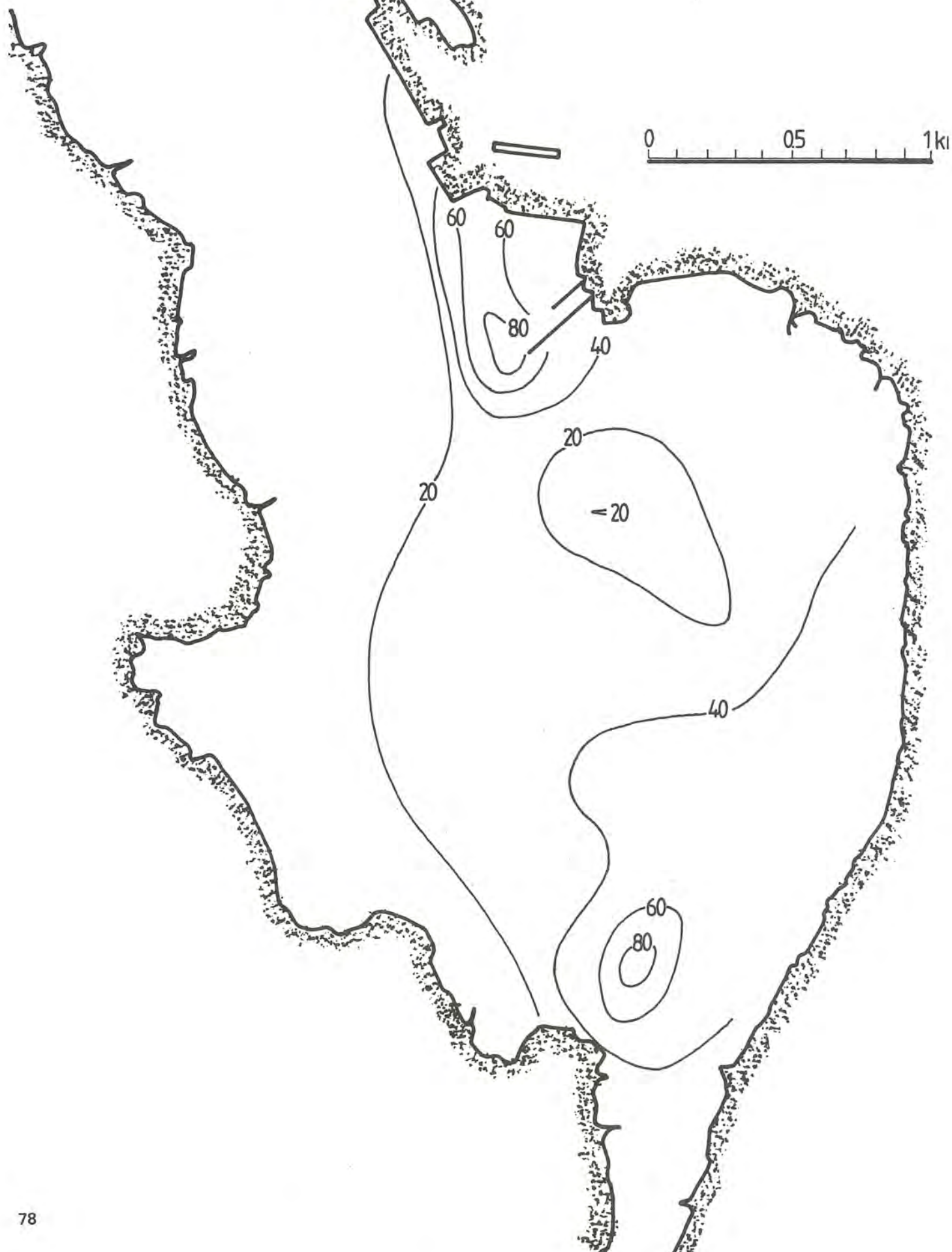
Spårämneskoncentration
21 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 39



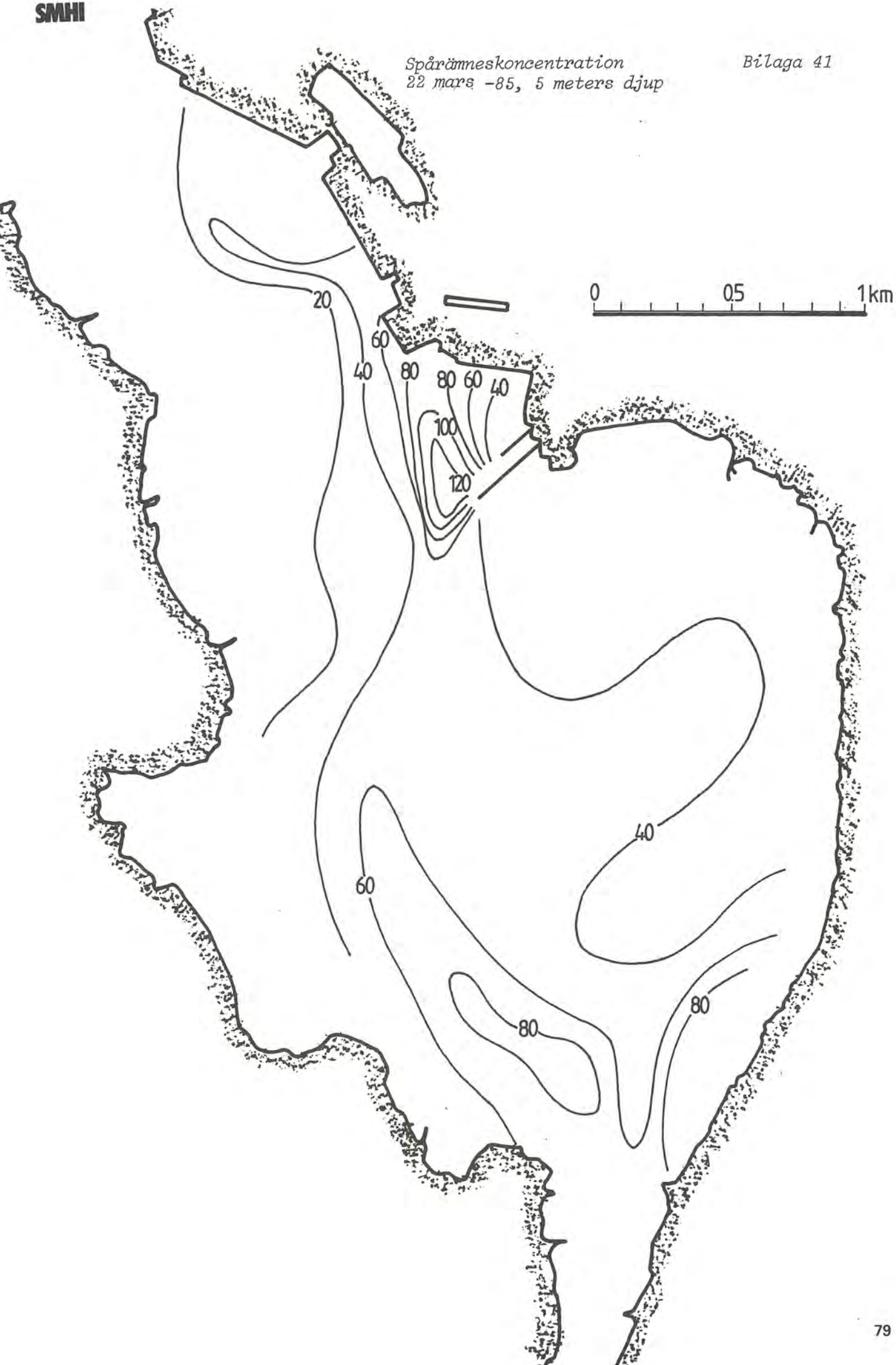
Spårämneskoncentration
22 mars -85, 4 meters djup

Bilaga 40



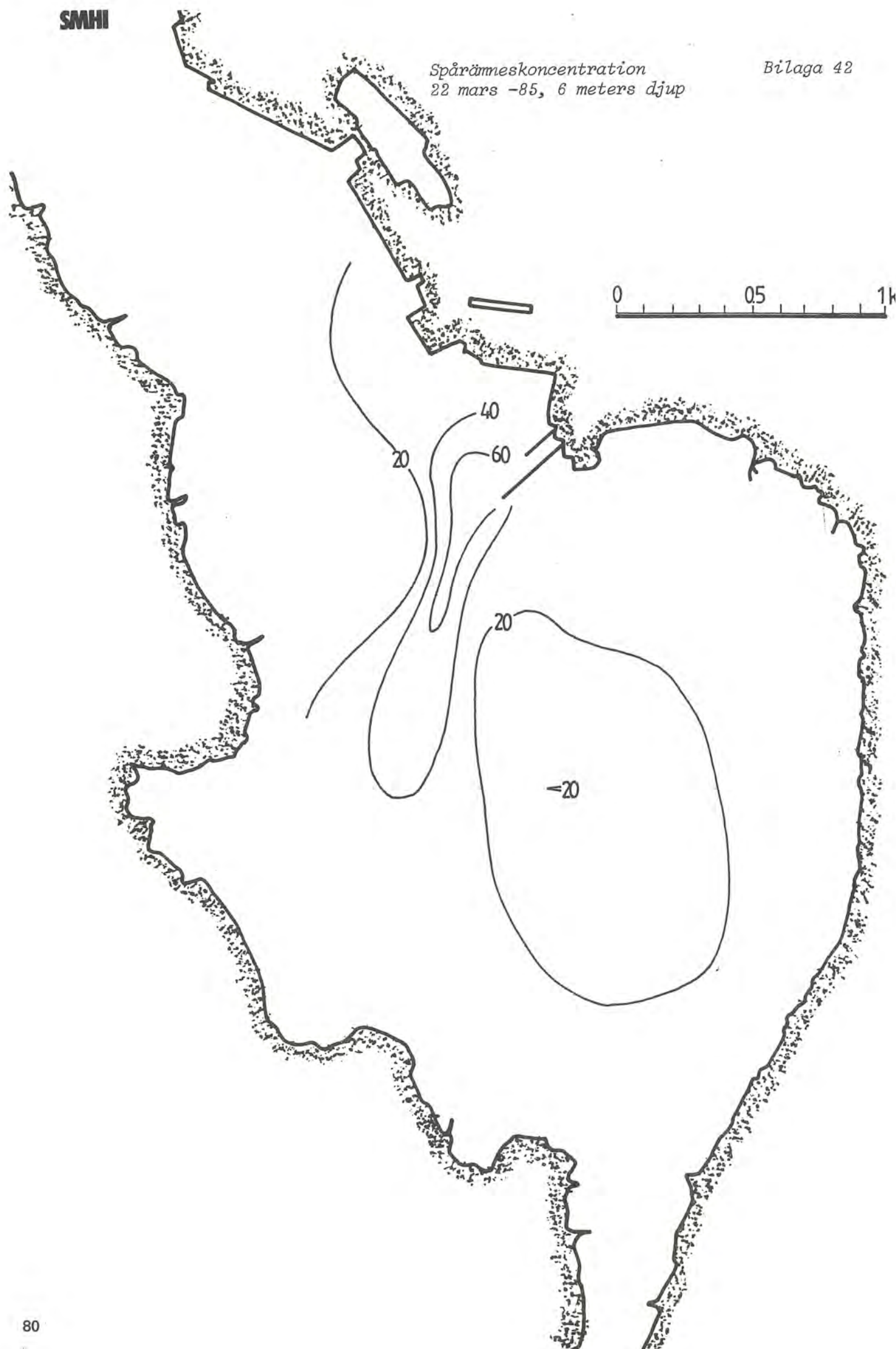
Spårämneskoncentration
22 mars -85, 5 meters djup

Bilaga 41



Spårämneskoncentration
22 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 42

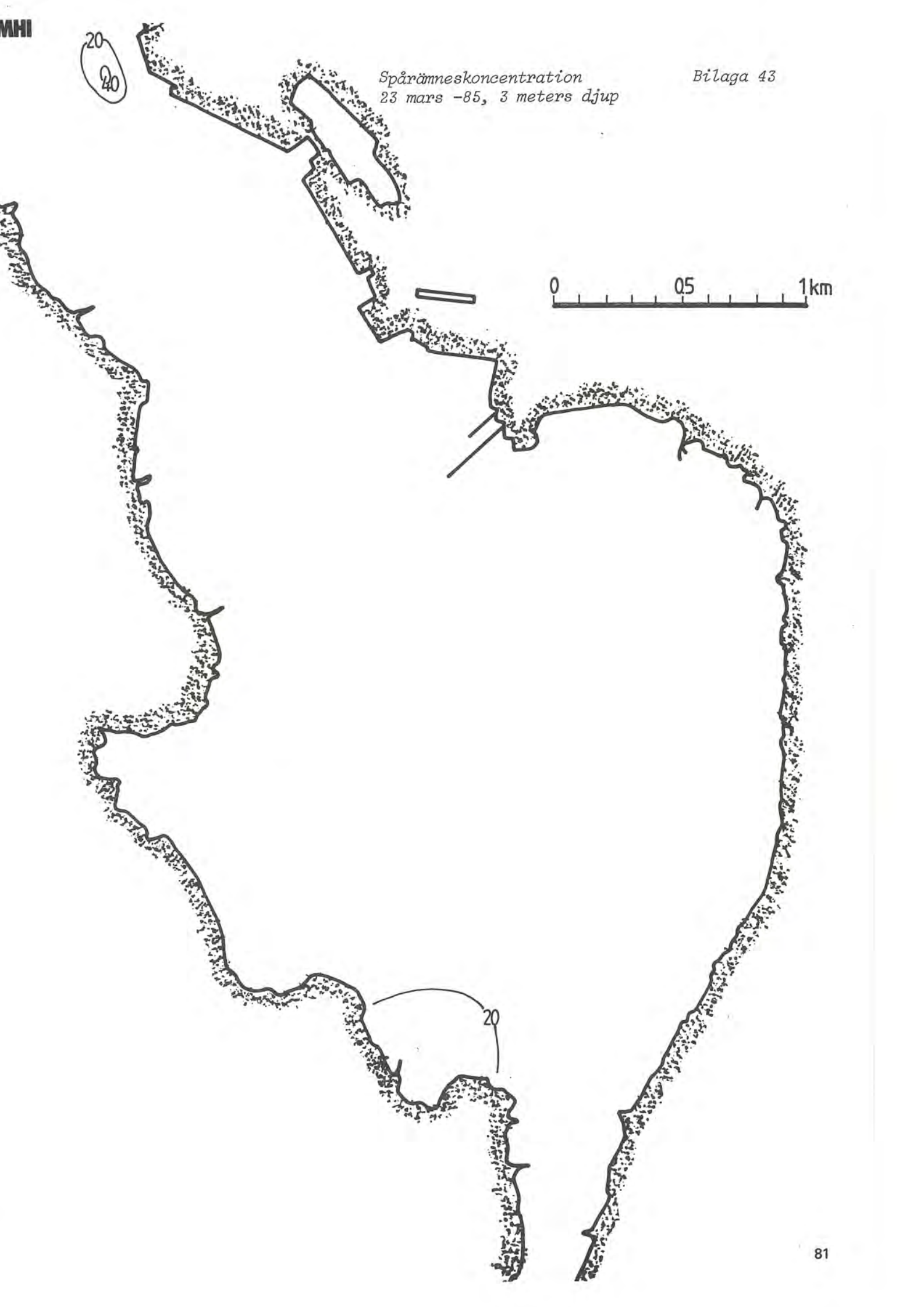


20
20

Spårämneskoncentration
23 mars -85, 3 meters djup

Bilaga 43

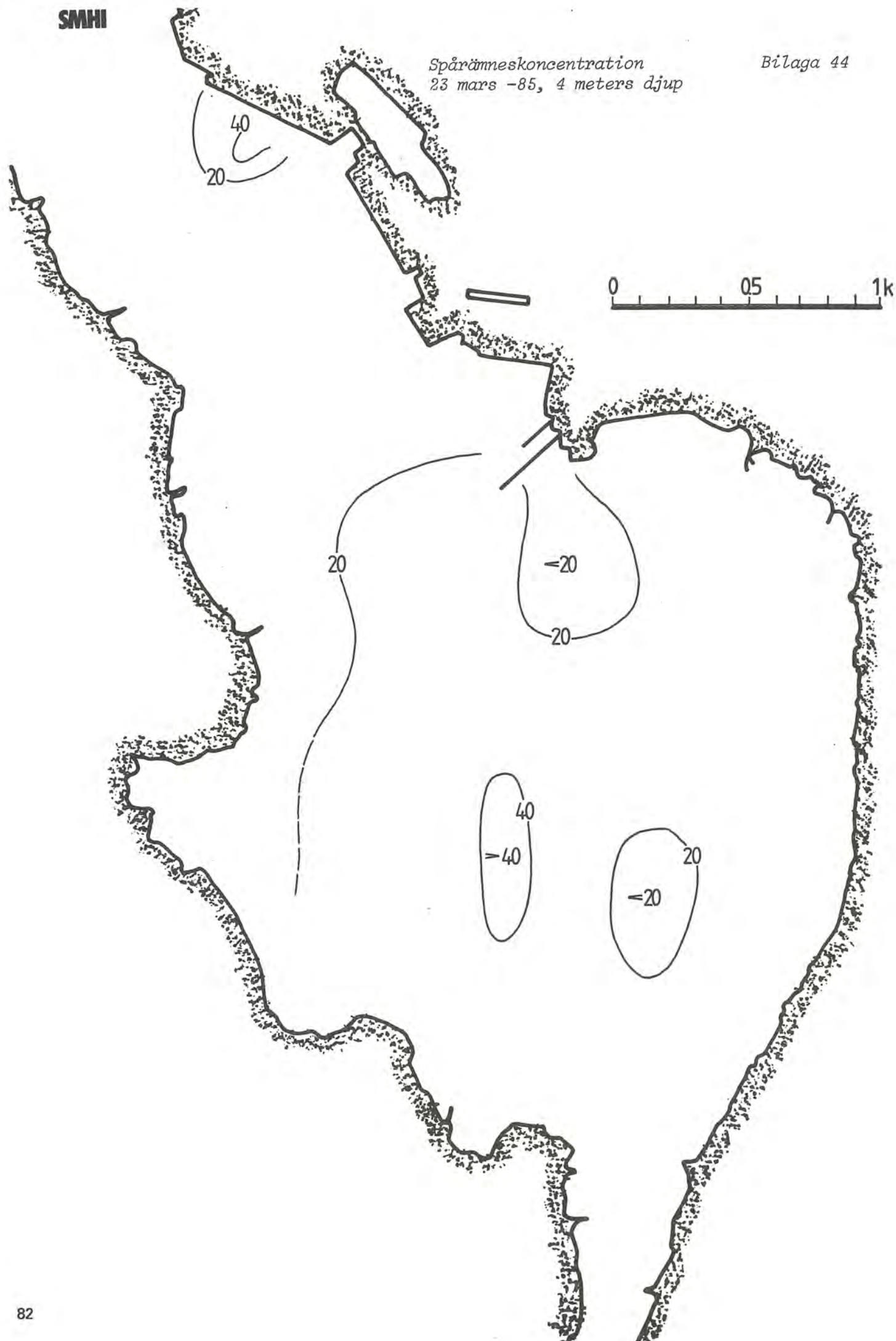
0 05 1km



The map displays a detailed coastline with a scale bar indicating distances of 0, 05, and 1 km. A label '20' is positioned near the top left, and another '20' is located near the bottom center, possibly indicating a specific depth or concentration level. The coastline is irregular, with several inlets and peninsulas. A small rectangular feature is visible near the top center, and a line with an arrow points to a specific location on the coast.

