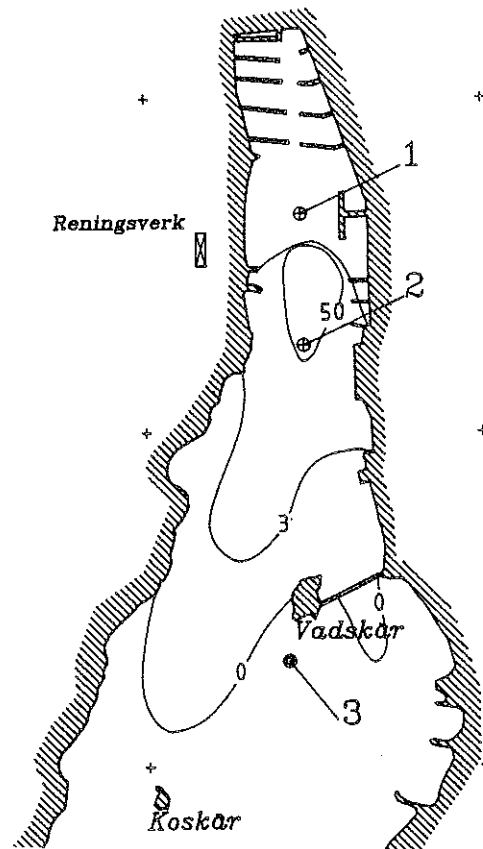




Institutionen för vattenbyggnad  
Chalmers Tekniska Högskola  
Department of Hydraulics  
Chalmers University of Technology

## AVLOPPSVATTENSPRIDNING I GREBBESTADSKILEN OCH HAMBURGSUND



av Jorma Kangas och Magnus Persson

Institutionen för vattenbyggnad  
Chalmers tekniska högskola

Department of Hydraulics  
Chalmers University of Technology

AVLOPPSVATTENSPRIDNING I  
GREBBESTADSKILEN  
OCH  
HAMBURGSUND

av

Jorma Kangas och Magnus Persson

Examensarbete 1990:2

Göteborg 1991

---

Adress: Institutionen för vattenbyggnad  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 GÖTEBORG

Telefon: 031-72 10 00

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid.
SAMMANFATTNING	3
Grebbe stad	3
Hamburgsund	4
INLEDNING	5
ALLMÄNT	6
GREBBESTAD	7
Geografi	7
Avloppsutsläpp	7
HAMBURGSUND	8
Geografi	8
Avloppsutsläpp	9
AVLOPPSVATTNETS SPRIDNING - TEORI	10
Allmänt	10
Strålteori	11
Strömbildning, Grebbe stad	15
Strömbildning, Hamburgsund	17
SPÅRÄMNESFÖRSÖK	18
Allmänt	18
Rodamin B	18
Bakgrundsnivå	19
Doseringsutrustning	19
Mätutrustning	19
REDOVISNING AV MÄTDATA MED BERÄKNINGAR OCH KOMMENTARER	22
Redovisningsmodell	22
Grebbe stad	23
Vattenståndsvariationer, vattenomsättning	24
Spridningskartor och -profiler	26
Dosering 1	28
Dosering 3	30
Ny utsläppspunkt	32
Kommentarer till utspädningsberäkningar	33

	sid.
Hamburgsund	34
Vattenomsättning	34
Spridningskartor och -profiler	35
Dosering 2	37
Kommentarer till utspädningsberäkningar	38
LITTERATURFÖRTECKNING	40
BILAGOR	41

## SAMMANFATTNING

Avloppsvatten från reningsverken i Grebbestad och Hamburgsund släpps via utloppsledningar ut i havet i nära anslutning till resp. samhälle. Under juni 1990 gjordes en undersökning i fält av hur avloppsvattnet spreds i recipienten i närheten av utsläppet och samhällena.

### **Grebbestad**

Grebbestadkilen är en smal vik i nordsydlig riktning. Längst in i viken mot norr understiger djupet 3 m. Medeldjupet ligger på 6-7 m, medan vikens yttre delar har ett djup på ca. 10 m. Vikens bredd varierar mellan ca. 100 och 400 m.

Fältförsök med färgning av avloppsvatten i Grebbestadkilen visar att spridningen av avloppsvattnet till största delen är beroende av vindriktningen. Enligt mätningarna orsakar vinden en ytström i vindens riktning vilken i sin tur orsakar en djupare liggande returström i motsatt riktning. Detta förhållande mellan vind och ytström är av avgörande betydelse för Grebbestadkilens vattenomsättning. Andra faktorer av mindre betydelse är tidvatten och lufttrycksvariationer. Något språngskikt har inte observerats inne i Grebbestadkilen.

Med nuvarande utsläppsförhållanden stiger alltid det lättare avloppsvattnet till ytan, där det blir utsatt för vindpåverkan. Utspädningen då avloppsvattnet når ytan är 20-30-faldig. Den bästa vattenkvalitén för Grebbestadkilen är vid nordliga vindriktningar. Då transporterar den vindgenererade strömmen det ytliga avloppsvattnet ut ur viken. Returströmmen, som bildas, för med sig relativt opåverkat vatten från Otteröfjorden. Returströmmen stiger upp till ytan inne i Grebbestadkilen och bildar nytt ytvatten.

Det andra och sämre fallet är då de sydliga vindriktningarna är dominerande. I detta fallet förs det ytliggande avloppsvattnet längst in i viken vid småbåtshamnen, där dess uppehållstid blir lång. Den returström som initieras av ytströmmen påverkar inte vattnet i småbåtshamnen i samma omfattning som vattnet utanför pga de rådande djupförhållandena. Enligt mätningarna sker returströmmen i detta fall först på 3-4 m:s djup.

Vattenomsättningen varierar med vindriktningen och vindstyrkan. De nordliga vindarna torde ge den kortaste omsättningstiden, ca. 3 dygn. Vid sydliga vindar kan det röra sig om det dubbla. Enligt mätningarna bör man flytta utsläppet till vattenområden med större vattenomsättning för att få acceptabla värden på avloppsvattenkoncentrationen. När omständigheterna är som sämst på sommaren vid sydvästliga vindar, är vattenkvalitén mycket tveksam i Grebbestadkilen.

### **Hamburgsund**

Hamburgsund är ett smalt sund (100-200 m brett) i huvudsakligen nord-sydlig riktning som bildas mellan Hamburgön och fastlandet. Vattenomsättningen i Hamburgsund är enligt undersökningen god. Den starka genomströmningen, som troligen alstras av vinden, ger avloppsvattnet en kort uppehållstid och en bra omblandning. Utspädningen, då avloppsvattnet når ytan, är även här 20-30-faldig, och den goda omblandningen därefter ger snabbt en homogen vattenmassa. Uppehållstiden vid nordgående ström är ca. 15 timmar. Den kan förkortas betydligt om man förlänger utloppsledningen några tiotals meter så att avloppsvattnet inte inlagras i fritidshamnen innan omblandningen sker. Den sydgående strömmen ger likartade förhållanden, men längre uppehållstid.

## INLEDNING

I Tanums kommun finns det åtta kommunala reningsverk. Dessa skall rena avloppsvatten för ca. 6000 permanent boende och ca. 4600 fritidsboende. Anläggningarna belastas med alltför stora mängder ovidkommande vatten i form av dag-, dränerings- och läckvatten, vilket ibland resulterar i bräddning av obehandlat avloppsvatten och nedsatt reningseffekt i avloppsverken. Ofta är anläggningarnas reningseffekt otillräcklig även under torrtider. Möjligheterna för utbyggnad av samhällena i form av flera anslutningar till systemet i nuvarande läge är små. För att kunna möta dels behovet från de växande samhällena och de ökande kraven på miljöskydd, har man planerat och delvis redan påbörjat bl.a upprustning av avloppsverken i form av höjning av reningseffekten och kapaciteten samt förnyelse av maskinutrustningen. Målet för arbetet är att ordna avloppsvattenhanteringen på ett miljömässigt och ekonomiskt riktigt sätt.

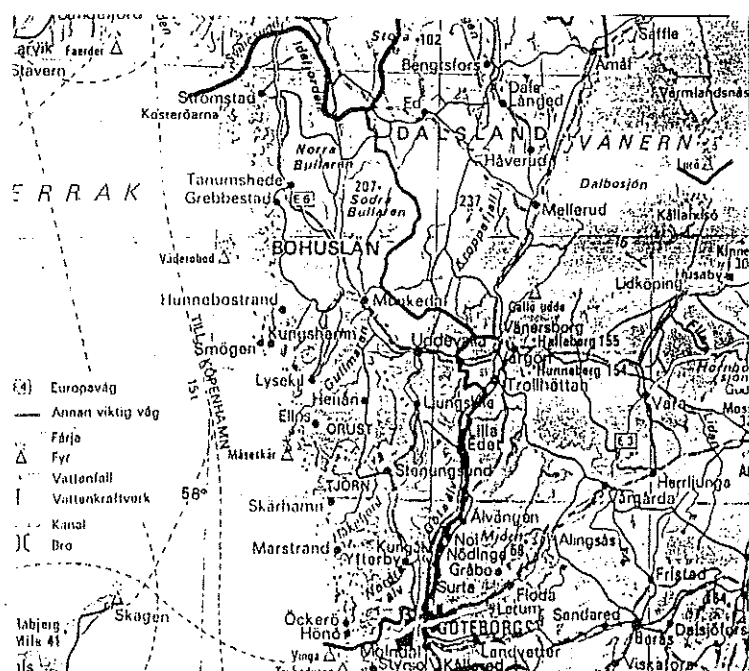
Utsläppspunkterna i havet för det renade avloppsvattnet ligger i vissa fall olämpligt till, då de är placerade i samhällenas direkta närhet och ibland i vattenområden med dålig vattenomsättning. Som följd därav kan problem uppstå beträffande avloppsvattnets inblandning och spridning i dessa recipientområden. Risk finns att speciellt känsliga områden som badplatser kan påverkas.

Detta examensarbete, vilket delvis ingår i en utredning av avloppsvattenutsläppet i Grebbestad, har som syfte att klarlägga sambanden mellan avloppsvattensspridning, strömmningsförhållanden och vattenomsättning i recipientområden för Grebbestad och Hamburgsund. Mätningarna gjordes under juni månad 1990. Största insatsen gjordes i Grebbestad, där mätningarna utfördes vecka 23 och 25 medan förhållandena i Hamburgsund undersöktes i vecka 24.

Initiativet till examensarbetet togs av Gösta Eléhn, Kjessler-Mannerstråle AB; Uddevalla

## ALLMÄNT

Tanums kommun ligger vid kusten mot Skagerrak i Norra Bohuslän. Hela kustområdet här påverkas av den baltiska strömmen, som har sitt ursprung i Östersjön. Den för med sig sötare vatten längs hela västkusten mot Norge och har en tjocklek på ca. 10-15 m, och är som starkast vid yttre skärgården. Strömmen är inte stabil, utan kan byta riktning och gå mot söder eller driva bort från kusten, beroende på vindriktningen. Den baltiska strömmen har en salthalt kring 20-25 promille i Norra Bohuslän, där lokala sötvattentillflöden kan sänka salthalten ytterligare. Strömmen bildar ett språngskikt mot det saltare och tyngre vattnet från Skagerrak på 10-15 m djup. På större djup når man salthalter upp till 35 promille. Detta språngskikt förstärks ytterligare under sommarhalvåret då ytvattnet värms upp och bildar ett temperatursprångskikt, som ligger på ungefär samma nivå som saltsprångskiktet. Denna stabila skiktning gör att diffusion och vattenutbyte försvåras mellan de olika vattenmassorna. Tidvattnets betydelse för vattenutbytet mellan kusten och havet utanför är liten, ty vattenmassorna förflyttar sig bara fram och tillbaka i cykler på 12 timmar. Lokalt i vissa fjordsystem är dock tidvattnet den dominerande utbytesfaktorn. I Norra Bohuslän är nivåskillnaden mellan ebb och flod några decimeter. Vinden och lufttrycket kan påverka vattennivån och vattenutbytet i fjorden. I extrema fall kan nivåskillnader på 1.5 m uppmätas.



Figur 1. Bohuslän

## GREBBESTAD

### **Geografi**

Grebbestadkilen är en smal vik i nordsydlig riktning. Längst in i viken mot norr understiger djupet 3 m. Medeldjupet ligger på 6-7 m, medan vikens yttre delar har ett djup på ca. 10 m. Vikens bredd varierar mellan ca. 100 och 400 m. Den är omgiven av berg, speciellt på den östra sidan, där berget når en höjd på flera tiotal meter. Själva samhället, Grebbestad, är uppfört i vikens omedelbara närhet, på dess nordöstra och östra sida. I vikens innersta del finns en småbåtshamn med plats för ett par hundra fritidsbåtar. På vikens östra sida är det byggt en liten fiskehamn, och söder där om har man lokaler för restauranger och affärsverksamhet. Vikens västra strand är så gott som obebyggd med några fritidshus och avloppsreningsverket som undantag. Sötvattentillflödet till viken är litet och utgörs nästan uteslutande av dagvatten, vars betydelse för vattenomsättningen är liten.

### **Avloppsutsläpp**

Utsläppspunkten för avloppsvattnet från reningsverket ligger mitt i Grebbestadkilen på 3-4 m djup. Utsläppet sker horisontellt, men avloppsvattnet stiger i en avgränsad plym omedelbart upp till ytan där det är väl synligt. När det når vattenytan har det spätts ut 20 gånger.

I dag tar reningsverket i Grebbestad emot avloppsvatten motsvarande 3600 pe (personekvivalenter) under sommartid och 1400 pe under resten av året. Antalet anslutningar kommer att öka med 1500 pe under 1991. För att klara av ökningen har man påbörjat en tillbyggnad och upprustning av verket. Reningen av avloppsvattnet sker mekaniskt, kemiskt och biologiskt. Problemen i dag i Grebbestad förorsakas av bl.a.

- att stora mängder ovidkommande vatten vilket orsakar bräddningar och hydraulisk överbelastning i verket
- läckage i ledningsnätet
- nedslitet reningsverk med otillfredsställande funktion och låg reningseffekt
- att utsläppspunkten inne i Grebbestadkilen har ett tvivelaktigt läge

## HAMBURGSUND

### Geografi

Hamburgsund är ett smalt sund (100-200 m) i huvudsakligen nordsydlig riktning som bildas mellan Hamburgön och fastlandet. Genom muddring har man åstadkommit en ränna med minst 5 m:s djup. I sundets södra del överstiger djupet 10 m och bredden 200 m, och i sundets norra del understiger bredden 100 m. Sundets längd är ca. 5 km. Den södra änden av sundet öppnar sig mot sydväst, vilket gör att sundet är välexponerat för väst- och sydvästliga vindar.

Längs sundet ligger förutom Hamburgsund några mindre samhällen vars betydelse för avloppsvattenproduktion och spridning i sundet ej behandlas här. Samhället Hamburgsund ligger i den norra delen av sundet, och reningsverket strax söder om samhället. Man har muddrat och byggt en småbåtshamn alldeles intill reningsverket. Sötvattentillförseln till sundet är litet, och har ingen betydelse för sundets vattenomsättning.

## Avloppsutsläpp

Avloppsledningens utsläppspunkt ligger alldeles intill fiskehamnen, bara ett tiotal meter från kajen. Utsläppet sker horisontellt på ca. 5 m:s djup och är väl synligt när det når ytan och sprids radiellt. Det är då utspätt 25 gånger.

I nuläget behandlas avloppsvatten motsvarande 1200 pe sommartid och 600 pe vintertid i reningsverket. Reningen sker mekaniskt, biologiskt och kemiskt.

Problemen i Hamburgsund förorsakas av bl.a.

- stora mängder ovidkommande vatten vid regntillfällen (8-16 gånger torrväderstillrinningen) som orsakar bräddningar och hydraulisk överbelastning i reningsverket
- läckage i ledningsnätet
- nedsliten utrustning i verket
- utsläppspunktens tveksamma läge alldeles intill fiske- och småbåtshamnen

## AVLOPPSVATTNETS SPRIDNING - TEORI

### Allmänt

Utspädning av avloppsvatten innebär att förorenat vatten sprids till ett begränsat havsområde. Recipienten måste ha sådana strömförhållanden, att nytt friskt vatten tillförs recipienten och att det förorenade vattnet späds ut till accepterade koncentrationer och transporteras ut ur recipienten till havet utanför. Avloppsvattnets spridning i en recipient kan delas i två faser:

- initialutspädningen vilken sker mellan utsläppspunkten och vattenytan
- sekundärutspädningen vilken svarar för fortsatt utspädning och spridning av avloppsvattnet och vidare transport i recipienten

I denna undersökningen har vi med strålteori försökt att beräkna initialutspädningen. De diagram och spridningskartor som producerats med hjälp av mätningarna ligger till grund för uppskattningen av sekundärutspädningen.

Utsläppet påverkar vattenkvalitén i recipienten. Kraven på reningsåtgärder och utspädning bör vara relaterade till vattenkvalitetskrav i recipienten.

Undersökningen av recipientens egenskaper innefattar bl.a.

- kartläggning av rådande strömningsförhållanden i recipienten (vindströmmar, tidvattenströmmar, sötvattentillförsel)
- bestämning av skiktningförhållanden i recipienten (salt, temp)
- uppskattning av vattenomsättningen i recipienten
- uppgifter om avloppsvattnet (mängd, utloppets placering, densitet, utsläppshastighet, rördiameter)

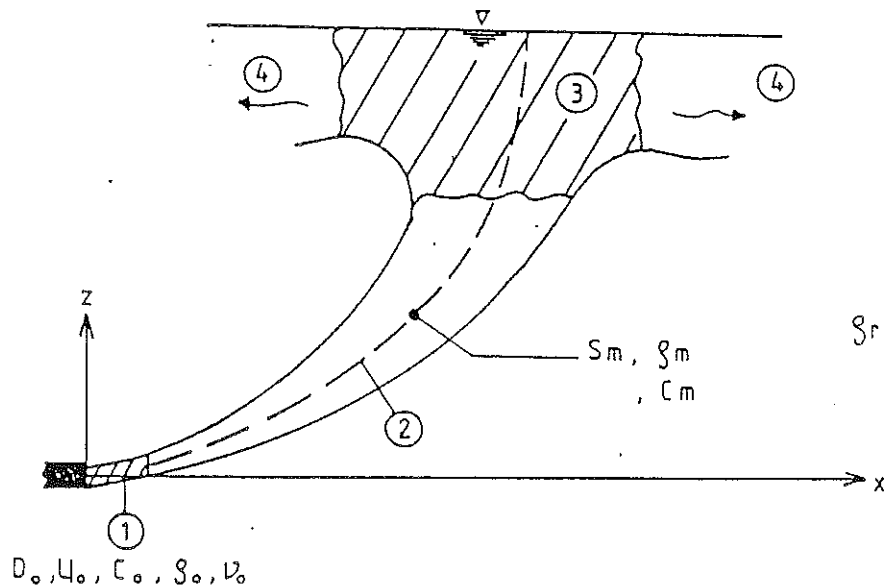
## Strålteori

Utsläppet sker både i Grebbestad och Hamburgsund genom ett i slutänden horisontellt bottenförlagt rör. Avloppsvattnet bildar då en stråle, plym, i det omgivande vattnet. Utspädningen sker gradvis genom att rörelseenergin hos avloppsvattnet omvandlas via skjuvkrafter till en turbulent strömning vilket ger en snabb och effektiv blandning av vattenmassorna. Beroende på skillnader i densitet mellan utsläpp och recipientvatten i dessa vattenområden kommer strålen att vika av mot ytan, där den sedan kommer att transporteras vidare av recipientströmmar. På vägen upp mot vattenytan blandas det mer och mer recipientvatten i strålen. De faktorer som framför allt styr denna initialutspädning är utsläppsdjup, rördiameter, strålhastighet och utsläppsriktning.

Man förutsätter:

- hydrostatisk tryckfördelning
- homogent avloppsvatten
- horisontellt utsläpp
- recipientströmmar eller recipientens begränsning har ingen inverkan på strålförloppet
- strålen är symmetrisk i ett plan vinkelrätt mot strålaxeln
- konstant rörelsemängdsflöde i strålen i horisontalled

- 1) Zon där strålen utvecklas
- 2) Zon med fullt utbildad stråle
- 3) Inlagringszon
- 4) Zon med horisontell spridning



Figur 2. Definitionsskiss för zonindelning vid initialutspädning för stråle i tyngre täthetshomogent vatten

Förklaring av de olika parametrar som förekommer i figur 2.

- $C_0$  = avloppsvattnets koncentration vid utsläppspunkten
- $C_r$  = koncentrationen i recipienten (bakgrundskoncentration)
- $C_m$  = koncentrationen vid stråloxeln
- $\rho_0$  = avloppsvattnets densitet vid utsläppspunkten (här ca. 1005 kg/m<sup>3</sup>)
- $\rho_r$  = recipientens densitet (här ca. 1020 kg/m<sup>3</sup>)
- $\rho_m$  = densiteten vid stråloxeln
- $D_0$  = inre rördiameter
- $u_0$  = avloppsstrålens hastighet vid utsläppspunkten
- $\nu_0$  = avloppsvattnets kinematiska viskositet vid utsläppspunkten
- $S$  = avståndet från utsläppspunkten längs stråloxeln
- $S_m$  = utspädning i stråloxeln

Utspädningen längs stråloxeln är sökt. Den sker huvudsakligen vid strålens ränder och avtar mot stråloxeln. Därför räknar man vanligen utspädningen  $S_m$  längs stråloxeln.

Den kan beräknas enl.

$$S_m = \frac{C_0 - C_r}{C_m - C_r}$$

Normalt är  $C_0 \gg C_r$   
 $C_m \gg C_r$

så att  $S_m = \frac{C_0}{C_m}$ , eller koncentration =  $\frac{C_m}{C_0}$  (1)

Utspädningen beror av följande tre dimensionslösa parametrar:  
 $S/D_0$ , (avståndet längs strålxeln från utsläppspunkten)

$$F_o = \frac{u_0}{\sqrt{g \frac{\rho_r - \rho_0}{\rho_0} D_0}} = \text{Froudes tal} \quad (2)$$

(rörelsemängdens betydelse kontra lyftkraftens betydelse)

$F_o \rightarrow 0$  ger en plym  
 $F_o \rightarrow \infty$  ger en ren jetstråle

$$Re = \frac{u_0 \cdot D}{\nu_0} = \text{Reynolds tal} \quad (3)$$

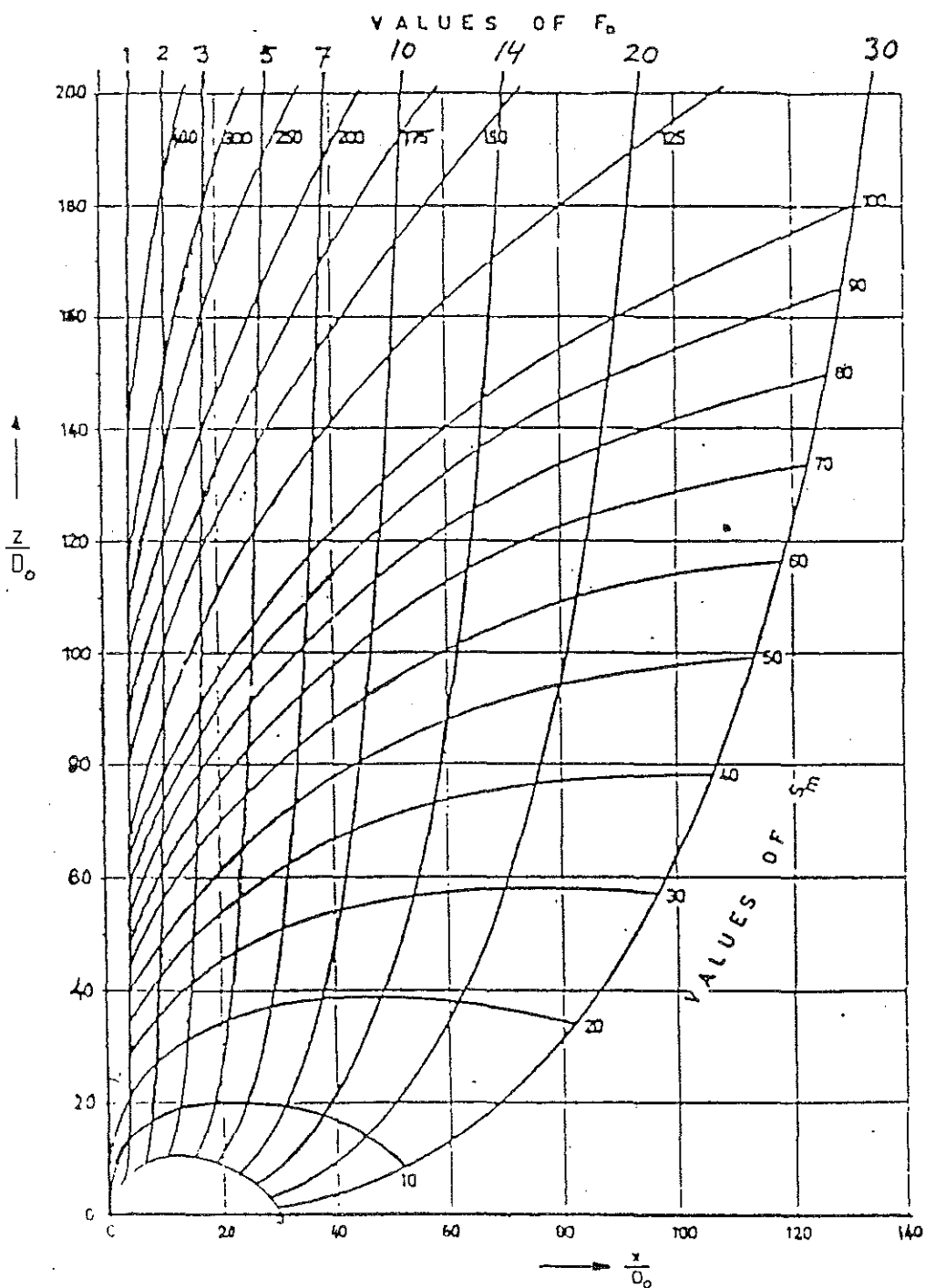
(turbulent kontra laminär strömning)

Då  $Re > 2300$ , dominerar turbulent strömning. I denna typ av utsläpp rör det sig om fullt utvecklad turbulens, dvs.  $Re > 10000$ ; vilket gör att  $Re$  inte inverkar på strålförloppet.

Vi har att utspädningen är en funktion av  $F_o$  och  $S/D_0$

$$S_m = f(F_o, S/D_0)$$

Strålförloppets egenskaper studeras med hjälp av ekvationer för kontinuitet och rörelsemängd. Resultaten framgår av ett diagram, som visar utspädningen längs strålxeln och strålbansans form för olika värden på Froudes tal och utspädningen. Som abskissa har man satt  $x/D_0$  och som ordinata  $z/D_0$ .



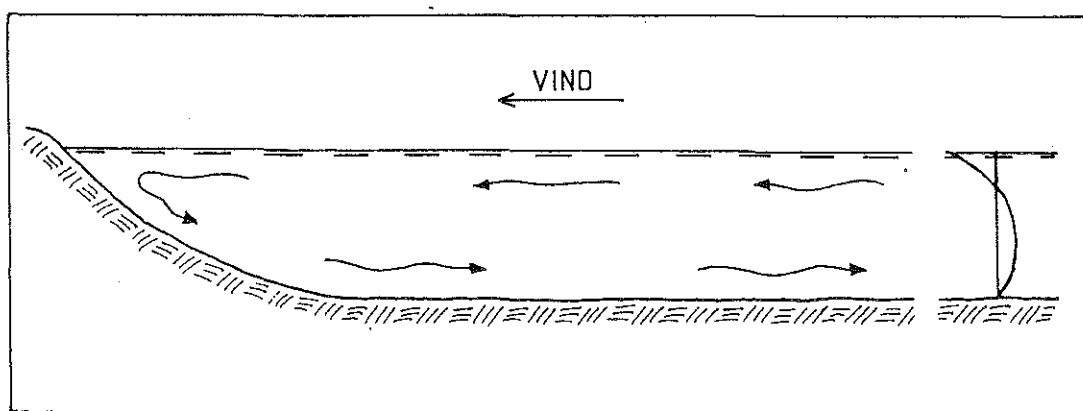
Figur 3. Utspädning längs strålexeln. Horisontellt utsläpp

Efter det att strålen har nått vattenytan måste den böja av i horisontalled. Plymen utsätts för påverkan av recipientströmmar, som dels transporterar avloppsvattnet vidare, dels späder ut det. Man talar då om sekundär utspädning.

## Strömbildning, Grebbestad

Faktorer som huvudsakligen styr strömbildningen i Grebbestad är vind, lufttryck och tidvatten. Tidvattnets betydelse som vattentransportör mellan viken och havet utanför är dock försumbar. Det är frågan om strömmar som regelbundet ändrar riktning och därmed medför varierande transport av vatten. Tidvattnets bidrag till utspädning och spridning av avloppsvatten inom en och samma recipient kan vara stor, men behandlas inte här.

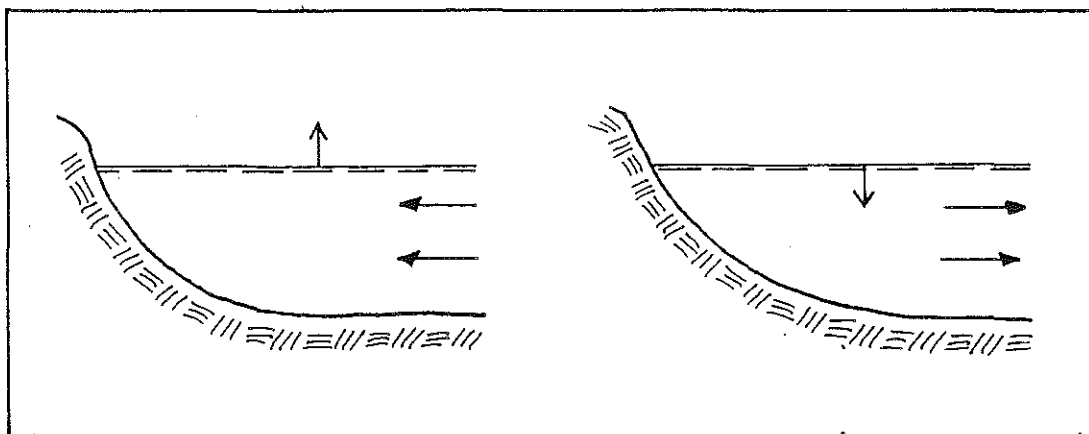
Vindens betydelse som strömalstrare är uppenbar. Den påverkar vattnet längs ytan och gör att vattnet börjar röra sig i vindens riktning. Ju starkare vinden är desto starkare blir strömmen. I Grebbestad är det under sommaren oftast frågan om relativt måttliga växlande vindar, vilket gör att vindens påverkan hos vattnet begränsas till ett djup av ca. 1 m. Detta har som följd att vindströmmarna här är ytliga till sin karaktär. Ytvattnet kan få en relativt hög strömhastighet, medan vattnet på större djup rör sig sakta. Är vinden tillräckligt stabil i riktning, kan den dock orsaka en returström i motsatt riktning på större djup för att kompensera transporten av ytvatten. Dessutom kan långvariga och starka vindar påverka vattenståndet. I Grebbestad orsakar nordliga och östliga vindar något lägre vattenstånd och sydliga, sydvästliga samt västliga vindar något högre vattenstånd.



Figur 4. Strömalstring av vind

För lufttrycket gäller det enkla sambandet att lågt lufttryck ger högt vatten och högt lufttryck ger lågt vatten. Vattenståndet reagerar mycket snabbt på lufttrycket. Ute på öppet hav ger vanligen 1 mb:s förändring i lufttrycket ca. 1 cm:s ändring i vattenstånd. Detta gäller dock ej helt vid kuster och i vikar. De vanligaste lågtrycken i hela Skandinavien bildas i Nord-Atlanten och rör sig i riktning mot nordost. I sådana fall är effekten av vinden och lufttrycket stor, ty de sydvästliga vindarna vill höja vattenståndet och det låga lufttrycket tillåter det.

Man kan säga, att en växlande väderlek (soligt-högtryck <-> regnigt-lågtryck, nordliga vindar <-> sydliga vindar) utgör ett slags pumpverk för Grebbestadkilen, vilken påverkar vattenståndet på ett oregelbundet sätt, och härmed ger en nettotransport av vatten in och ut ur viken i en tidsskala som kan räcka för att transportera förorenat vatten ut och rent havsvatten in.



Figur 5. Srömbildning bildad av vattenståndsförändring. Stigande vattennivå medför inströmning, sjunkande medför utströmning.

I en recipient med någorlunda stabilt språngskikt gör skillnader i densitet att vattenutbytet mellan de olika skikten försvåras högst påtagligt. Om avloppsvattnet släpps ovanför språngskiktet, förblir det djupare liggande vattnet nästan opåverkat, och vice versa.

Detta resonemang gav att följande miljöparametrar var nödvändiga att bestämma vid mätningarna i Grebbestad:

- vindriktning och varaktighet
- vindhastighet
- vattenståndsvariationer
- lufttrycksvariationer
- haloklin och termoklin -> språngskikt
- storleksordning på strömhastighet och dess riktning

### **Strömbildning, Hamburgsund**

Hamburgsund är ett smalt sund med sådana öppningar i båda ändar, att vattnet kan passera sundet snabbt och därmed reagera på de olika miljöparametrar omgående. Strömmen i sundet alstras förmodligen av vinden. Vattenståndsskillnader orsakade av tidvatten och lufttryck kan också vara betydelsefulla för strömbildningen, men för att fastställa detta krävs avancerad mätutrustning för insamling av data. Det kan påpekas att mätningarna utfördes under några dagar, vilket är en alldeles för kort tid för att få en klar bild av de faktorer som styr strömbildningen. På grund av sundets geografi är det troligt att det strömmar i samma riktning i hela vattenmassan. Sundets södra mynning ligger så att de sydvästliga vindarna kan trycka in vatten och orsaka en nordgående ström i sundet. Ovanstående resonemang gav följande väsentliga parametrar:

- vindriktning och varaktighet
- vindstyrka
- haloklin och termoklin -> språngskikt
- storleksordning på strömmar
- strömriktning

## SPÅRÄMNESFÖRSÖK

### Allmänt

För att skapa sig en uppfattning om avloppsvattens spridning i en recipient, finns det två skilda metoder att välja mellan. En analytisk modell, vilken bygger på att man känner de olika parametrarnas inverkan på recipienten. Exempel på sådana parametrar är vind, strömmar, lufttryck och tidvatten. Svårigheten med denna metod är att på ett riktigt sätt kunna beskriva de olika parametrarnas förlopp i detta komplexa system, varför det i dag inte är användbart utan omfattande kalibreringsmätningar. De matematiskt-numeriska svårigheterna är så stora att enbart två-dimensionella modeller är utprovade i större omfattning.

Ett annat tillvägagångssätt är att göra praktiska försök med ett spårämne. Dessa försök görs normalt med antingen fluorescerande färgämnen eller radioaktiva isotoper. Då de radioaktiva isotoperna kräver omfattande säkerhetsanordningar har vi valt att använda ett fluorescerande färgämne, rodamin B, för våra försök. För att märka avloppsvattnet med rodamin använde vi en doseringspump där önskat flöde kan ställas in med stor noggrannhet. Doseringen sker direkt i det utgående vattnet från reningsverket. Inmätningen av det märkta vattnet sker från en båt utrustad med mätutrustning för kontinuerlig rodaminmätning. För att kunna positionsbestämma mätdata sker mätningen längs en i förväg bestämd rutt.

### Rodamin B

Rodamin är ett fluorescerande och starkt färgande ämne löst i ättiksyra.