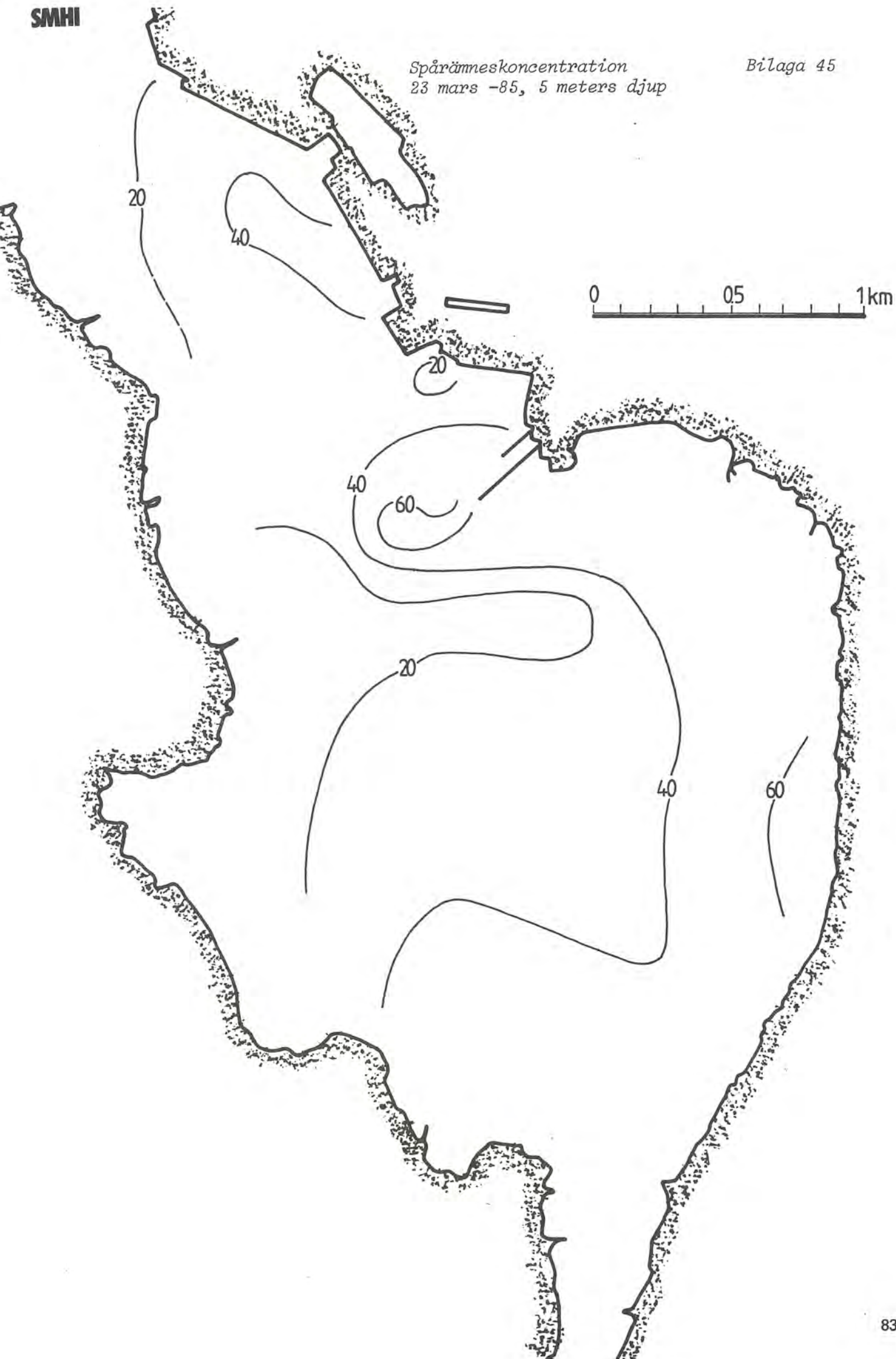
Spårämneskoncentration
23 mars -85, 4 meters djup

Bilaga 44



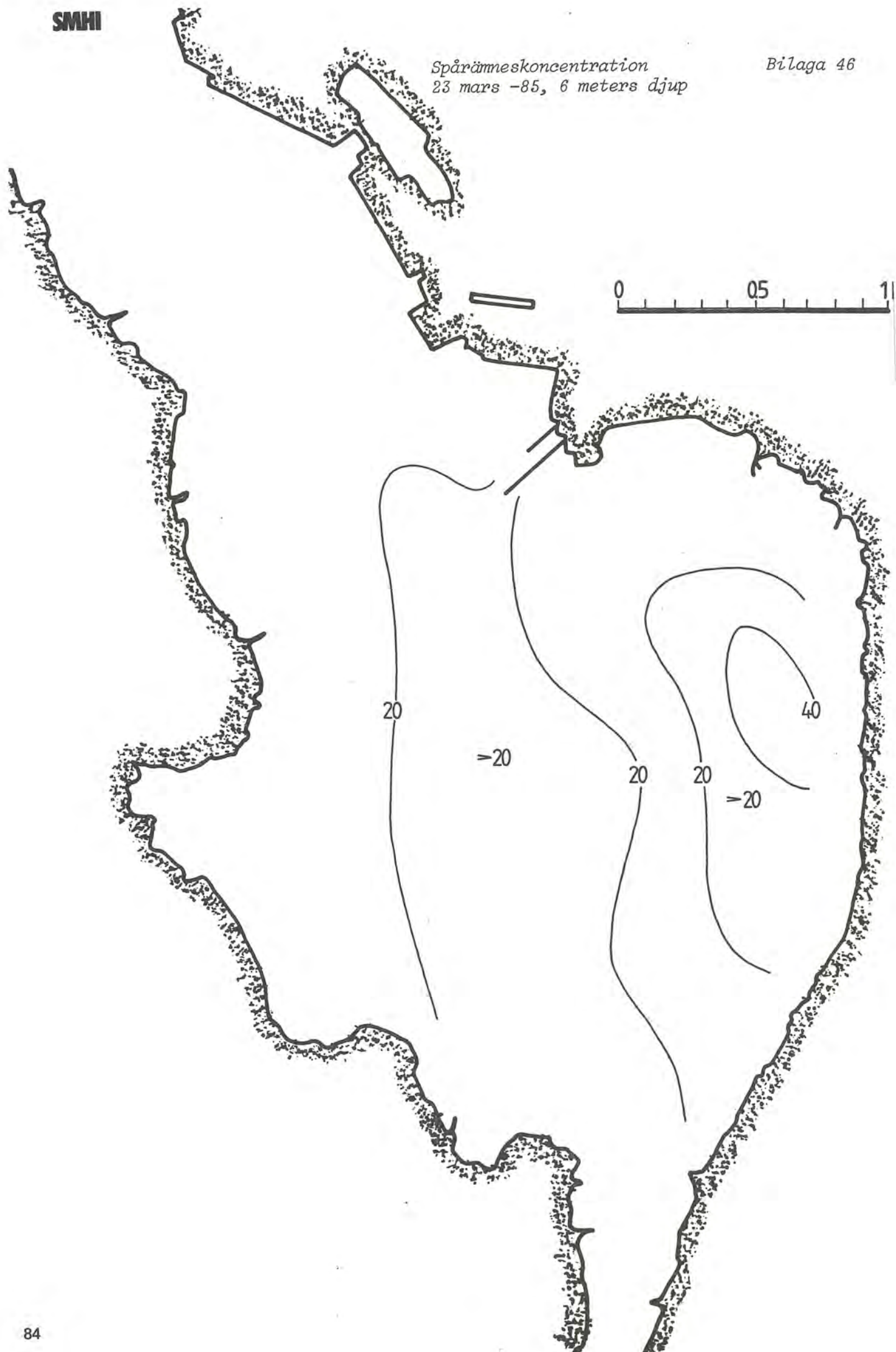
Spårämneskoncentration
23 mars -85, 5 meters djup

Bilaga 45



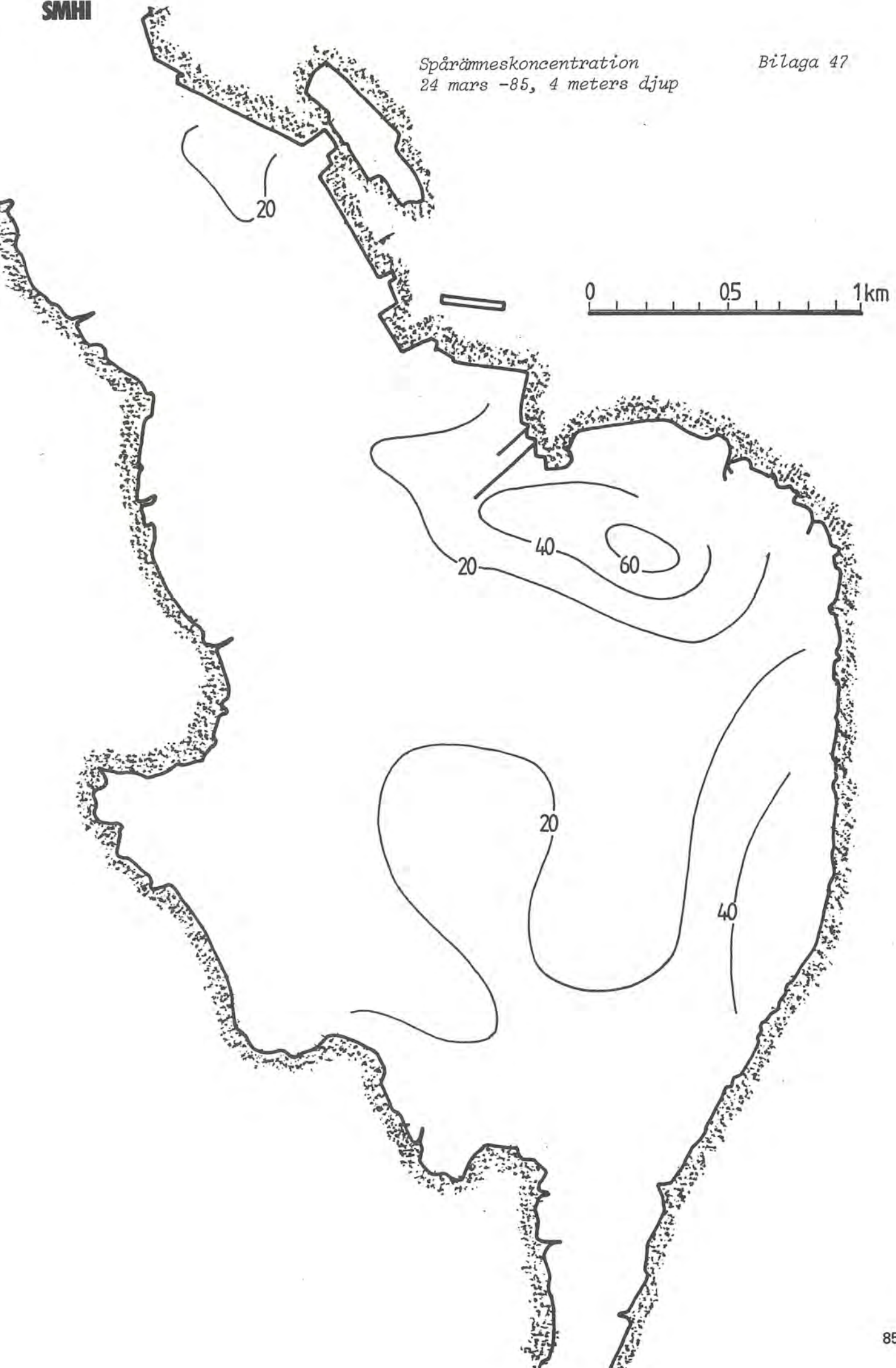
Spårämneskoncentration
23 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 46



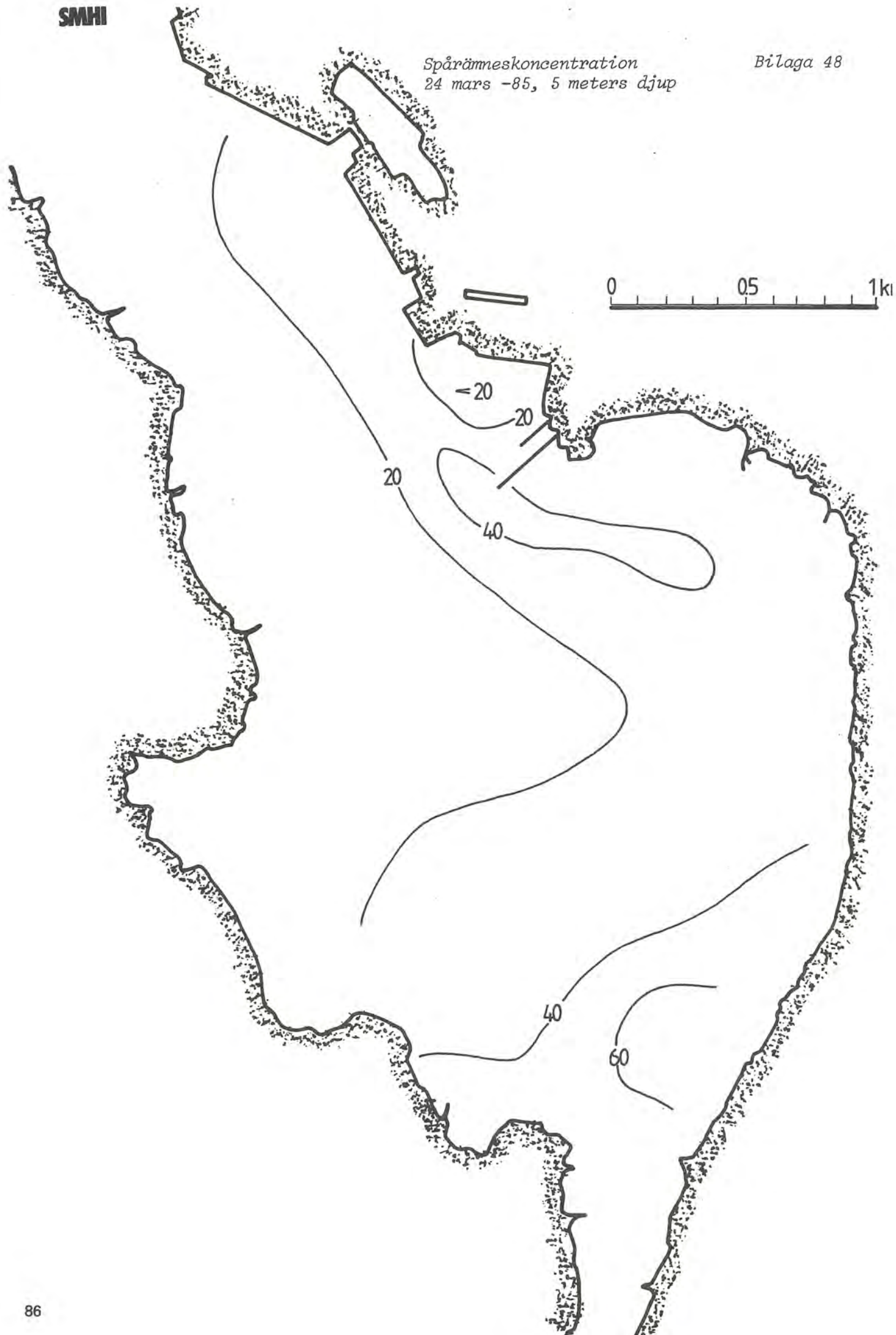
Spårämneskoncentration
24 mars -85, 4 meters djup

Bilaga 47



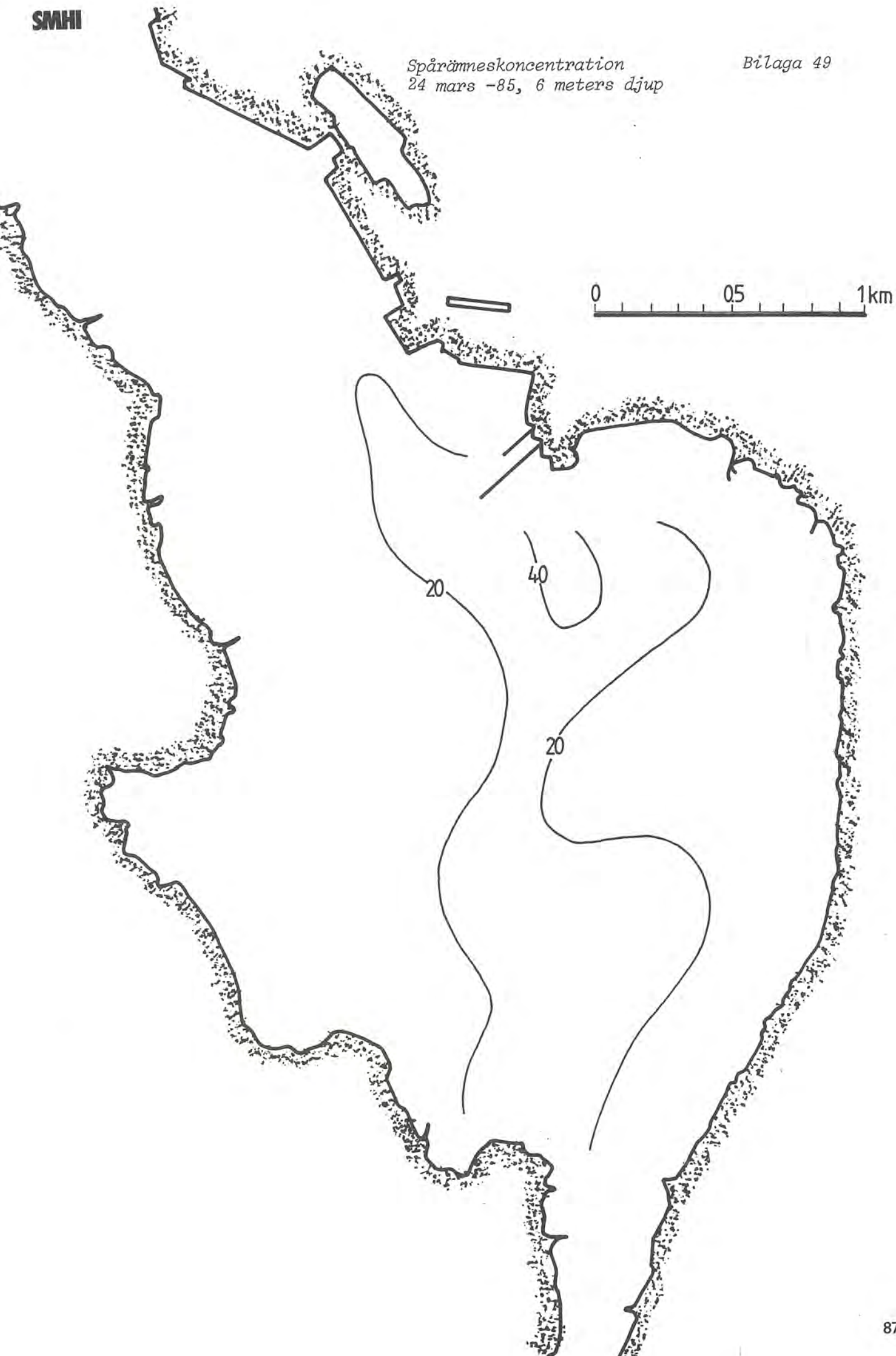
Spårämneskoncentration
24 mars -85, 5 meters djup

Bilaga 48



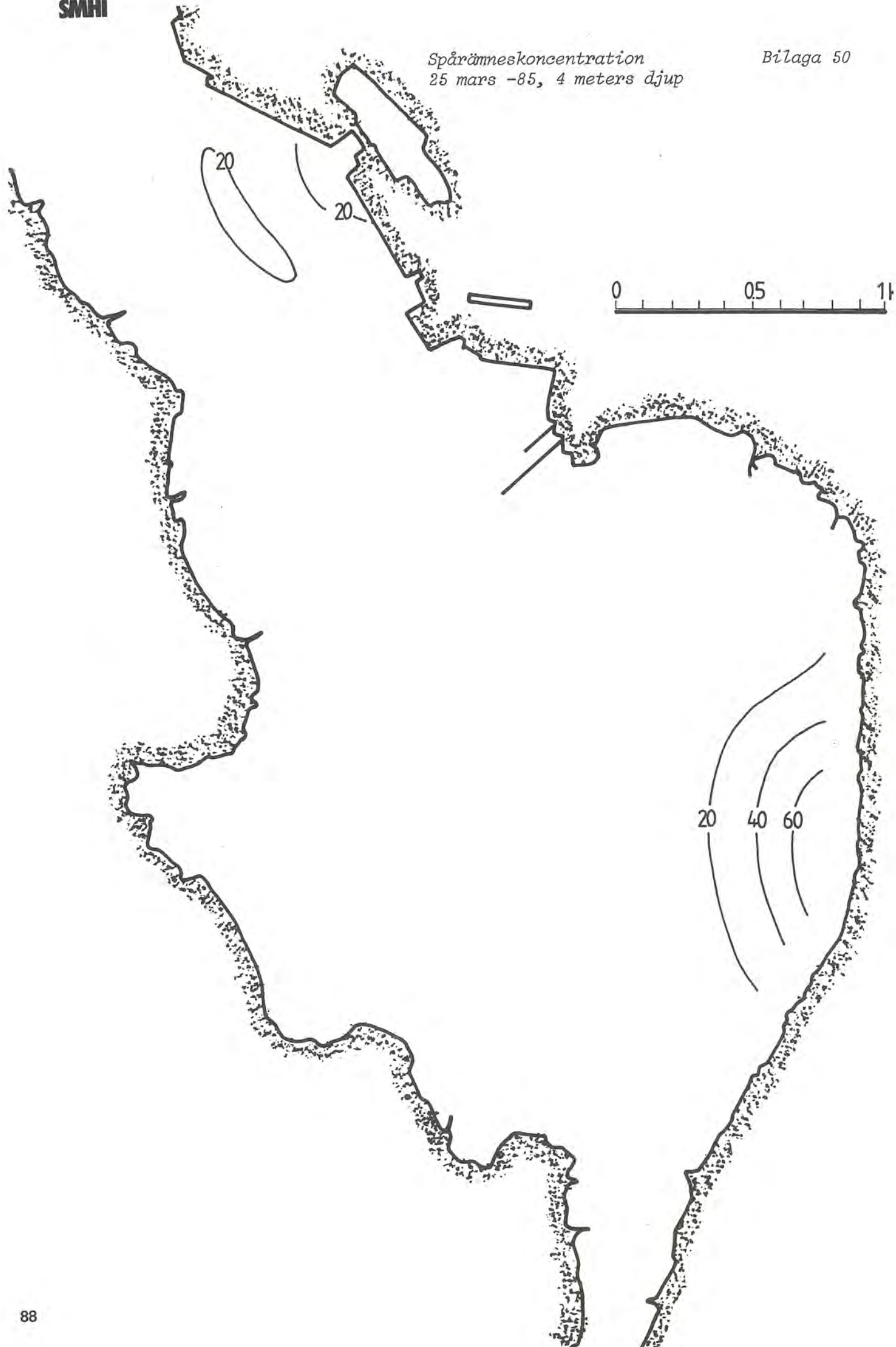
Spårämneskoncentration
24 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 49



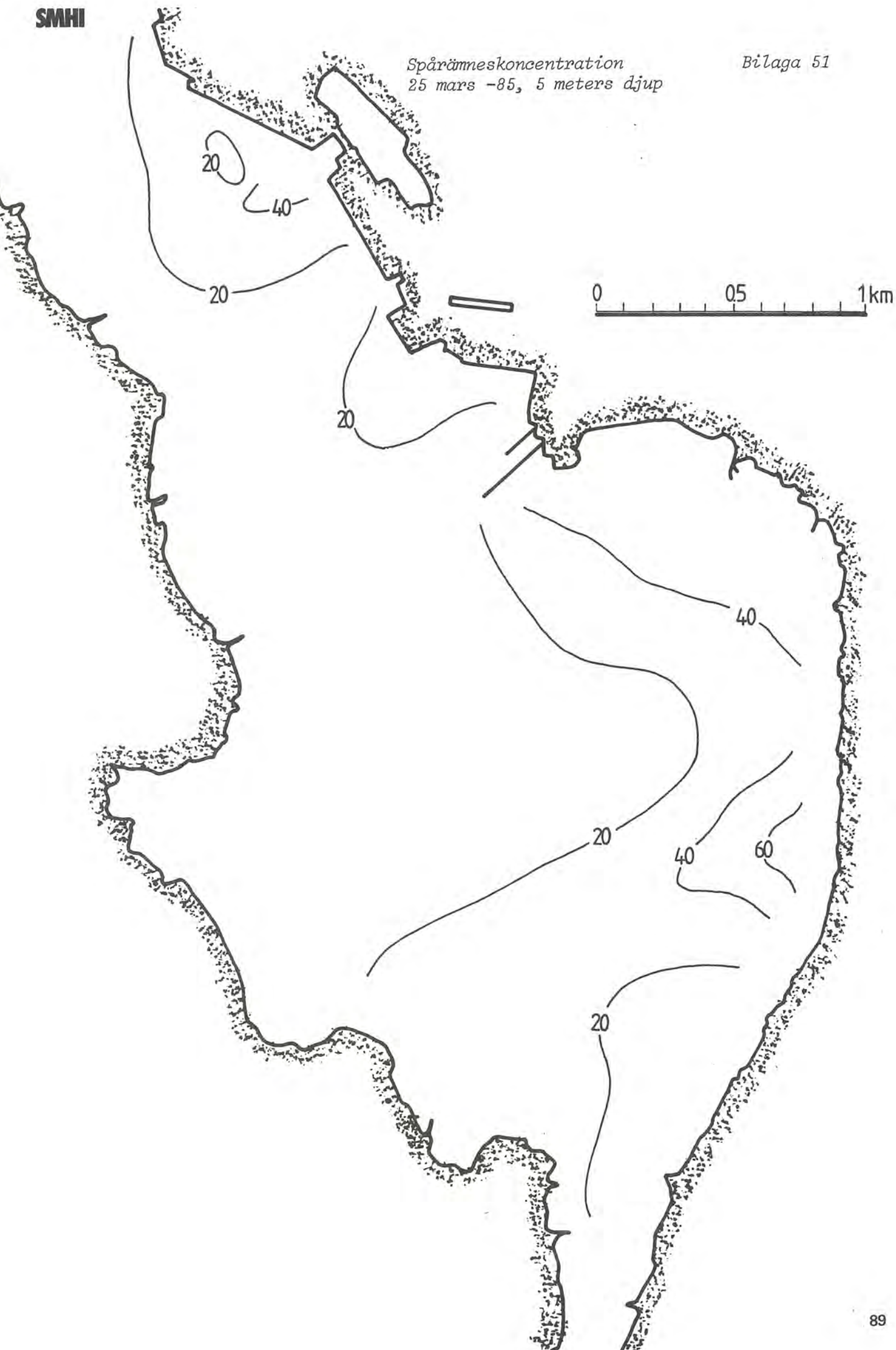
Spårämneskoncentration
25 mars -85, 4 meters djup

Bilaga 50



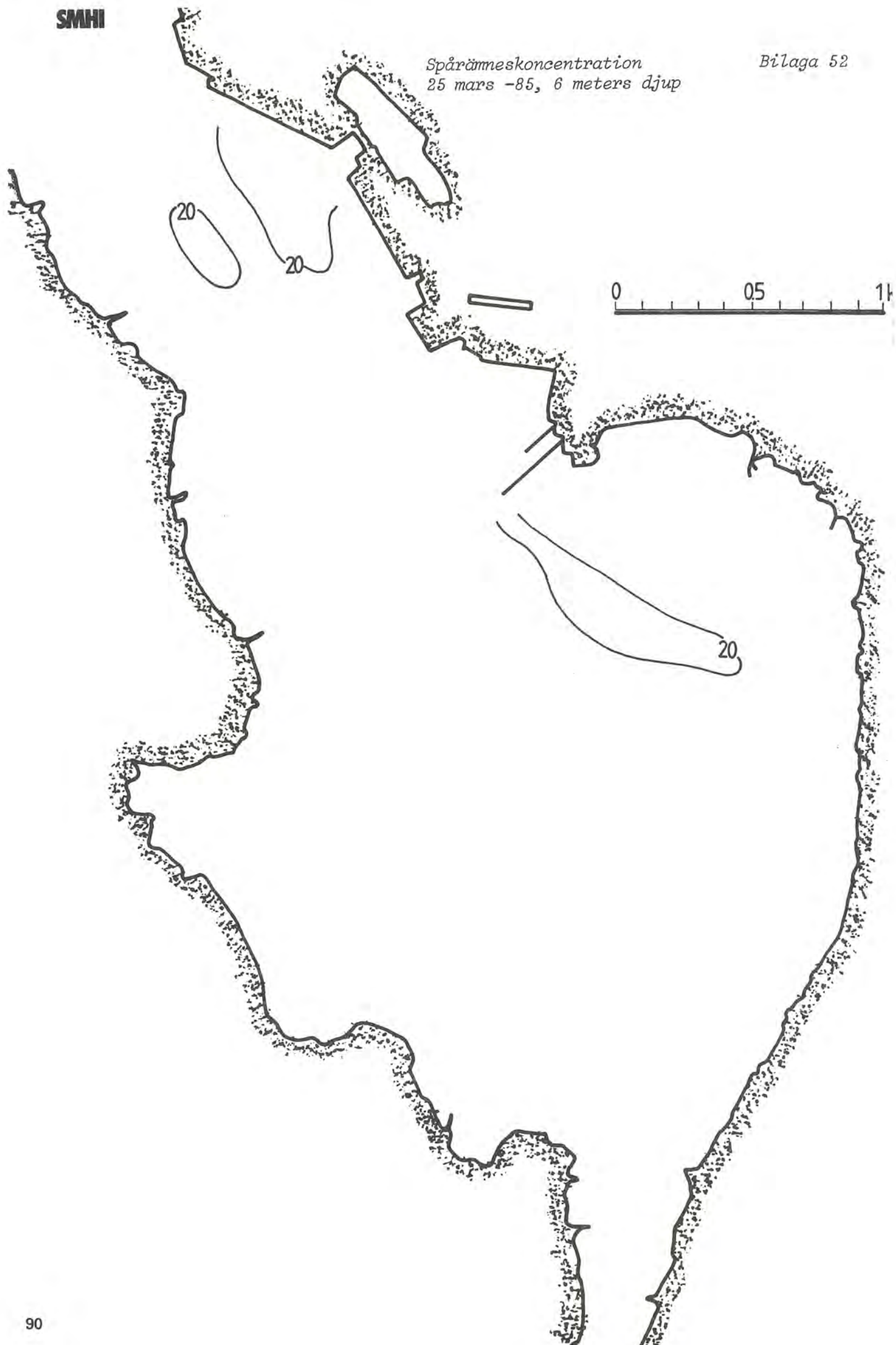
Spårämneskoncentration
25 mars -85, 5 meters djup