Rodaminet påverkas mer eller mindre av yttre faktorer som t.ex:

- temperaturen hos det vatten som skall mätas
- fotokemisk avklingning, riktvärde för solljus ger 8 dygns halveringstid
- salthalt
- pH-värde

Då denna uppgift till största delen består av att se på de faktorer som styr avloppsvattnets inblandning och spridning i recipienten, har mätvärden inte kalibrerats för ovan nämnda faktorer.

### **Bakgrunds nivå**

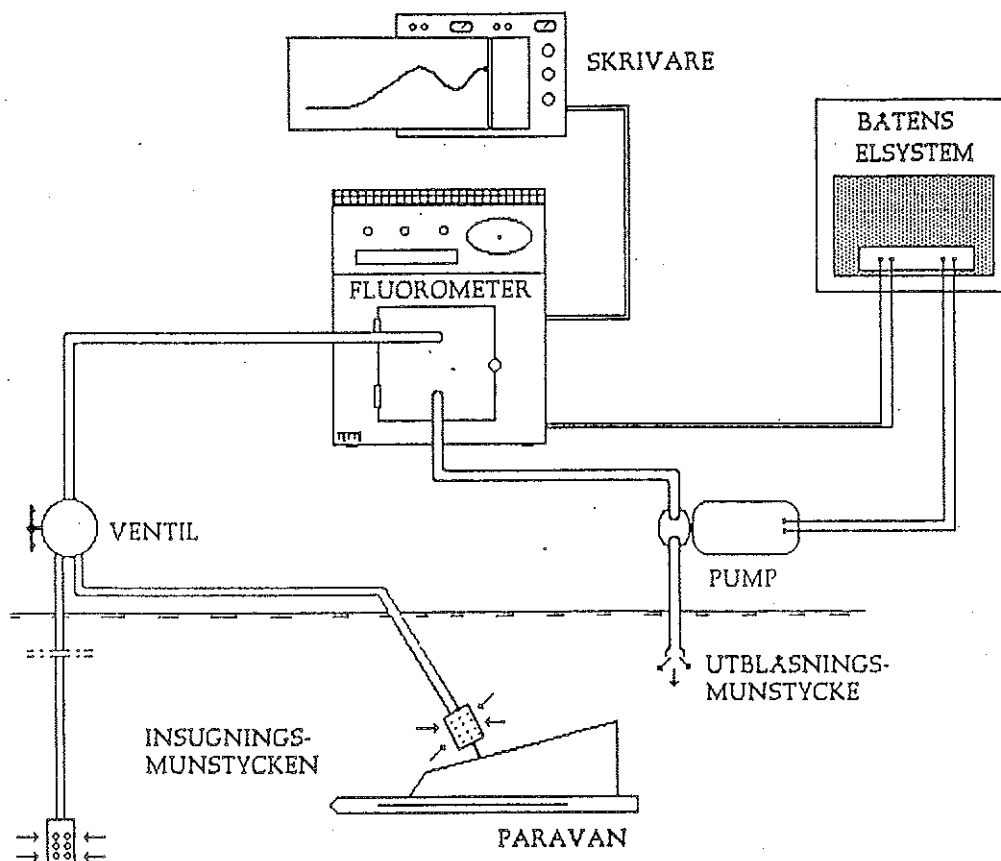
I recipientvattnet kan det förekomma ämnen med egenskaper liknande dem hos rodamin. Hänsyn till detta har tagits genom att mäta bakgrunds nivån i den aktuella recipienten.

### **Doseringsutrustning**

Doseringen har vid alla tillfällen skett i respektive reningsverks utloppsledning. Utrustningen består av en 100-liters plastbehållare för rodaminlösningen (initialkoncentration  $10^{-2}$ ) och en slangpump med varvtalsreglering av typ Alitea C-1V+SC, vilken har god noggrannhet vid små flöden. Utrustningen har kalibrerats i laboratorium och i respektive reningsverk för att doseringen skulle ge de önskade flödena, 40 liter rodaminlösning på 12 resp. 24 timmar.

### **Mätutrustning**

Mätningarna utfördes från Chalmers mätbåt, vilken är en ombyggd Albin 25. Båten är utrustad med ett eget 220 volt system, mätutrustning för kontinuerlig rodaminmätning och nödvändig utrustning för inmätning av djupprofiler enligt figur 6.



Figur 6. Mätutrustningens utseende

Vattnet från recipienten sugns in genom insugningsmunstycket via fluorometern och ut i recipienten igen med ett flöde på 6-7 l/min. Den kontinuerliga mätningen, som redovisas i spridningskartor, gjordes med paravan på ca. 70 cm:s djup. Djupprofiler togs på varierande djup och i för spridningsbilden intressanta punkter.

Vid inmätningen av rodaminkoncentrationen användes en fluorometer av typ G.K. Turner Associates Modell 111. Principen för en fluorometer bygger på jämförelsen mellan olika ljusintensiteter i en optisk brygga. Bryggan mäter skillnaden mellan ljus, som emitteras från vattenprovet och ljus som kommer från en noggrant kalibrerad ljusgång. Som ljuskälla används en UV-lampa. Kalibrering av fluorometern har utförts och redovisas i bilaga 57.

Salthalt och vattentemperatur har mätts med en salinometer av typ Electronic Switchgear MC5. Vattentemperaturen har även mätts med en vanlig termometer på det vatten som vid kontinuerlig rodaminmätning pumpas igenom mätutrustningen.

Noggrannheten i de redovisade spridningskartorna och profilerna är svår att uppskatta då undersökningar av denna typen är behäftade med stora osäkerheter. Instrumentfelen torde vara små i förhållande till de osäkerheter man tillför vid tolkningen av den insamlade datan.

## REDOVISNING AV MÄTDATA MED BERÄKNINGAR OCH KOMMENTRER

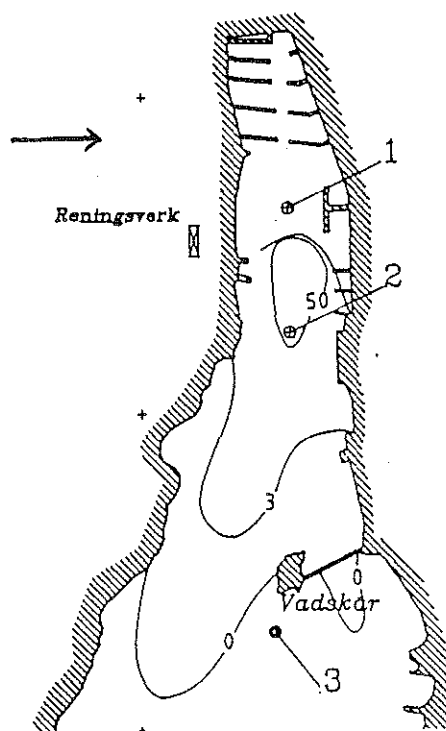
### Redovisningsmodell

De mätresultat som redovisas på spridningskartorna är avloppsvattenkoncentrationer på ca. 70 cm:s djup, läget på eventuella djupprofiler, tidpunkten då mätningen genomfördes samt en ungefärlig vindriktning uppmätt från båten vid mättillfället. Spridningskartor och djupprofiler redovisas i bilagor.

Isokoncentrationslinjerna visar koncentrationen märkt avloppsvatten

De numrerade punkterna anger var djupprofiler tagits

Pilen visar vindriktningen under mättillfället

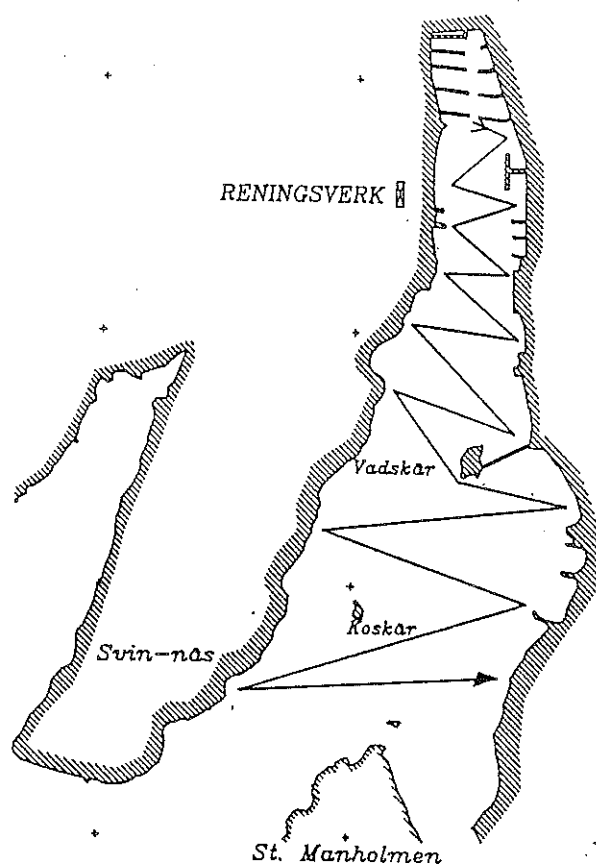


Figur 7. Exempel på spridningskartor

De angivna avloppsvattenkoncentrationerna skall multipliceras med en faktor  $10^{-4}$  för att ge de rätta koncentrationerna. På djupprofilerna, som är numrerade enligt spridningskartan, redovisas koncentrationen av avloppsvatten, vattentemperatur och salthalt. Bakgrundsivån redovisas som ett mörk band på samtliga profiler.

För att kunna omvandla rodaminkoncentration till avloppsvattenkoncentration har den sistnämnda satts till ett i avloppsvattnet. Rodaminkoncentrationen ( $C_0$ ) har beräknats vid utsläppspunkten. Utspädningen av avloppsvattnet sker sedan i samma förhållande som rodaminlösningens utspädning i recipienten, se formel 1 sidan 11.

## Grebbestad



Figur 8. Körlinje vid inmätning av rodaminkoncentrationer

## Vattenståndsvariationer, vattenomsättning

Mätningarna utfördes i juni under veckorna 23 och 25. De innehöll bl.a vattenståndets variation under respektive vecka, se bilagorna 58 och 59. Man kan avläsa ur diagrammen, att under båda veckorna var skillnaden mellan högsta och lägsta högvattenstånd ca. 25 cm. Denna nivåskillnad kunde uppmätas med några dagars mellanrum. Dessutom framgår tidvattenvariationen på ca. 20-30 cm tydligt i diagrammen.

Vidare kan man konstatera, att den viktigaste faktorn, som styr vattenståndets variation i Grebbestad, är vinden om den är tillräckligt stark. I kustnära områden orsakar en frånlandsvind en vattenståndssänkning och havsvindar en vattenstandsökning. Om vinden har en mera konstant hastighet och riktning eller då det är frågan om högst måttliga vindar, kan man se hur vattenståndet följer lufttrycket. Sådana förhållanden rådde under vecka 23, se bilaga 58. Under vecka 25 var vinden mera växlande. Ett likartat mönster för vattenståndsvariationen kunde inte urskiljas.

Följande beräkningar ger en uppskattning av betydelsen av vattenståndsvariationen för vikens vattenutbyte. Av ovanstående resonemang följer, att både tidvatten och varierande lufttryck påverkar vattenståndet ca. 30 cm, men detta sker i olika tidsskalor. Grebbestadkilens area fram till Stora Manholmen beräknades till  $0.5 \text{ km}^2$  och vattenvolymen till  $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Om man antar branta stränder, blir den transporterade vattenvolymen  $0.3 \text{ m} \cdot 0.5 \text{ km}^2 = 150 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 5 \%$  av vikens vattenvolym. Tvärsnittsarean vid vikens mynning är  $300 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}$ .

- a) Tidvattencykeln har en period på ca. 12 timmar. Detta ger en vattenhastighet  $v$  och transportsträcka  $l$ :

$$v = \frac{150 \cdot 10^3}{6 \cdot 3600} \frac{1}{300 \cdot 4} = 6 \text{ m m/s}$$

$$l = \frac{150 \cdot 10^3}{300 \cdot 4} = 125 \text{ m}$$

På 12 timmar transporteras 5 % av vattenvolymen i viken 125 m ut och in. I samband med en tidvattencykel kommer delvis samma vatten tillbaka men även en del nytt vatten.

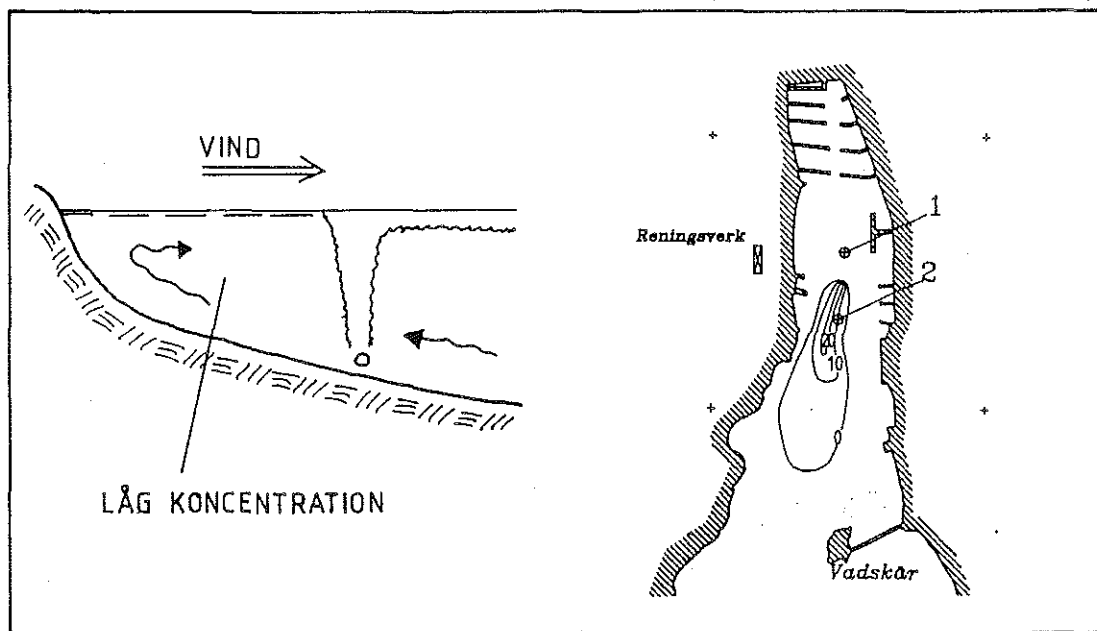
- b) Högtryck och lågtryck antas komma med tre dagars mellanrum. Detta ger en nettohastighet  $v$ :

$$v = \frac{150 \cdot 10^3}{3 \cdot 24 \cdot 3600} \frac{1}{300 \cdot 4} = 0.5 \text{ m m/s}$$

Dessa värden skall inte betraktas som något annat än ett mått på storleksordningen på vattenhastighet. De är inte mätbara i Grebbestad. Mätningar med strömkors gav en vattenhastighet vid ytan av storleksordningen 5 cm/s, vilken kraftigt minskade mot djupet. Denna hastighet orsakas av vinden. Det är uppenbart, att vattenutbytet orsakat av vattenståndsvariationer är försumbart i jämförelse med den vindalstrade vattentransporten.

## Spridningskartor och -profiler

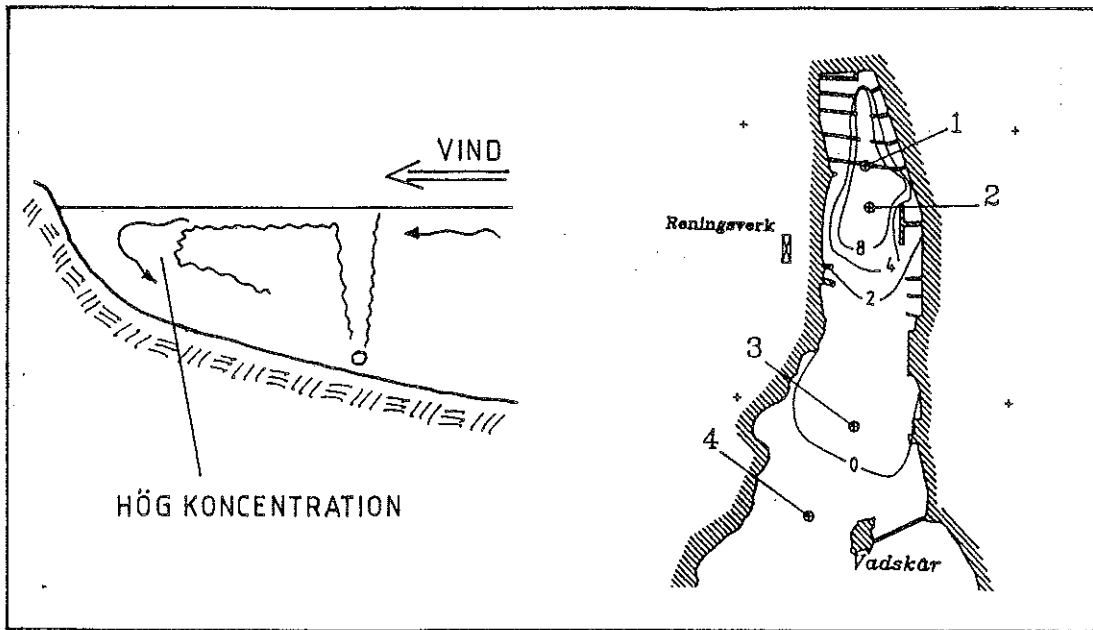
Under vecka 23 (dosering 1) var de nordliga och nordöstliga vindarna dominerande, se figur 11. I dessa vindar sprider sig avloppsvattnet som en smal plym i vindens riktning då det nått vattenytan.



Figur 9. Spridningssituation vid nordliga och nordöstliga vindar

Avloppsvattnet sprider sig till en början i ytvattnet och därefter långsamt mot djupare vatten. Något språngskikt har inte kunnat registreras i viken under denna mätperiod. Vattenomsättningstiden uppskattas till 3-4 dygn.

Vecka 25 (dosering 3) bjöd på motsatta förhållanden, dvs. växlande vindar men de sydostliga vindarna som dominerande, se figur 12. Här sker spridningen och transporten av avloppsvatten till en början på samma sätt som i föregående fall. Avloppsvattnet transporteras i vindens riktning då det når vattenytan. Spridningen sker horisontalt nära vattenytan men nästan inte alls mot djupet.



Figur 10. Spridningssituationen vid sydliga vindar

De sydliga vindarna tvingar avloppsvattnet in mot småbåtshamnen. Nu kan det hända två saker: antingen följer det ytliggande avloppsvattnet med vinden längst in i viken eller transporteras som en returström åt motsatt håll på större djup ut från viken. Under den andra mätveckan registrerades ett språngskikt på ca. 4-5 m:s djup. Samtidigt kan konstateras att då ett språngskikt bildas, sker det nästan inget vattenutbyte mellan vattenmassorna genom språngskiktet, dvs. det förorenade vattnet stannar kvar i det övre skiktet, se bilagorna.

Man kan läsa ur spridningskartorna, att badstranden skyddas från avloppsvatten av den stenpir, som är byggd till Vadskär. Å andra sidan försämras vattencirkulationen längre in i viken. Följden av detta är t.ex sämre förutsättningar för ev. sumpning av fisk.

## Dosering 1

Grebbestad , (kontinuerlig dosering i 24 timmar)

Doseringstid: 90.06.04 kl. 15.10 - 90.06.05 kl. 15.10

Rodaminmängd: 40 liter eller  $4.63 \cdot 10^{-4}$  l/s




Initialkoncentration:  $10^{-2}$  (koncentrationen på den doserade lösningen)

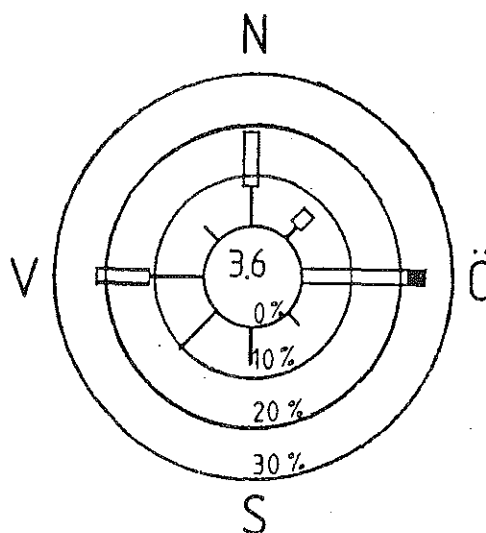
Avloppsvattenmängd: 406 m<sup>3</sup>/dygn eller 4.7 l/s avser ett medelvärde av avloppsvattenmängden under doseringsperioden

11 % av de västliga vindarna har haft en styrka mellan 0 - 3 m/s

11 % av de västliga vindarna har haft en styrka mellan 3 - 6 m/s

Under 3.6 % av mätperioden har det varit lugnt

	0 - 3 m/s
	3 - 6 m/s
	6 - 10 m/s



Figur 11. Vindrosdiagram för perioden 4/6 - 7/6 (v.23) utförd för de åtta dominerande vindriktningarna.

Beräkning av rodaminkoncentrationen vid utsläppet.

$$C_0 = \frac{\text{Rodamin flödet } 10^{-2}}{\text{Avloppsvatten flödet}} = \frac{4.63 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{4.7} = 9.85 \cdot 10^{-7}$$

Beräkning av avloppsvattnets utspädningsgrad i ytvattnet vid utsläppspunkten enligt strålteori.

$$F_0 = \frac{u_0}{\sqrt{g \frac{\rho_r - \rho_0}{\rho_0} D_0}}$$

$$u_0 = \frac{Q}{A} = \frac{4.7 \cdot 10^{-3}}{0.25^2 \frac{\pi}{4}} = 0.10 \text{ m/s}$$

$$F_0 = \frac{0.10}{\sqrt{9.81 \frac{1020 - 1005}{1005} 0.25}} = 0.5$$

$$z = 4 \quad z/D_0 = 4/0.25 = 16$$

Ur diagrammet, figur 3, läses att utspädningen blir 20-faldig.

### Dosering 3

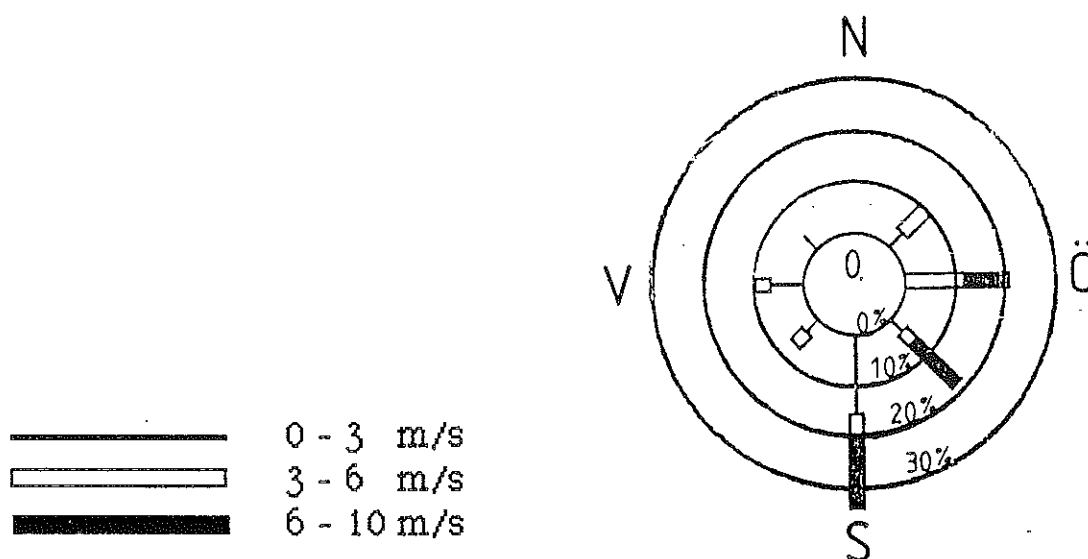
Grebbestad . (kontinuerlig dosering i 12 timmar)

Doseringstid: 90.06.18 kl.13.30 - 90.06.19 kl. 01.30

Rodaminmängd: 40 liter eller  $9.26 \cdot 10^{-4}$  l/s

Initialkoncentration:  $10^{-2}$  (koncentrationen på den doserade lösningen)

Avloppsvattenmängd: 321 m<sup>3</sup>/dygn eller 3.72 l/s avser ett medelvärde av avloppsvattenmängden under doseringsperioden



Figur 12. Vindrosdiagram för perioden 18/6 - 22/6 (v.25) utförd för de åtta dominerande vindriktningarna.

Beräkning av rodaminkoncentrationen vid utsläppet.

$$C_0 = \frac{\text{Rodamin flödet } 10^{-2}}{\text{Avloppsvatten flödet}} = \frac{9.26 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{3.72} = 2.49 \cdot 10^{-6}$$

Beräkning av avloppsvattnets utspädningsgrad i ytvattnet vid utsläppspunkten enligt strålteori.

$$F_0 = \frac{u_0}{\sqrt{g \frac{\rho_r - \rho_0}{\rho_0} D_0}}$$

$$u_0 = \frac{Q}{A} = \frac{3.72 \cdot 10^{-3}}{0.25^2 \frac{\pi}{4}} = 0.08 \text{ m/s}$$

$$F_0 = \frac{0.08}{\sqrt{9.81 \frac{1020 - 1005}{1005} 0.25}} = 0.4$$

$$z = 4 \quad z/D_0 = 4/0.25 = 16$$

Ur diagrammet, figur 3, läses att utspädningen blir 25-faldig.

## Ny utsläppspunkt

I det förslag för utloppsledning, som har utarbetats för Grebbestad, är en ny utsläppspunkt föreslagen mellan Svinnäs udde och Stora Manholmen.

Djupet vid den föreslagna punkten är 12 m.

- a) Samma rördiameter och flöde som under mätperioderna v. 23 och 25

$$F_0 = \frac{0.10}{\sqrt{9.81 \frac{1020 - 1005}{1005} 0.25}} = 0.5$$

$$z = 12 \text{ m} \Rightarrow z/D_0 = 12/0.25 = 48 \Rightarrow$$

utspädningen blir 80-faldig

- b) Efter utbyggnad av systemet och vid maximalt flöde ökas rördimensionen till 300 mm och flödet till 70 l/s, siffror, som nämns i sammanhanget.

$$u_0 = \frac{Q}{A} = \frac{70 \cdot 10^{-3}}{0.30^2 \frac{\pi}{4}} = 1 \text{ m/s}$$

$$F_0 = \frac{1.0}{\sqrt{9.81 \frac{1020 - 1005}{1005} 0.30}} = 4.8$$

$$z/D_0 = 12/0.3 = 40 \Rightarrow \text{utspädningen blir 25-faldig.}$$

## Kommentarer till utspädningsberäkningarna

De utflöden beräkningar baseras på galler vid de dagar som doseringen utfördes. De är relativt blygsamma i jämförelse med det maximala uppmätta flödet under 1988 på  $2000 \text{ m}^3/\text{dygn} = 23 \text{ l/s}$ . Ett sådant flöde ger nu en utspädningsfaktor på 10 vid vattenytan ovanför utsläppet.

Den 18/6 gjordes en direkt mätning av rodaminkoncentrationen i plymen vid ca 70 cm:s djup. Den högsta koncentrationen uppmättes då till ca  $3 \cdot 10^{-8}$ , och koncentrationen vid utsläppet beräknades till  $2,5 \cdot 10^{-6}$ . Detta ger en 80-faldig utspädning. Enligt strålteorin fås en utspädningsfaktor på bara drygt 10 vid samma djup. Den stora skillnaden beror på att det är väldigt svårt att hitta strålxeln och därmed den högsta rodaminkoncentrationen i plymen med en paravan. Anordningen för insug gör att ett relativt stort område kring insuget ger bidrag.

Utspädningsberäkningar enligt strålteorin ger en utspädningsfaktor på 20-30 vid ytan i Grebbestad. Dock skall man vara medveten om, att denna utspädning gäller för avloppsvattnets omblandning i strålen. Den säger däremot ingenting om de omgivande vattenmassornas avloppsvattenkoncentration. För Grebbestads del innebär detta, att på grund av den ringa vattenomsättningen i viken kommer strålen att blandas med recipientvatten som redan innehåller en del avloppsvatten. Det är nämligen fråga om redan förorenat vatten, som inte har hunnit transporteras bort med recipientströmmarna. Vilken utspädning man kan få beror då på hur stor vattenomsättningen är.

Behåller man samma flöde och rördiameter men flyttar utsläppspunkten till det föreslagna läget, ökar man utspädningen vid ytan till 80. Ökas rördiameter till 300 mm och flödet till 70 l/s, blir utspädningen 25-faldig. Dessa höga faktorer fås tack vare det betydligt större djupet i det föreslagna läget.

I viken finns det inget stabilt språngskikt, men mätningarna visar, att ett sådant kan bildas vid vissa tillfällen genom vindpåverkan. Det är mer sannolikt att det bildas ju längre ut mot havet man kommer. Hamnar utsläppet under språngskiktet, försvåras eller förhindras inblandning i det övre skiktet. Vid de tillfällen, då ett någorlunda långvarigt språngskikt bildas ovanför utsläppet, blandas alltså nästan inget avloppsvatten med ytvattnet. För Grebbestadkilen innebär detta, att man får relativt opåverkat vatten in i viken. Däremot kan syrebrist uppstå, och bottenfaunan skadas, om avloppsvattnet får en lång uppehållstid under språngskiktet. I Grebbestad är det således önskvärt, att utsläppet placeras så djupt som möjligt. Detta för att man alltid får en betydligt större initialutspädning med ökande vattendjup.

## Hamburgsund

### Vattenomsättning

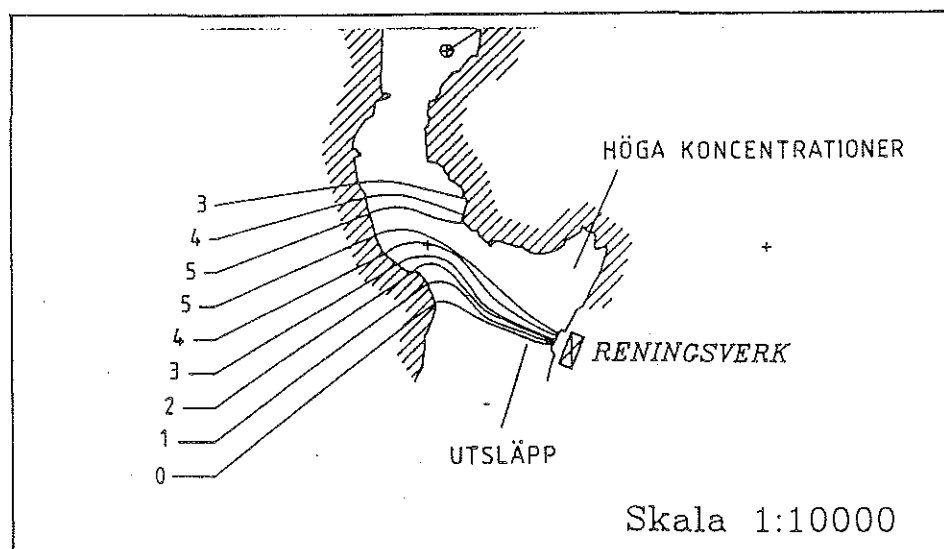
Mätningarna i Hamburgsund utfördes under vecka 24. Vindriktningen var nästan uteslutande västlig, se figur 14. Strömmen i sundet var nordgående under hela mätperioden. Två strömkors placerades i mittfåran, ett vid vattenytan och ett på ca. 4 m:s djup, vilka användes för att bestämma strömhastighet och riktning. Resultatet från mätningarna visade att strömmen var nordgående och lika stark, ca. 0.5 m/s, i hela vattenmassan.

Undersökningen antyder att det är vinden som avgör strömriktningen i sundet. Den västliga vinden tvingar vatten in genom sundets södra mynning. Vid nordliga vindar kan förhållandena bli tvärtom. Några definitiva slutsatser kan man dock inte dra av denna korta undersökning. För att få en riktig bild av förloppet i sundet krävs långa mätserier under varierande väderleksförhållanden och helst även registrerande strömmätare. Ortsbefolkningen uppgav dock att strömmen oftast var sydgående, och att den bytte riktning oregelbundet.

## Spridningskartor och -profiler

Inget språngskikt uppmättes i sundet under mätperioden, och inget märkt avloppsvatten uppmättes söder om reningsverket. Detta bekräftar att strömmen i sundets hela vattenmassa var nordgående.

Mätningarna med strömkors gav en strömhastighet på ca. 0.5 m/s. Enligt detta skall det dröja knappt en timme innan det första rodaminet nått sundets norra mynning. Spridningskartorna visar dock att först efter flera timmars dosering kunde man registrera rodamin där. Förklaringen till detta är troligen att avloppsvattnet släpps ut vid den östra stranden, intill reningsverket, och hamnar vid sidan av den starkare strömmen i sundets mittfåra.



Figur 13. Spridningssituationen vid utsläppet

Avloppsvattnet (rodaminet) driver istället in i den intilliggande småbåtshamnen som då kommer att fungera som ett fördröjningsmagasin, vilket ger avloppsvattnet både en hög koncentration och en onödigt lång uppehållstid. Mätningar utfördes aldrig inne i småbåtshamnen eftersom varken djupet eller utrymmet tillät det. Första gången rodamin uppmättes i sundet, var tre timmar efter påbörjat dosering, se bilaga 22. Platsen var inom 300-400 m från utsläppet. Spridningskartorna tyder på en långsammare strömhastighet än 0.5 m/s, uppskattningsvis 0.2 m/s. Ca. 15 timmar efter avslutat dosering kunde rodamin inte längre observeras i sundet.

När avloppsvattnet till slut hamnar i mittfåran, blandas det rätt väl i hela vattenmassan under dess färd genom sundet, se bilaga 25. Största möjliga utspädning ger bästa möjliga vattenkvalite, dvs. den nordgående strömmen klarar av att späda ut och transportera bort avloppsvattnet på ett tillfredsställande sätt. Den högsta uppmätta koncentrationen av avloppsvatten i sundet är  $5 \cdot 10^{-4}$ . I jämförelse med Grebbestadkilen är det fråga om flera gånger mindre koncentration och kortare uppehållstid, trots att avloppsvattenmängden är nästan samma.

Vid sundets norra mynning händer det intressanta, att vattnet från sundet sjunker ner till en nivå mellan 3.5-5 m. Detta på grund av att vattnet i sundet har något högre salthalt. Även temperaturen hos vattnet i sundet är något högre, men det räcker inte för att kompensera täthetsökningen av den högre salthalten. Mätningarna visar en skillnad på salthalt omkring 0.5 promille och en skillnad på temperatur omkring 0.5 grader, se bilagor 21 och 25 samt 30 och 31. Denna skillnad motsvarar en täthetsökning på  $0.5 \text{ kg/m}^3$ . Att vattnet sjunker, och sedan sprider sig horisontellt vid det djupet, kan knappast vara av ondo. Även om den inte ligger nedanför språngskiktet, som här befinner sig på ca 7 m:s djup, kommer dess inverkan på ytvattnet att vara liten. Dels kommer utspädningen att vara stor (stora vattenvolymer), och dels tyder inget i mätningarna, att det skulle stiga upp till ytan igen.