Bilaga 51



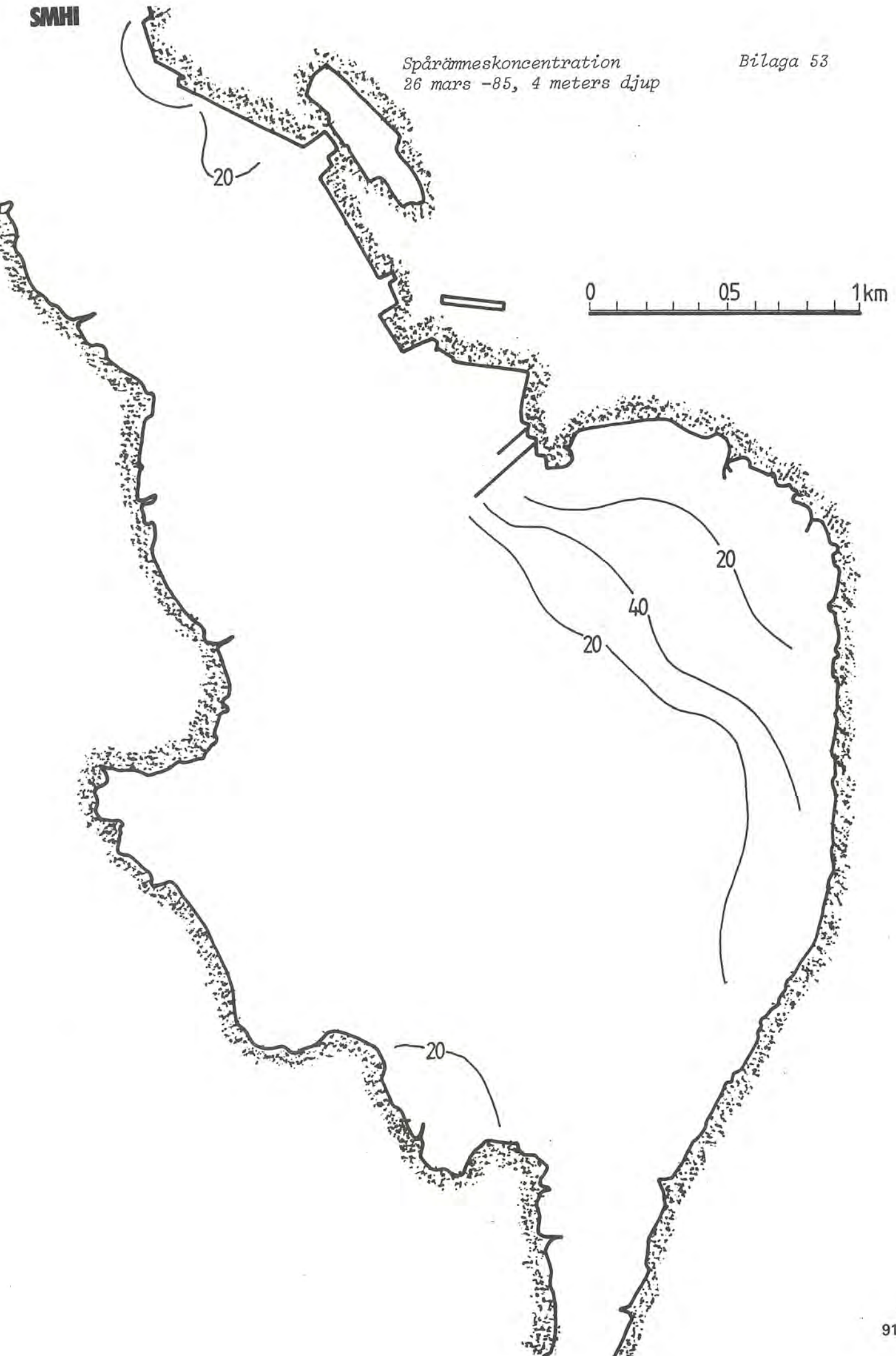
Spårämneskoncentration
25 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 52



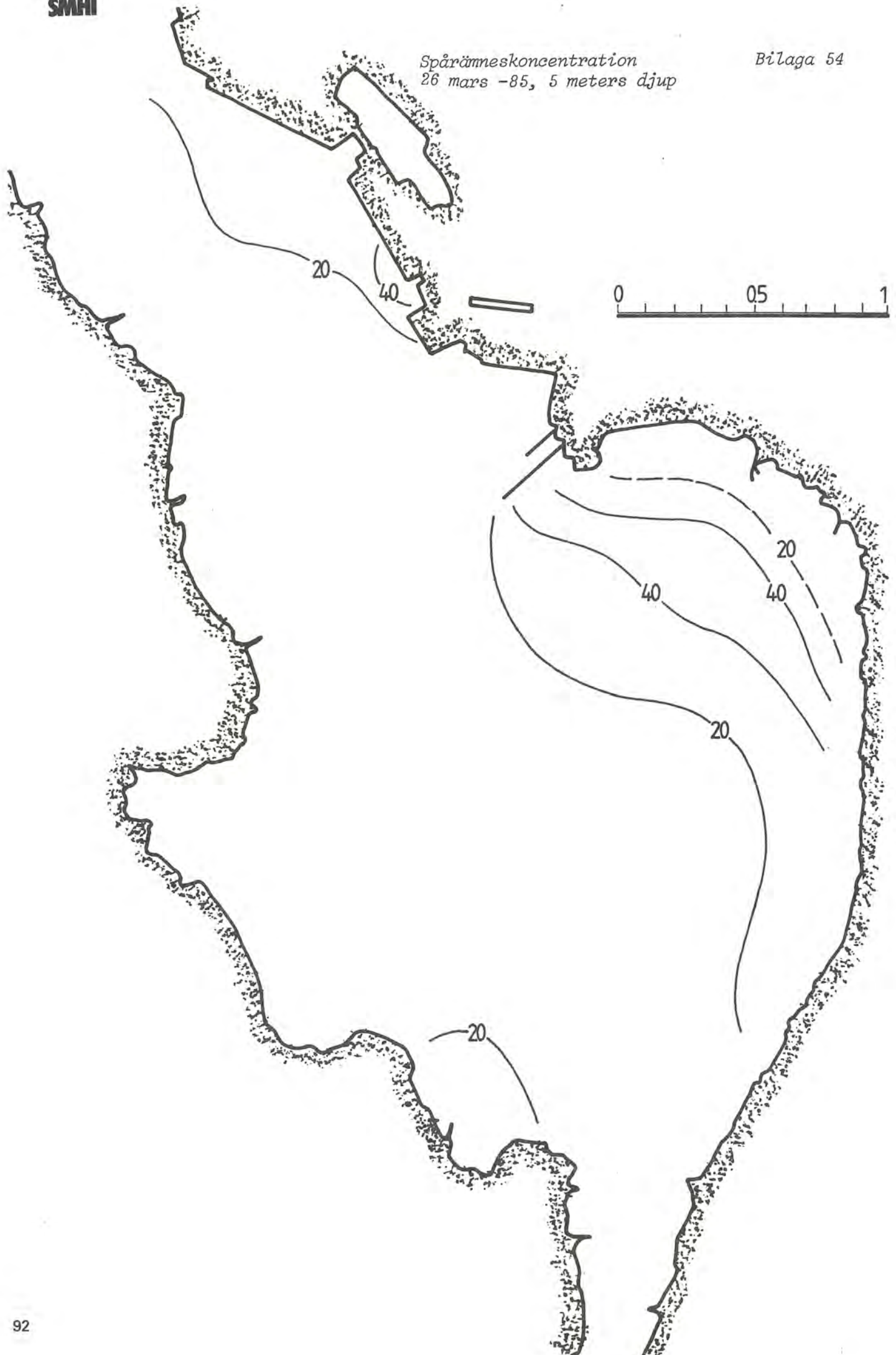
Spårämneskoncentration
26 mars -85, 4 meters djup

Bilaga 53



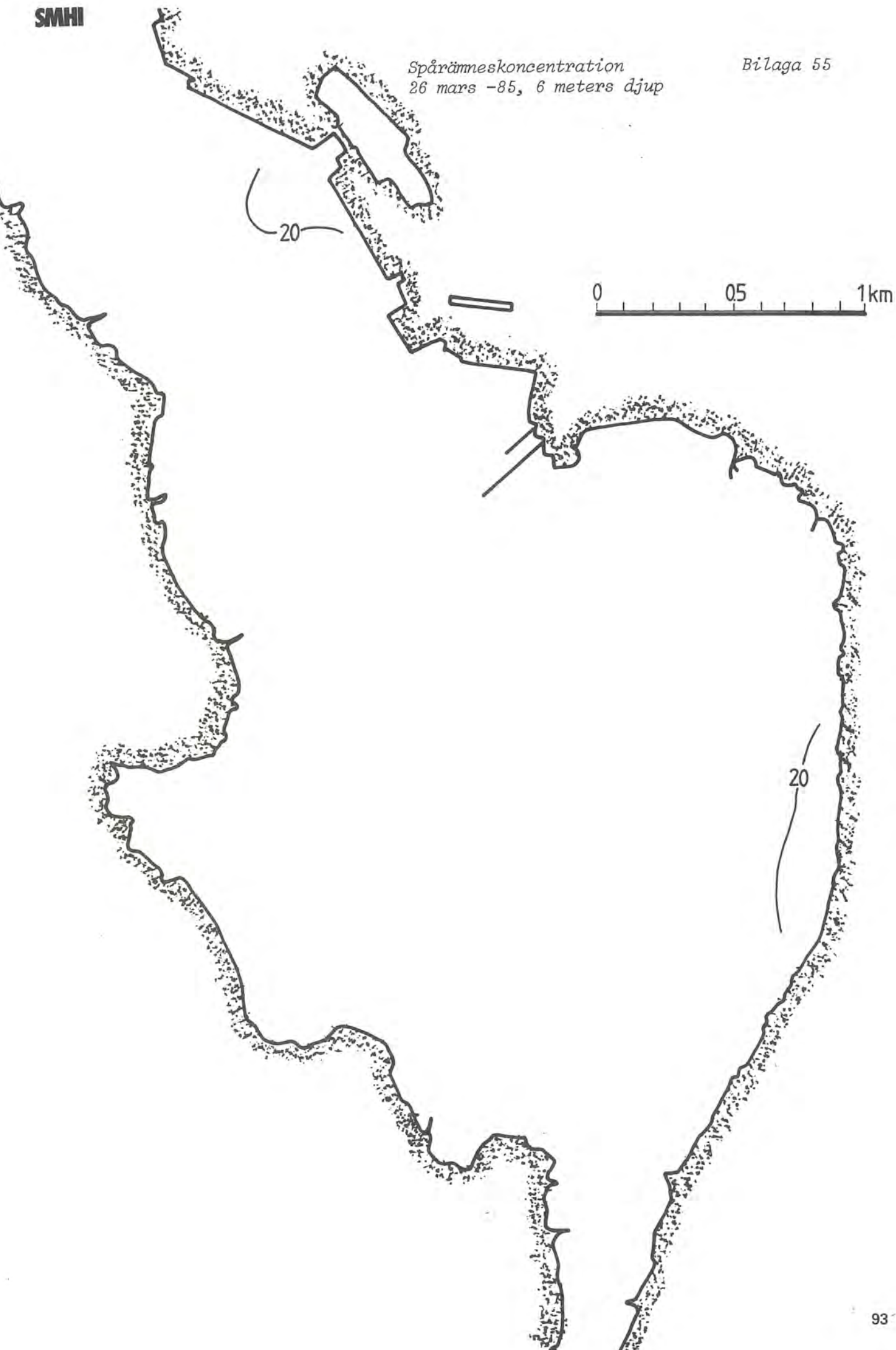
Spårämneskoncentration
26 mars -85, 5 meters djup

Bilaga 54



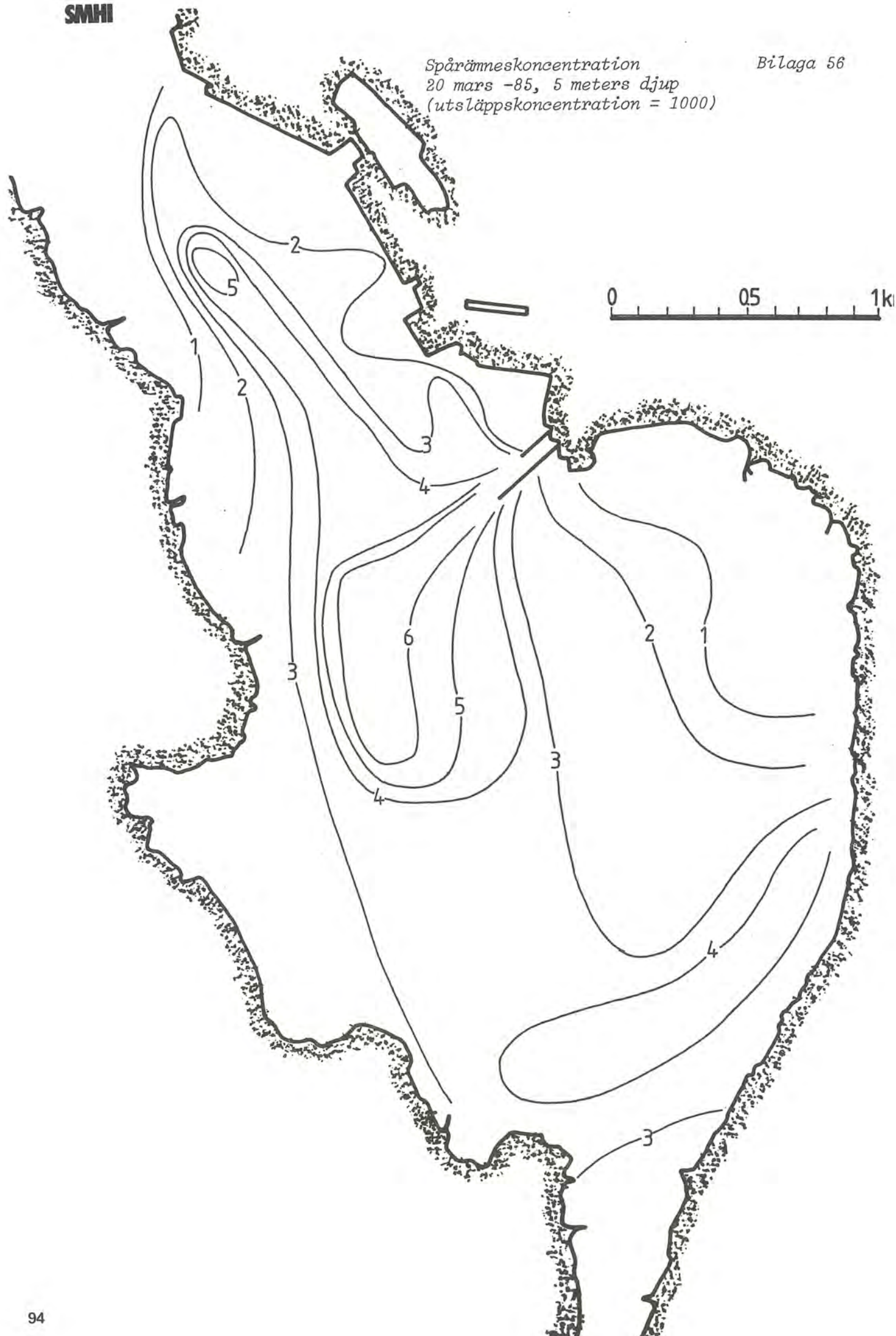
Spårämneskoncentration
26 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 55



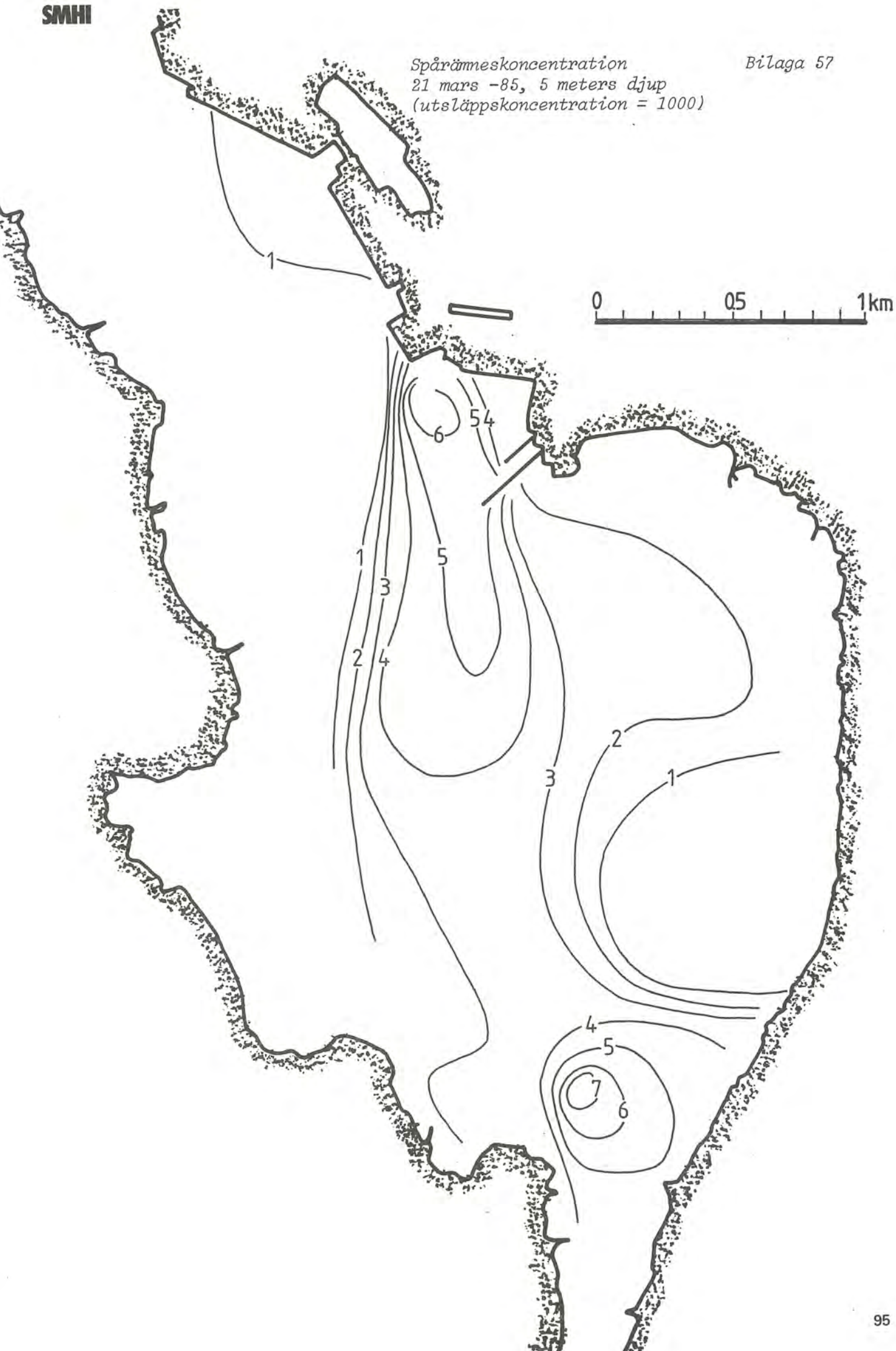
Spårämneskoncentration
20 mars -85, 5 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 56