## Dosering 2

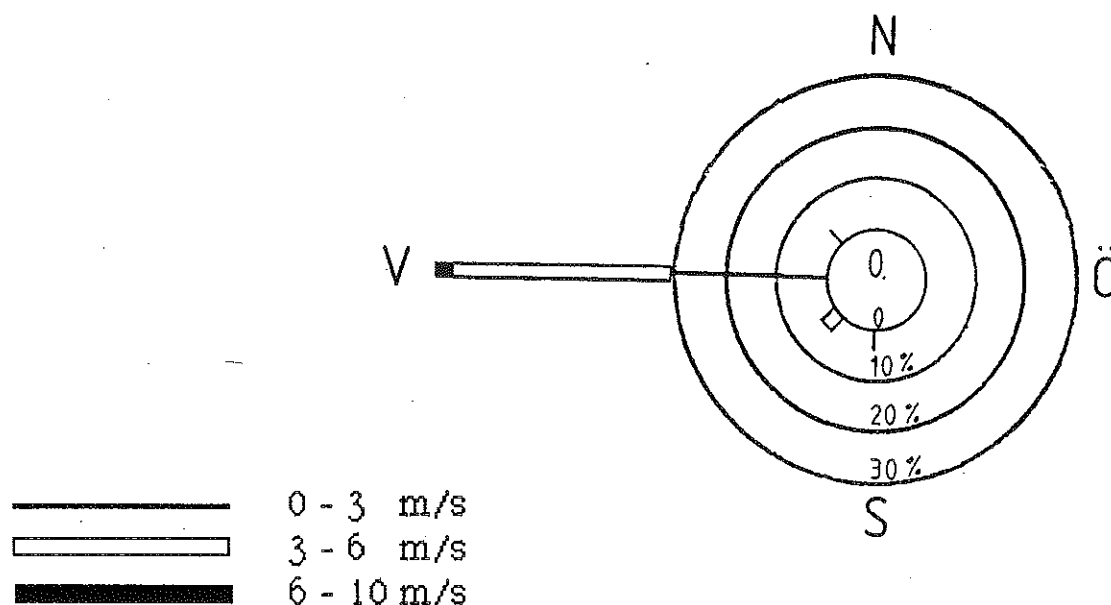
Hamburgsund , (kontinuerlig dosering i 12 timmar)

Doseringstid: 90.06.12 kl.10.30 - 90.06.12 kl.22.30

Rodaminmängd: 40 liter eller  $9.26 \cdot 10^{-4}$  l/s

Initialkoncentration:  $10^{-2}$  (koncentrationen på den doserade lösningen)

Avloppsvattenmängd: 273 m<sup>3</sup>/dygn eller 3.16 l/s avser ett medelvärde av avloppsvattenmängden under doseringsperioden



Figur 14. Vindrosdiagram för perioden 12/6 - 13/6 (v.24) utförd för de åtta dominerande vindriktningarna.

Beräkning av rodaminkoncentrationen vid utsläppet.

$$C_0 = \frac{\text{Rodamin flödet } 10^{-2}}{\text{Avloppsvatten flödet}} = \frac{9.26 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{3.16} = 2.93 \cdot 10^{-6}$$

Beräkning av avloppsvattnets utspädningsgrad i ytvattnet vid utsläppspunkten enligt strålteori.

$$F_0 = \frac{u_0}{\sqrt{g \frac{\rho_r - \rho_0}{\rho_0} D_0}}$$

$$u_0 = \frac{Q}{A} = \frac{3.16 \cdot 10^{-3}}{0.25^2 \frac{\pi}{4}} = 0.06 \text{ m/s}$$

$$F_0 = \frac{0.06}{\sqrt{9.81 \frac{1020 - 1005}{1005} 0.25}} = 0.3$$

$$z = 5 \quad z/D_0 = 5/0.20 = 25$$

Ur diagrammet, figur 3, läses att utspädningen blir 25-faldig.

### Kommentarer till utspädningberäkningarna

Liksom i Grebbestadsfallet, baseras beräkningarna på utflöden under de dagar doseringen pågick. De kan jämföras med det maximala uppmätta flödet genom reningsverket under 1988 på  $2700 \text{ m}^3/\text{dygn} = 31 \text{ l/s}$ , vilket ger en utspädningsfaktor på 15 vid vattenytan.

Utspädningsfaktor är ca 25 enligt strålteorin. I motsats till Grebbestad, späds avloppsvattnet här nästan alltid med rent vatten. Vattenomsättningen är alltså god i själva sundet. Man har tyvärr inte utnyttjat detta på bästa sätt på grund av placeringen av utsläppet. Att flytta utsläppet ca. 30 m till mittfåran eller till och med lite över den, skulle säkerligen förbättra situationen, i synnerhet i småbåtshamnen. Dessutom ligger fiskehamnen minst lika dåligt till. Den nordgående strömmen och närheten till utsläppet gör, att höga koncentrationer avloppsvatten (vid ytan ca. 25-faldig utspädning) når fiskehamnen och fiskebåtarna.

När strömmen är sydgående, är förloppet förmodligen likartat. Uppehållstiden för avloppsvattnet ökar betydligt med minskande strömhastighet, eftersom sundet är längre, djupare och bredare söder om reningsverket. Samtidigt ökar dock den tillgängliga vattenvolymen för utspädningen.

## LITTERATURFÖRTECKNING

Vissa avsnitt, som behandlar strålteorin, är direkta citat ur "Recipienthydraulik", [5].

- [1] Kjessler & Mannerstråle AB, Uddevalla  
Tanums kommun, va-plan, problem/förslag -etapp 3  
Maj -90
- [2] Operating and Service Manual, Model 111 Florometer,  
Printed Circuit Type, GK Turner Associates
- [3] Dykket utslipp i resipient, P.Liseth, Göteborg  
Undervisningsskrift nr 1984 : 9
- [4] Diffusordimensionering, Steffen Häggström, Göteborg  
Undervisningsskrift nr 1986 : 4
- [5] Recipienthydraulik, Lennart Jönsson  
Lund 1980
- [6] Oceanography, second edition, Dietrich, Kalle, Krauss,  
Siedler
- [7] Simulering av utsläpp i Byfjordens ytvattenskikt,  
Levin, Lingsten, Sjöström, Examensarbete i  
vattenbyggnad, 1971
- [8] Spårämnesförsök i Askimsviken  
Eriksson, Gustafsson, Examensarbete i vattenbyggnad,  
1973
- [9] Marin geologi och oceanografi, Fysisk riksplanering,  
Underlagsmaterial nr 4, 1978, Haven runt Sverige,  
Grundkurs A
- [10] Kjessler & Mannerstråle AB, Uddevalla, Grebbestad  
reningsverk, Utloppsledning, Förslag, September -90

## BILAGOR

Spridningskartorna redovisar avloppsvattnets koncentration på ca. 70 cm:s djup medan djupprofilerna beskriver spridningen mot djupet.

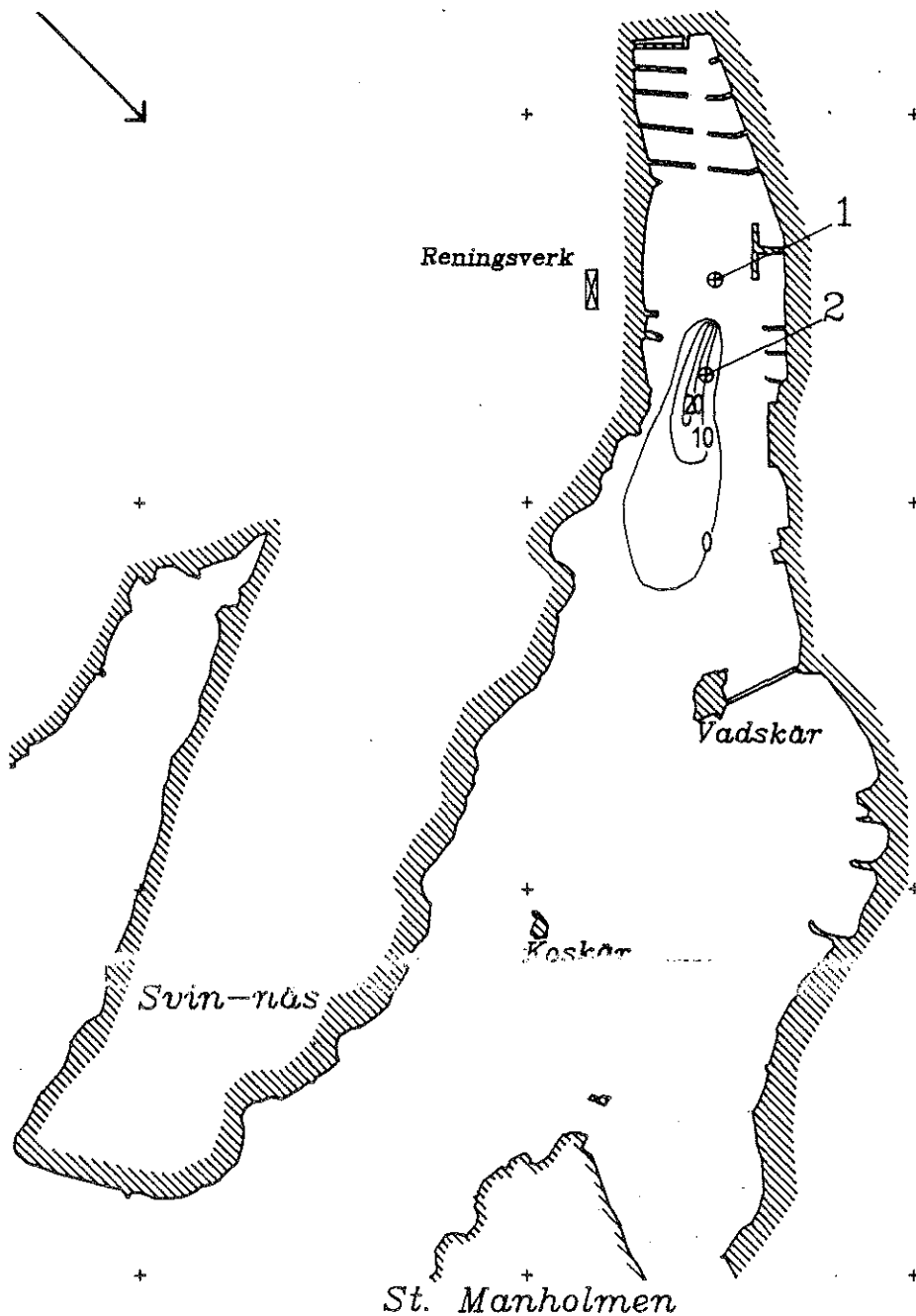
	Bilaga
Resultat efter dosering 1	1 - 19
Resultat efter dosering 2	20 - 33
Resultat efter dosering 3	34 - 56
Kalibreringskurva för fluorometer	57
Vattenstånds- och lufttrycksdiagram	58 - 59

DOSERING: 1 24 TIMMAR  
 MÄTNING: 1  
 DATUM / TID: 90.06.04 16.40  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 1.5

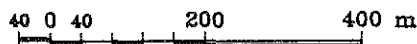
DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

# GREBBESTADKILEN



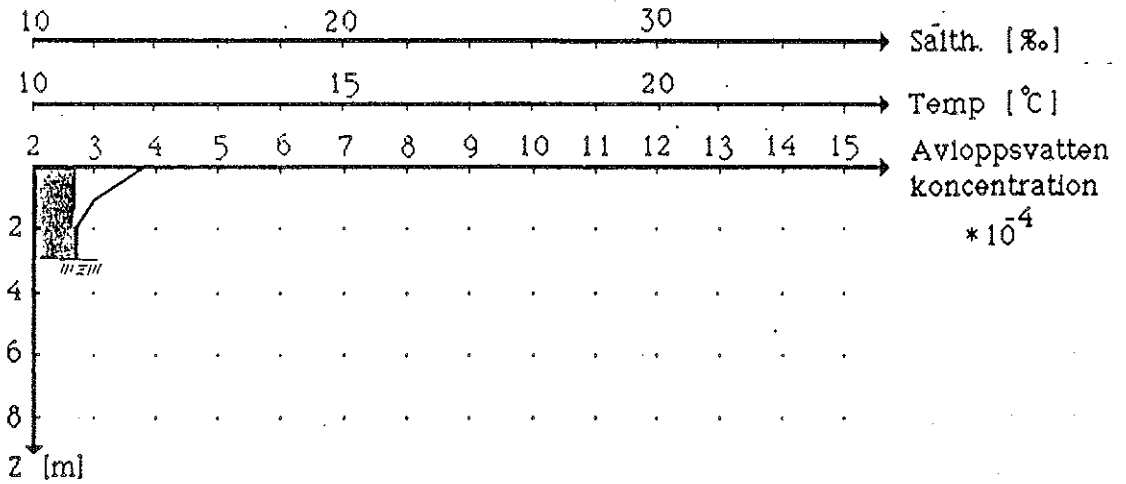
Skala 1:10000



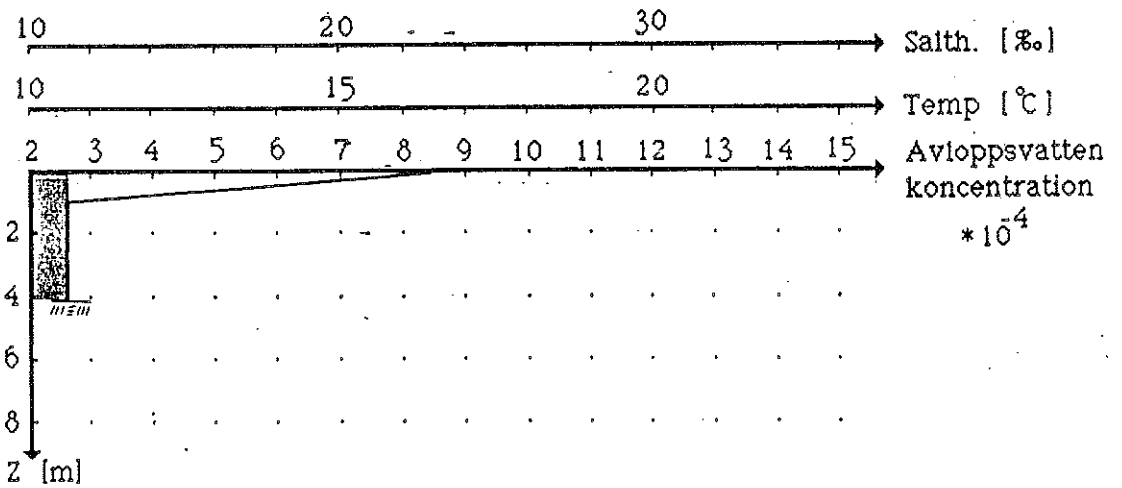
MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av:	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthält
- Bakgrundsnivå

Nr. 1



Nr. 2

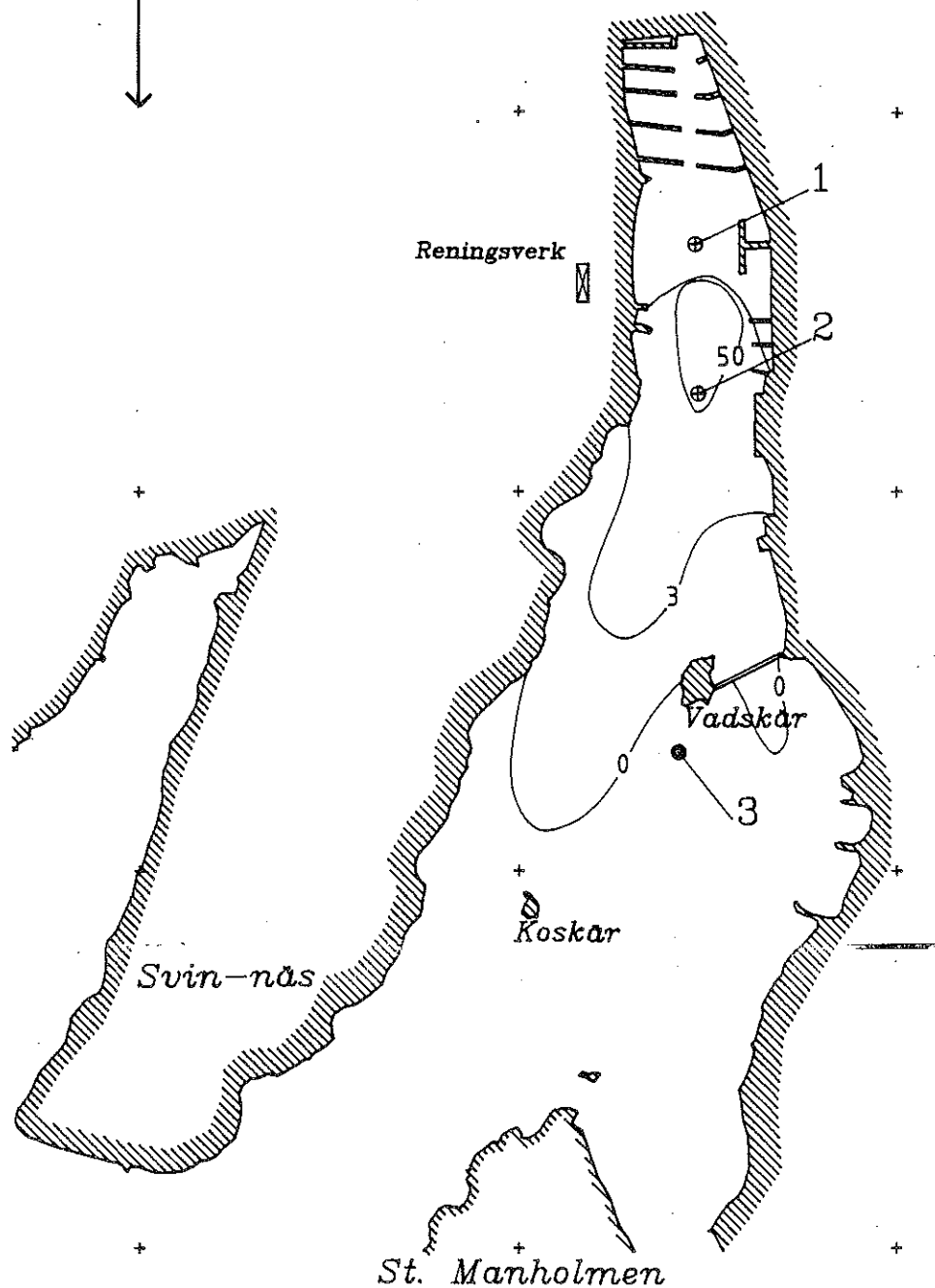


# GREBBESTADKILEN

DOSERING: 1 24 TIMMAR  
 MÄTNING: 2  
 DATUM / TID: 90.06.04 19.15  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 4

DJUPPROFILER

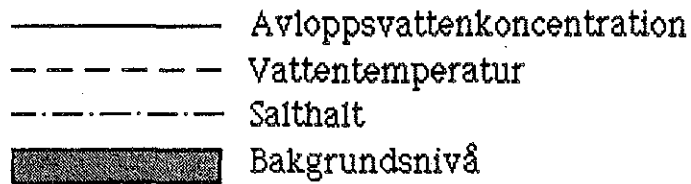
- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



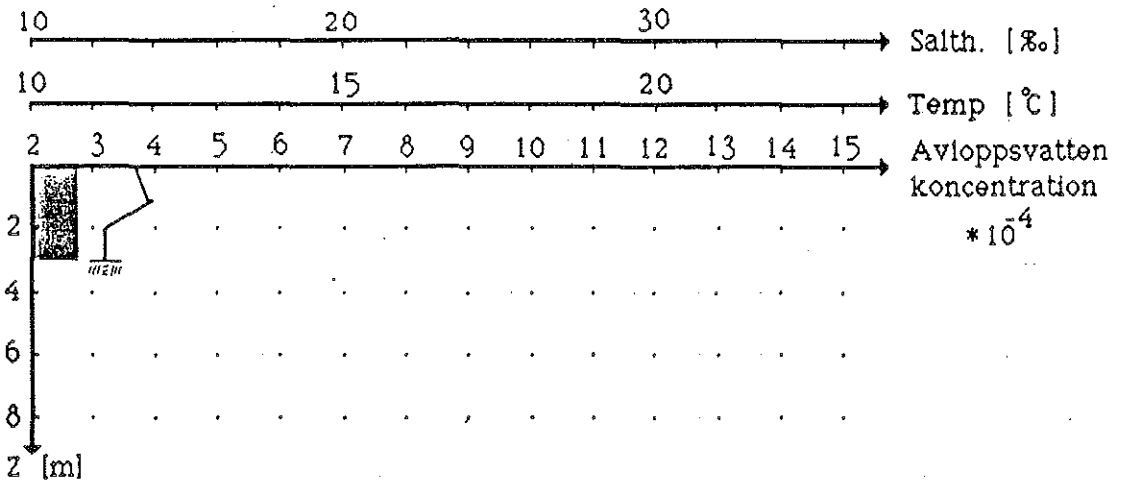
Skala 1:10000



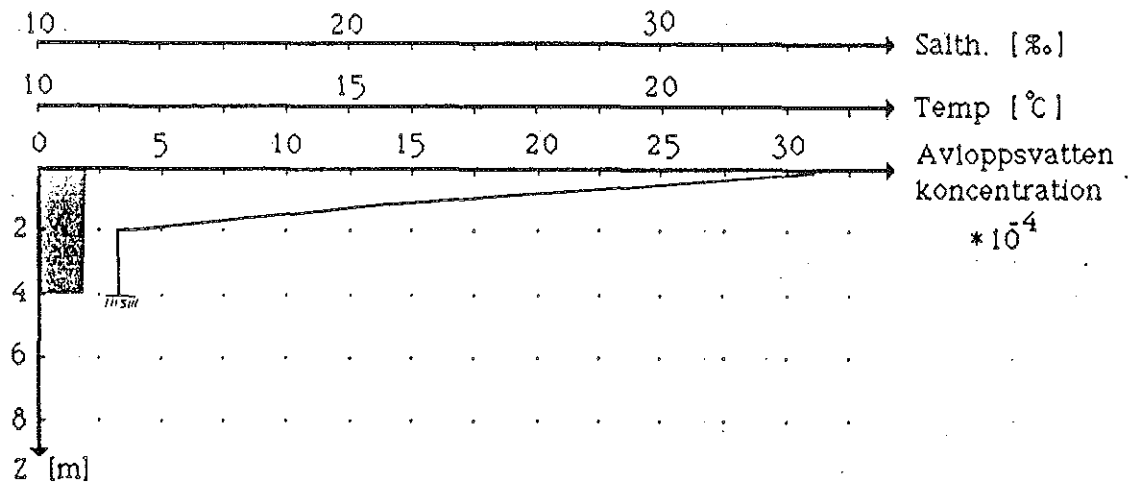
<b>MARIN</b>		<b>GREBBESTAD</b>
<b>MÄTTEKNIK AB</b>		
Skala 1:10000		<b>FLUORMETRI</b>
Bildat av		
M. Persson		



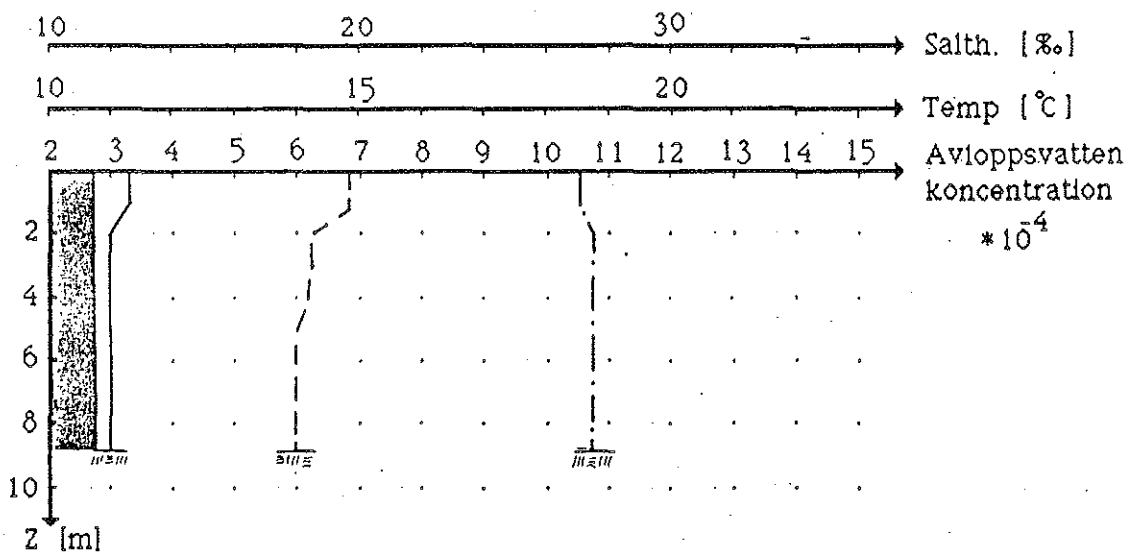
Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



DOSERING: 1 24 TIMMAR  
 MÄTNING: 3  
 DATUM / TID: 90.06.04 22.10  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 7

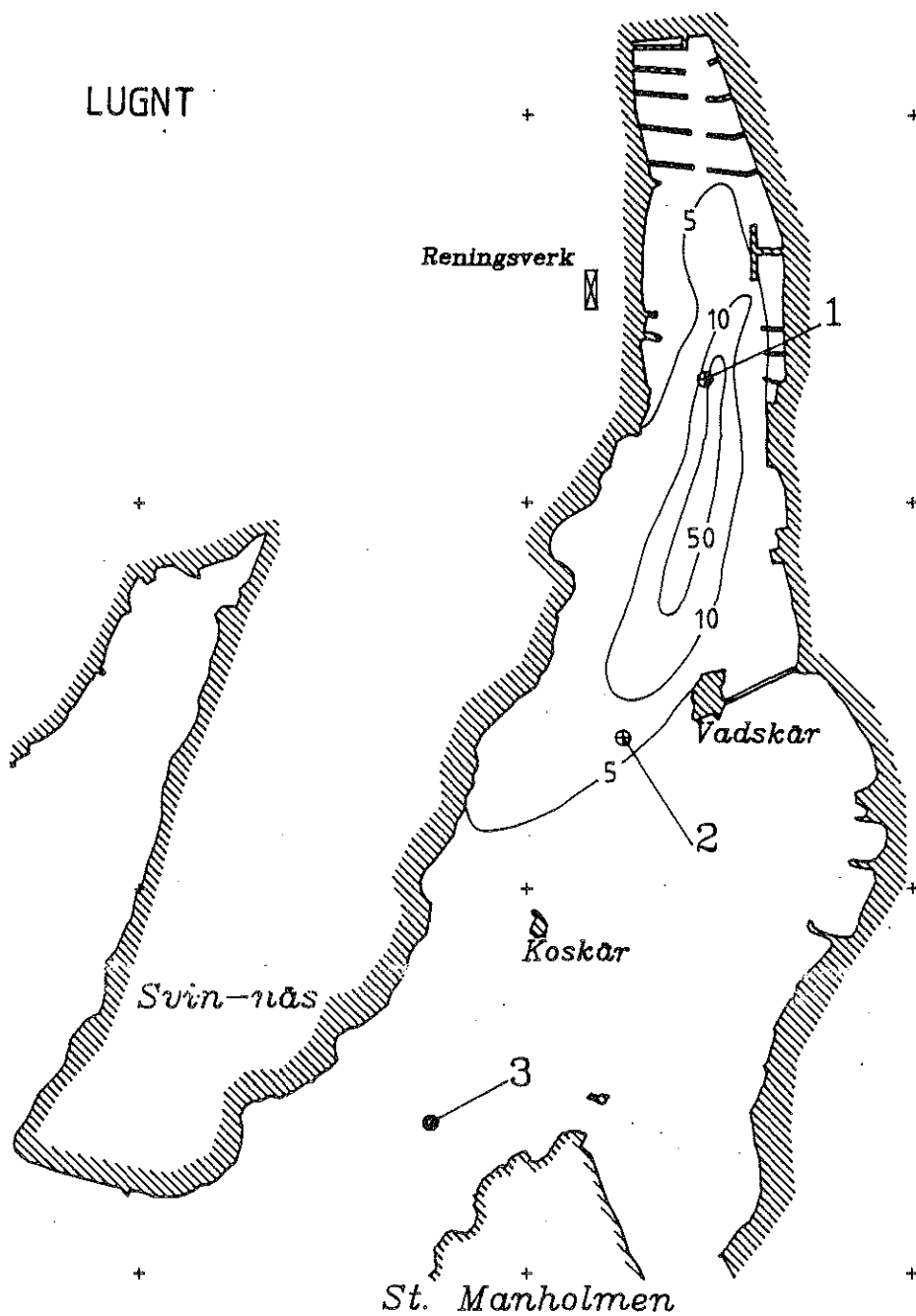
# GREBBESTADKILEN



DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

LUGNT

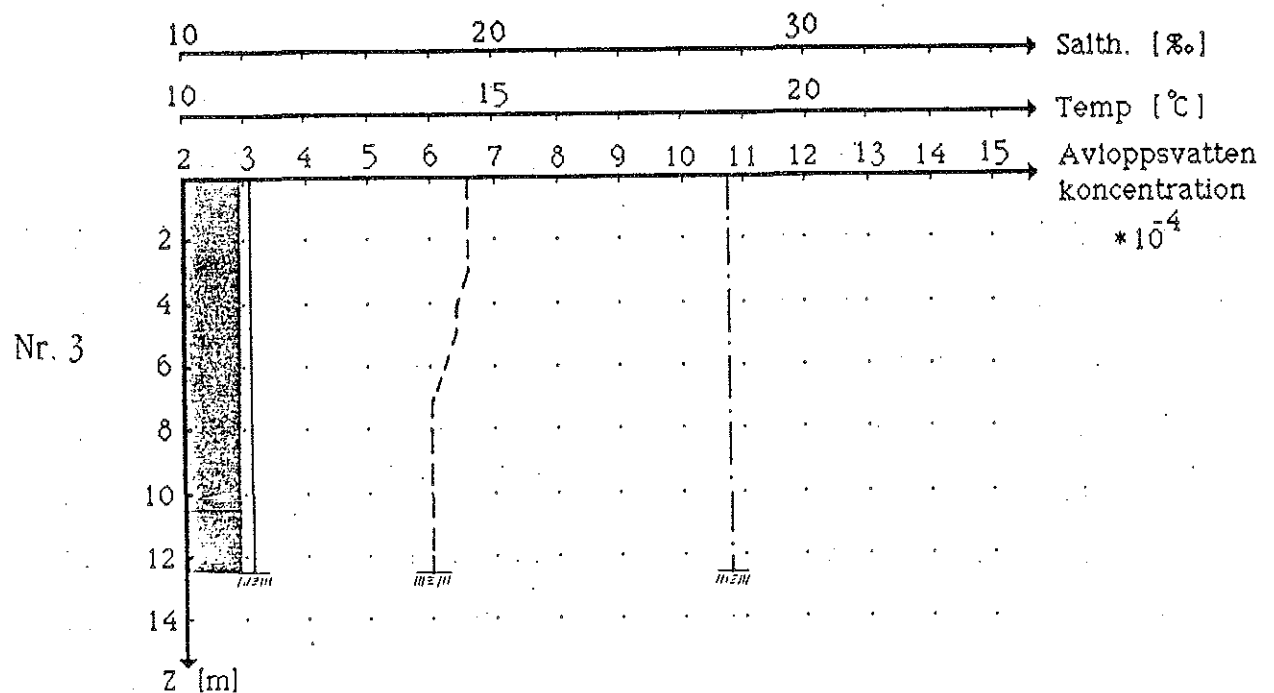
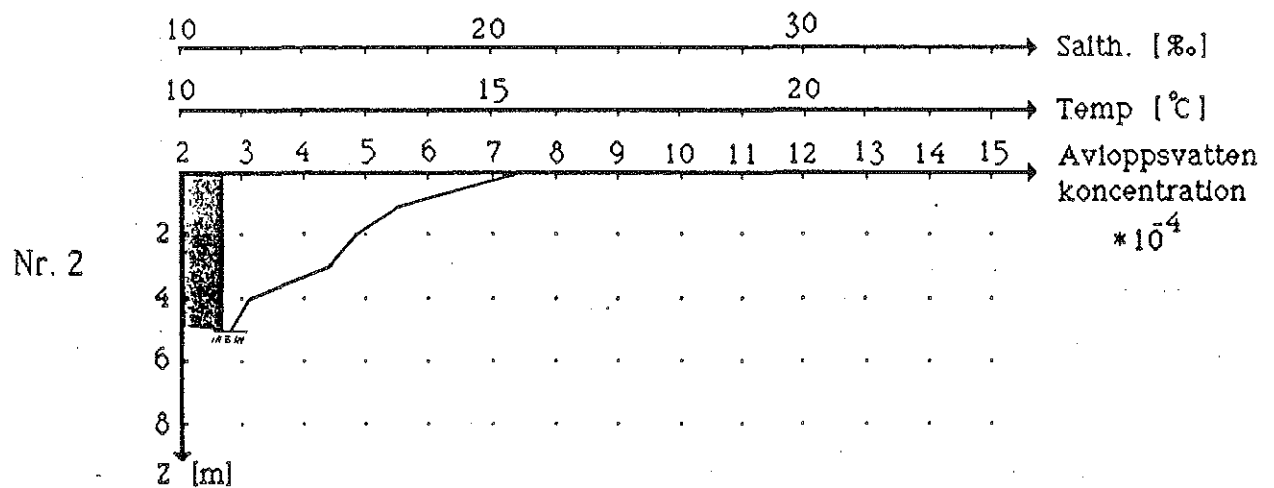
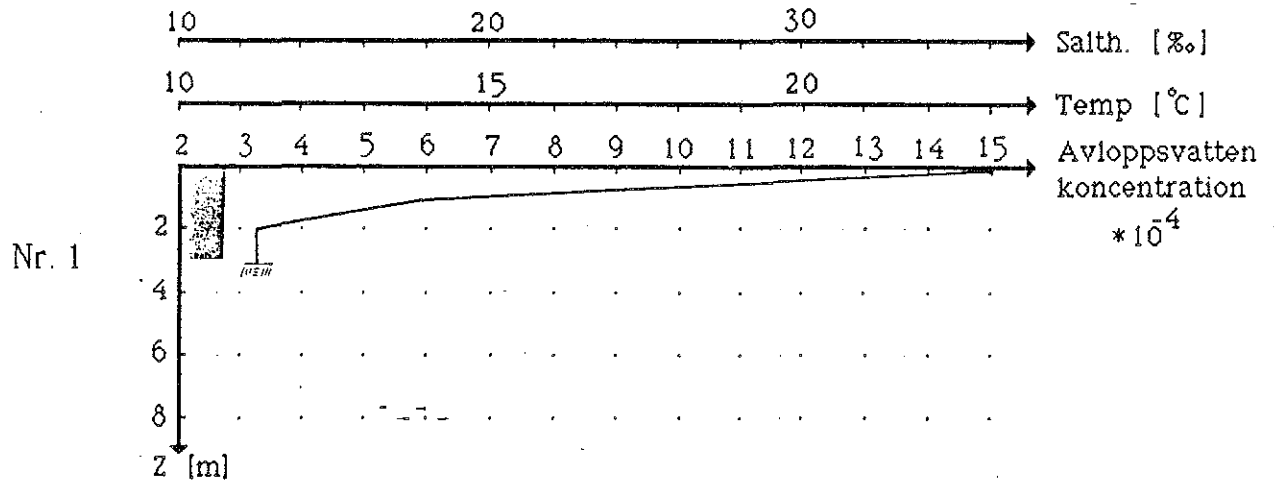


Skala 1:10000



MARIN MÄTTEKNIK AB	GREBBESTAD FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av: M. Persson	
	GREBB 90 24h-3

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

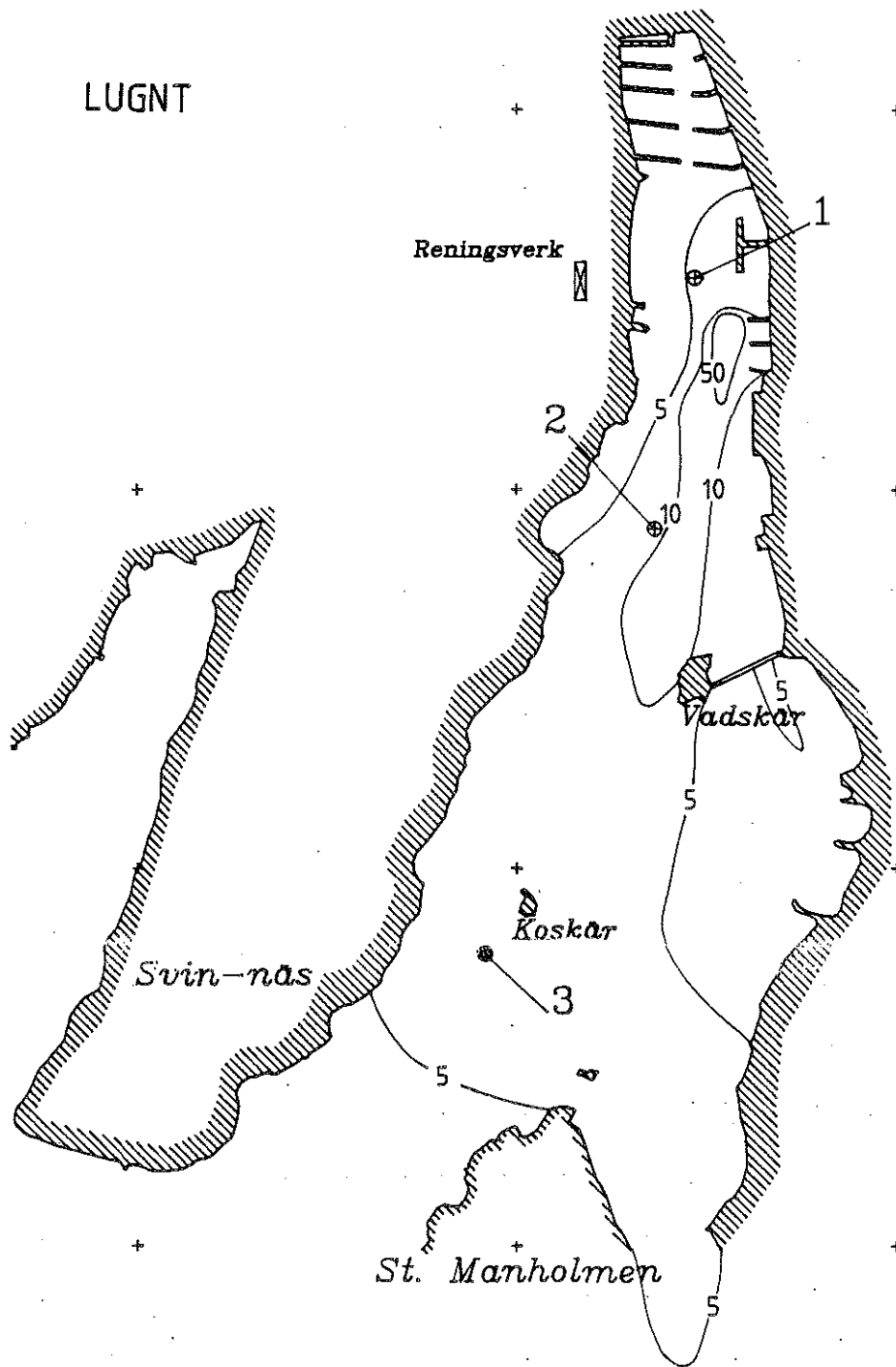


# GREBBESTADKILEN

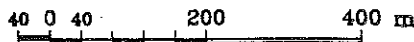
DOSERING:	1	24 TIMMAR
MÄTNING:	4	
DATUM / TID:	90.06.05	06.10
TID EFTER PÅBÖRJAD DOSERING (TIMMAR):	15	
DJUPPROFILER		
⊕	AVLOPPSVATTENKONCENTRATION. $10^{-4}$	
●	SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.	