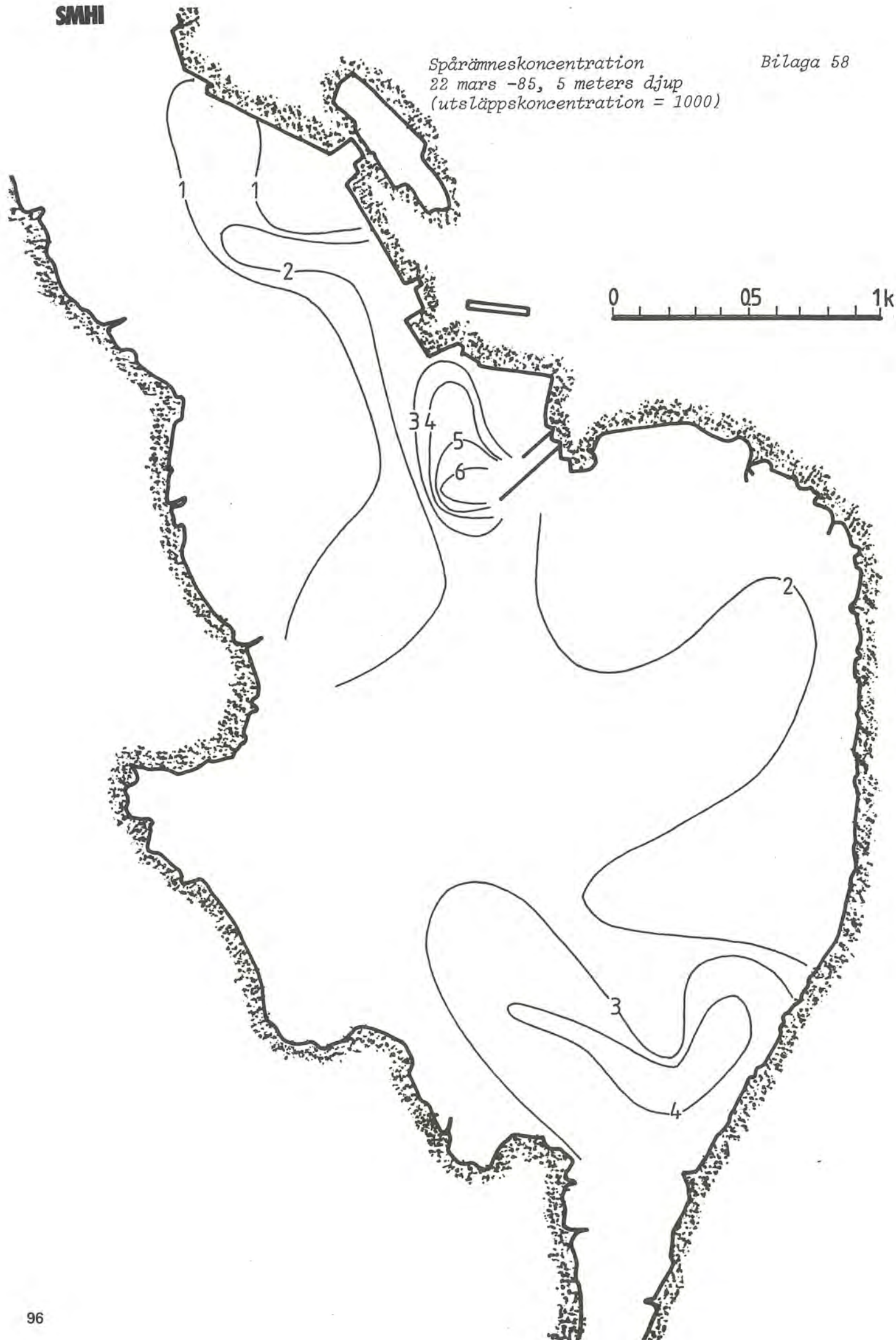
Spårämneskoncentration
21 mars -85, 5 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 57



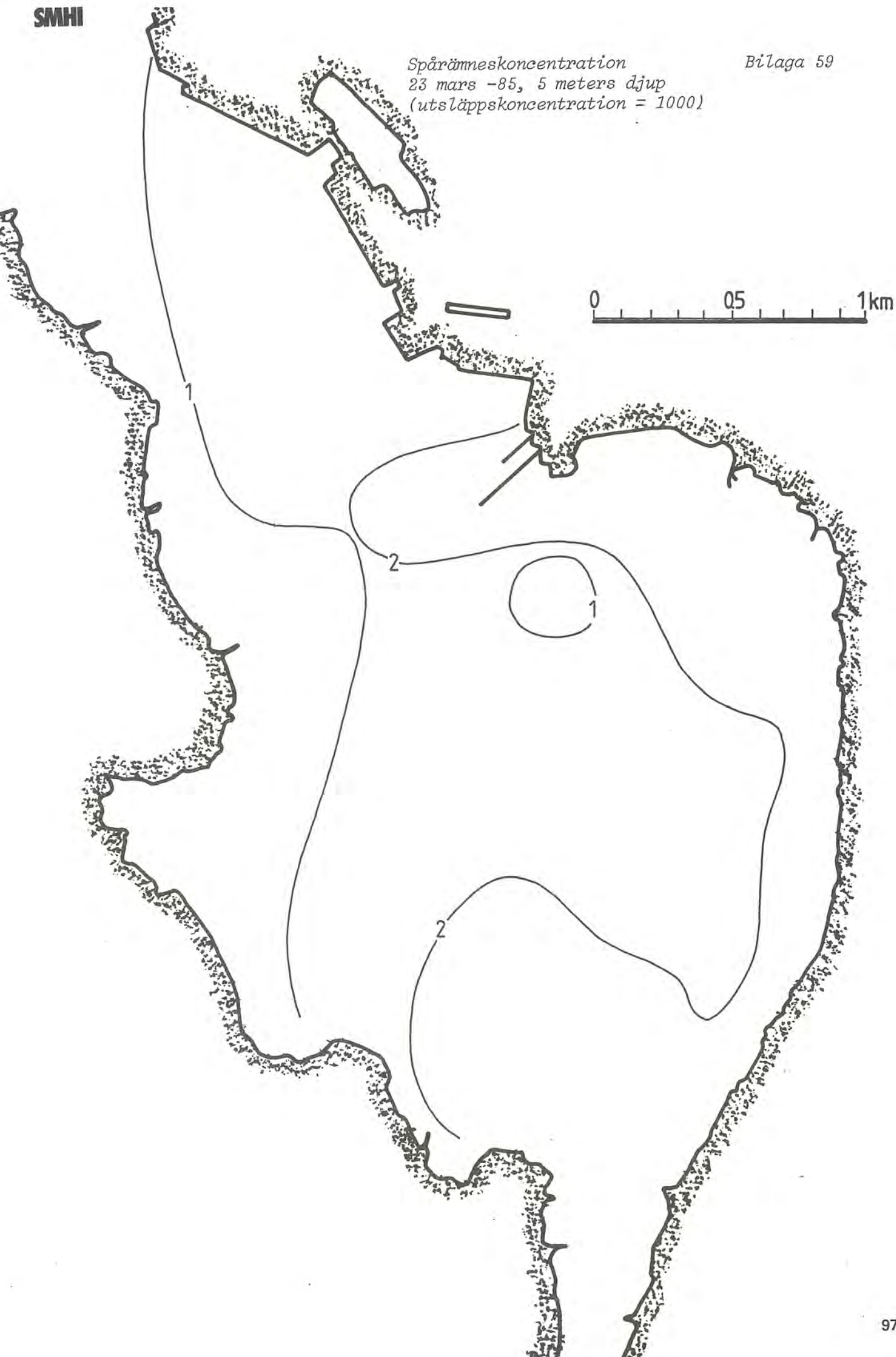
Spårämneskoncentration
22 mars -85, 5 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 58



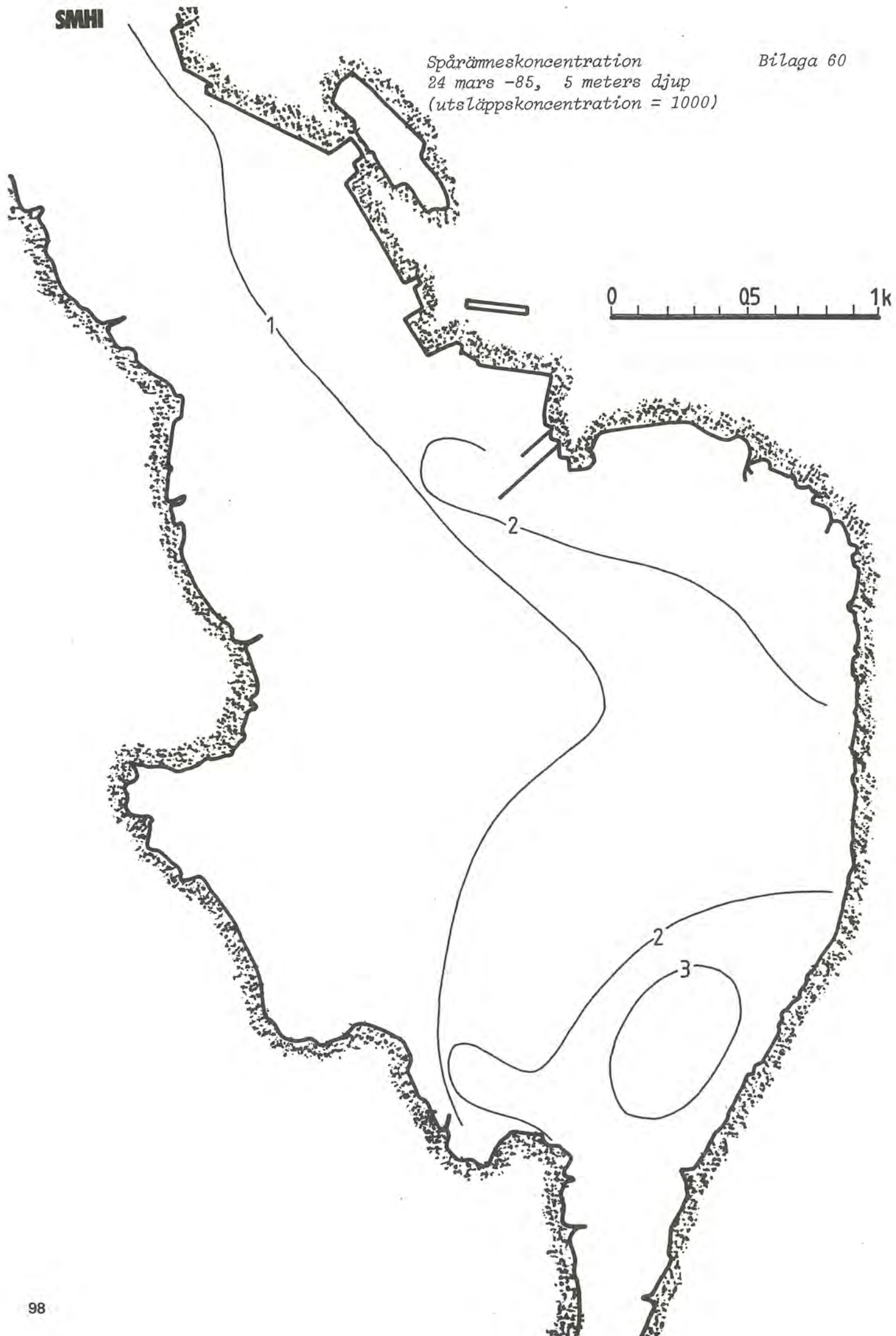
Spårämneskoncentration
23 mars -85, 5 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 59



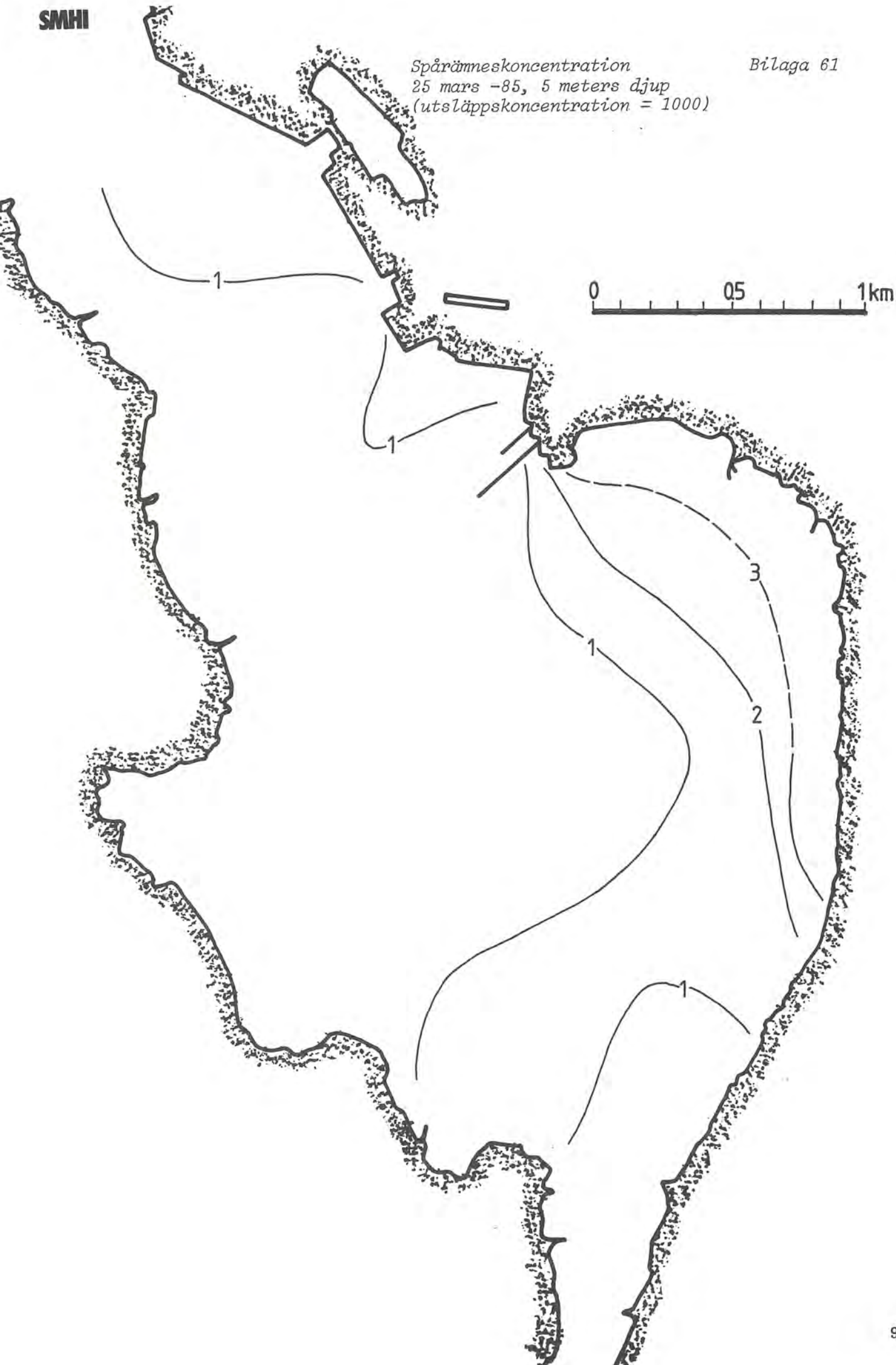
Spårämneskoncentration
24 mars -85, 5 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 60



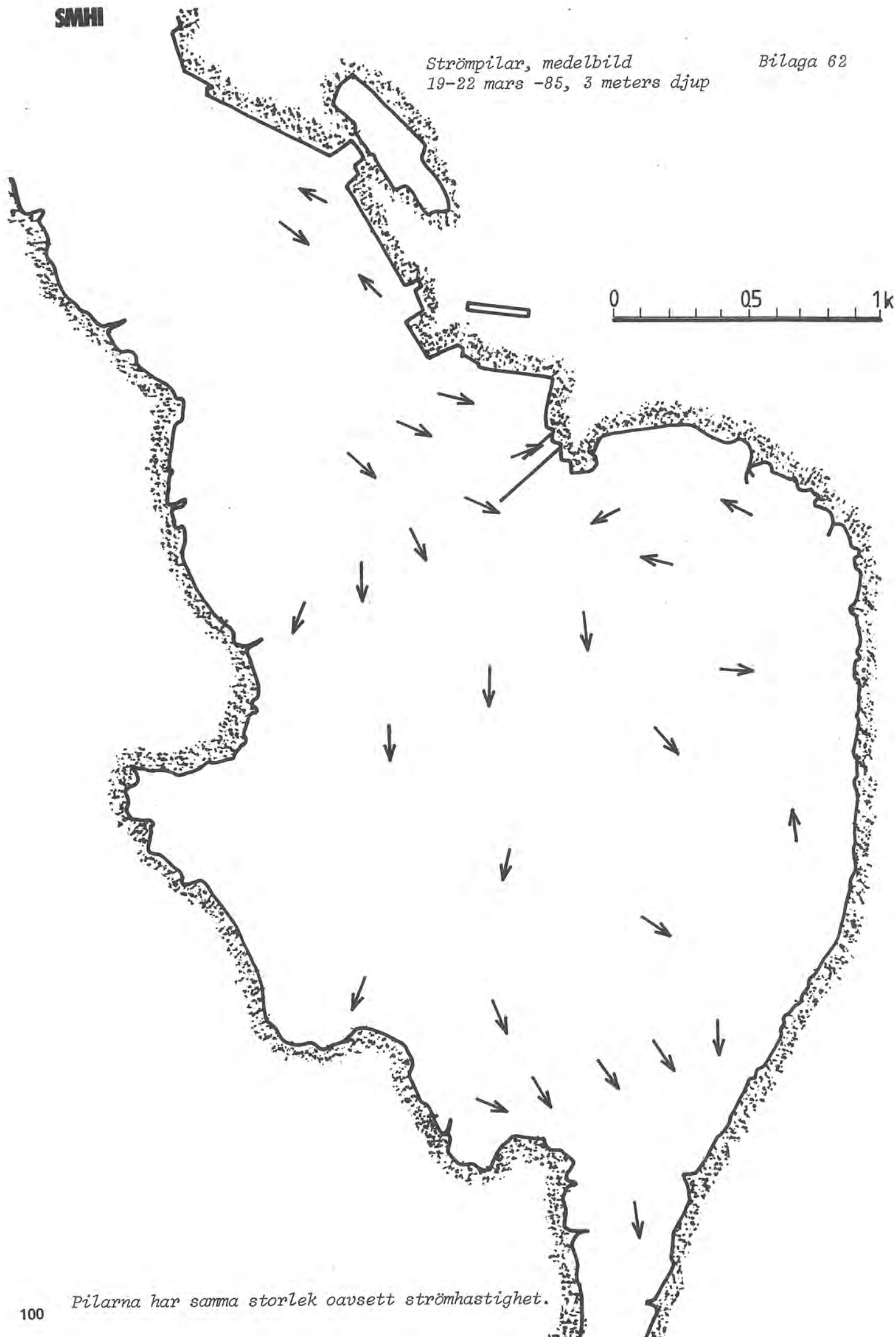
Spårämneskoncentration
25 mars -85, 5 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 61



Strömpilar, medelbild
19-22 mars -85, 3 meters djup

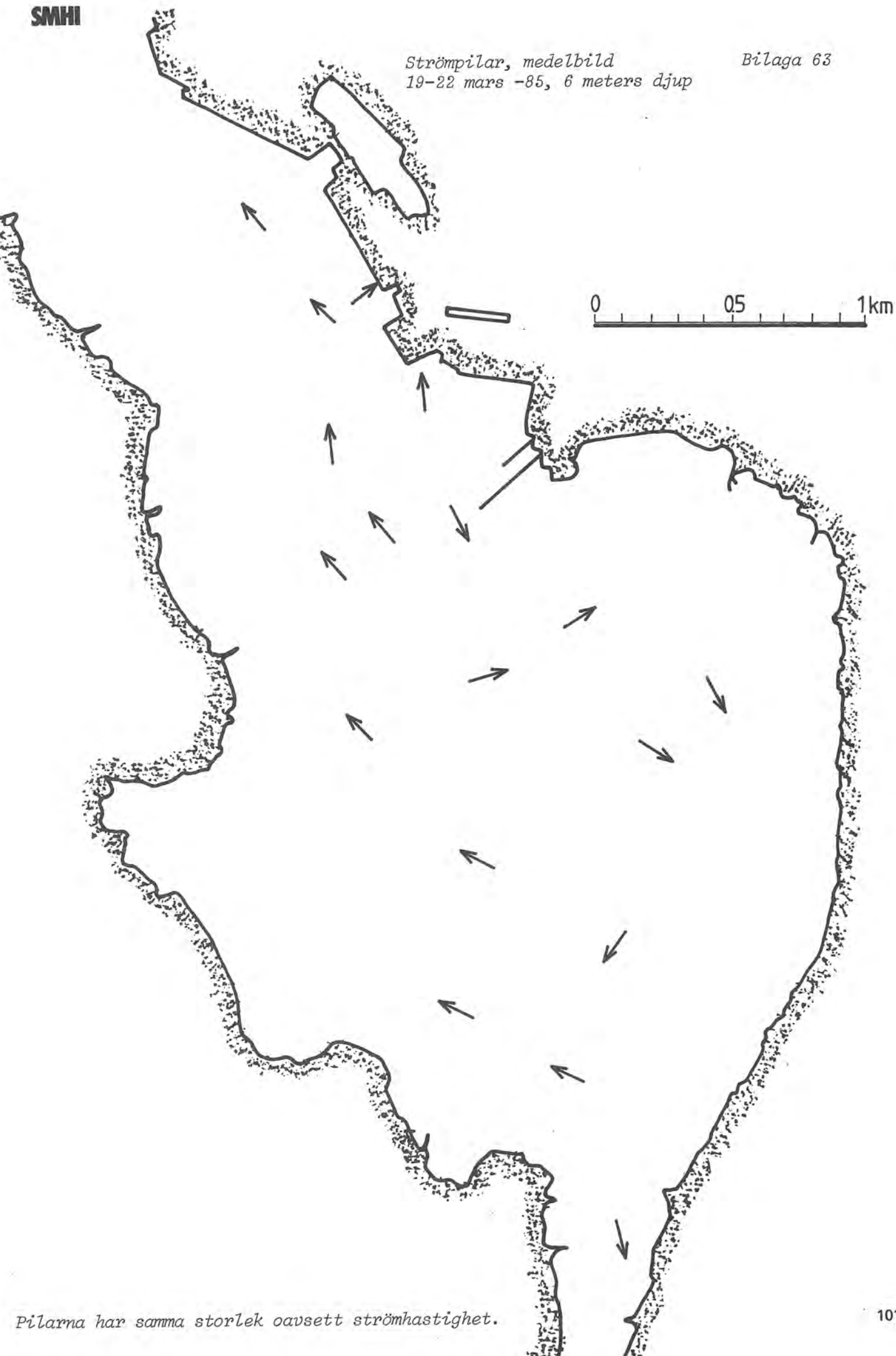
Bilaga 62



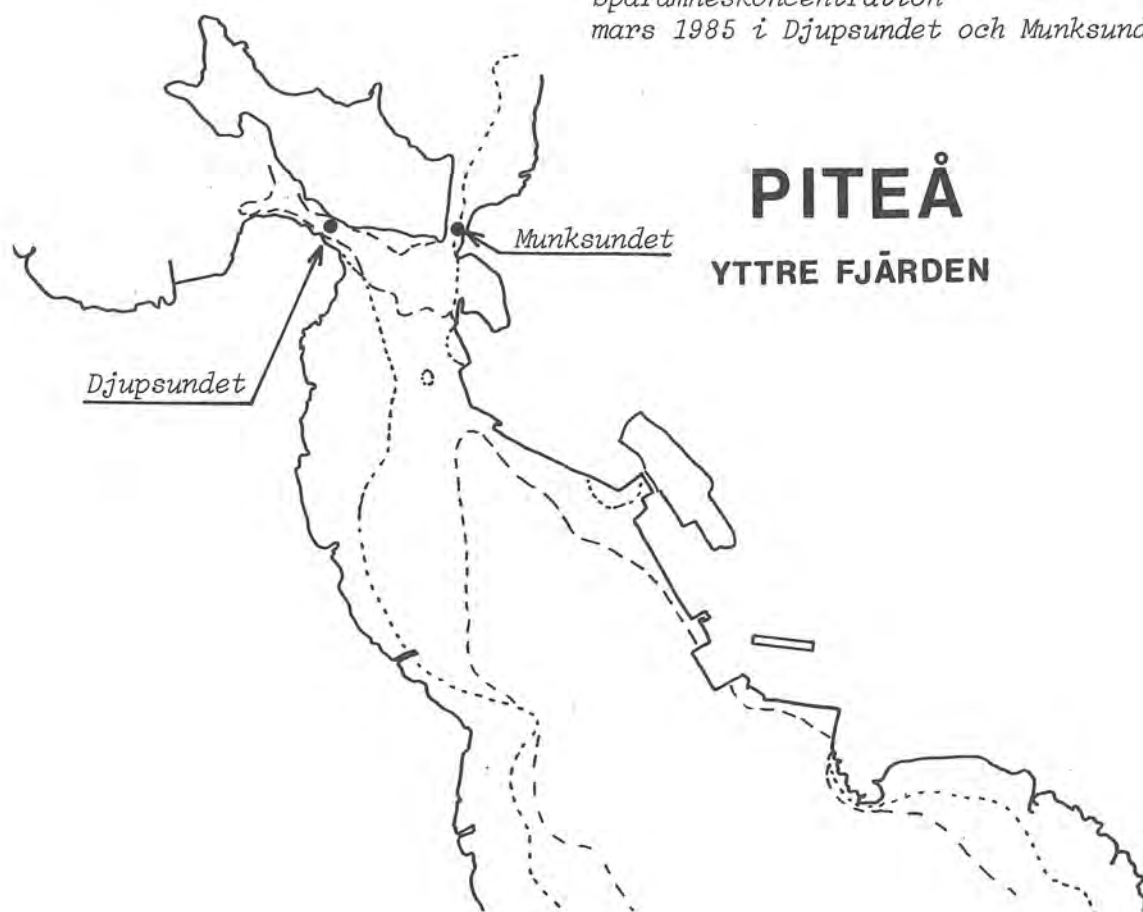
Pilarna har samma storlek oavsett strömhastighet.

Strömpilar, medelbild
19-22 mars -85, 6 meters djup

Bilaga 63

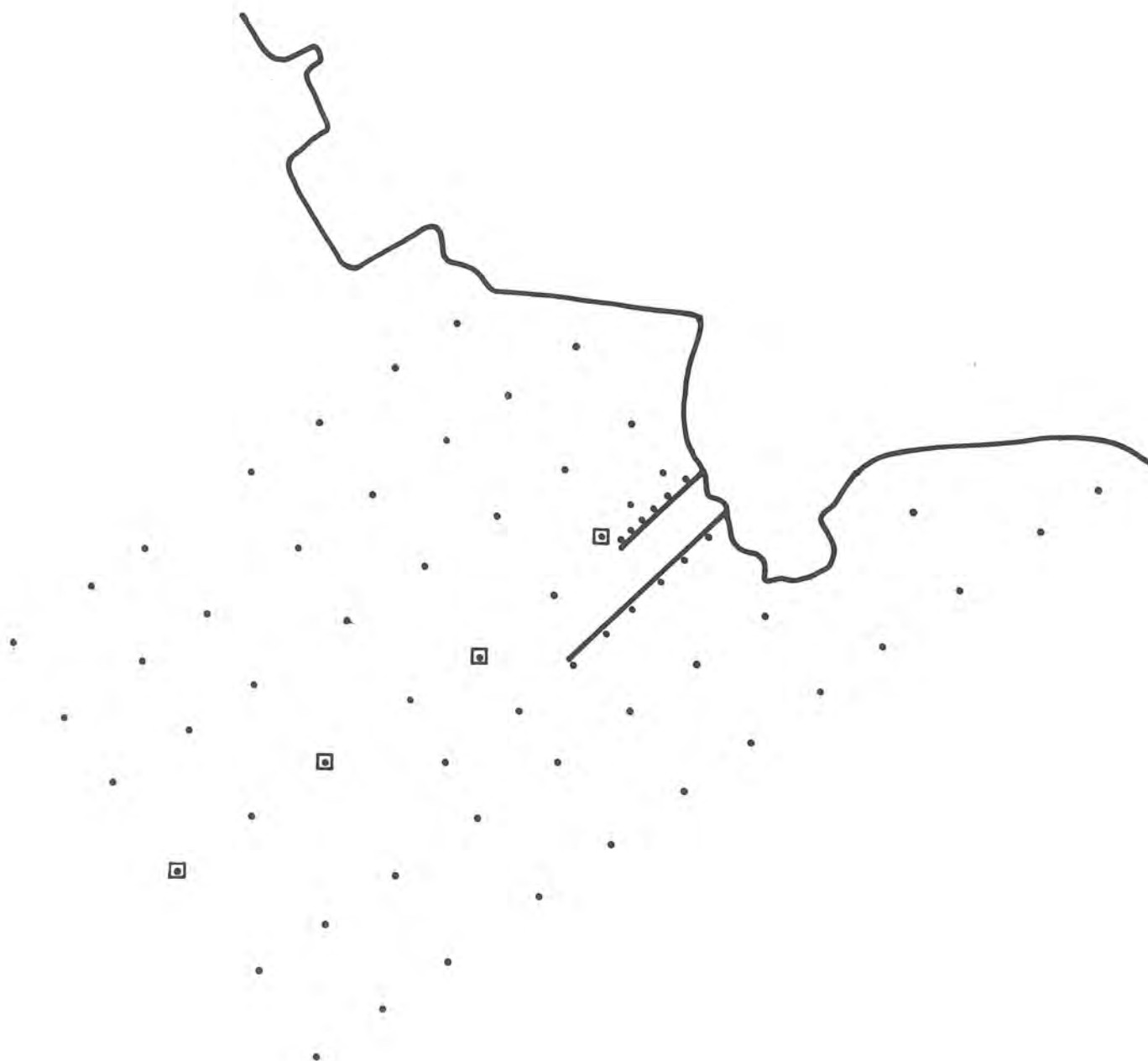


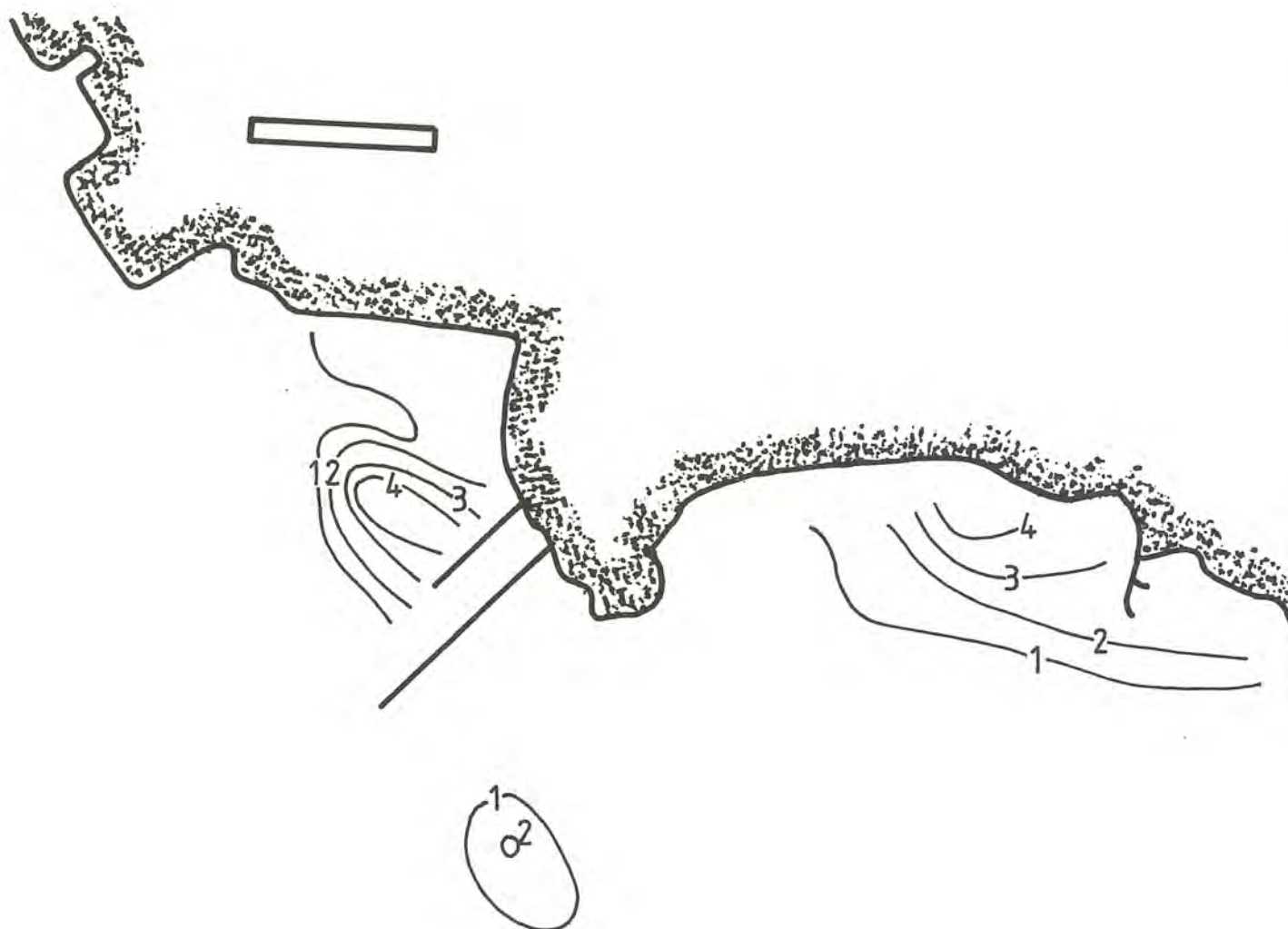
Pilarna har samma storlek oavsett strömhastighet.