LUGNT

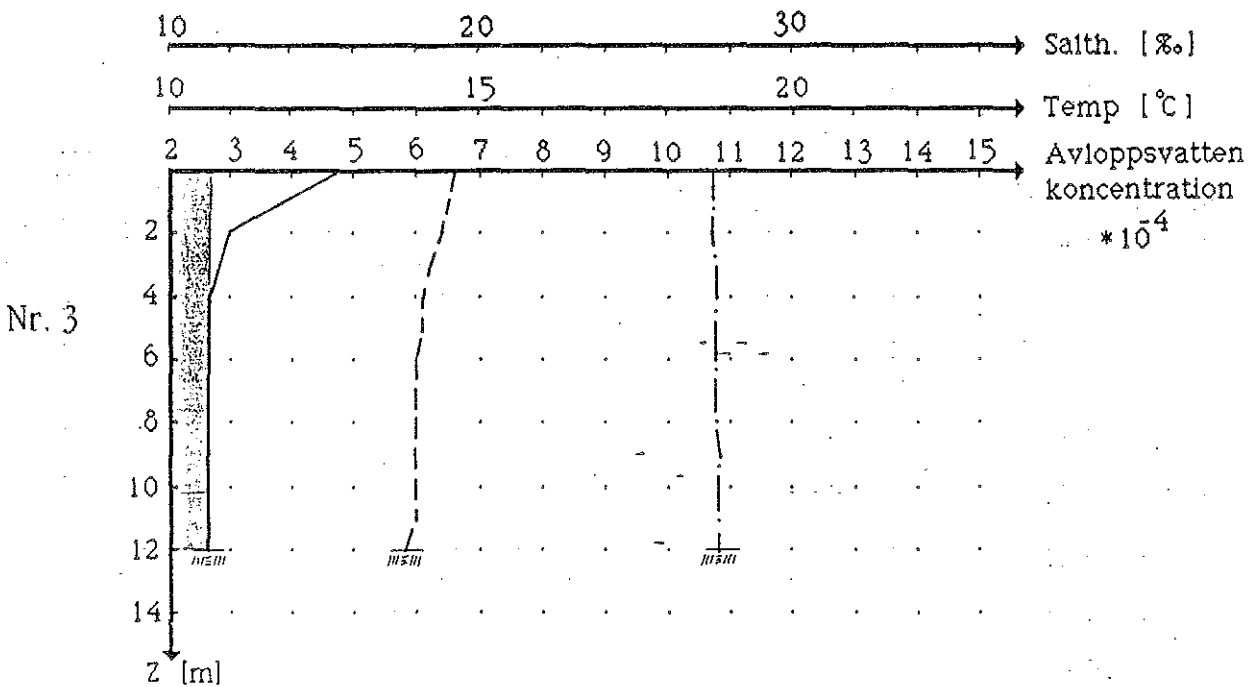
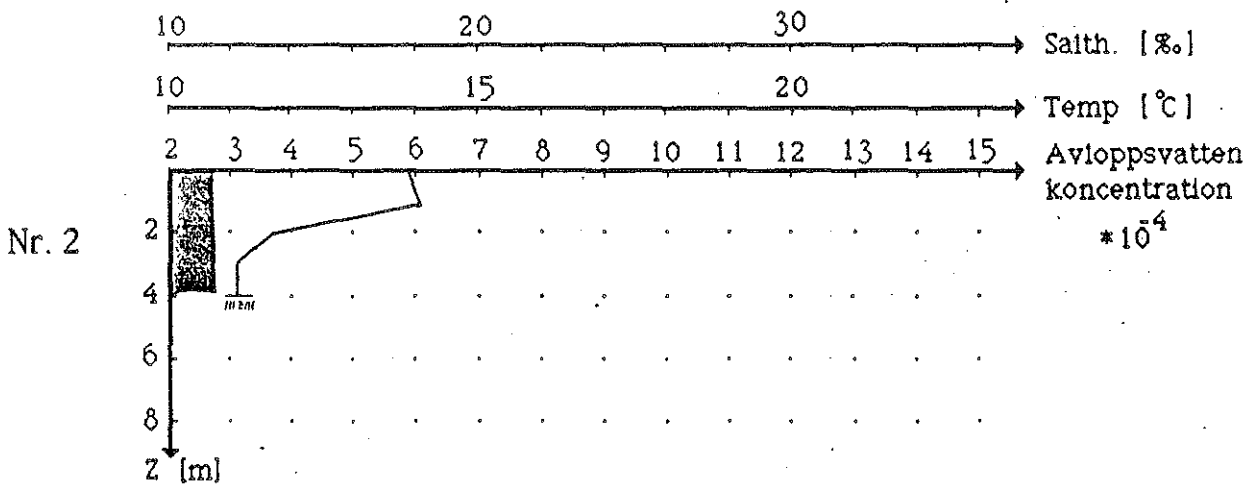
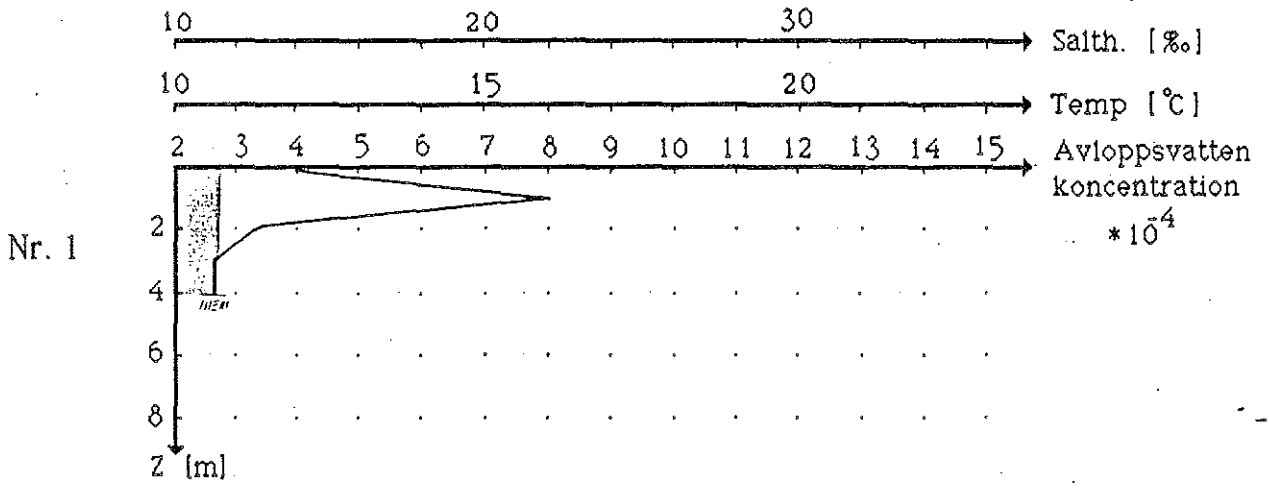


Skala 1:10000



MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Antal av	

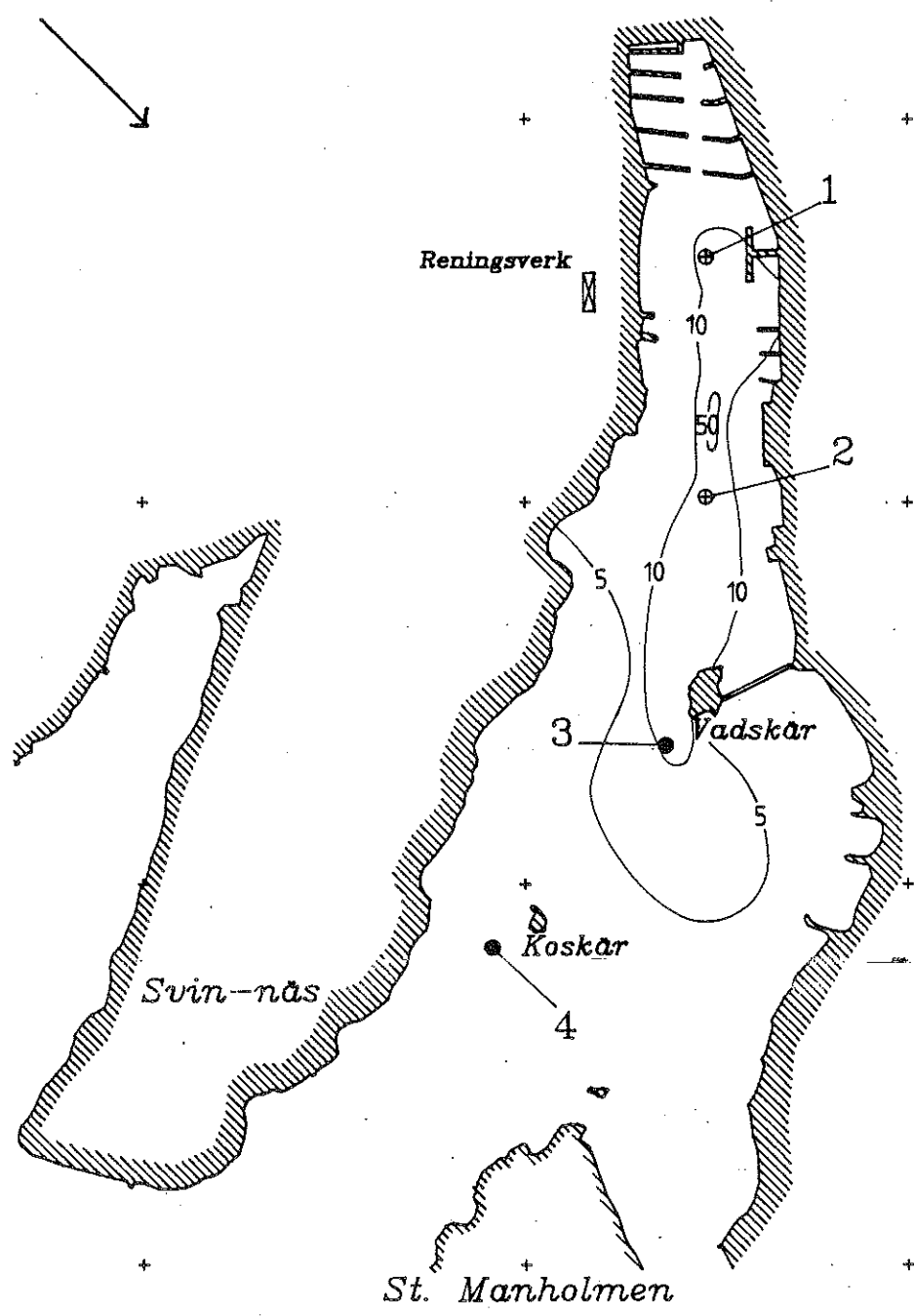
- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå



# GREBBESTADKILEN



DOSERING:	1	24 TIMMAR
MÄTNING:	5	
DATUM / TID:	90.06.05	15.30
TID EFTER PÅBÖRJAD DOSERING (TIMMAR):	24.5	
<b>DJUPPROFILER</b>		
⊕	AVLOPPSVATTENKONCENTRATION. $10^{-4}$	
●	SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.	

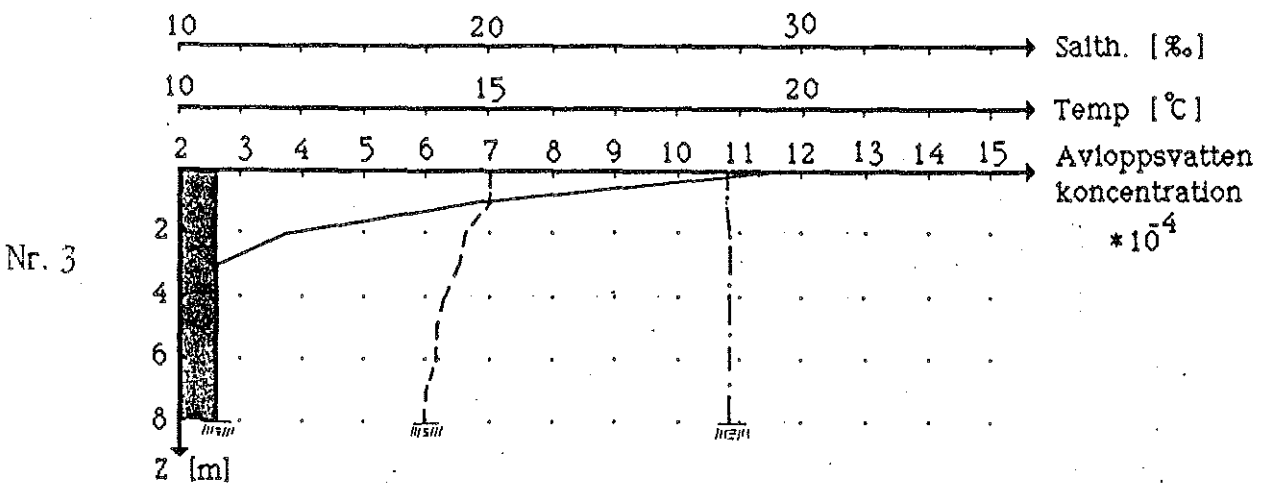
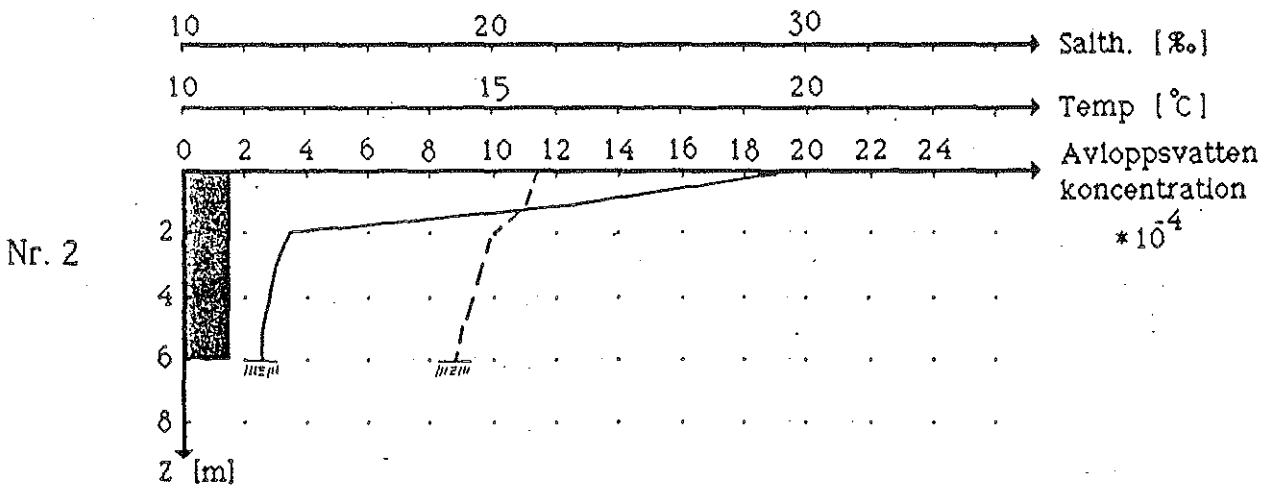
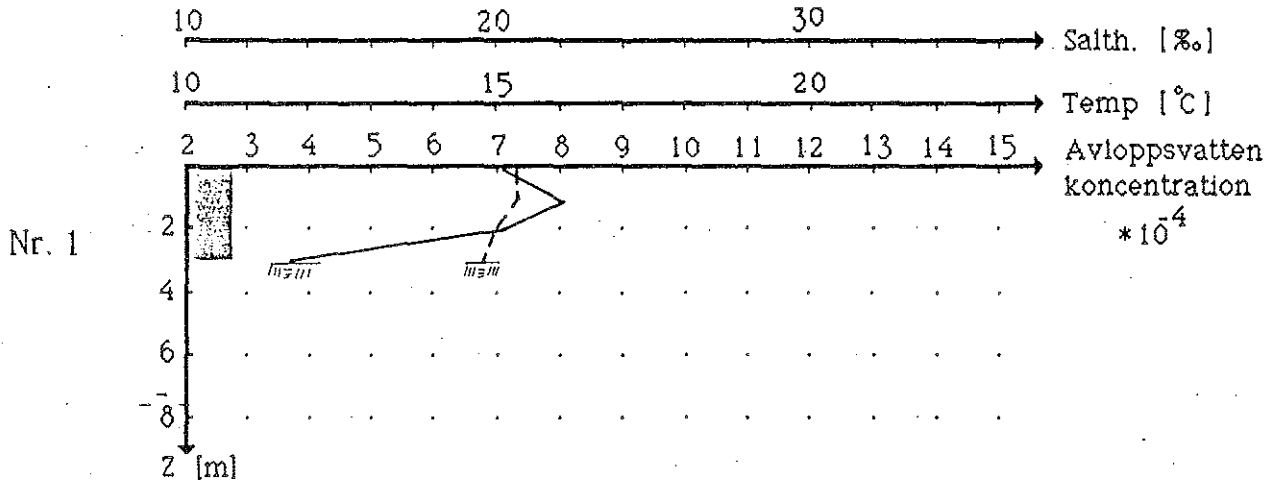


Skala 1:10000



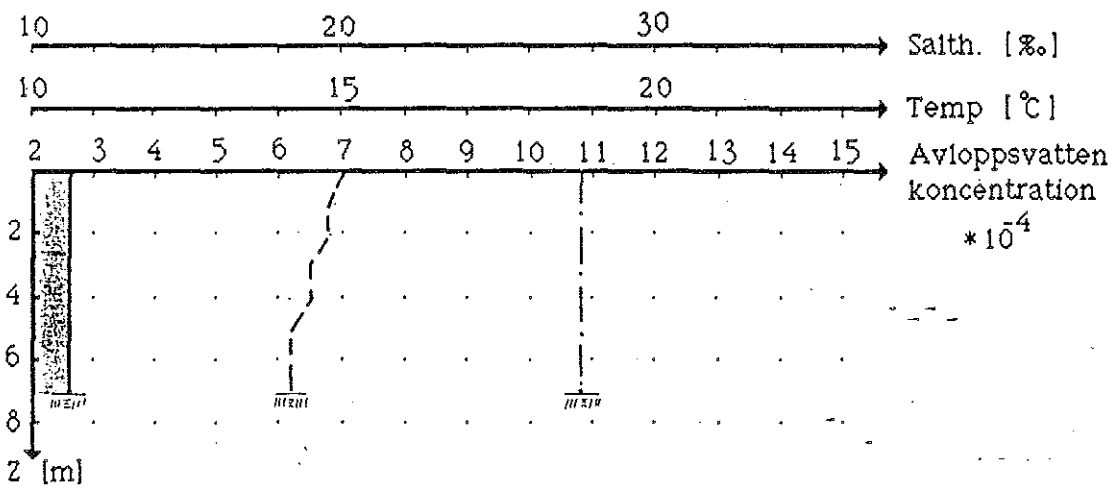
<b>MARIN</b>	<b>GREBBESTAD</b>
<b>MÄTTEKNIK AB</b>	<b>FLUORMETRI</b>
Skala 1:10000	
Bild av	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå



- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrundsnivå

Nr. 4



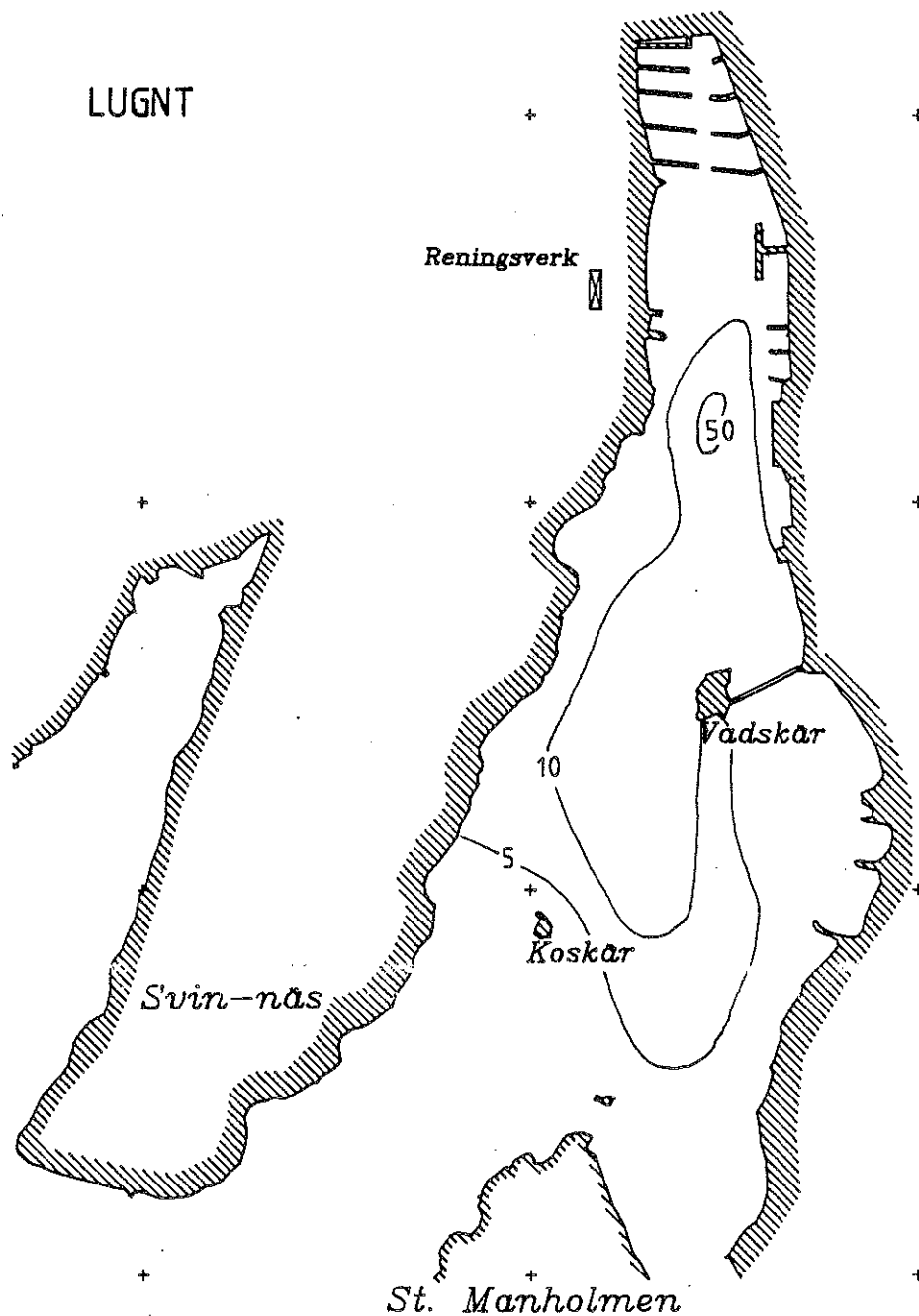
# GREBBESTADKILEN



DOSERING: 1 24 TIMMAR  
 MÄTNING: 6  
 DATUM / TID: 90.06.05 22.10  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 31

DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



Skala 1:10000



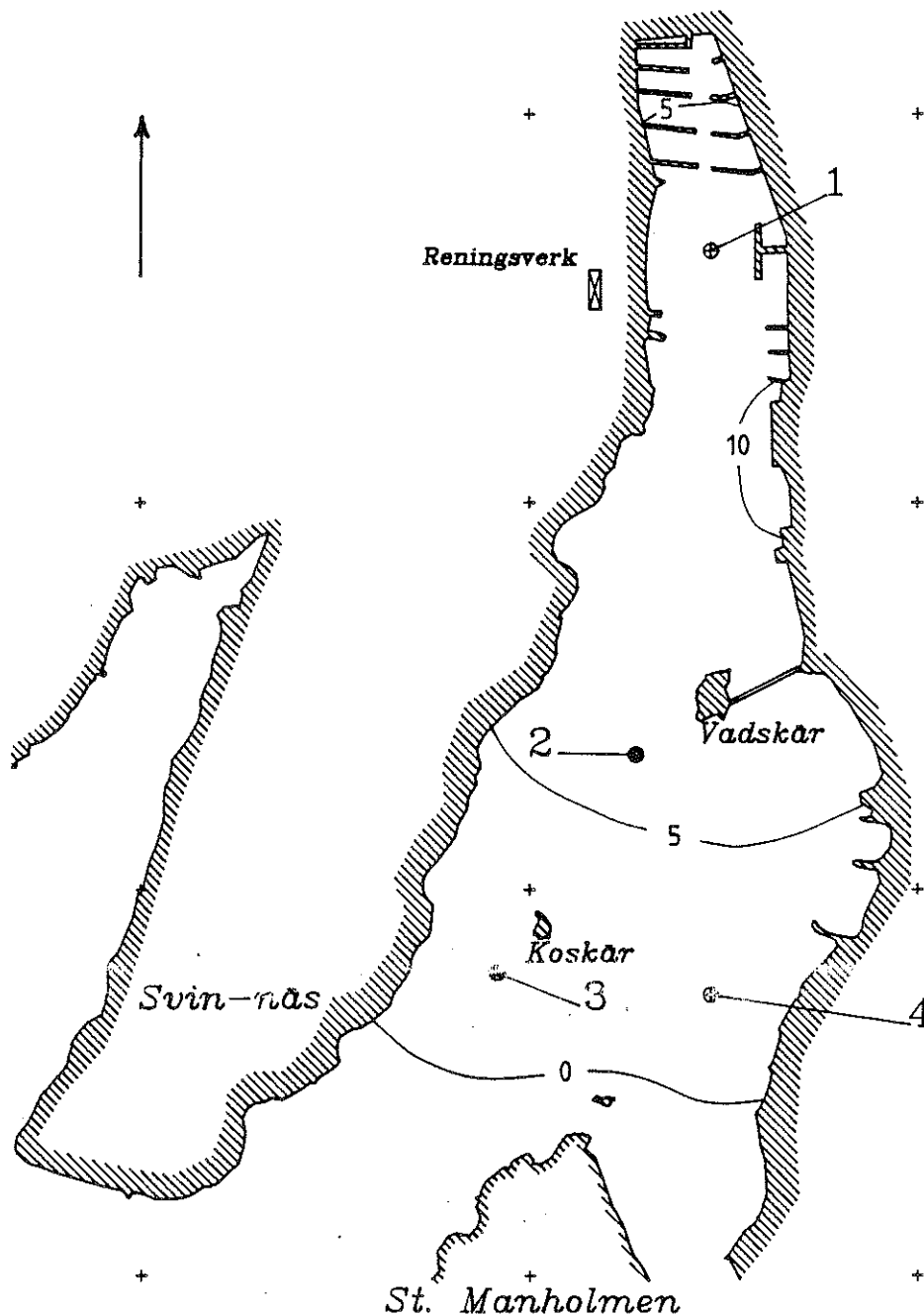
MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	

# GREBBESTADKILEN

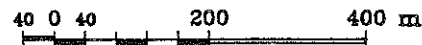
DOSERING: 1 24 TIMMAR  
 MÄTNING: 7  
 DATUM / TID: 90.06.06 10.50  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 43.5

DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



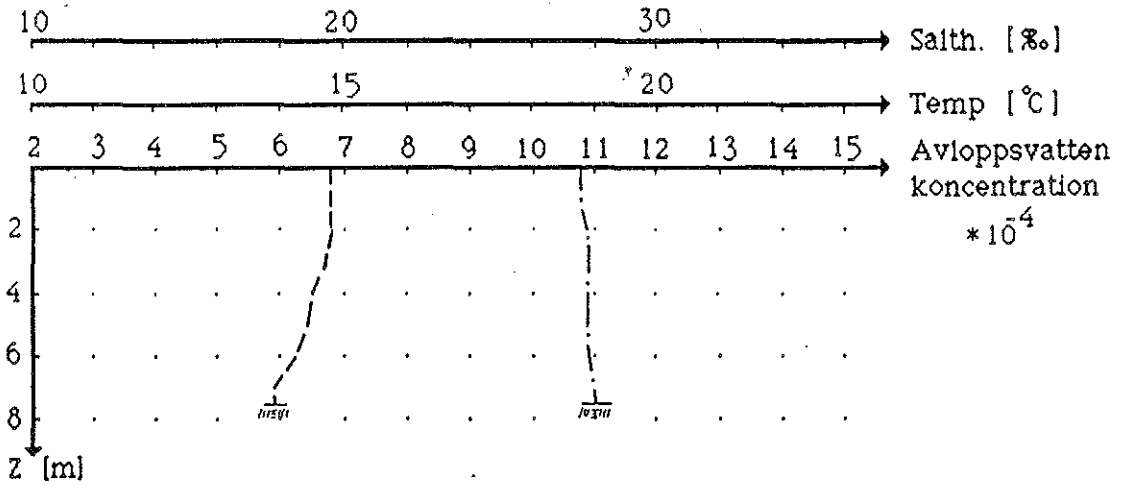
Skala 1:10000



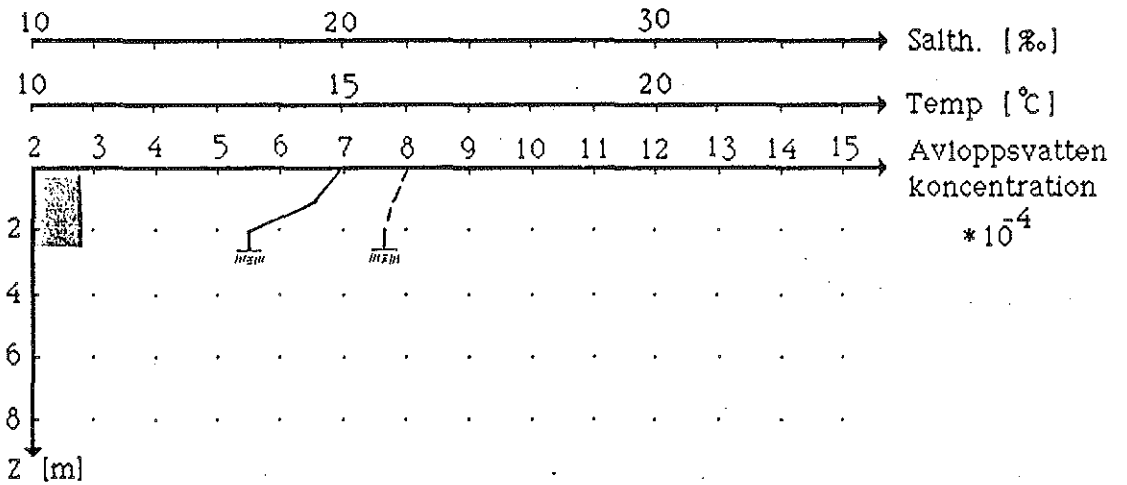
MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
U. Persson	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrundsnivå

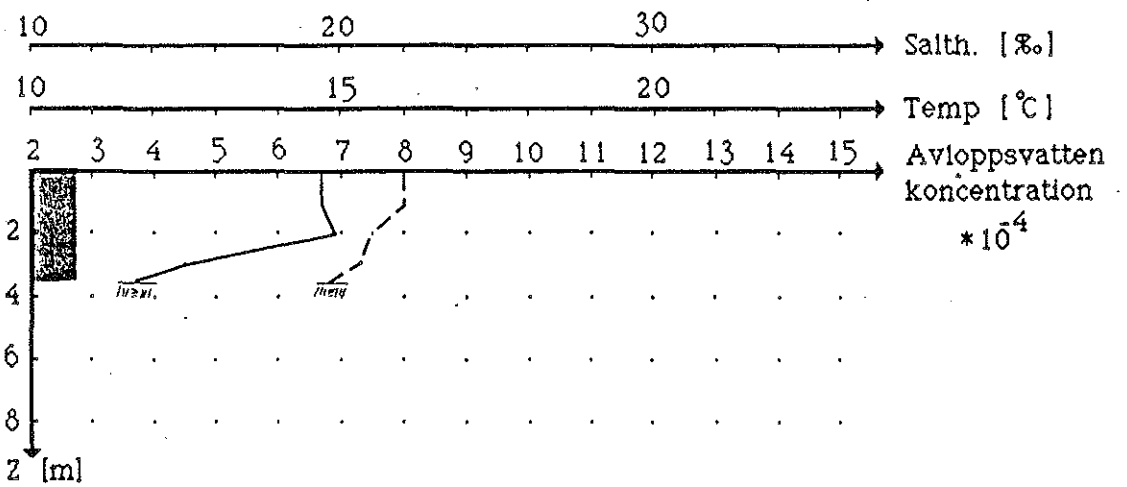
Nr. 1



Nr. 2

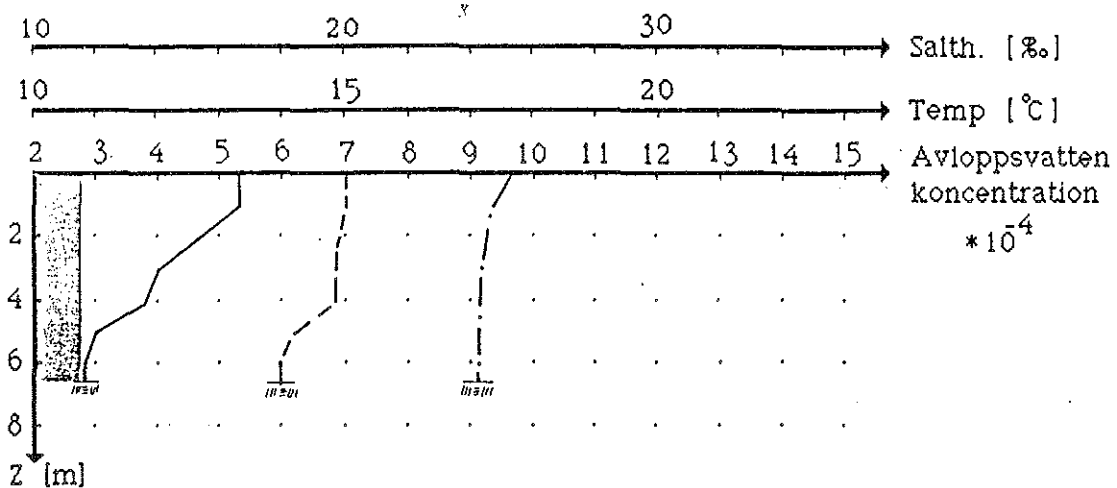


Nr. 3



- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrundsnivå

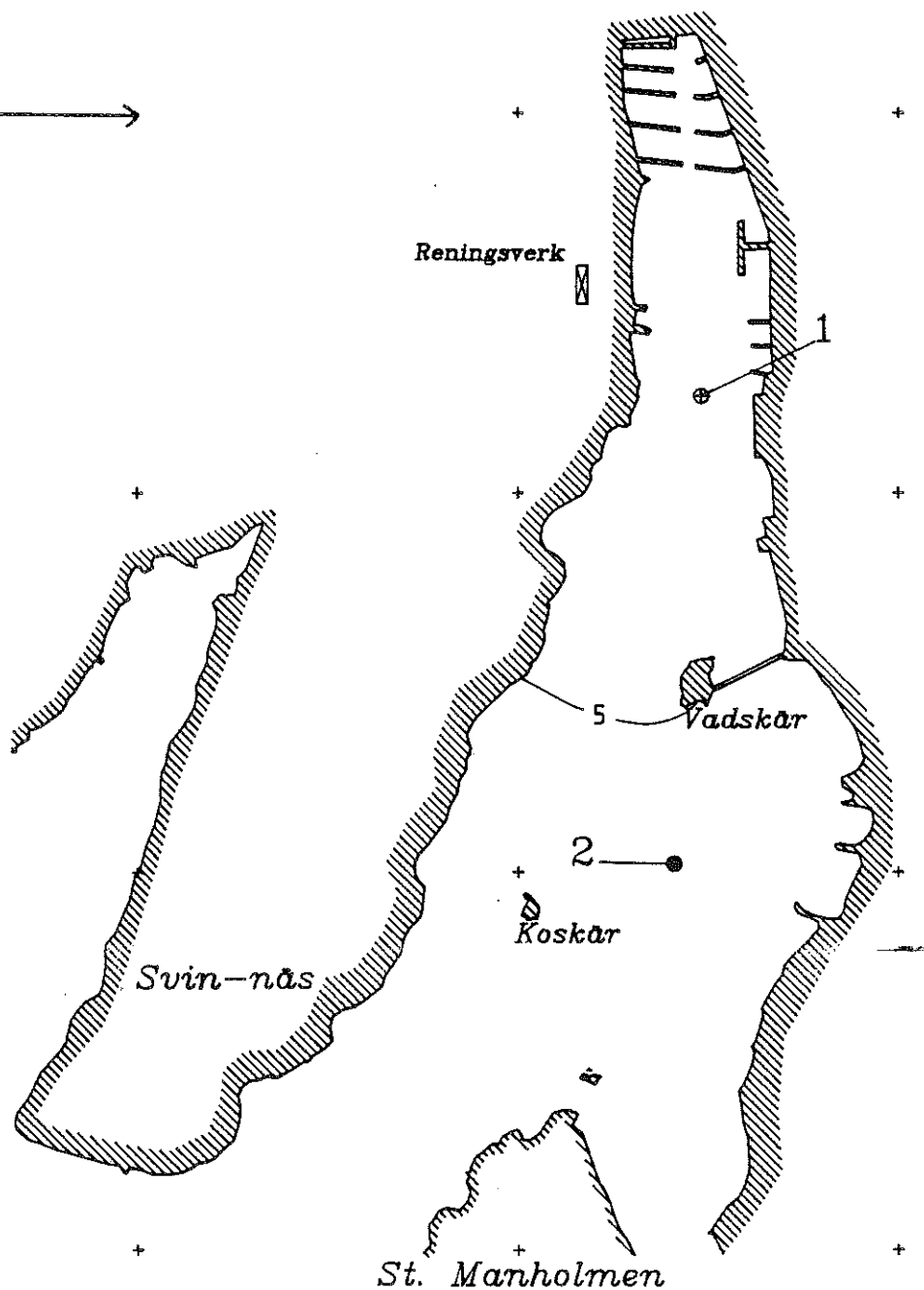
Nr. 4



DOSERING: 1 24 TIMMAR  
 MÄTNING: 8  
 DATUM / TID: 90.06.06 18.50  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 51.5

# GREBBESTADKILEN

- DJUPPROFILER
- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
  - SÄLTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



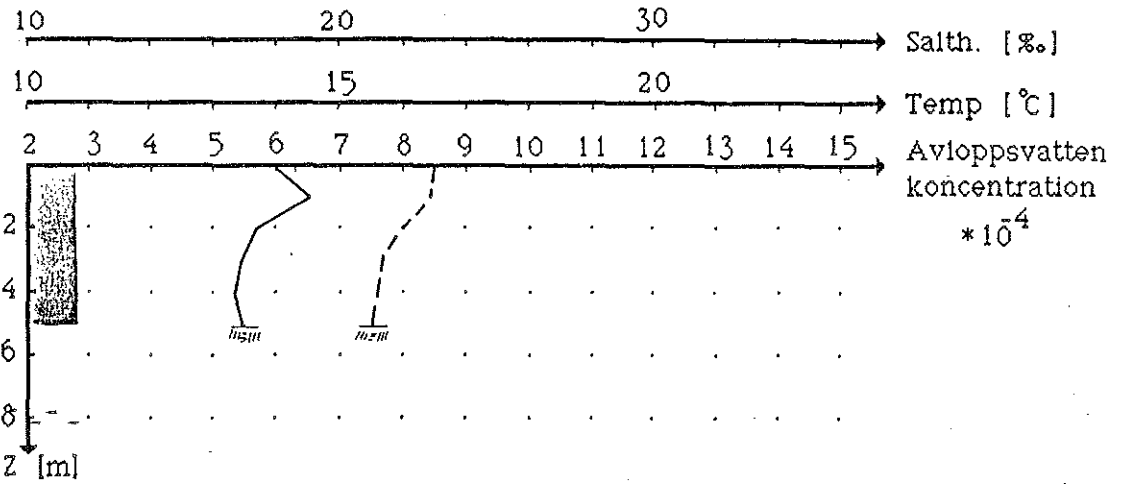
Skala 1:10000



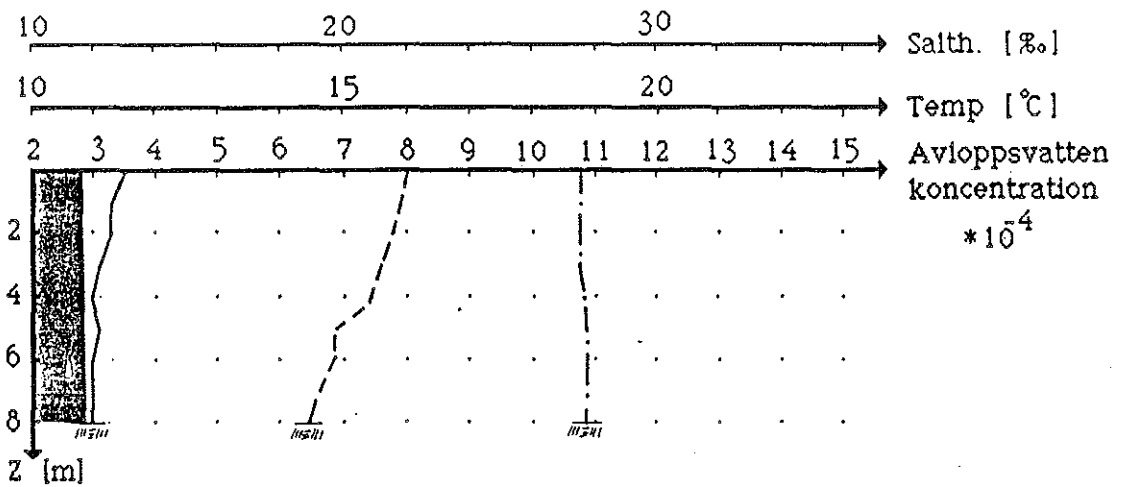
MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
U. Bergman	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 1

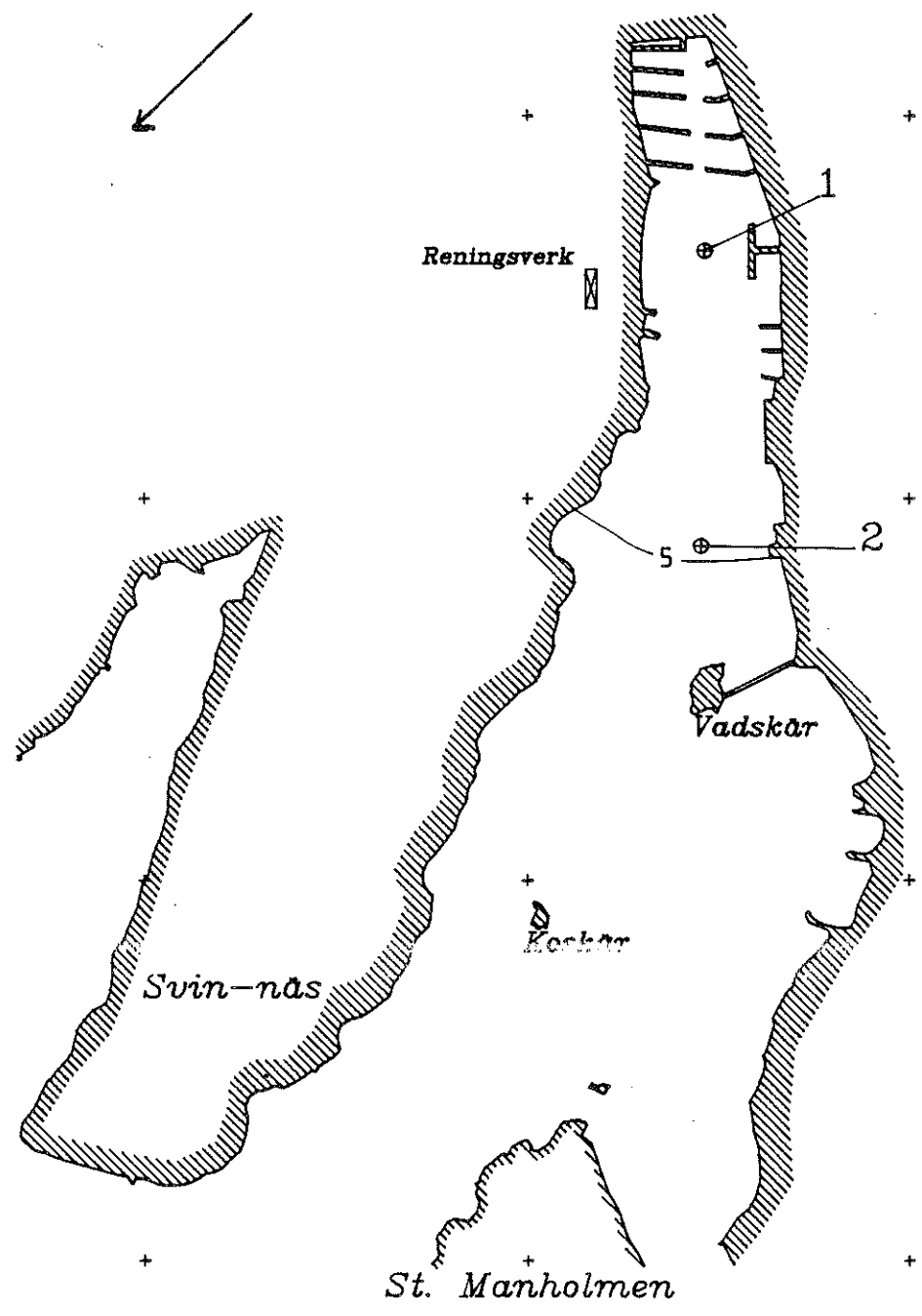


Nr. 2



# GREBBESTADKILEN

DOSERING:	1	24 TIMMAR
MÄTNING:	9	
DATUM / TID:	90.06.07	11.35
TID EFTER PÅBÖRJAD DOSERING (TIMMAR):	69	
DJUPPROFILER		
⊕	AVLOPPSVATTENKONCENTRATION. $10^{-4}$	
●	SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.	



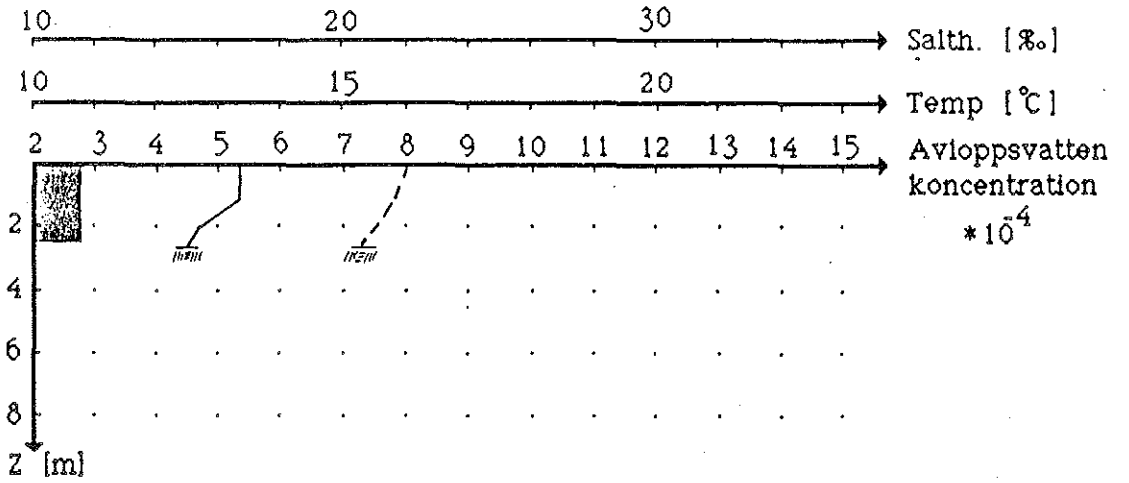
Skala 1:10000



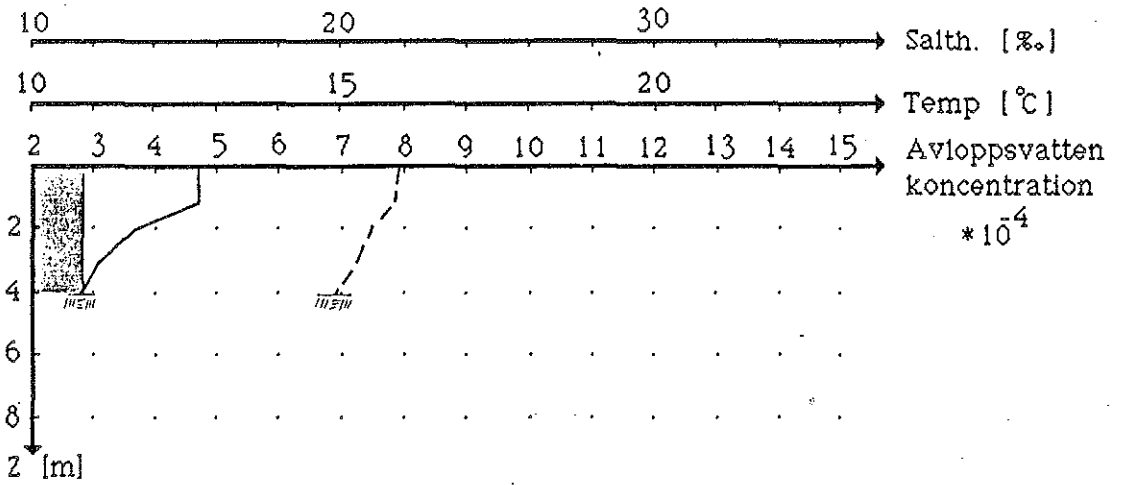
MARIN MÄTTEKNIK AB	GREBBESTAD FLUORMETRI
Skala 1:10000	
År 1990	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 1



Nr. 2



## DOSERING 2

### Hamburgsund

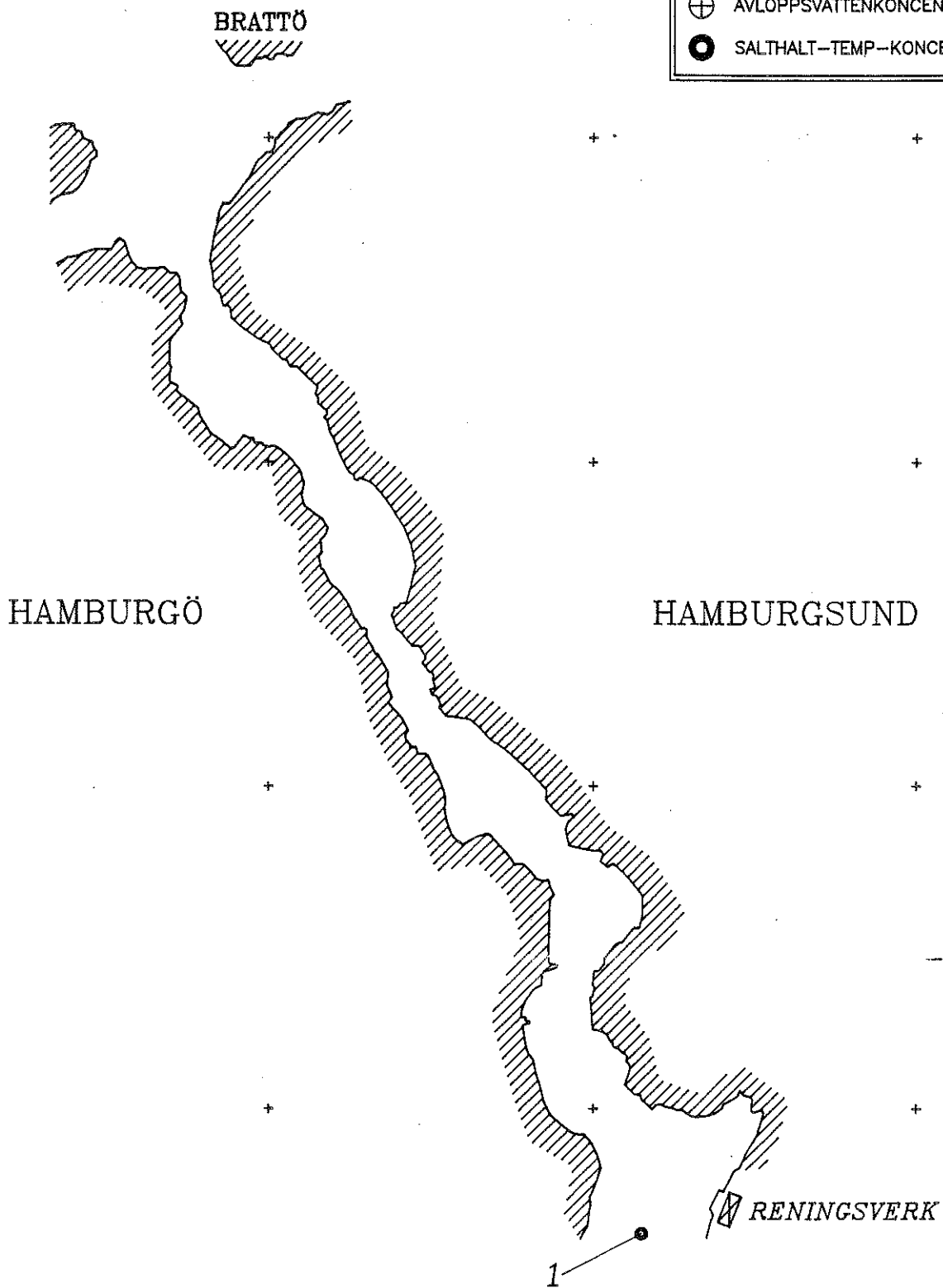
# HAMBURGSUND

DOSERING: 2 12 TIMMAR  
MÄTNING: 1  
DATUM / TID: 90.06.12 11.30  
TID EFTER PÅBÖRJAD  
DOSERING (TIMMAR): 1

## DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

BILAGA 20



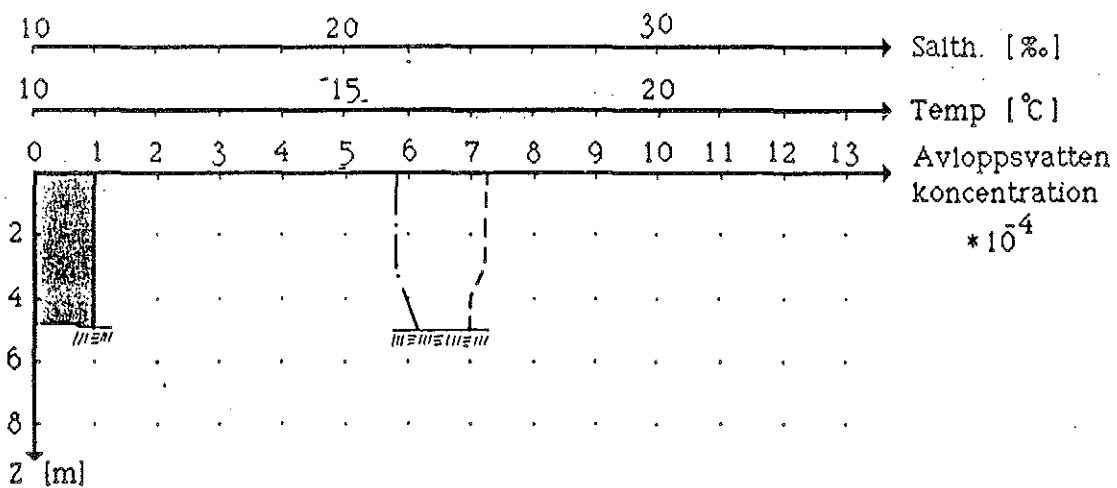
Skala 1:10000

40 0 40 200 400 m

MARIN	HAMBURGSUND
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ättad av	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 1



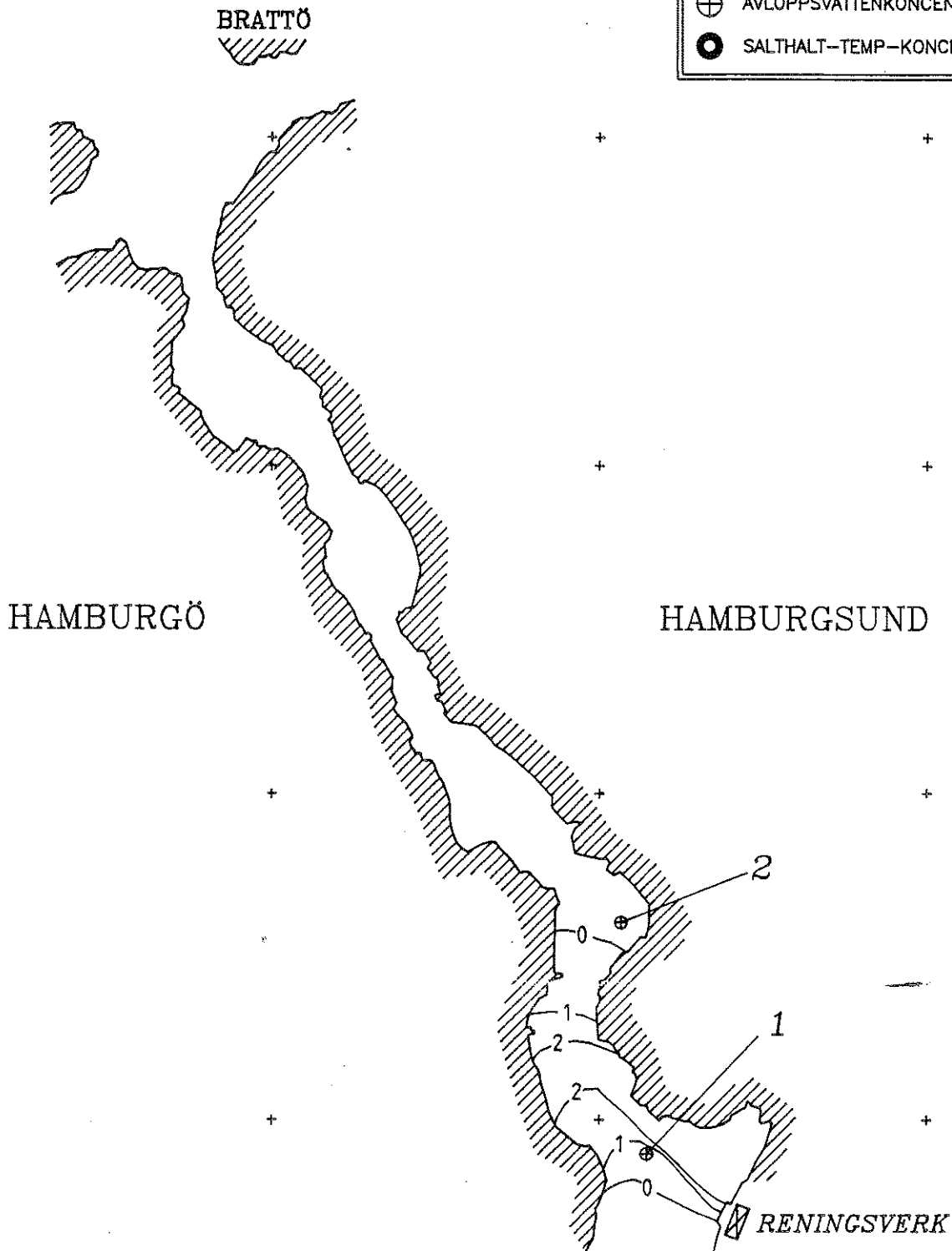
# HAMBURGSUND

DOSERING: 2 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 2  
 DATUM / TID: 90.06.12 13.15  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 3

## DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

BILAGA 22



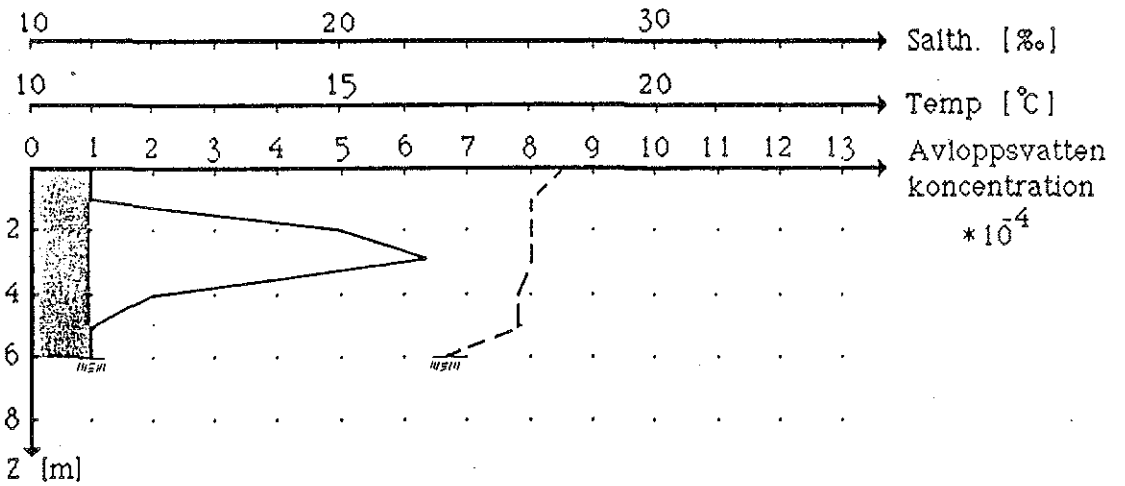
Skala 1:10000

40 0 40 200 400 m

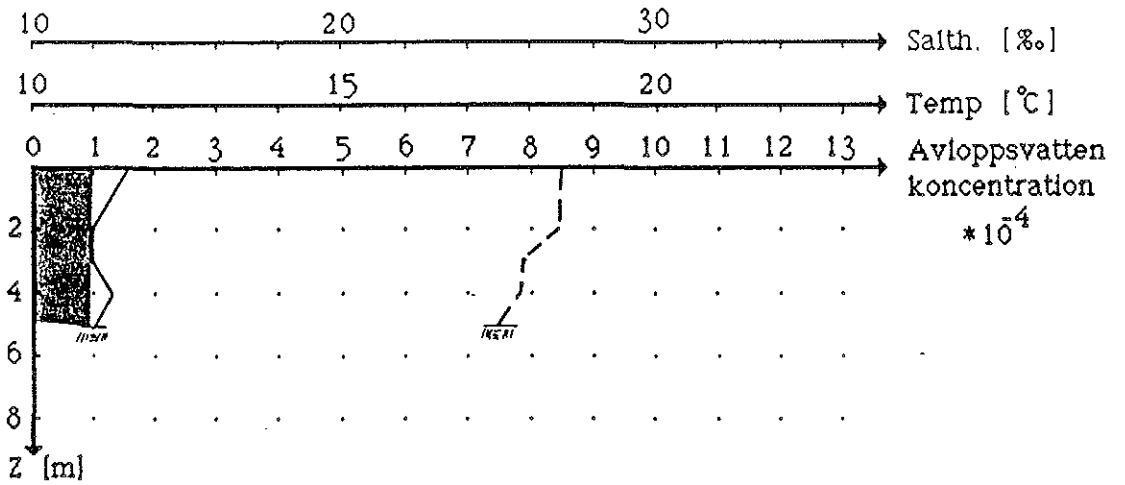
MARIN	HAMBURGSUND
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
M. Persson	
1990-11-09	
	HAM 90 12h-2

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrundsnivå

Nr. 1



Nr. 2



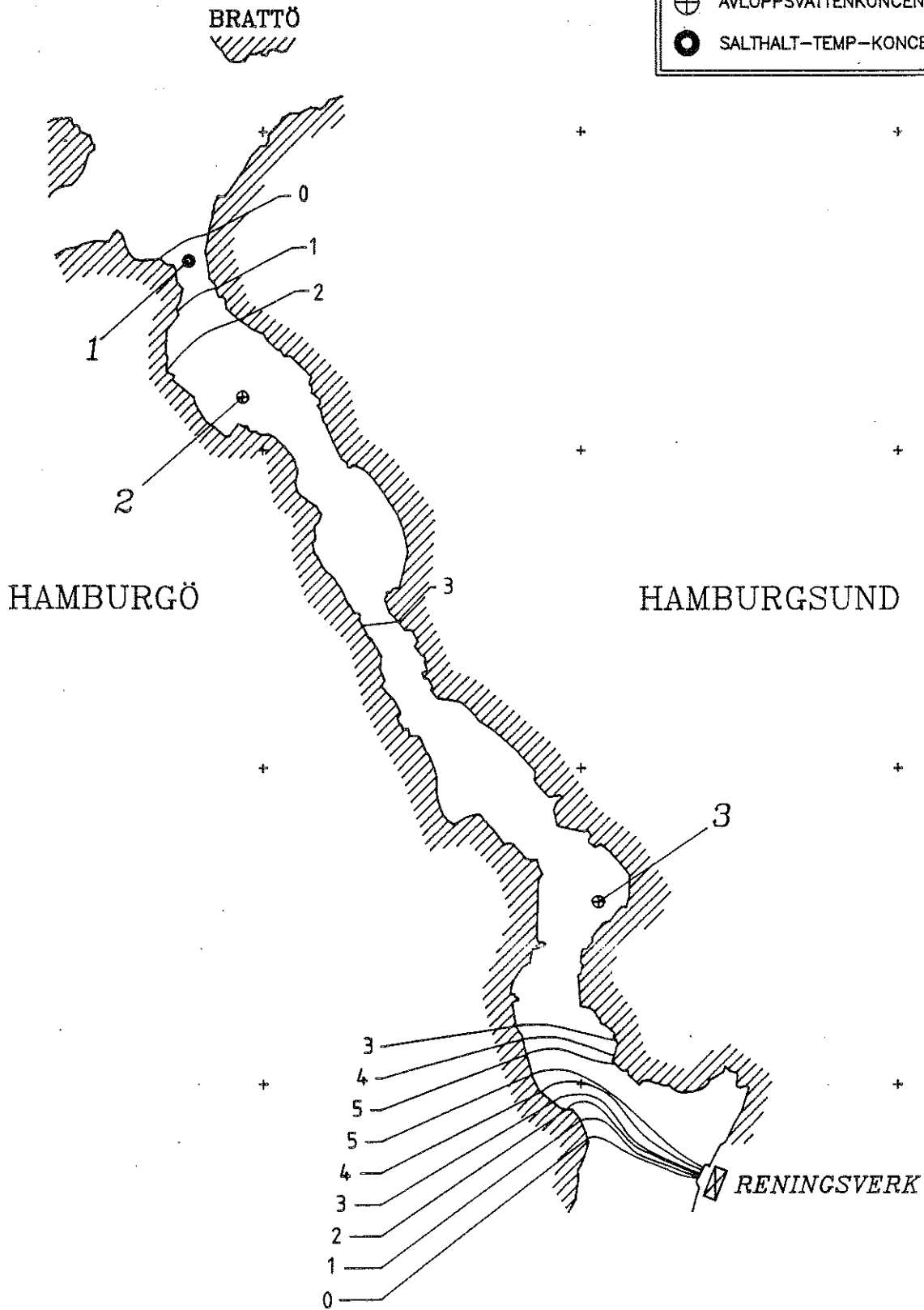
# HAMBURGSUND

DOSERING: 2 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 3  
 DATUM / TID: 90.06.12 15.50  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 5.5

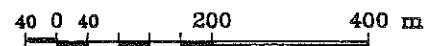
## DJUPPROFLER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