DJUPSUNDET						
Datum	Djup	3	4	5	6	7 8
03-19	0	1				
20	1	0	1	1	1	1
21	20	0	1	0	1	2
22	2	0	1	1	4	3
23	0	0	0	1		
24	0	0	0	2		
25	1	0	1	3		
26		0	4	3		

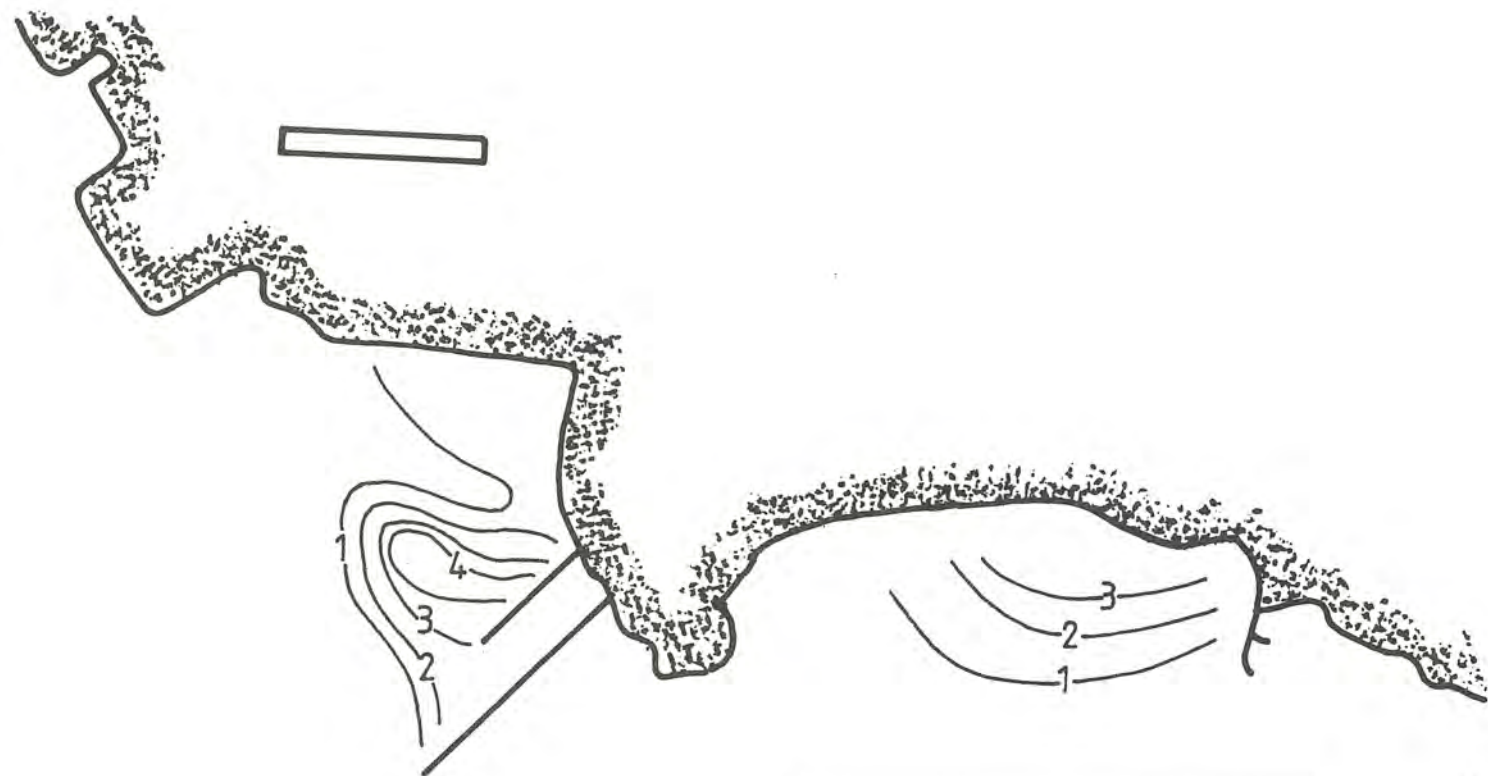
MUNKSUNDET				
19	0	0		
20	0	1	0	4
21	0	2	0	2
22	2	0	2	2
23	1	1	0	7
24	0	1	0	2
25	1	0	1	3
26	0	1	1	9



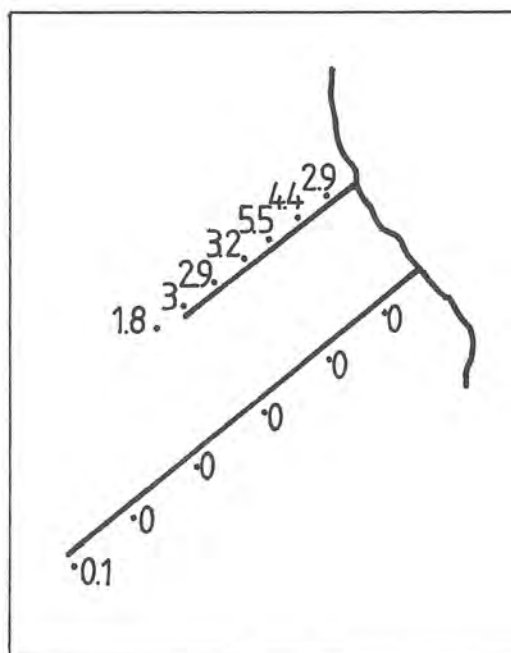


Spårämneskoncentration
14 augusti -85, 1 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 67

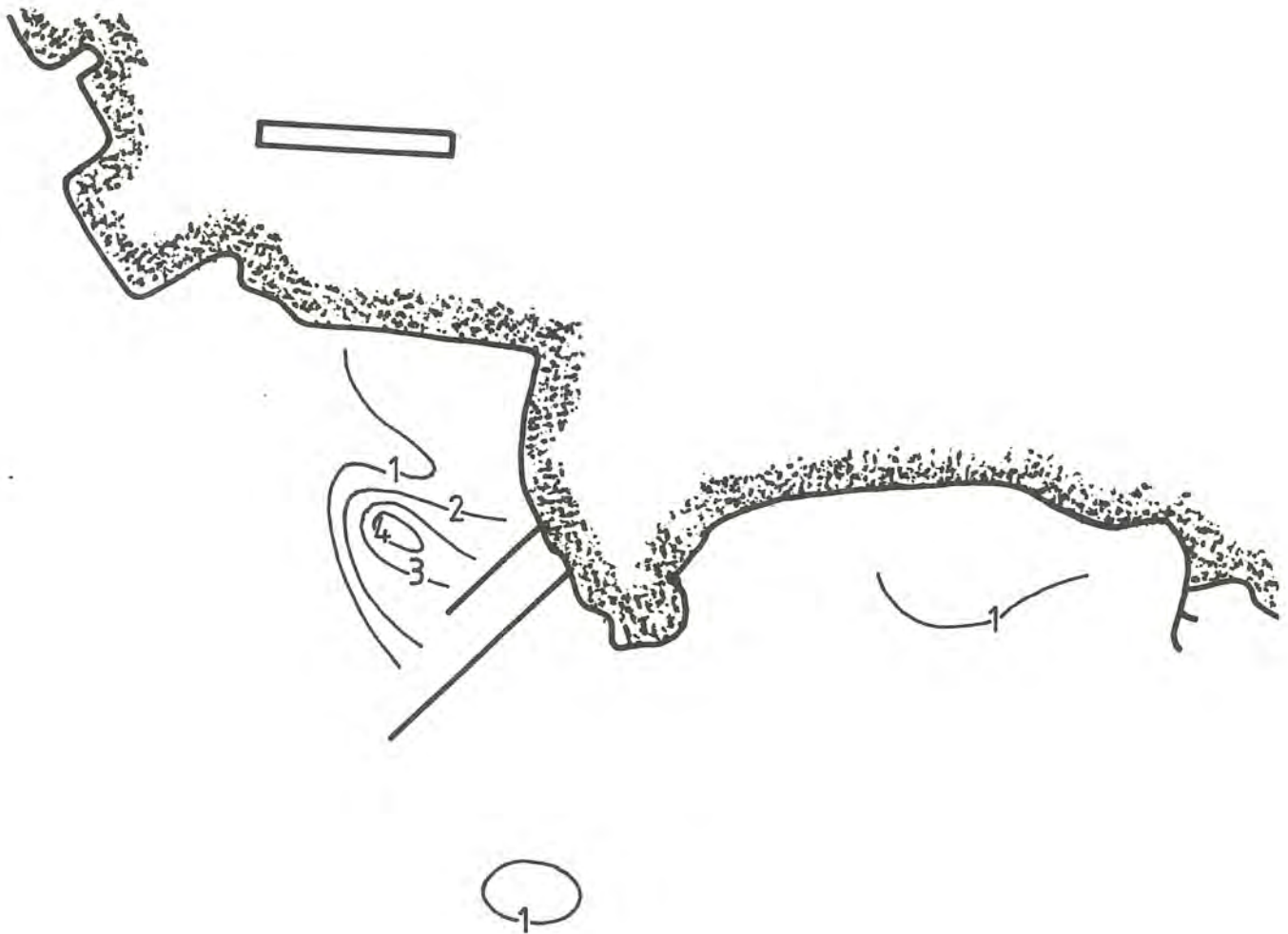


1



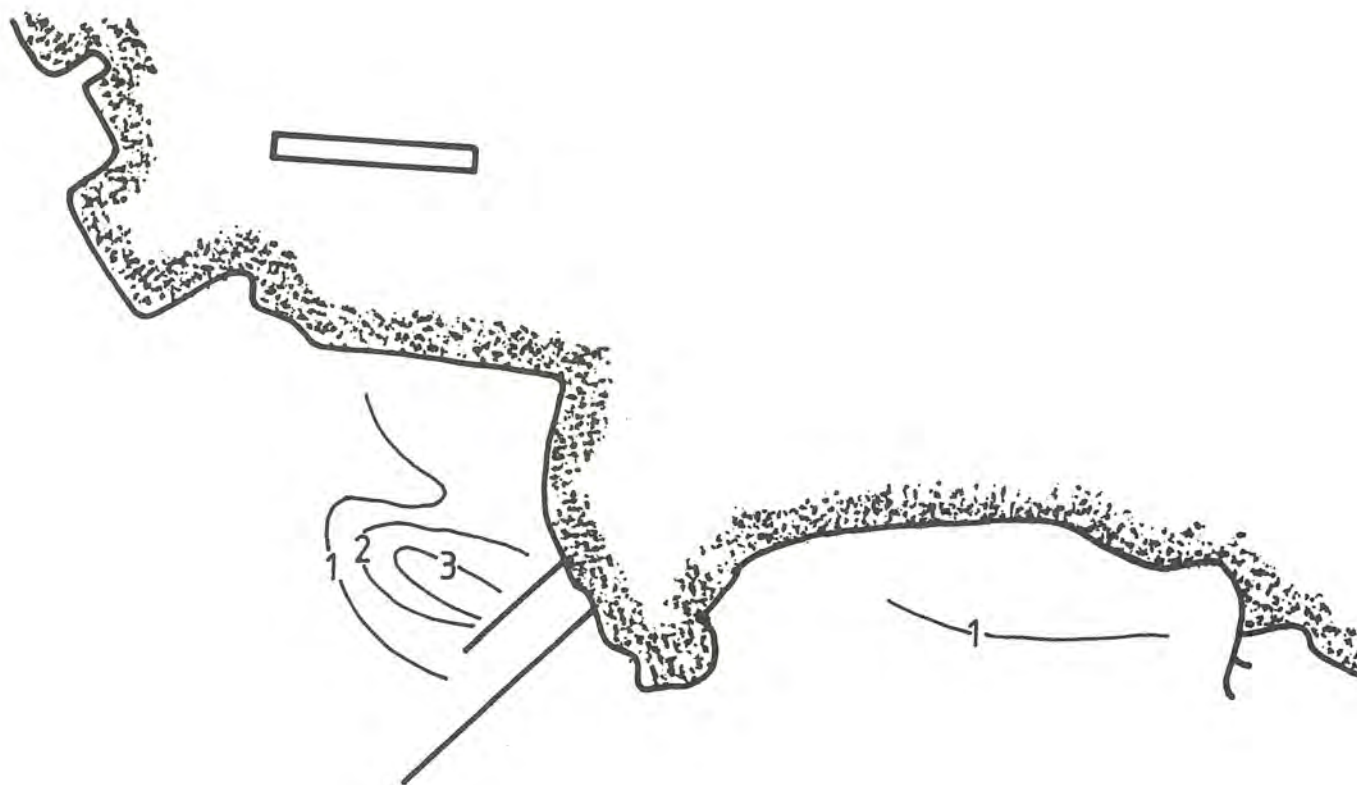
Spårämneskoncentration
14 augusti -85, 2 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 68



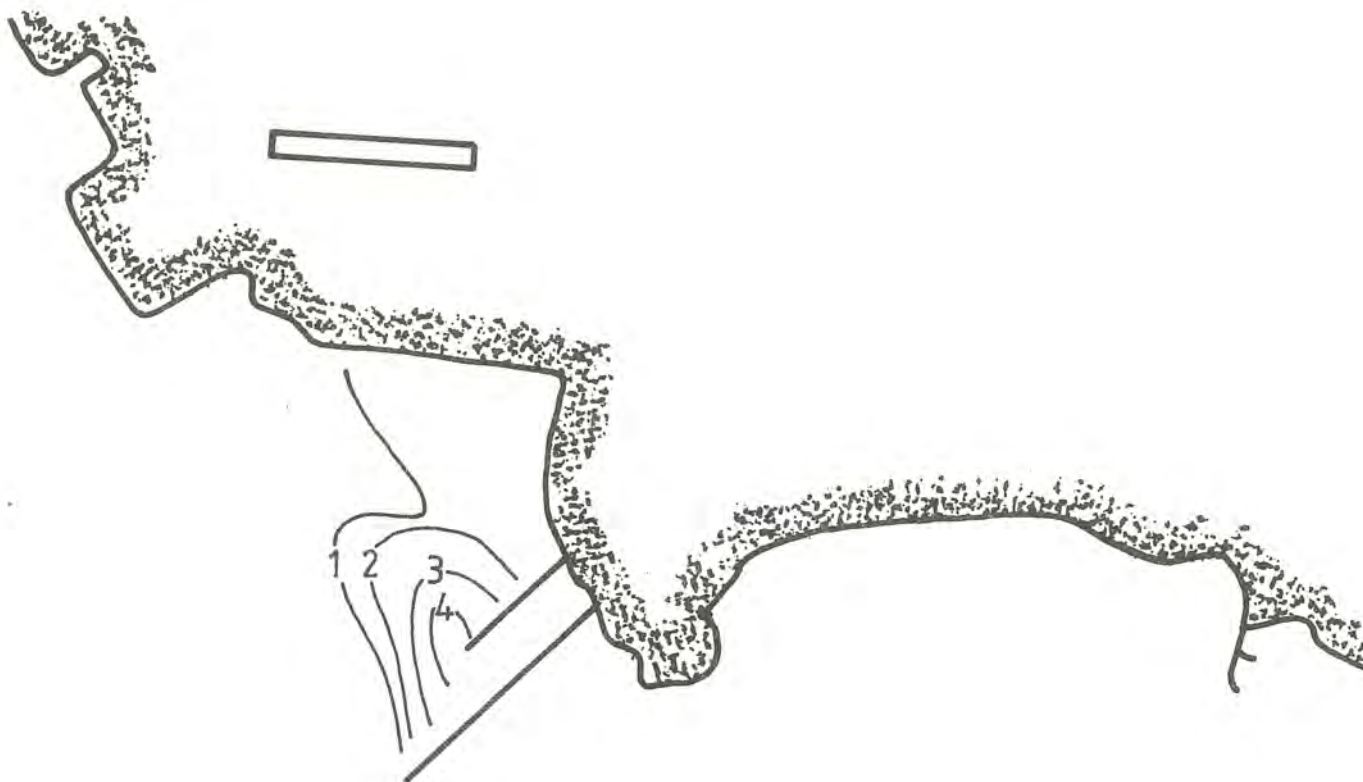
Spårämneskoncentration
14 augusti -85, 3 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