BILAGA 24



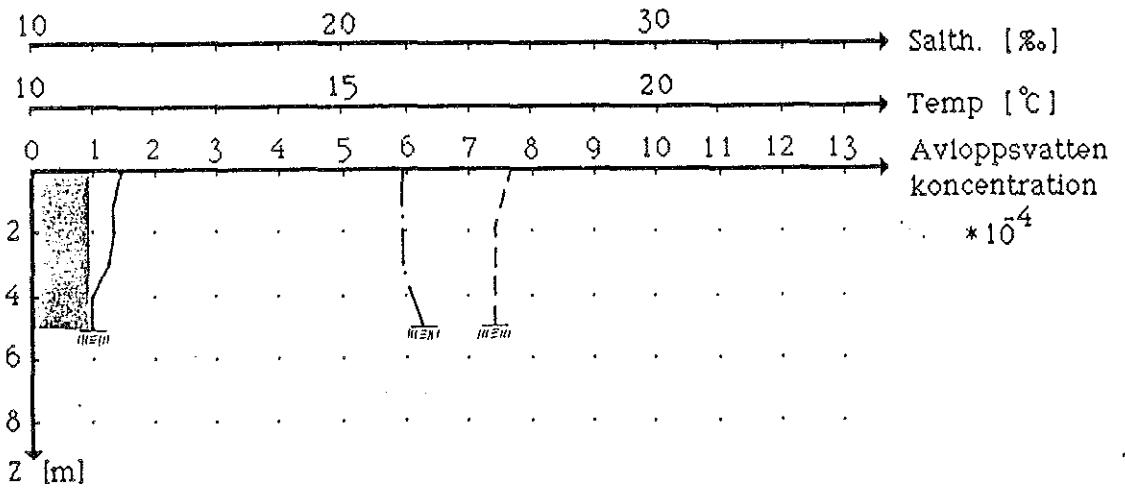
Skala 1:10000



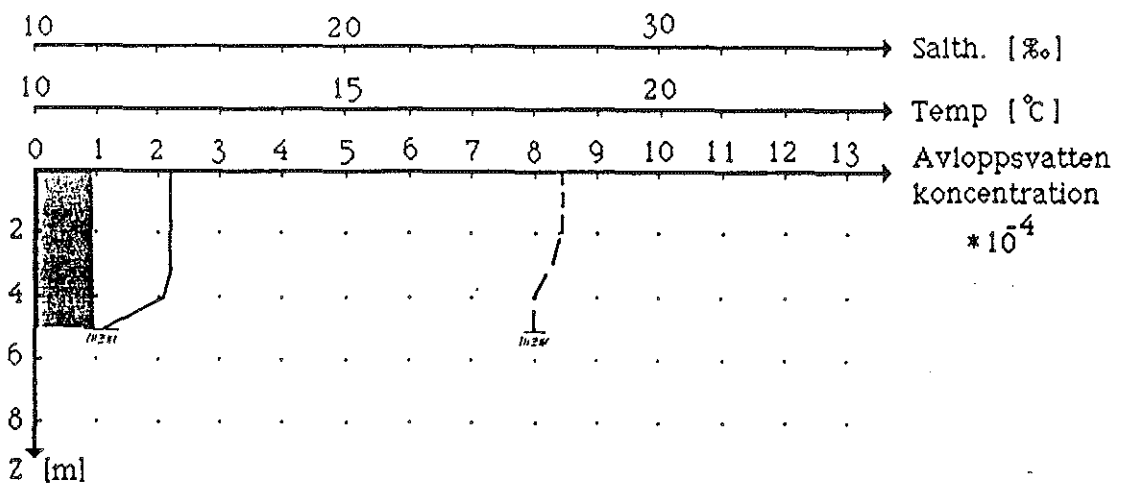
MARIN	HAMBURGSUND
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
M. Persson	
1990-11-20	
	HAM 90 12h-3

- Avloppsvattenkoncentration
- - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrundsnivå

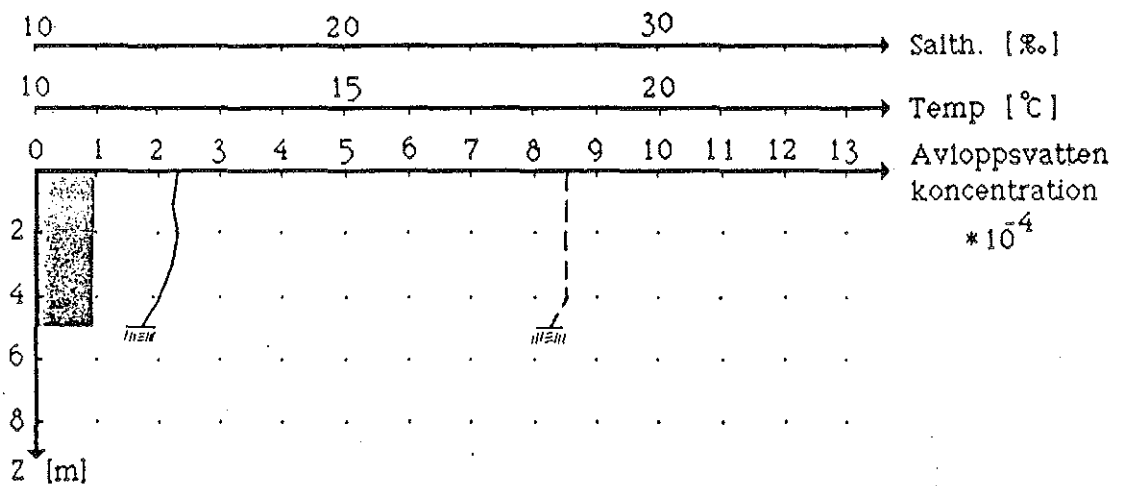
Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



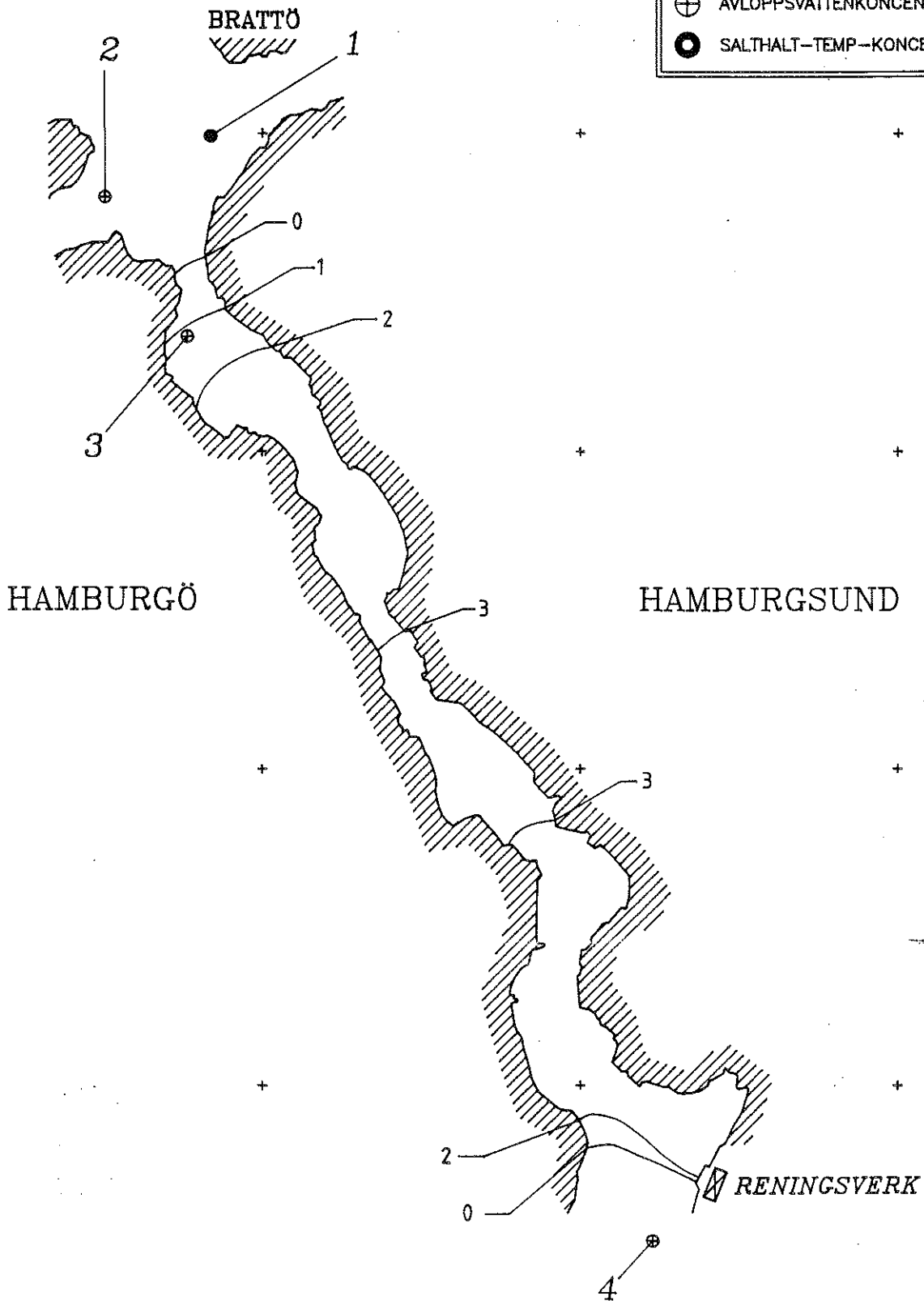
# HAMBURGSUND

DOSERING: 2 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 4  
 DATUM / TID: 90.06.12 22.50  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 12.5

## DJUPPROFLER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

BILAGA 26



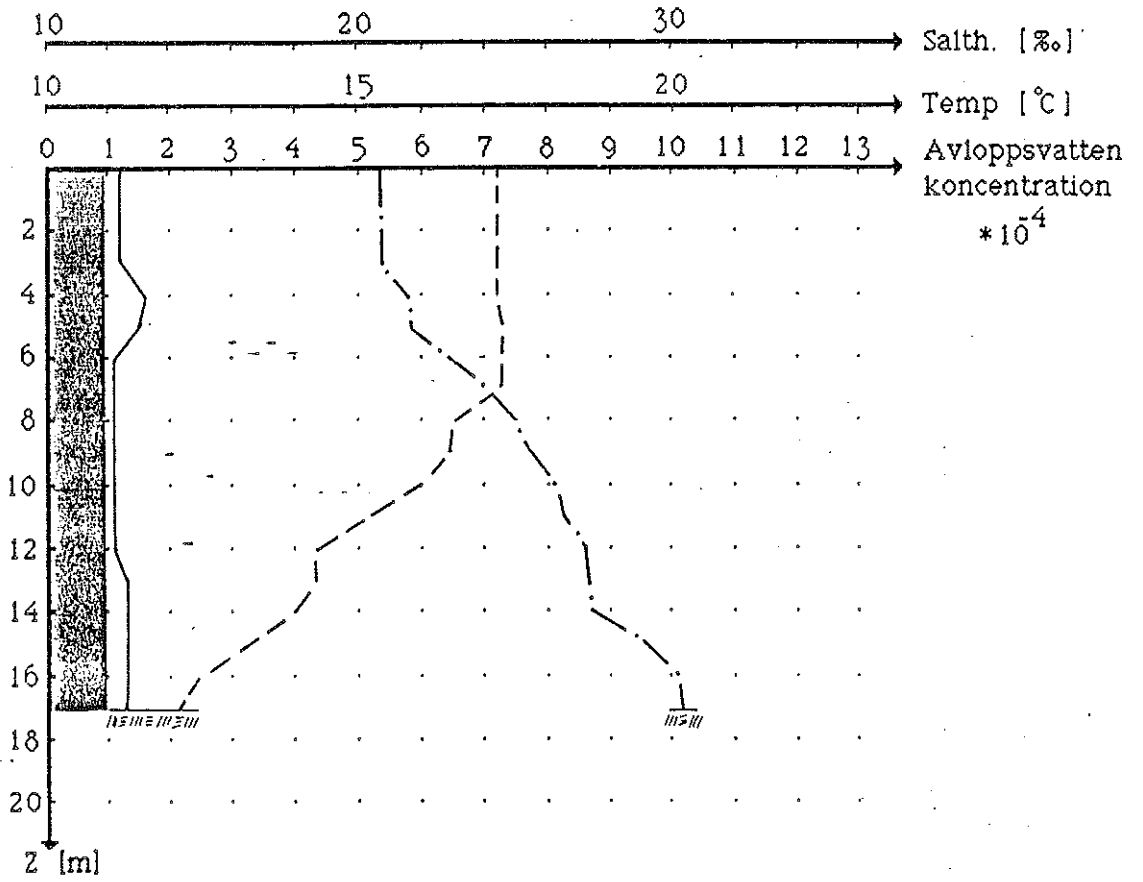
Skala 1:10000

40 0 40 200 400 m

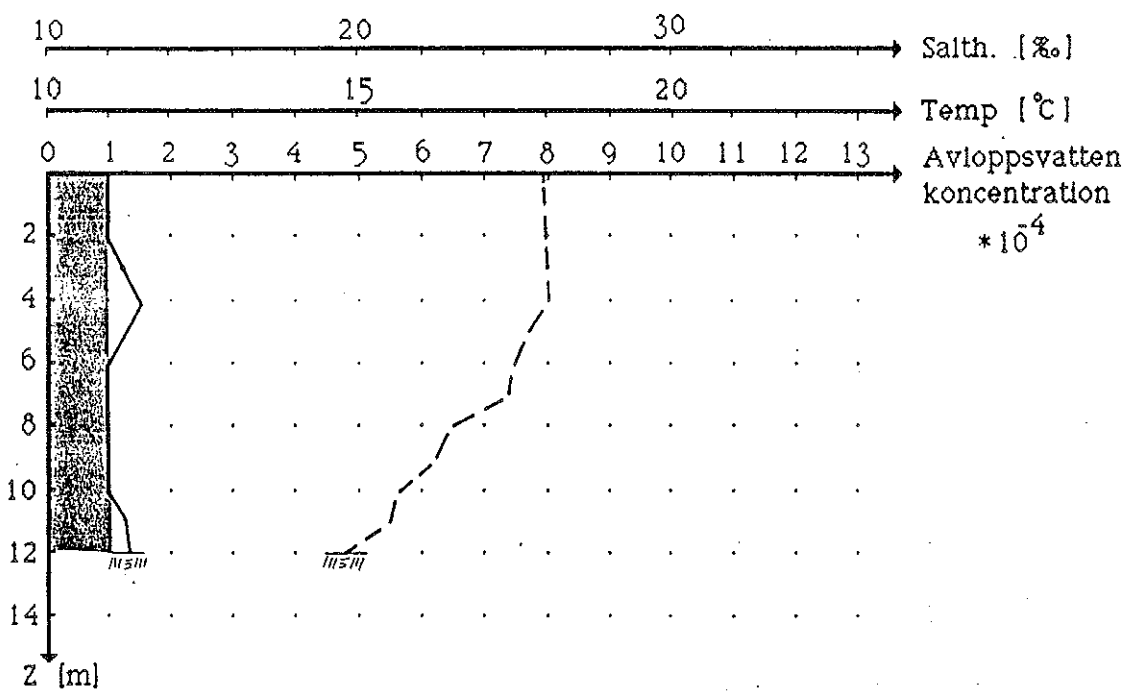
MARIN	HAMBURGSUND
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
M. Persson	
1990-11-09	
	HAM 90 12h-4

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 1

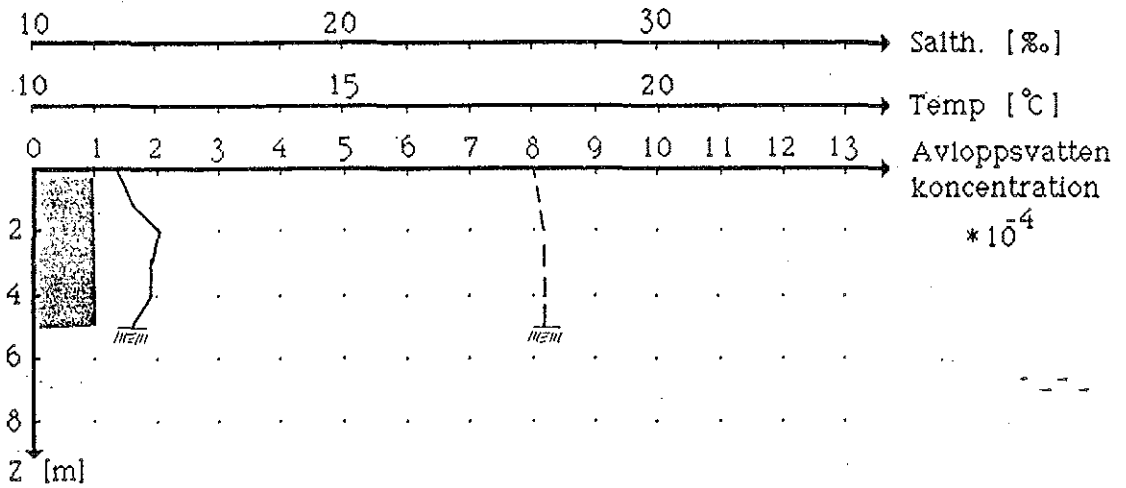


Nr. 2

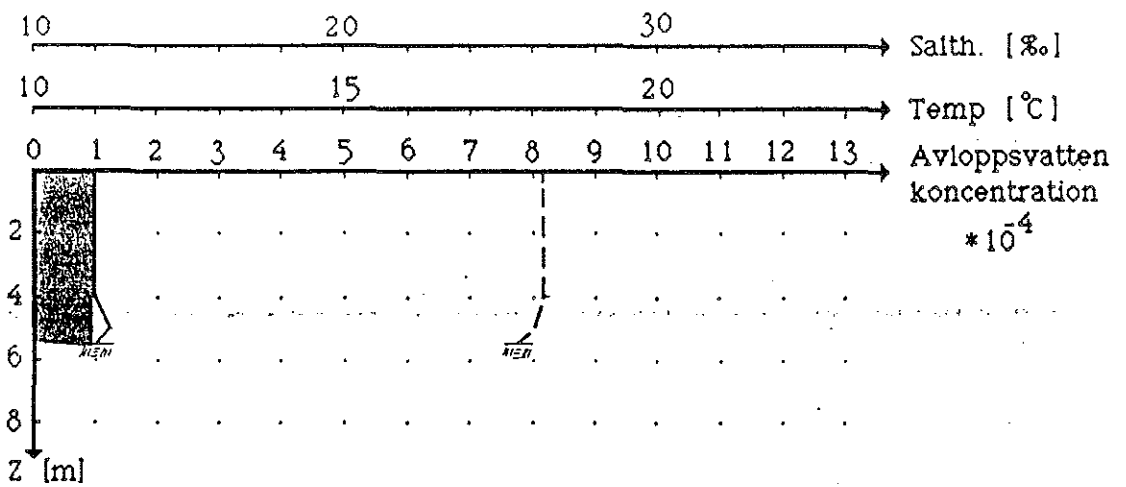


- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 3



Nr. 4



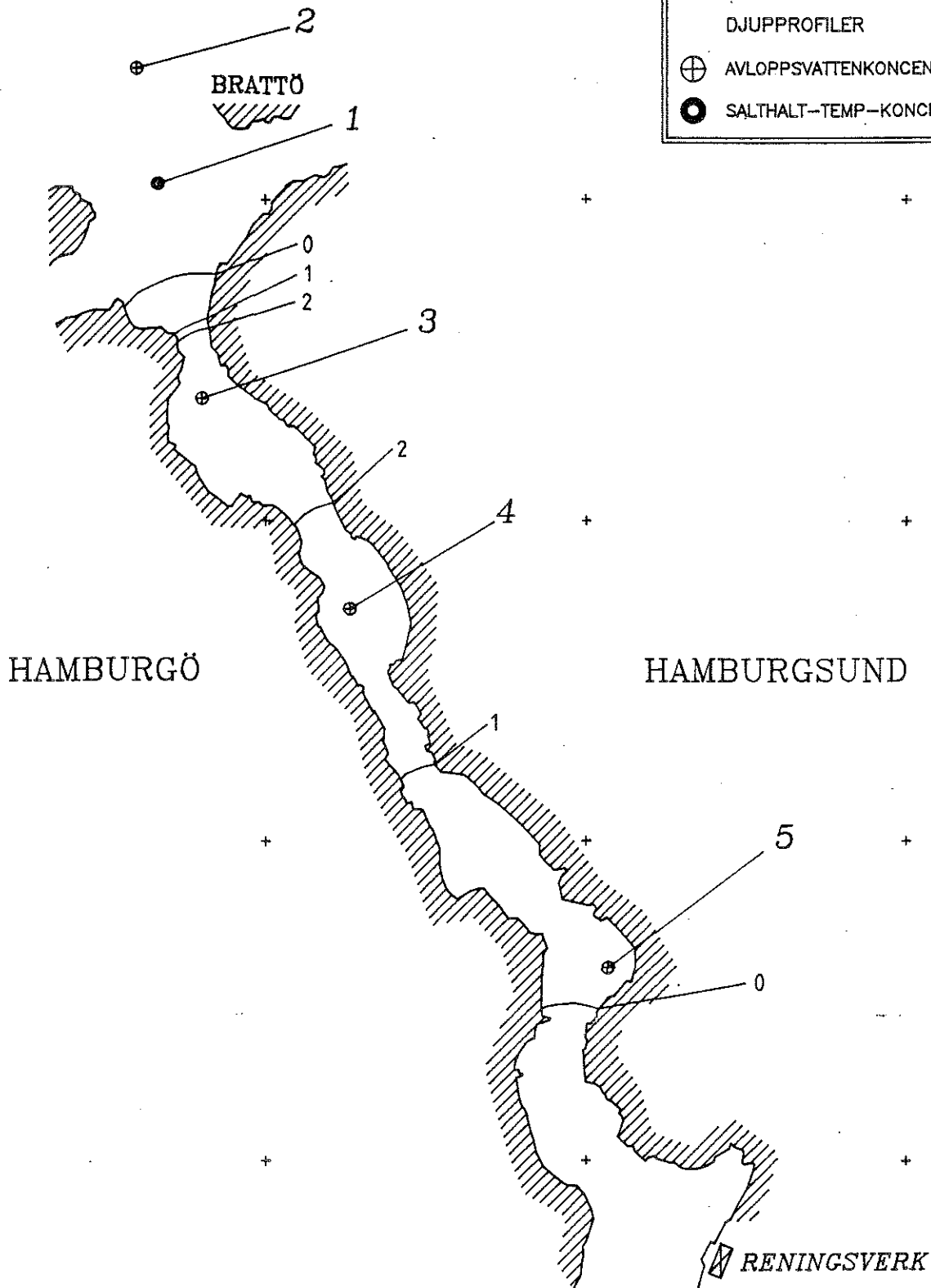
# HAMBURGSUND

DOSERING: 2 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 5  
 DATUM / TID: 90.06.13 11.30  
 TID EFTER PÅBÖRJAD DOSERING (TIMMAR): 25

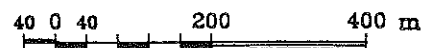
## DJUPPROFILER

⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$   
 ● SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

BILAGA 29



Skala 1:10000

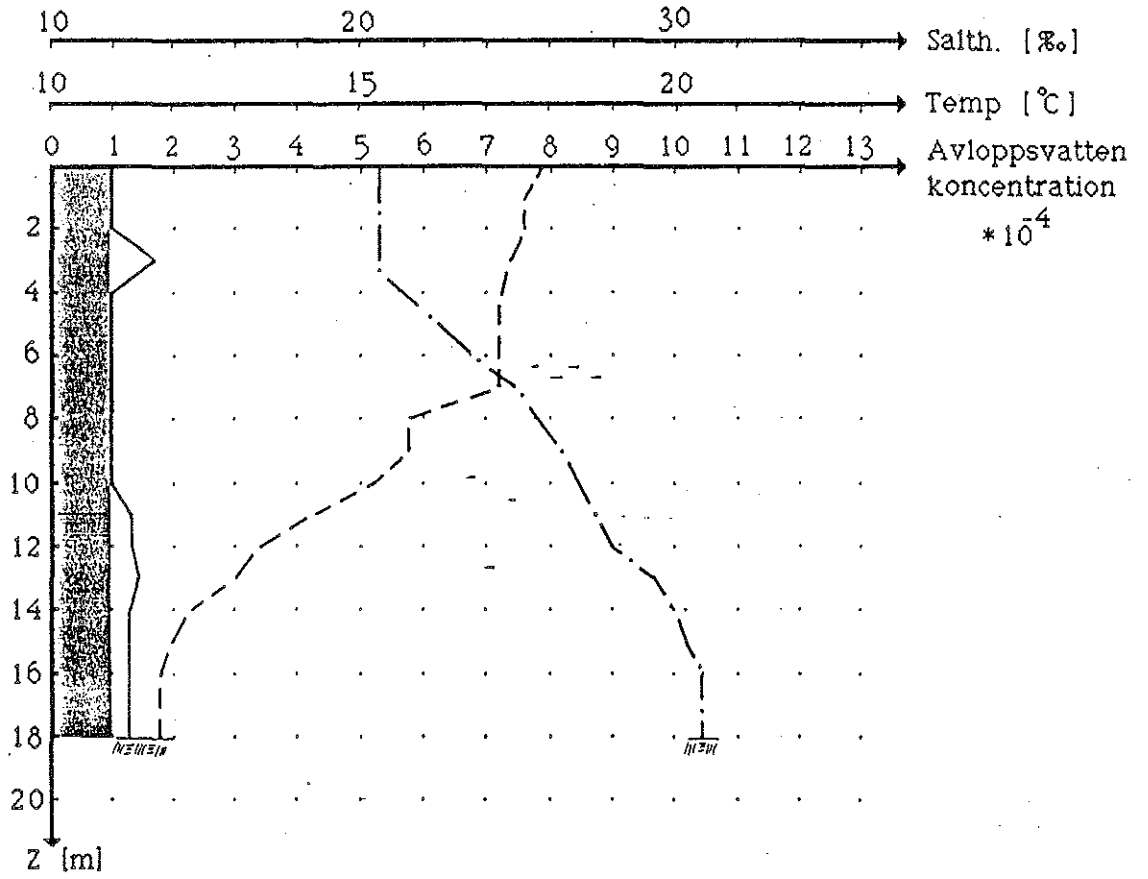


MARIN	HAMBURGSUND
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Bilag av	
M. Persson	

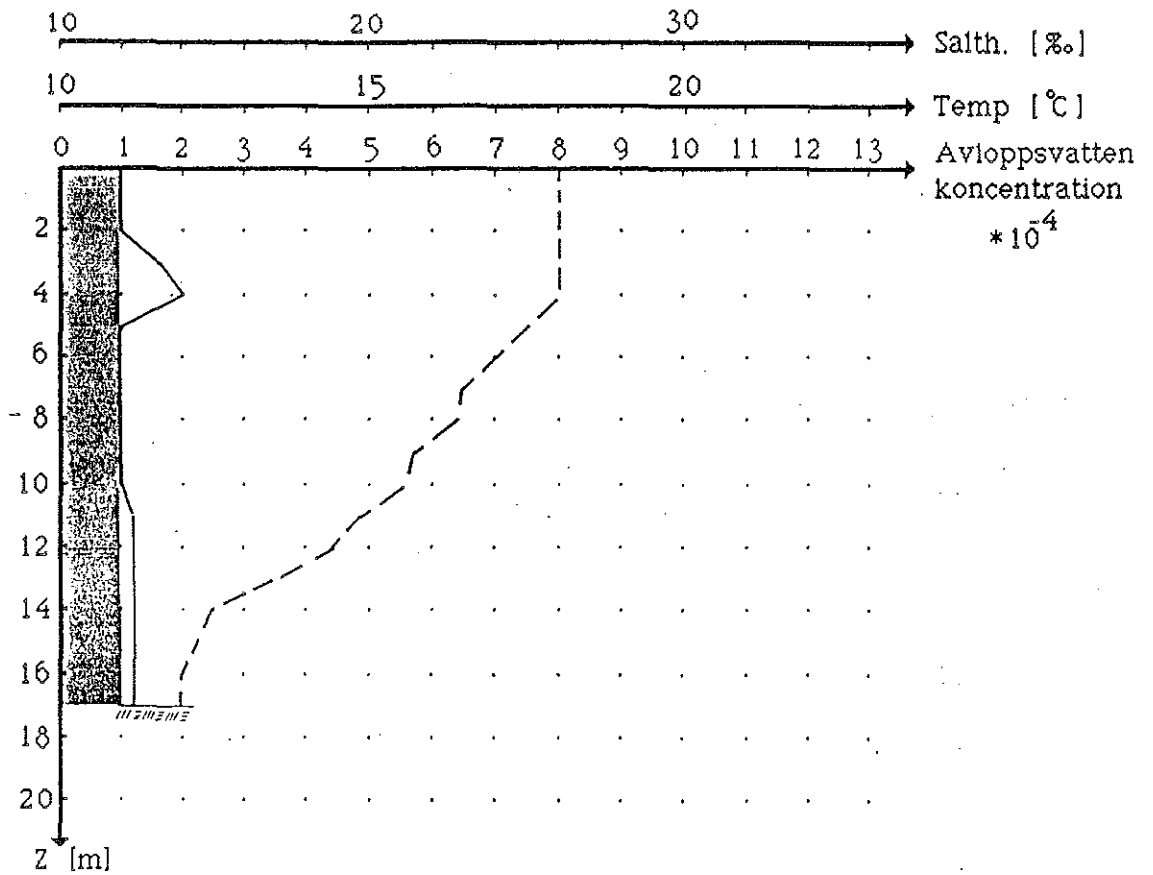
HAM 90 12b-5

- Avloppsvattenkoncentration
- - - Vattentemperatur
- · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 1

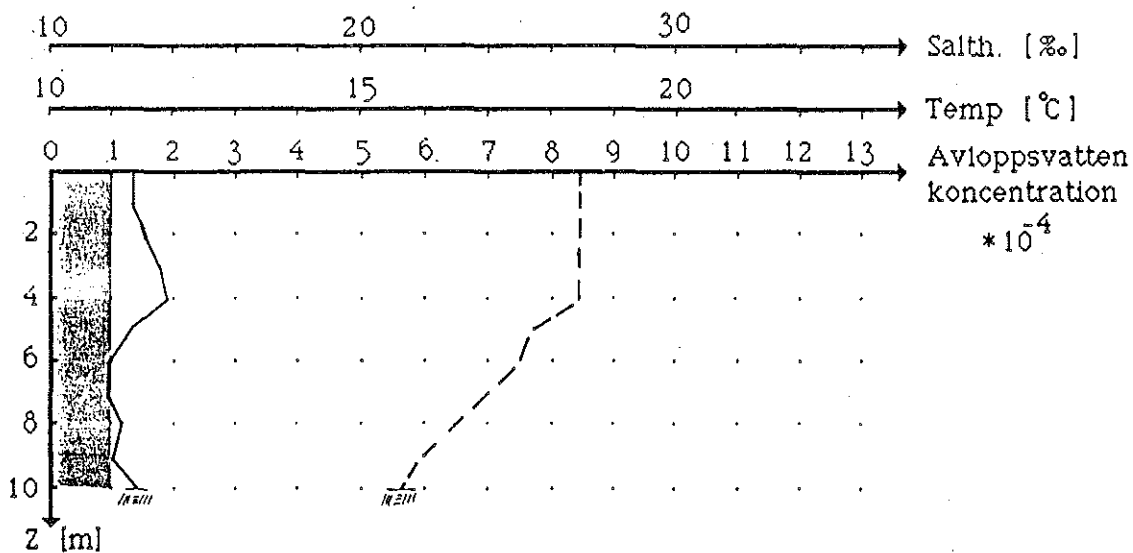


Nr. 2

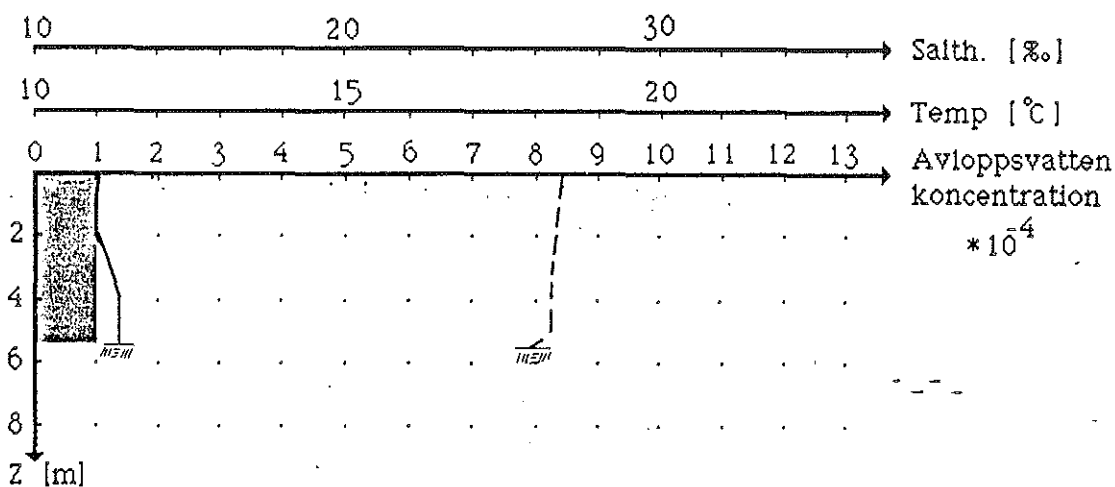


- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · - · - Saithalt
- Bakgrunds nivå