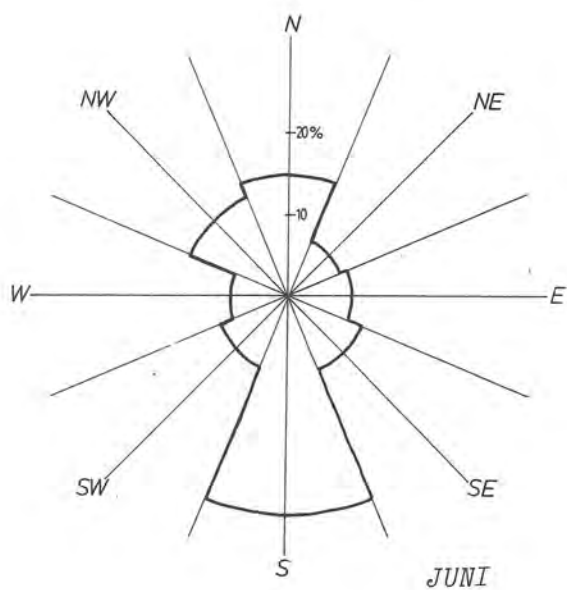
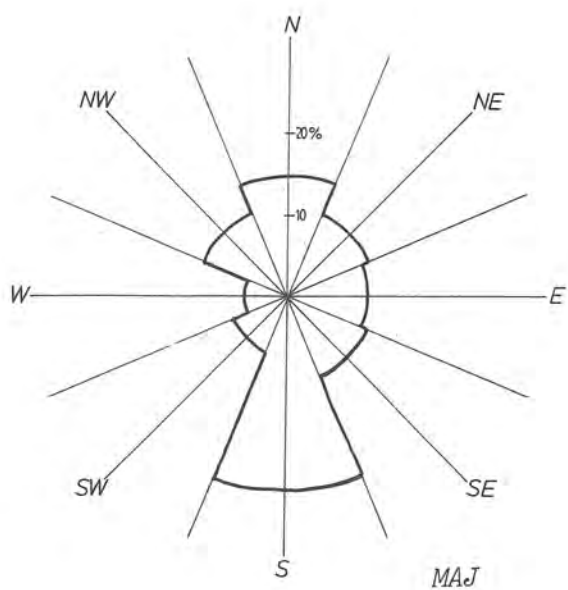
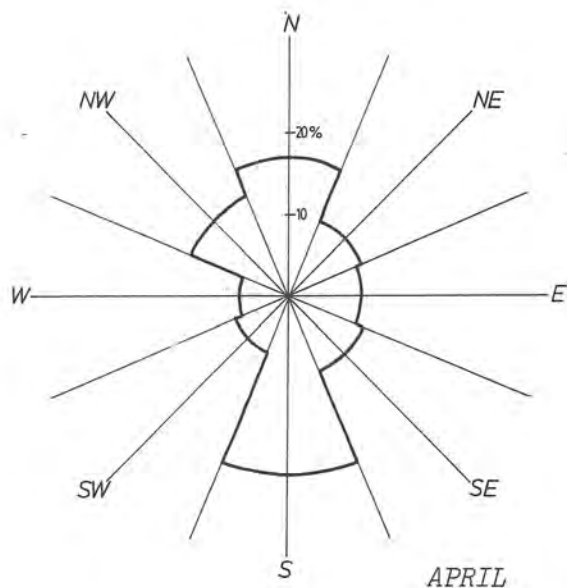
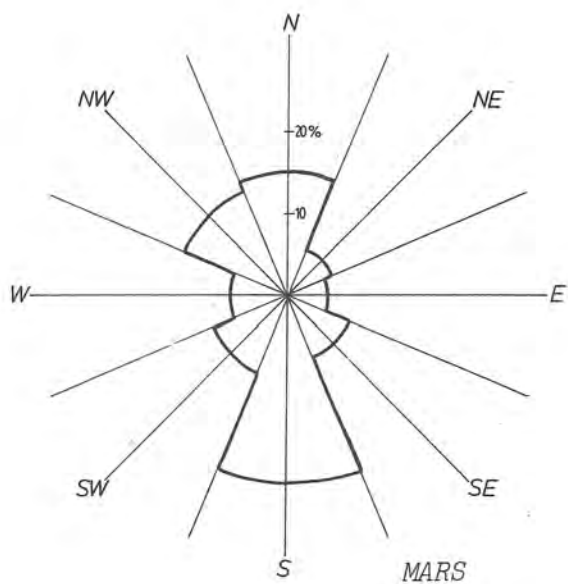
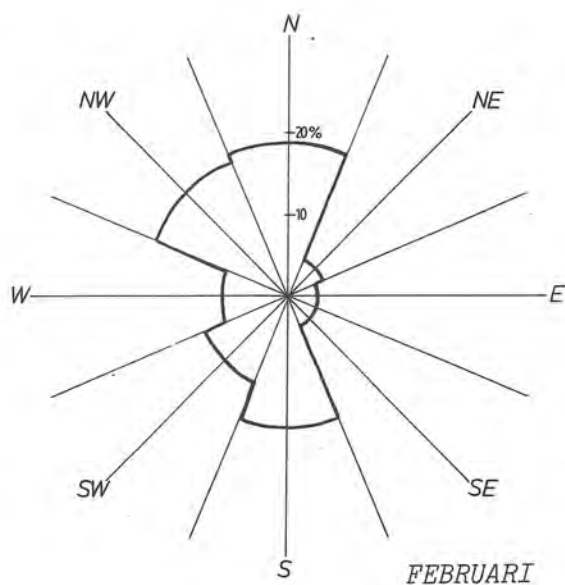
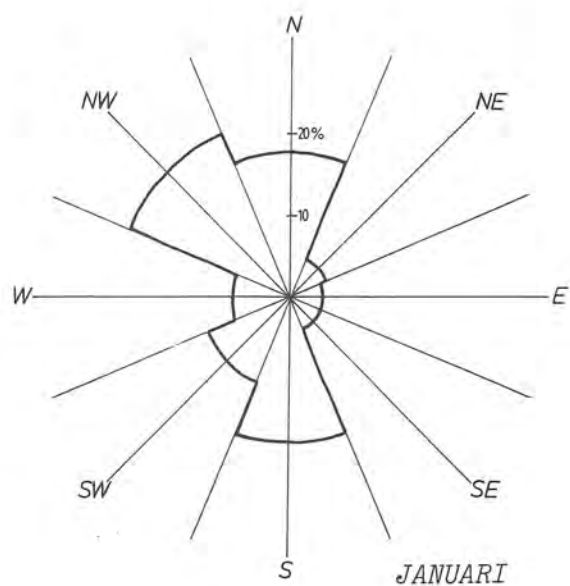
Bilaga 69

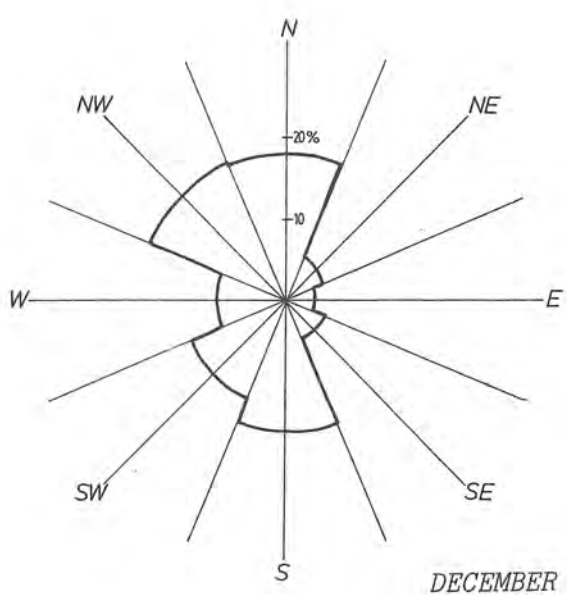
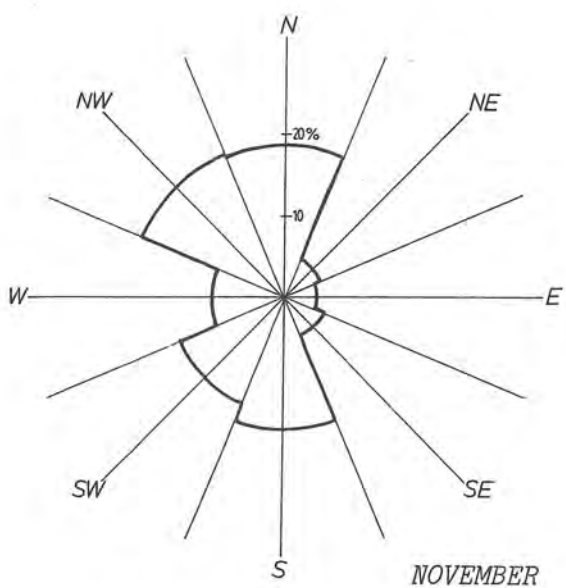
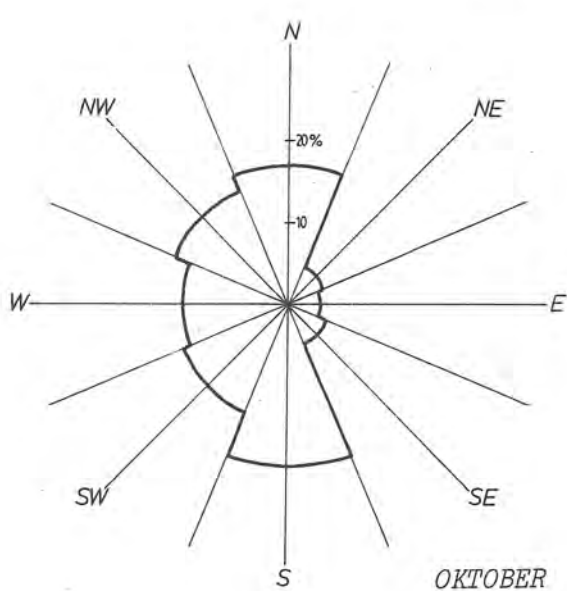
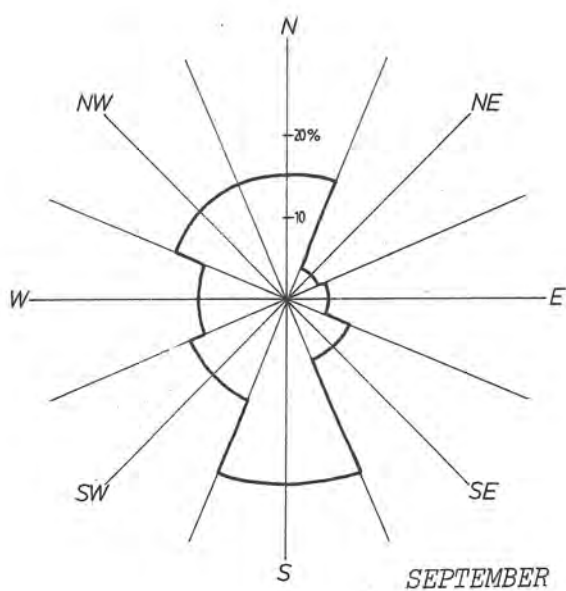
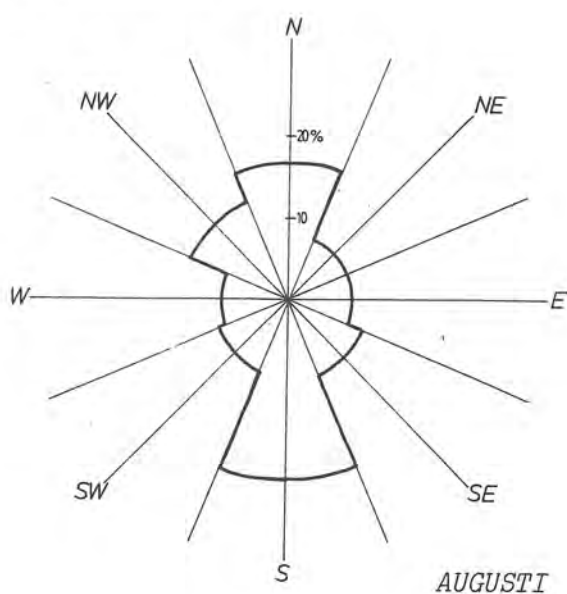
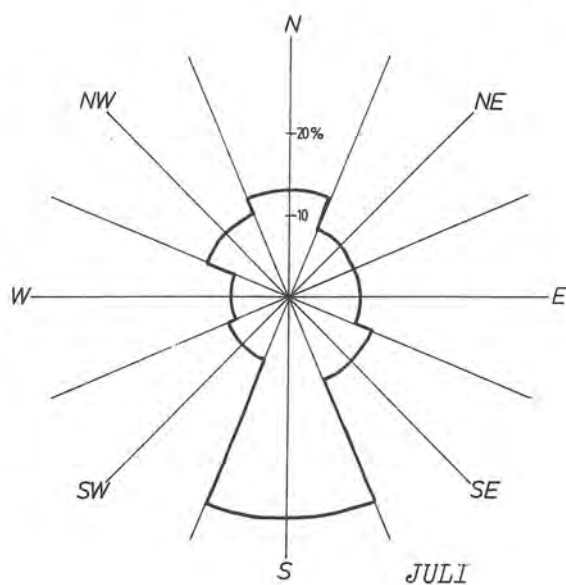


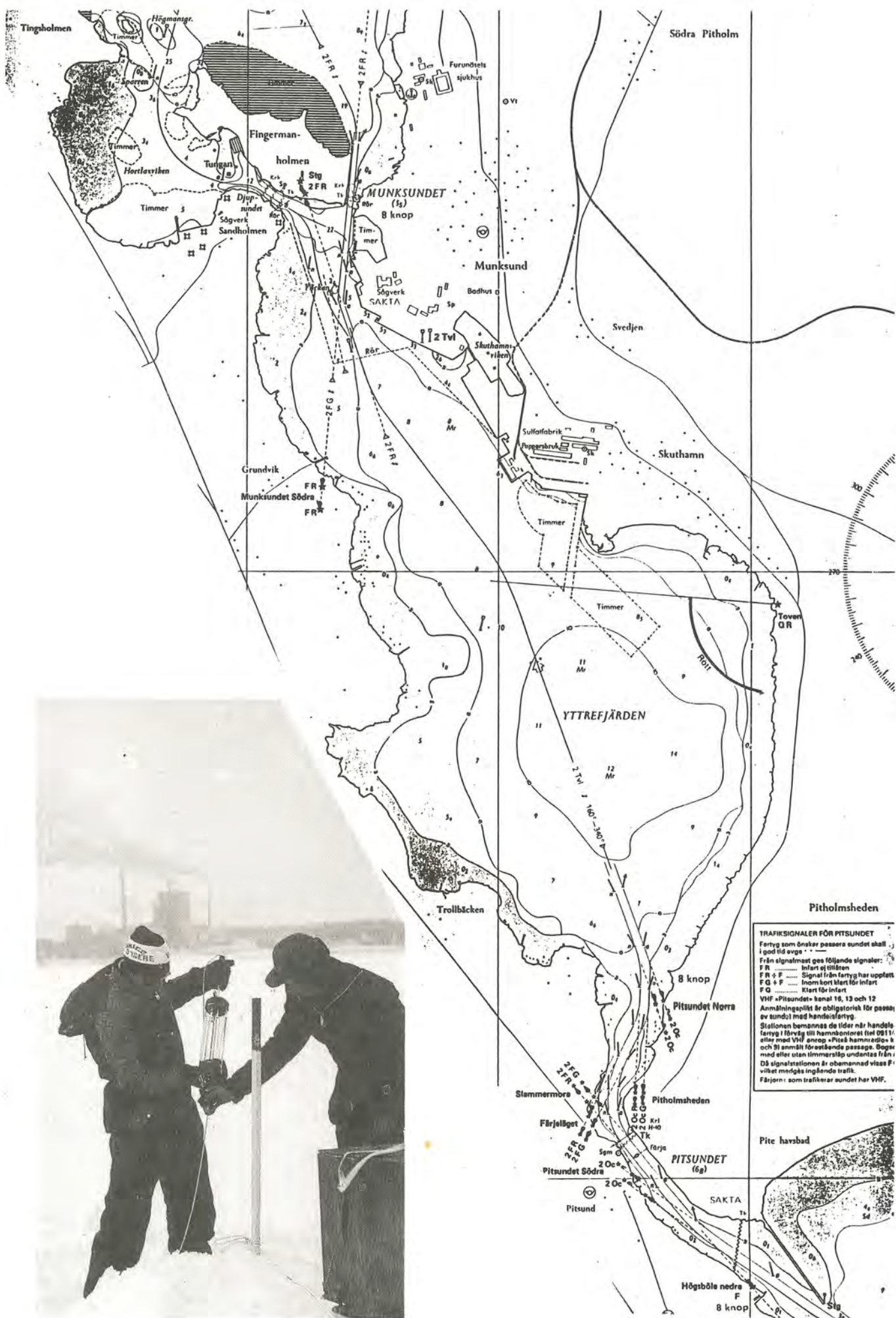
Spårämneskoncentration
14 augusti -85, 4 meters djup
(utsläppskoncentration = 1000)

Bilaga 70











Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.