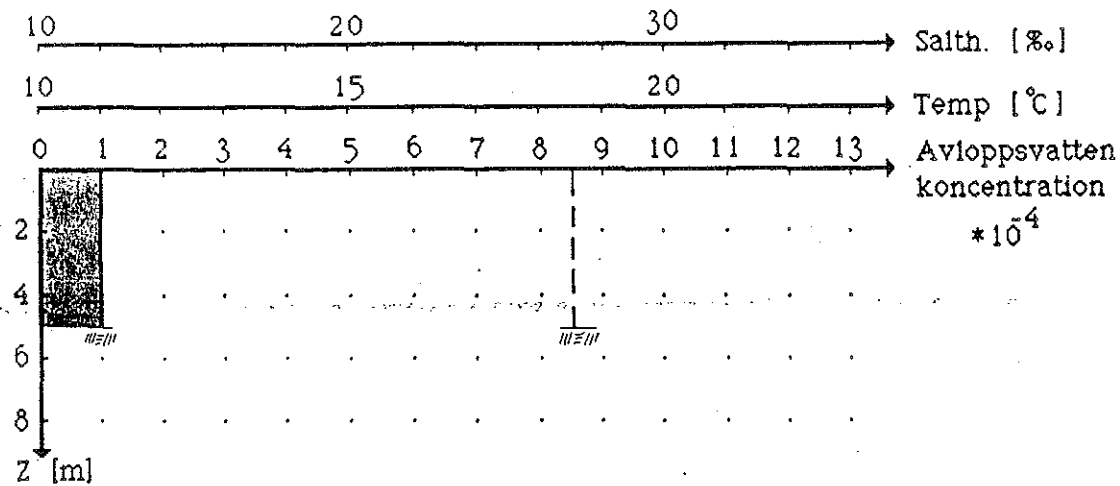
Nr. 3



Nr. 4



Nr. 5



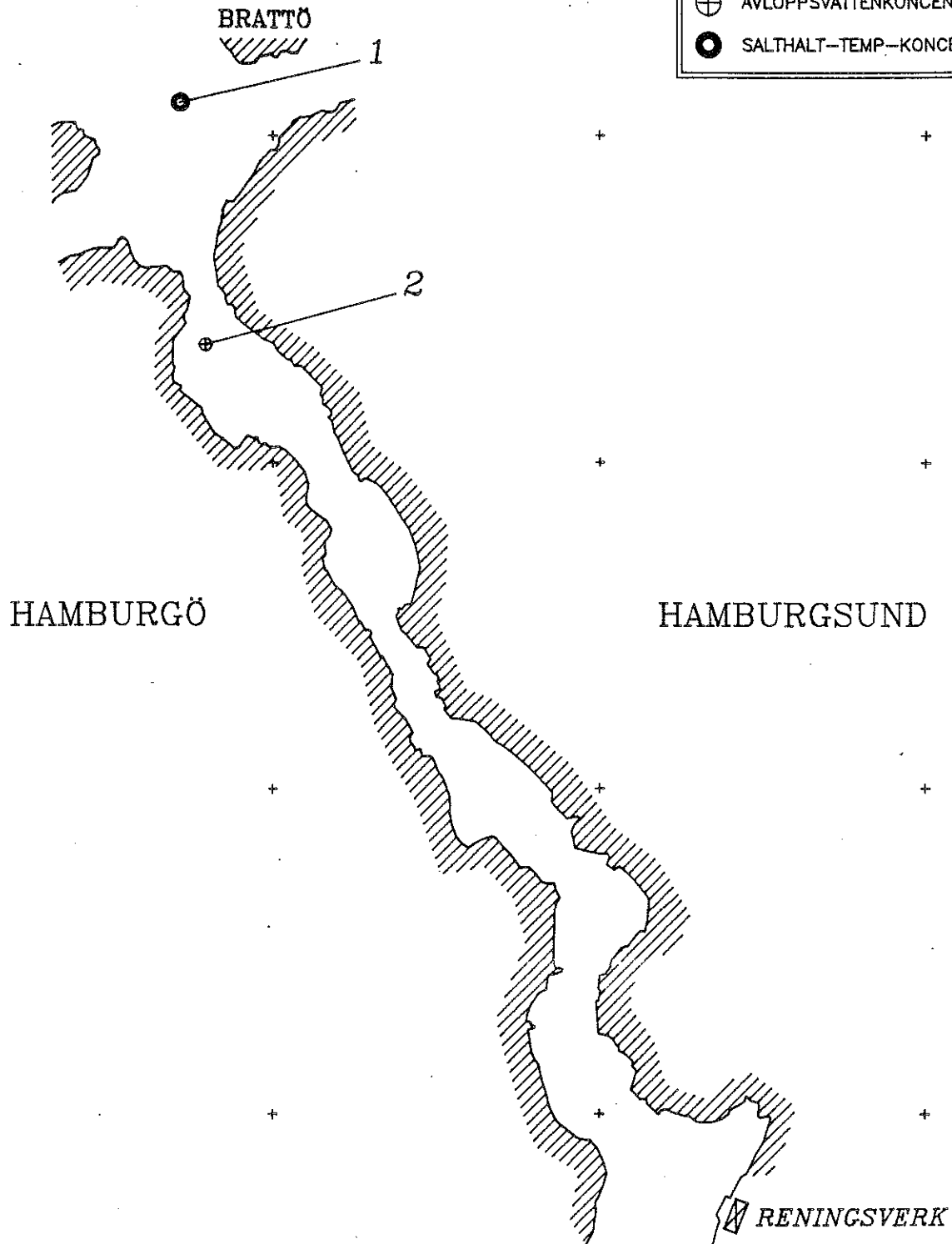
# HAMBURGSUND

DOSERING: 2 12 TIMMAR  
MÄTNING: 6  
DATUM / TID: 90.06.13 19.20  
TID EFTER PÅBÖRJAD  
DOSERING (TIMMAR): 33

## DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

BILAGA 32



Skala 1:10000

40 0 40 200 400 m

MARIN MÄTTEKNIK AB	HAMBURGSUND
Skala 1:10000 filig av	FLUORMETRI



DOSERING 3

Grebbestad

DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 1  
 DATUM / TID: 90.06.18 15.10  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 1.5

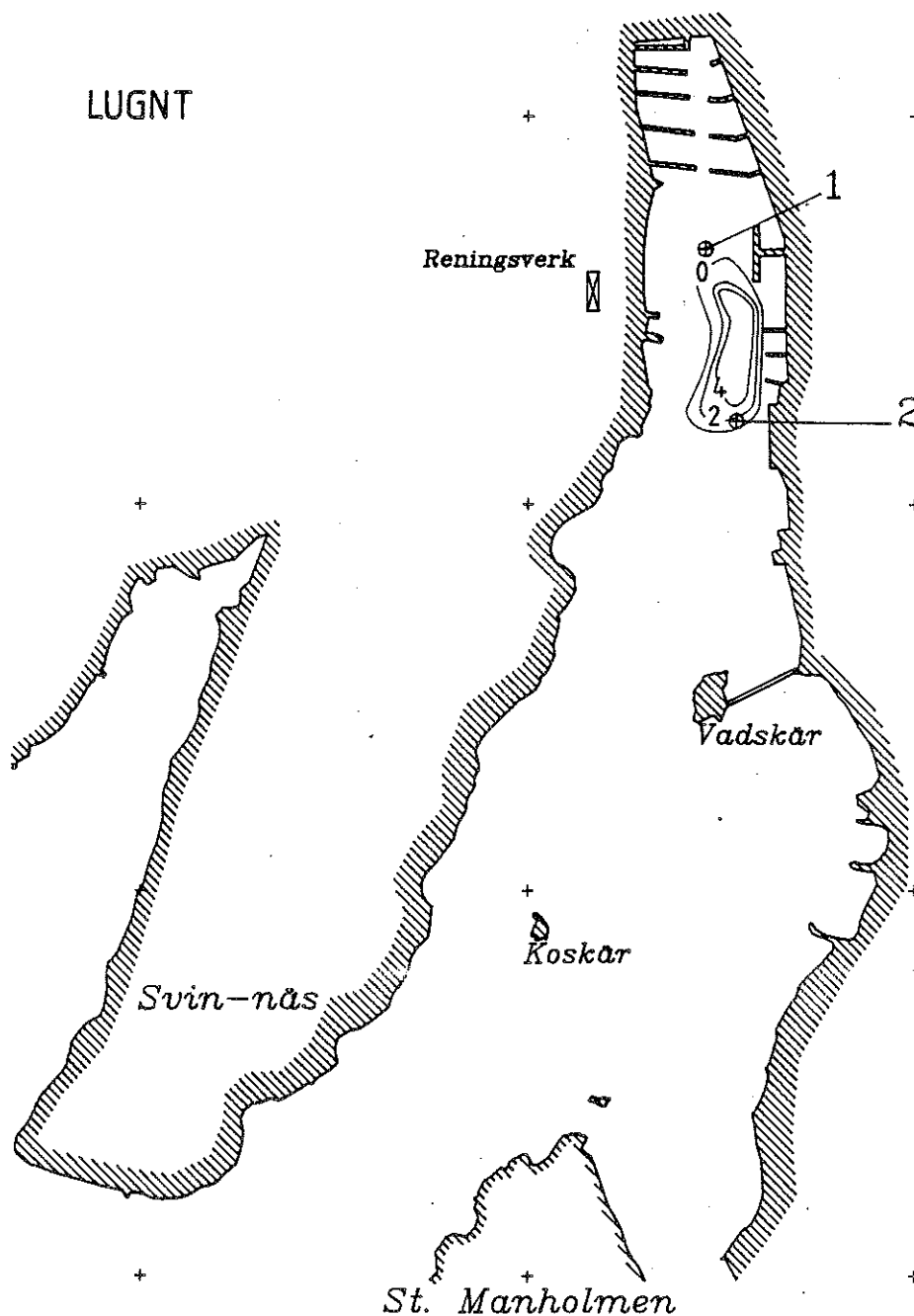
# GREBBESTADKILEN



DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

LUGNT

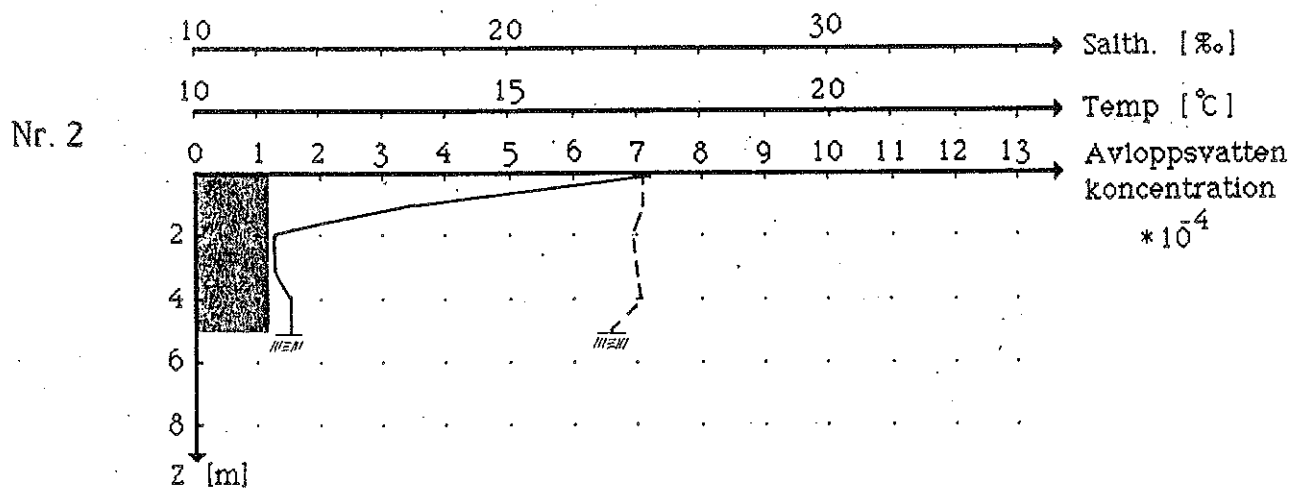
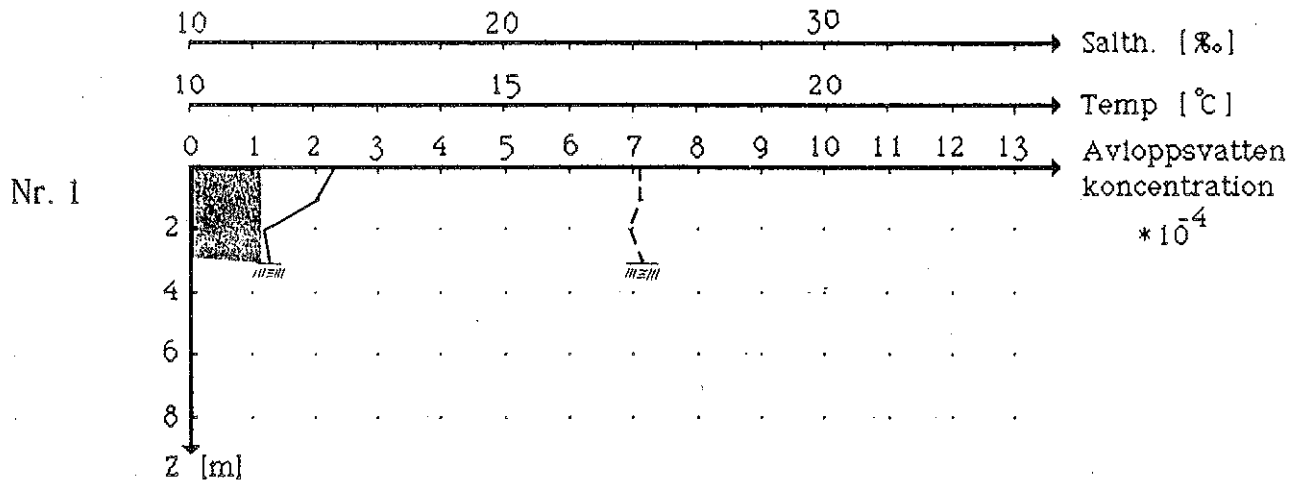


Skala 1:10000



MARIN		GREBBESTAD	
MÄTTEKNIK AB		FLUORMETRI	
Skala 1:10000			
Ritad av:			
M. Persson			
1990-09-18		GREBB 90 12h-1	

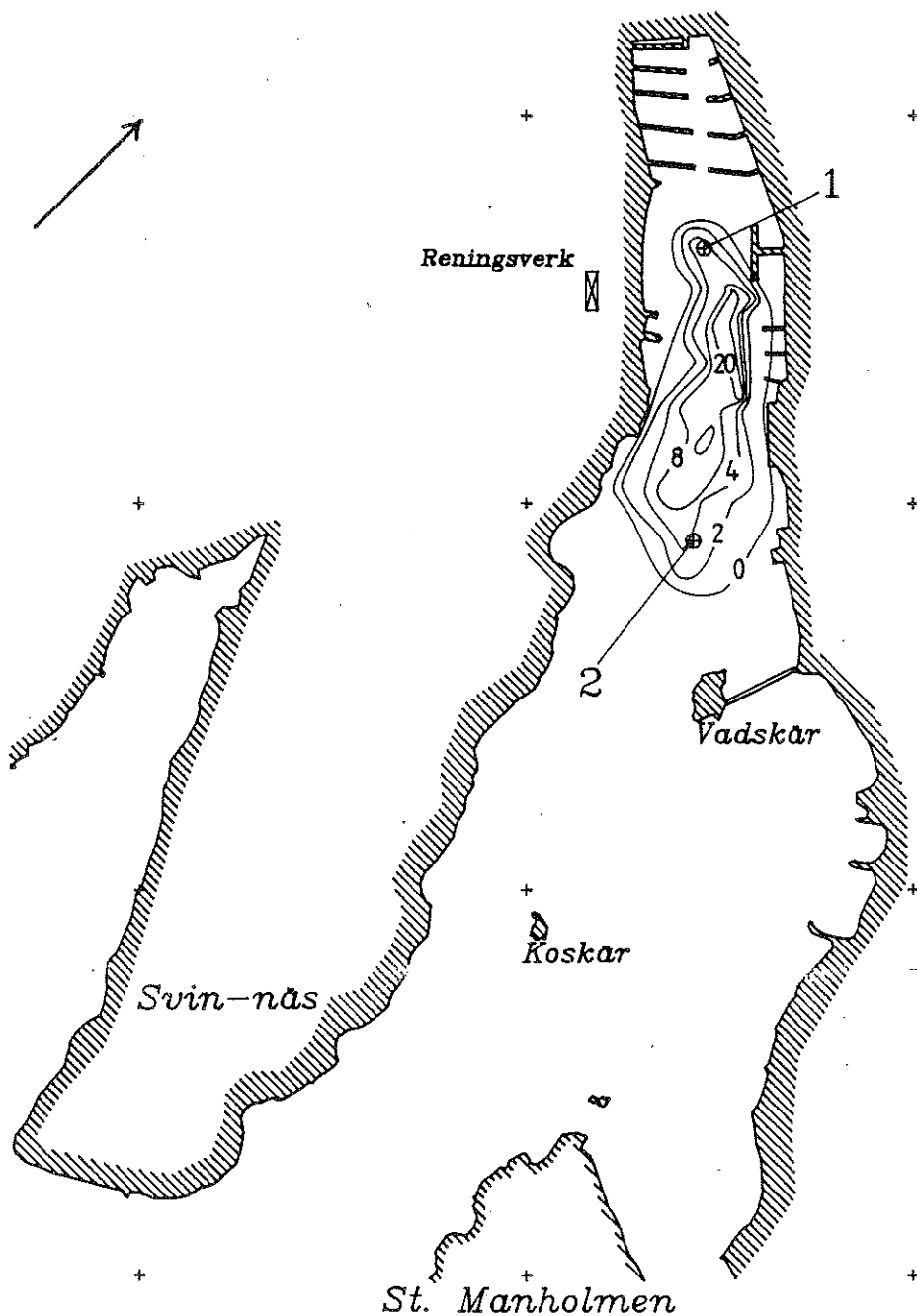
- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå



# GREBBESTADKILEN

DOSERING:	3	12 TIMMAR
MÄTNING:	2	
DATUM / TID:	90.06.18	17.30
TID EFTER PÅBÖRJAD DOSERING (TIMMAR):	4	

DJUPPROFILER	
⊕	AVLOPPSVATTENKONCENTRATION. $10^{-4}$
●	SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



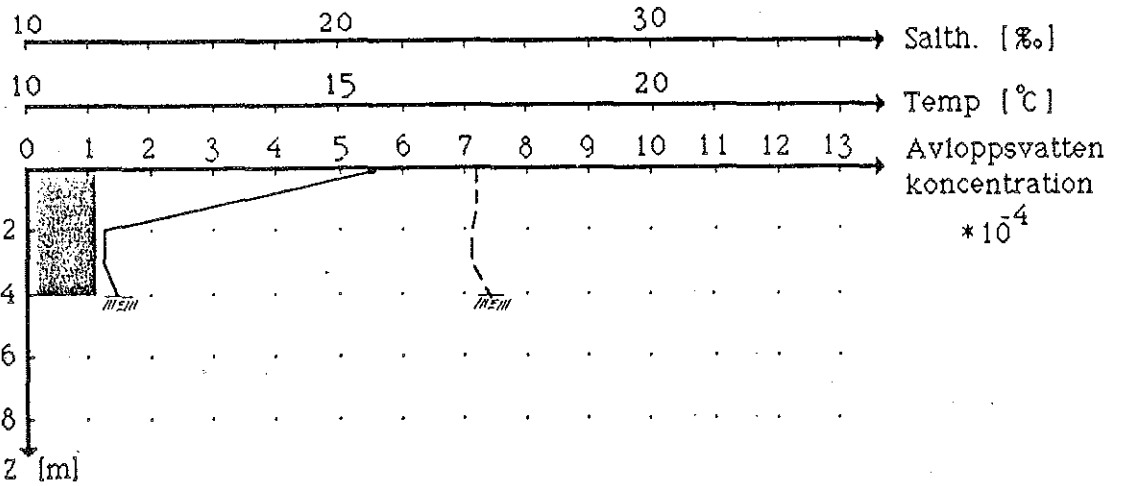
Skala 1:10000



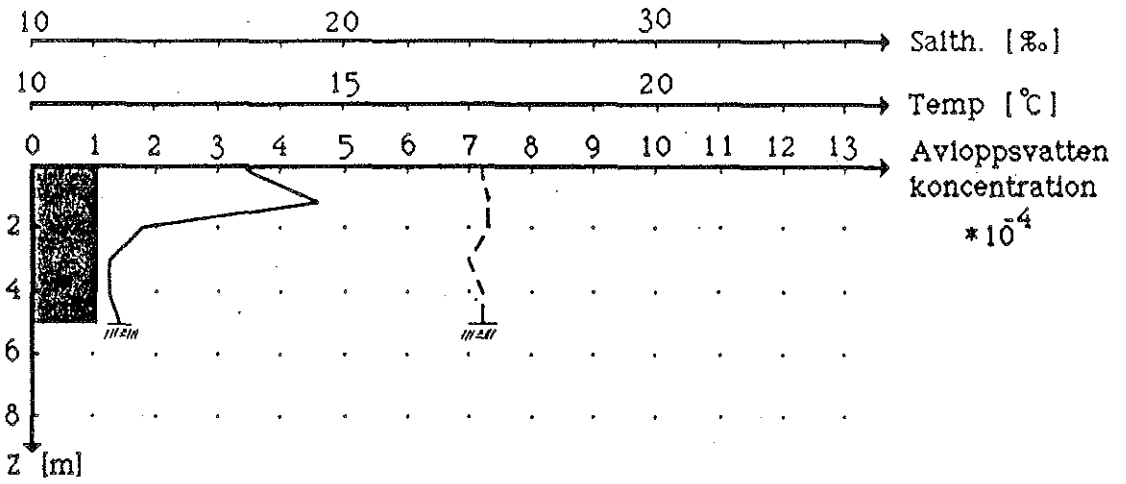
MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
U. Ericson	
1990-08-16	GREBB 90 12h-2

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 1



Nr. 2

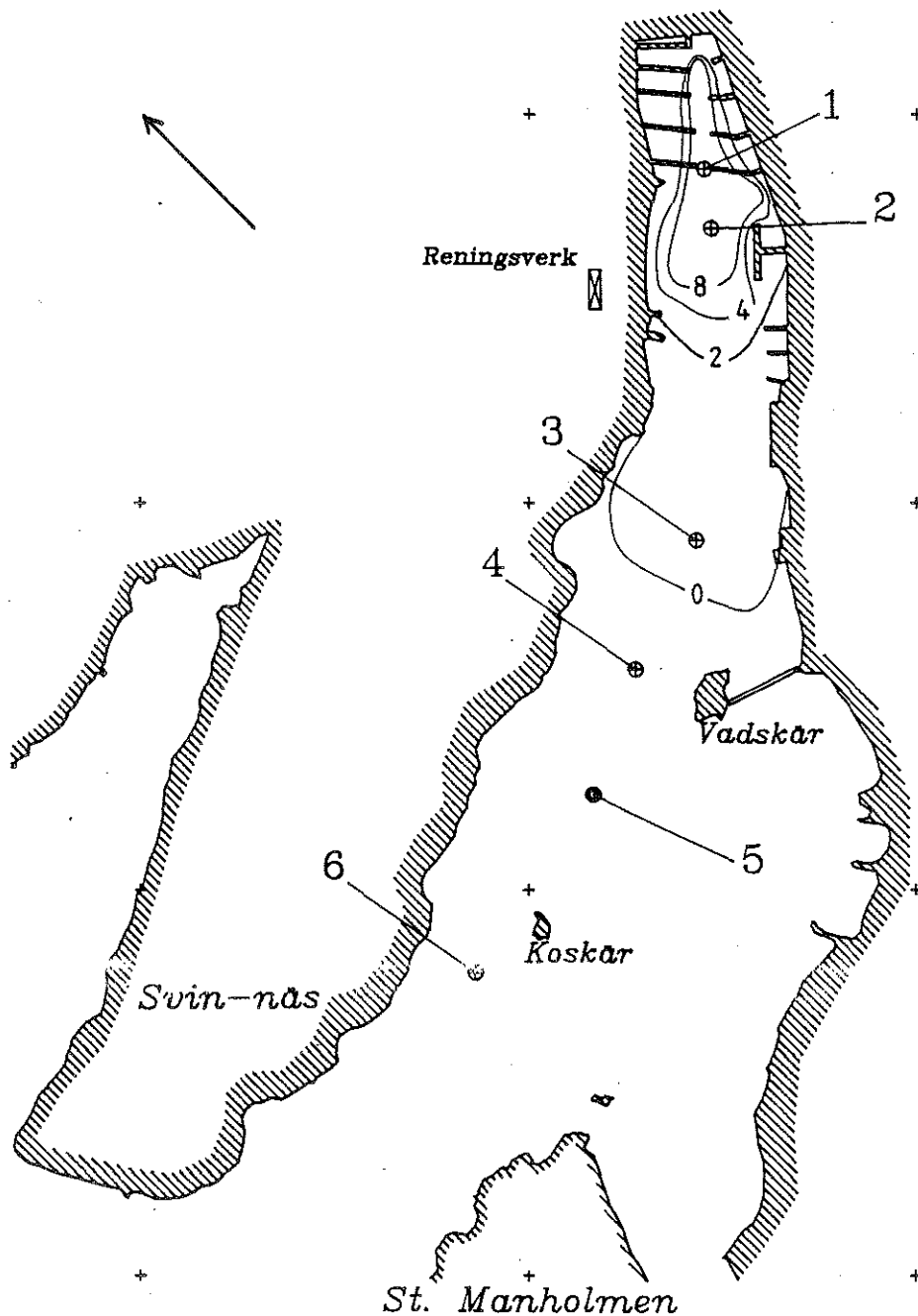


DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 3  
 DATUM / TID: 90.06.19 01.50  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 12.5

# GREBBESTADKILEN

DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



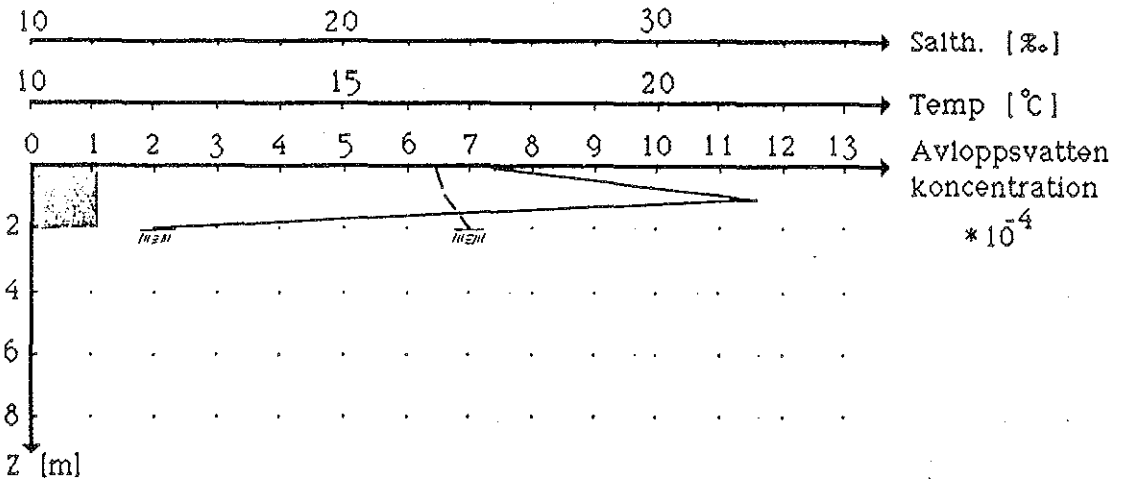
Skala 1:10000



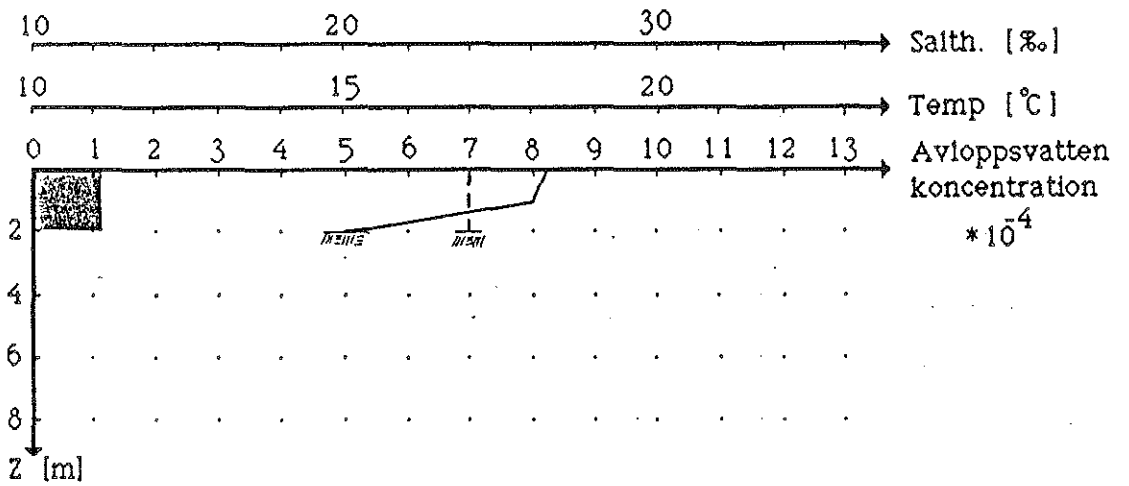
<b>MARIN</b>	<b>GREBBESTAD</b>
<b>MÄTTEKNIK AB</b>	<b>FLUORMETRI</b>
Skala 1:10000	
Ritad av	
M. Persson	
1990-09-16	GREBB 90 12h-3

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrundsnivå

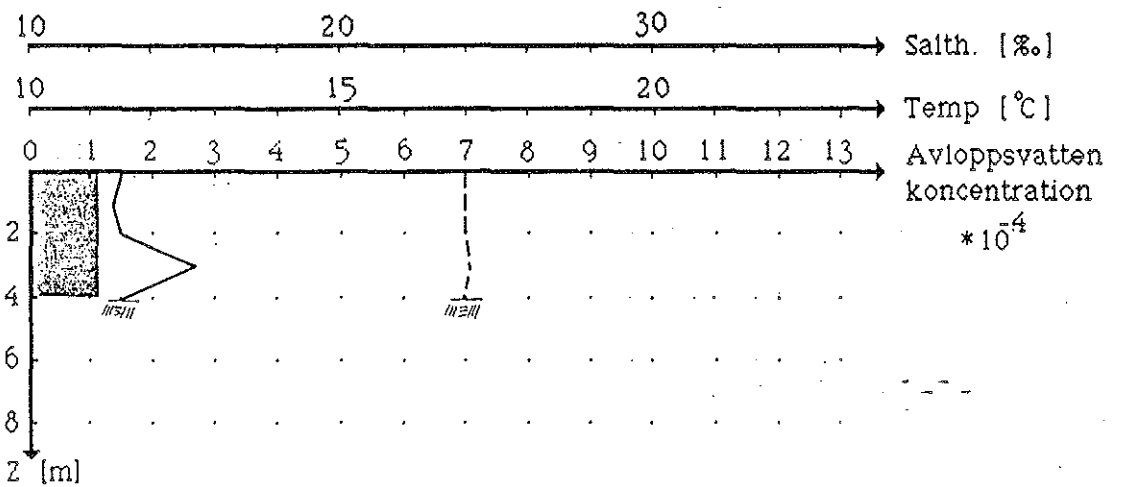
Nr. 1



Nr. 2

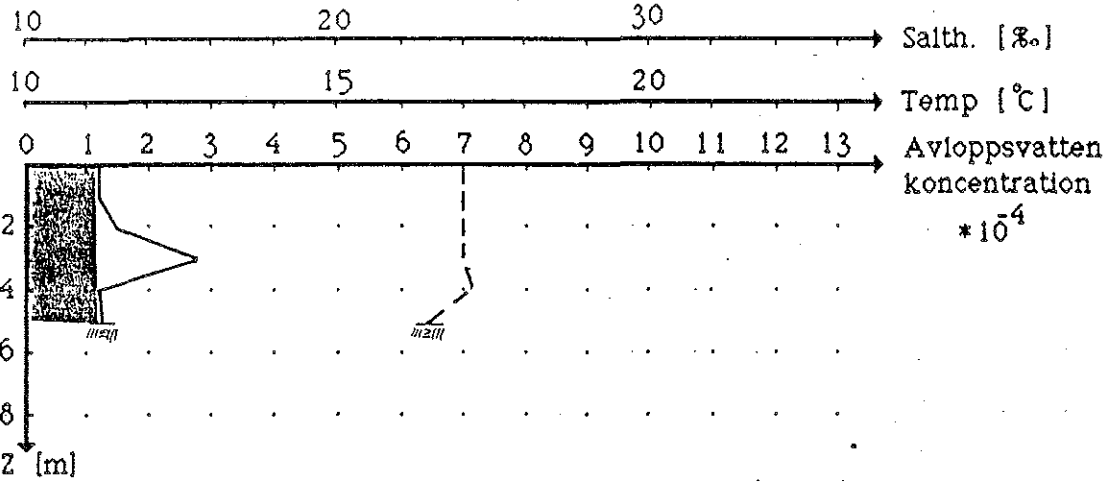


Nr. 3

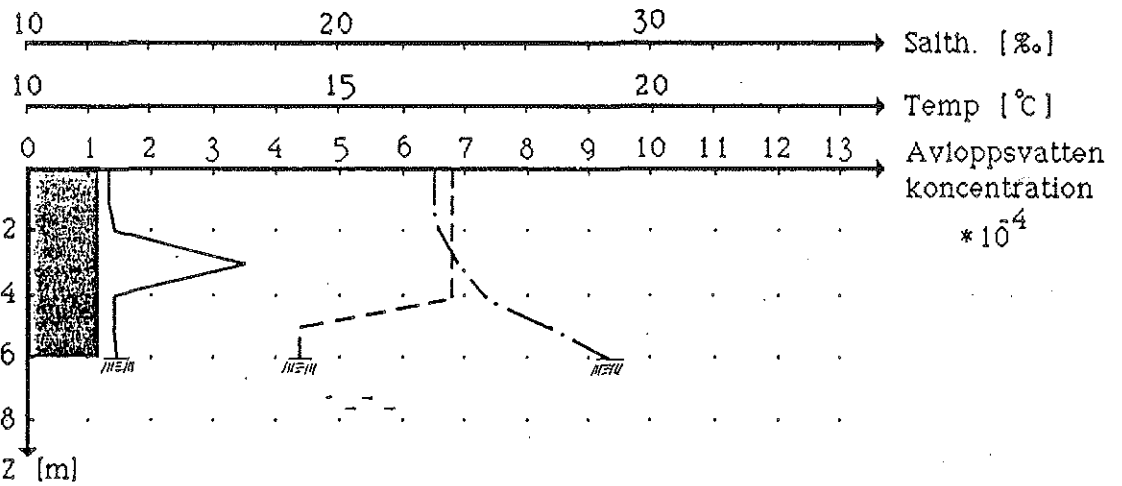


- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

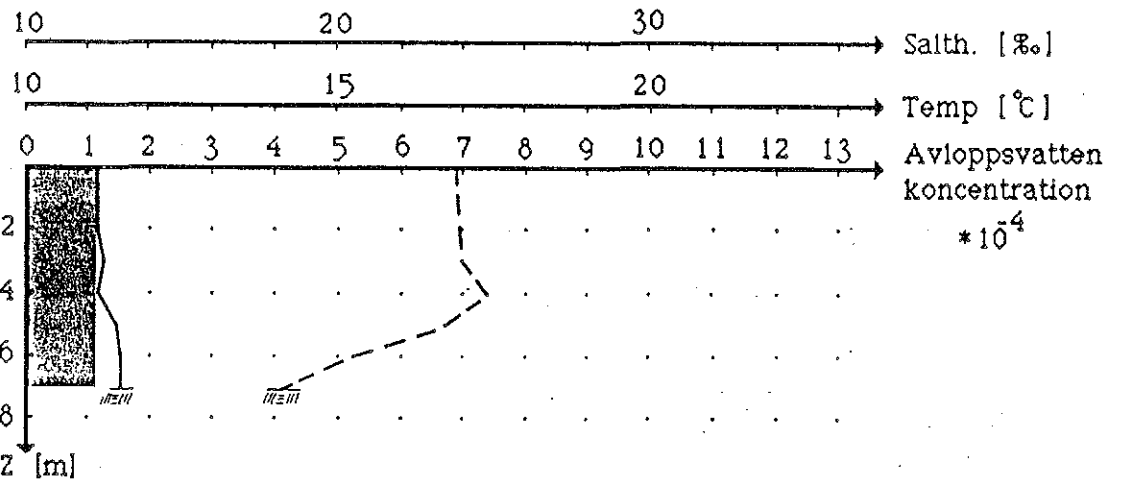
Nr. 4



Nr. 5



Nr. 6

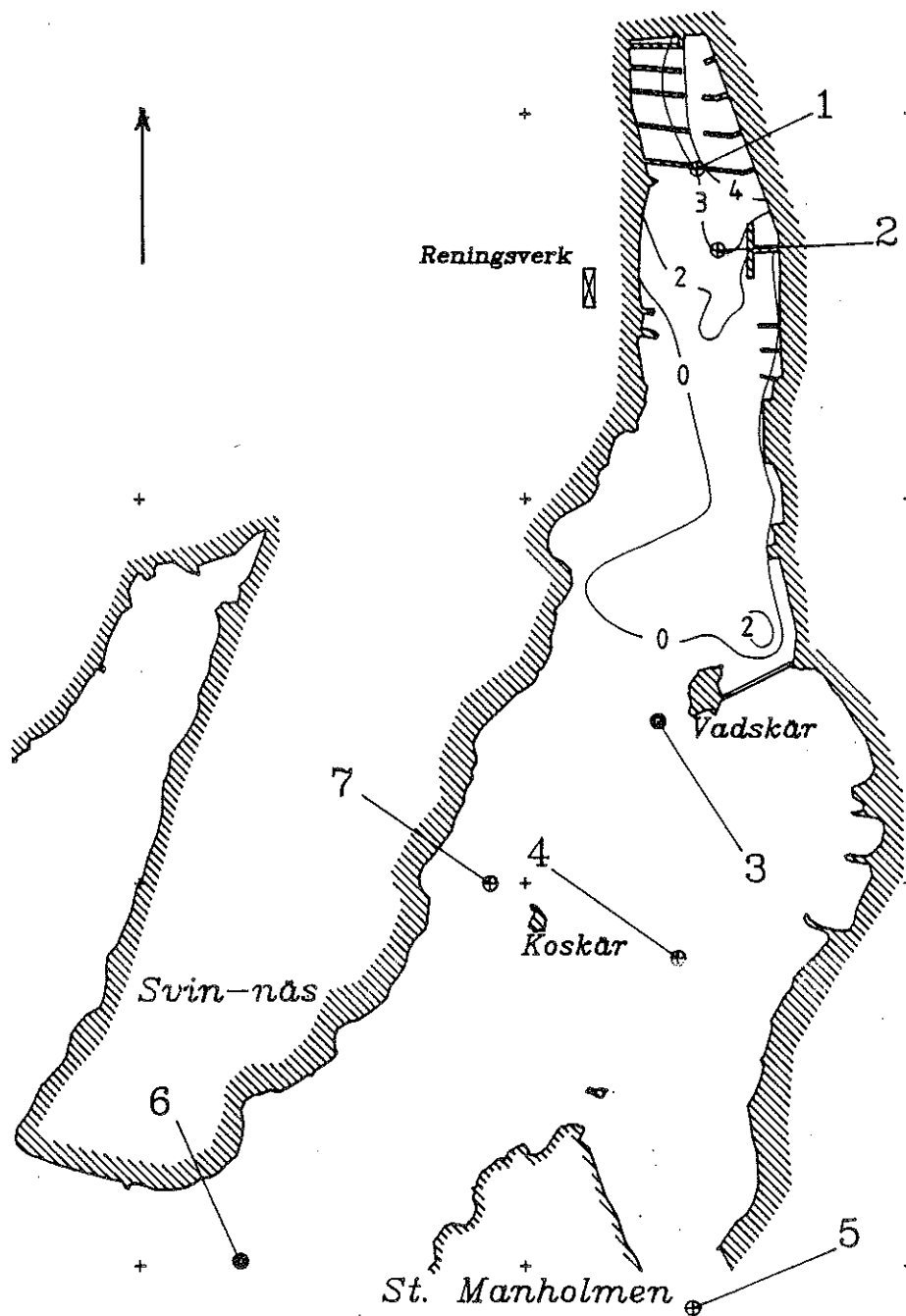


# GREBBESTADKILEN

DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 4  
 DATUM / TID: 90.06.19 13.45  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 24

DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



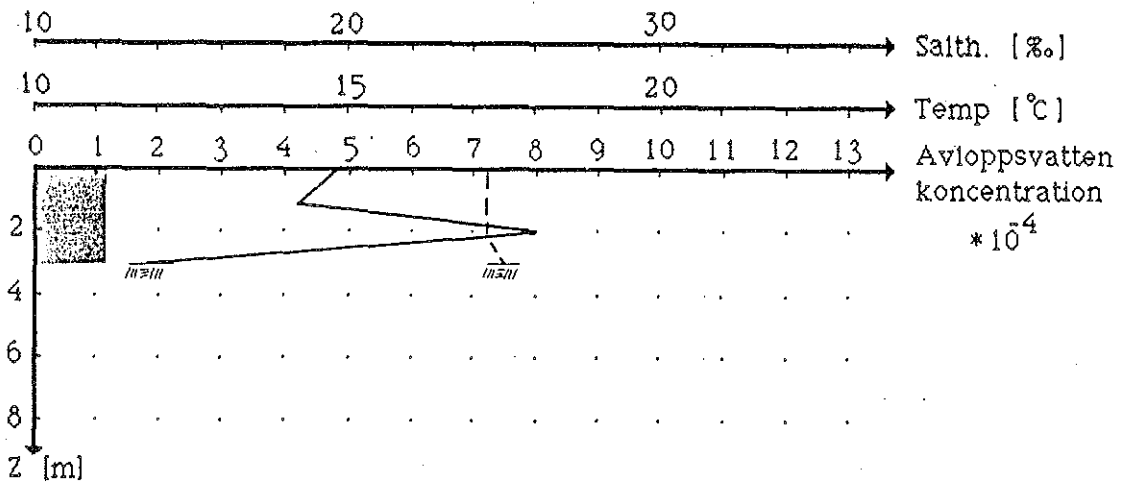
Skala 1:10000



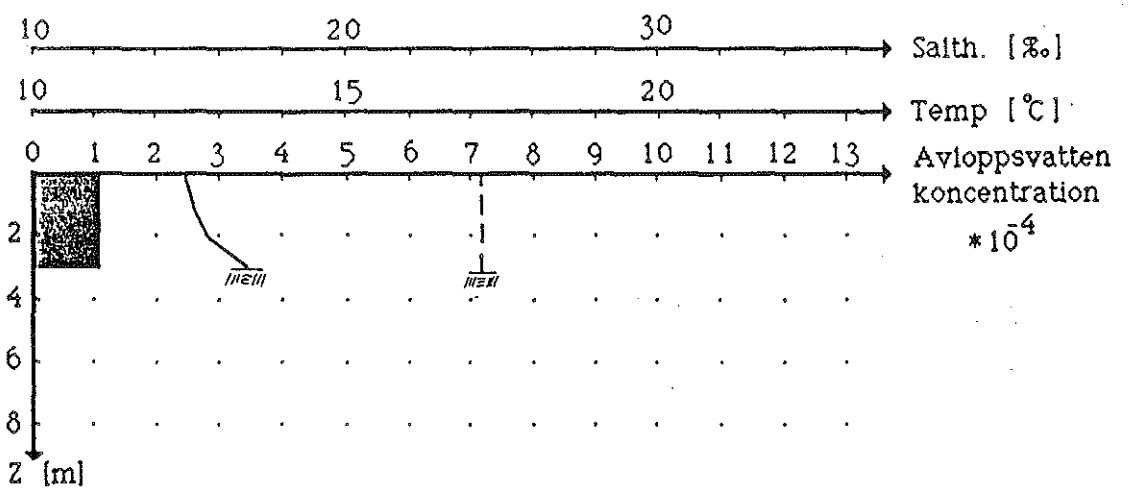
MARIN		GREBBESTAD	
MÄTTEKNIK AB		FLUORMETRI	
Skala 1:10000			
Ritad av			
M. Persson			
1990-09-16		GREBB 90 12h-4	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

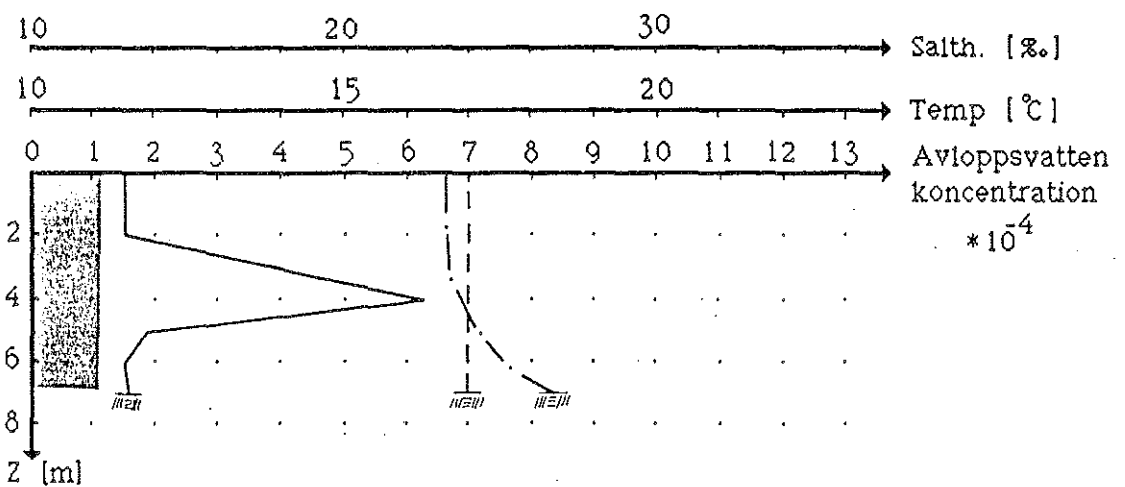
Nr. 1



Nr. 2

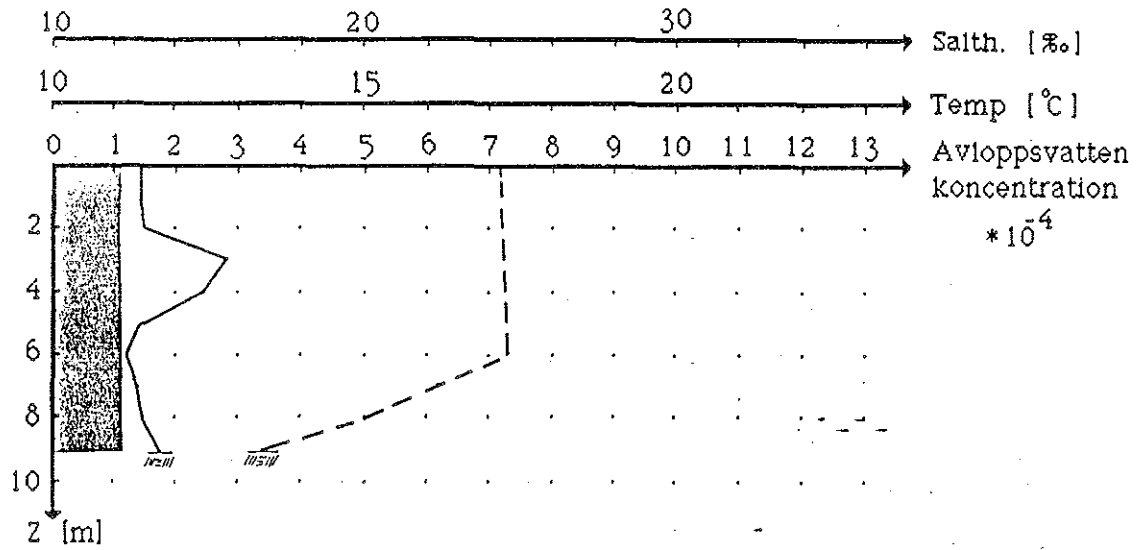


Nr. 3

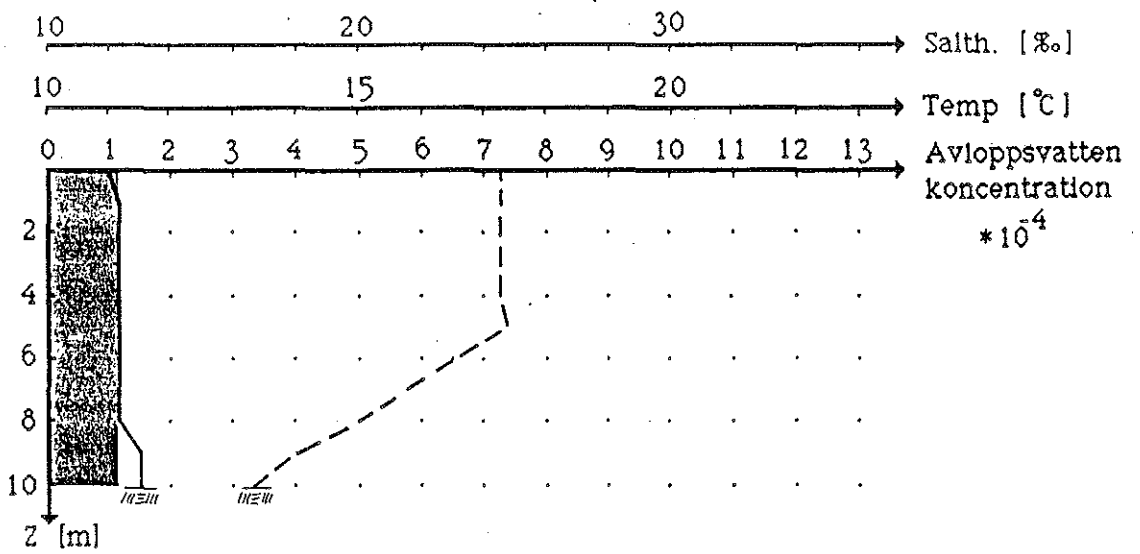


- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrundsnivå

Nr. 4

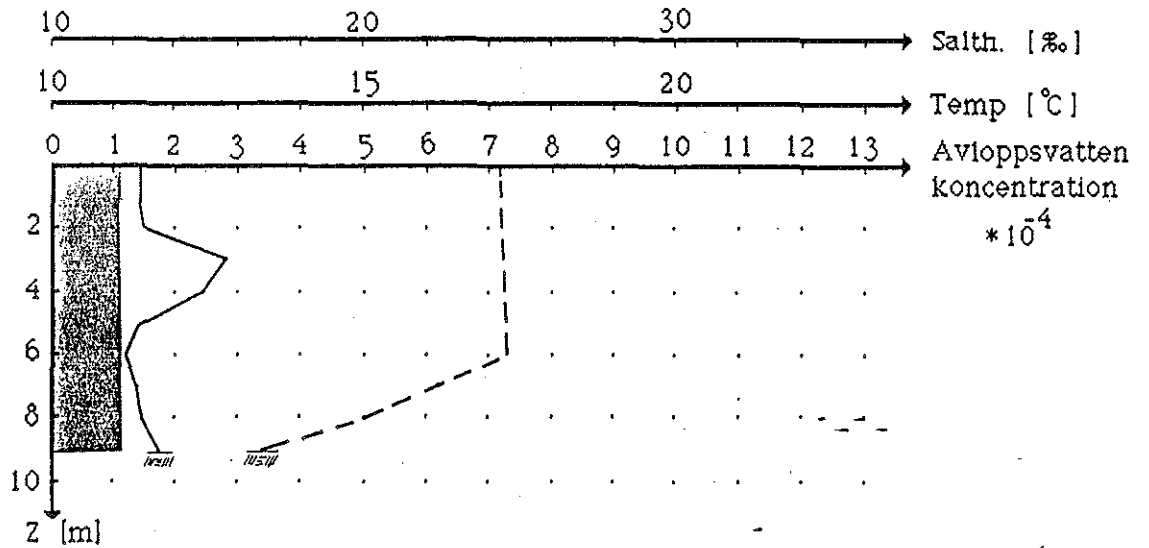


Nr. 5

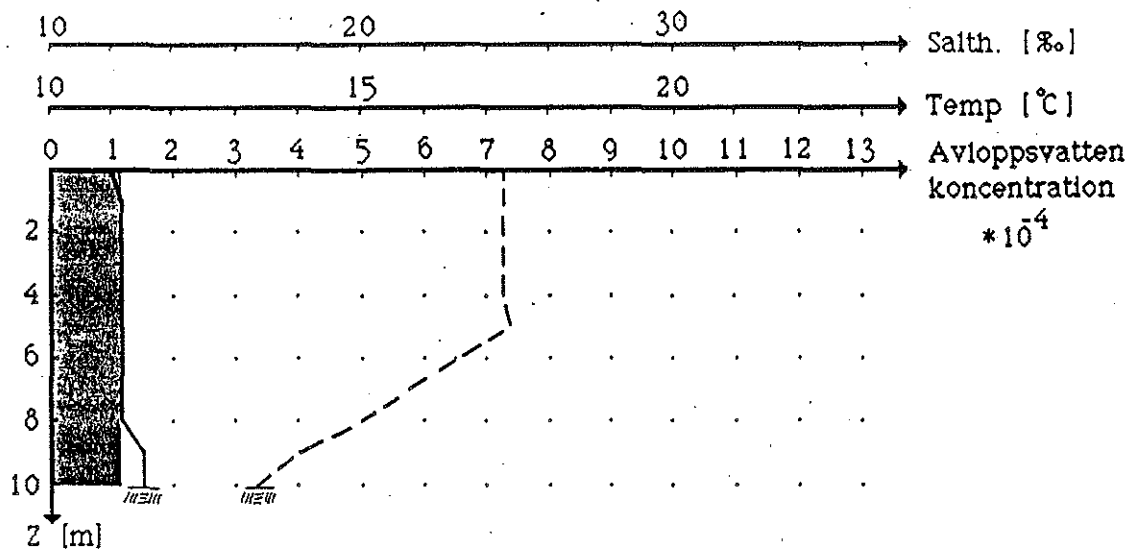


- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 4

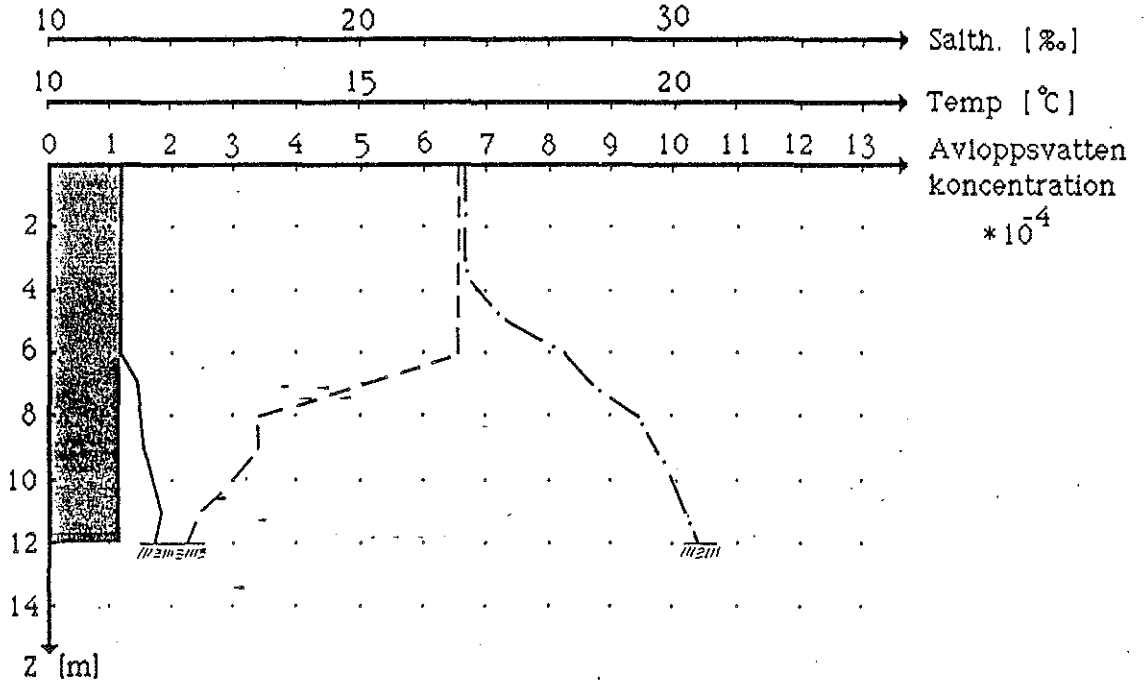


Nr. 5

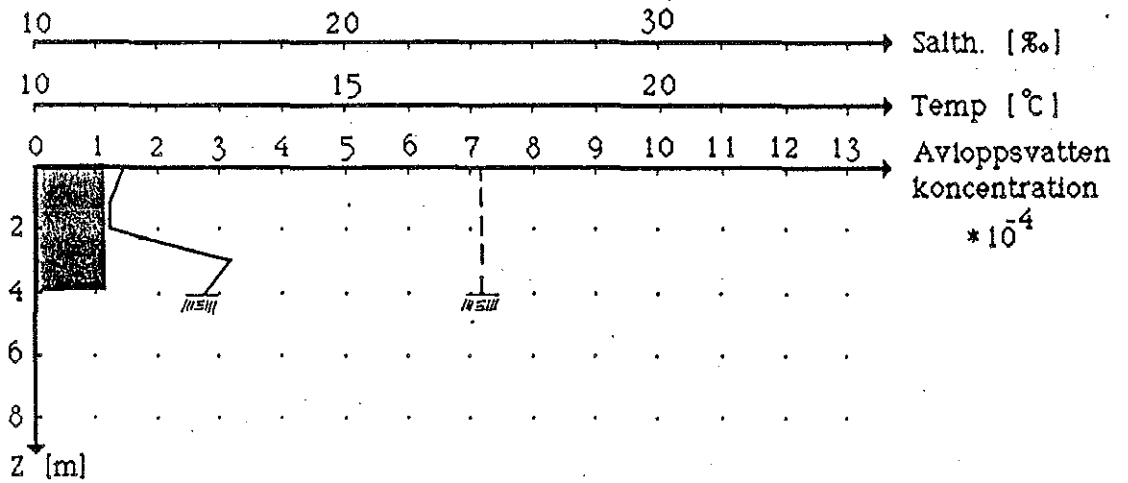


- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrundsnivå

Nr. 6



Nr. 7

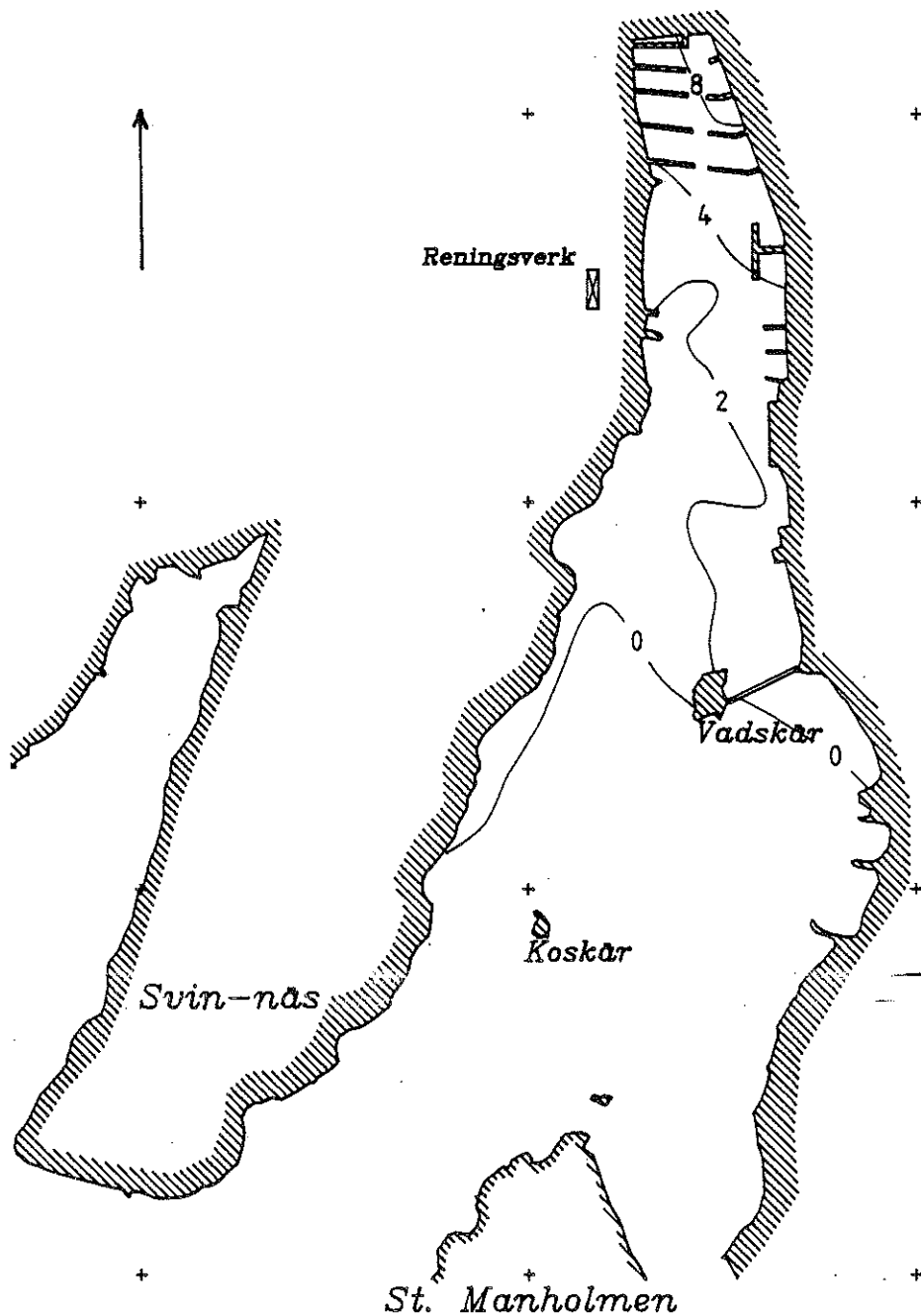


DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 5  
 DATUM / TID: 90.06.19 20.20  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 31

# GREBBESTADKILEN

DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



Skala 1:10000



MARIN	GREBBESTAD
MÄTTEKNIK AB	FLUORMETRI
Skala 1:10000	
Ritad av	
M. Persson	
1990-08-16	GREBB 90 12h-5

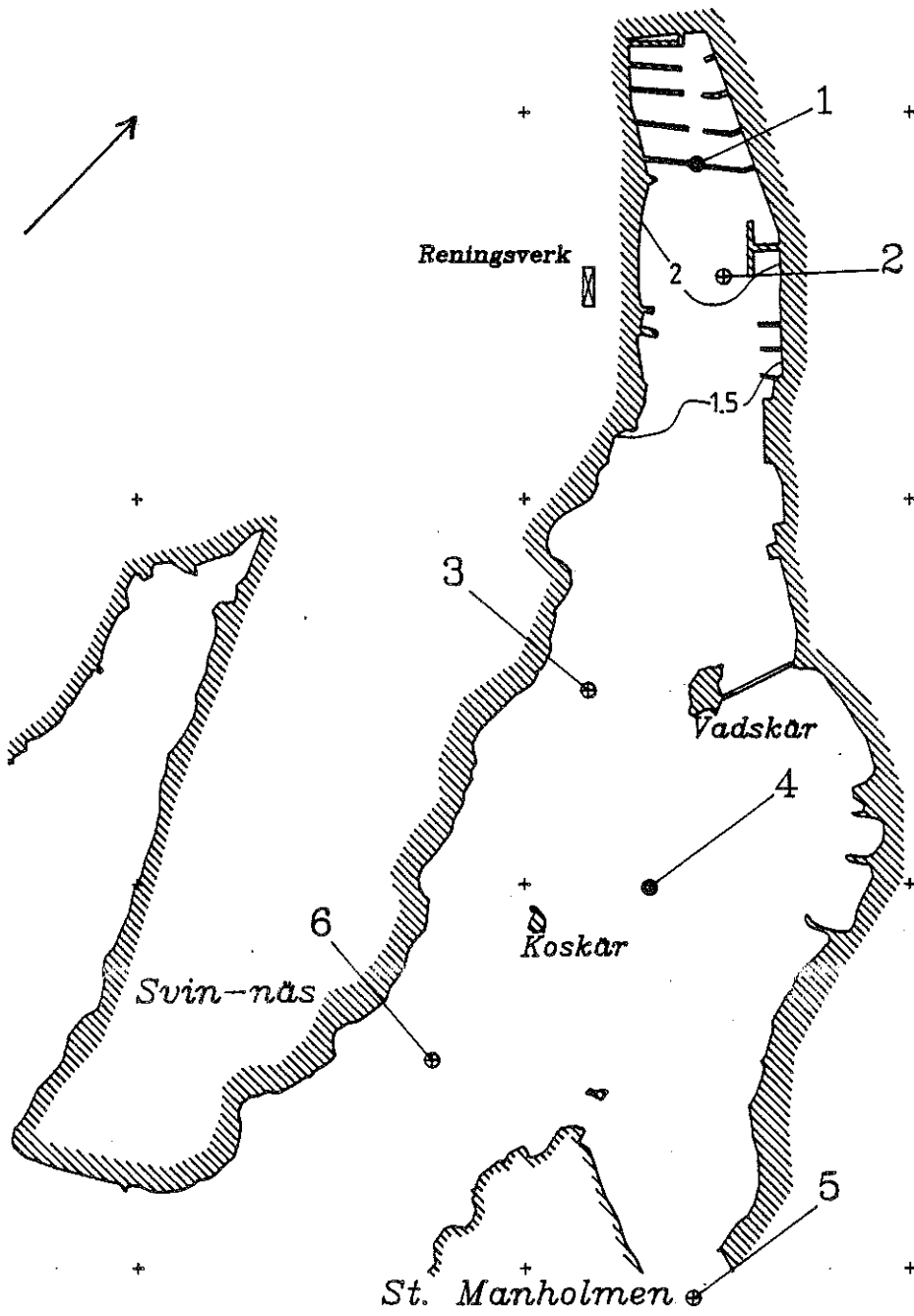
DOSERING: 12 LITROR  
 MÄTNING: 6  
 DATUM / TID: 90.06.20 11.00  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 46.5

# GREBBESTADKILEN

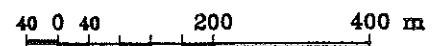


**DJUPPROFILER**

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



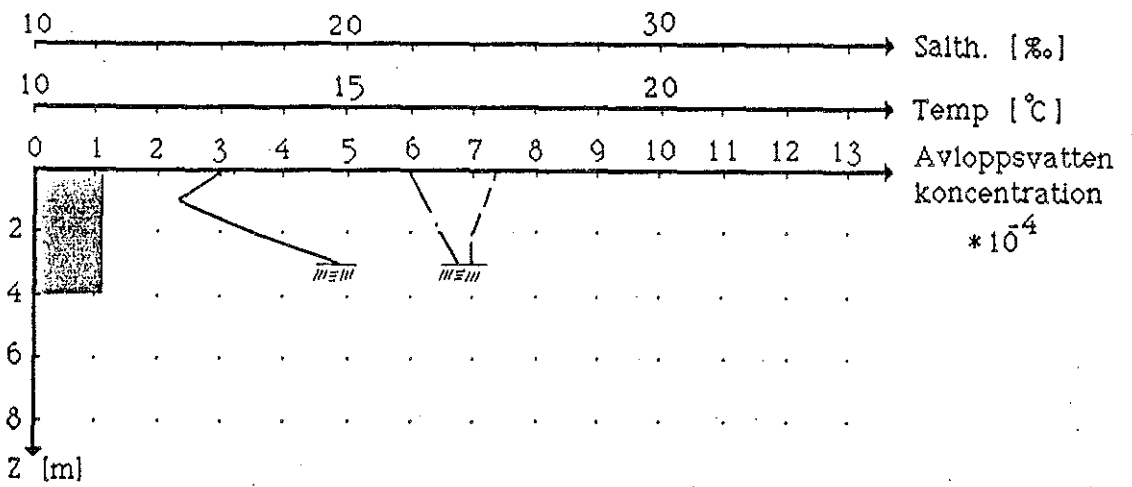
Skala 1:10000



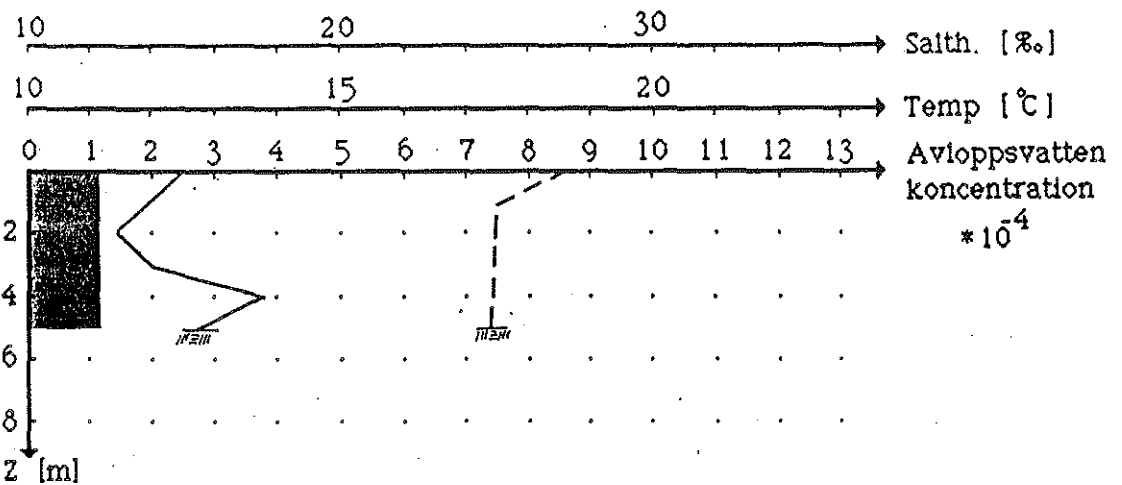
<b>MARIN</b>		<b>GREBBESTAD</b>	
<b>MÄTTEKNIK AB</b>		<b>FLUORMETRI</b>	
Skala 1:10000			
Ritad av			
M. Persson			
1990-08-16		GREBB 90 12h-6	

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrundsnivå

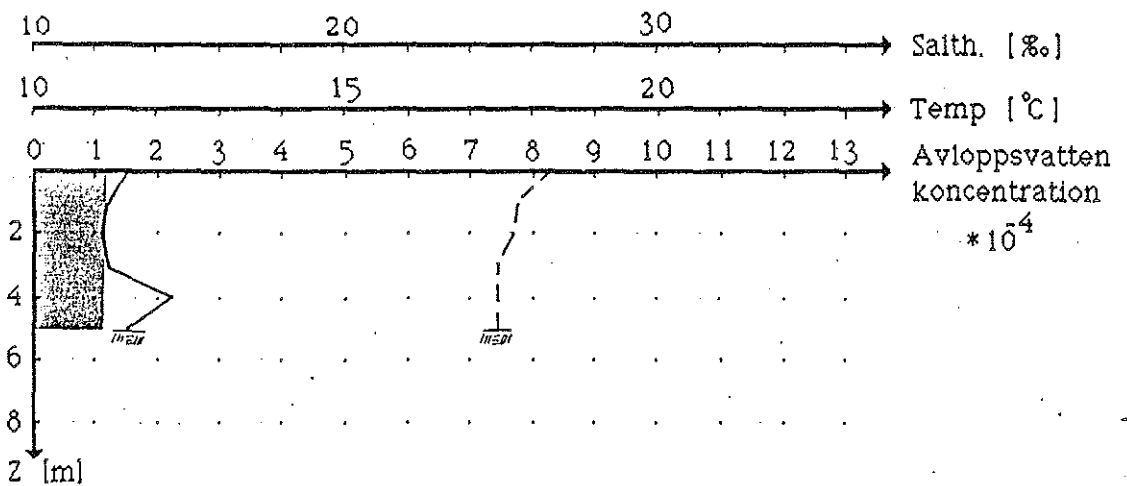
Nr. 1



Nr. 2

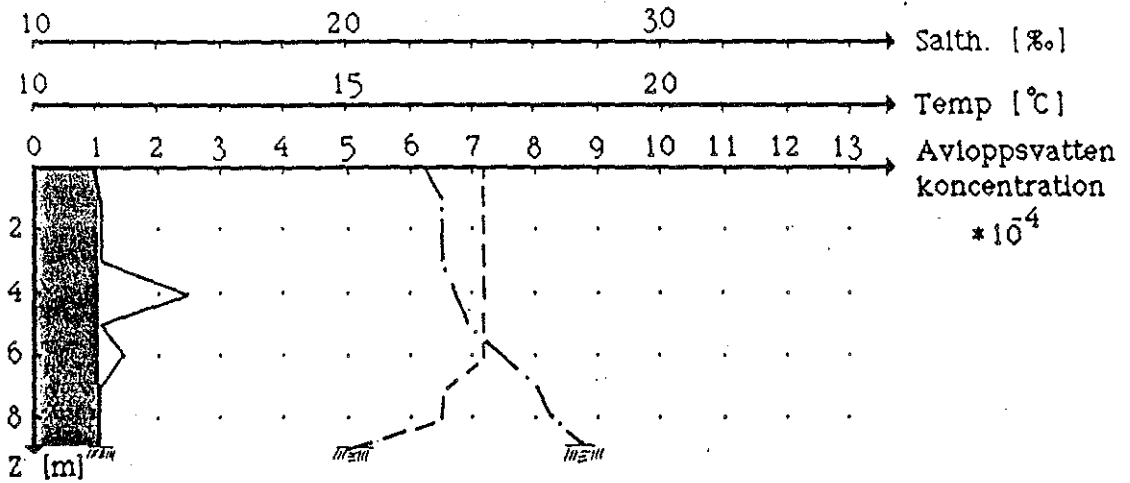


Nr. 3

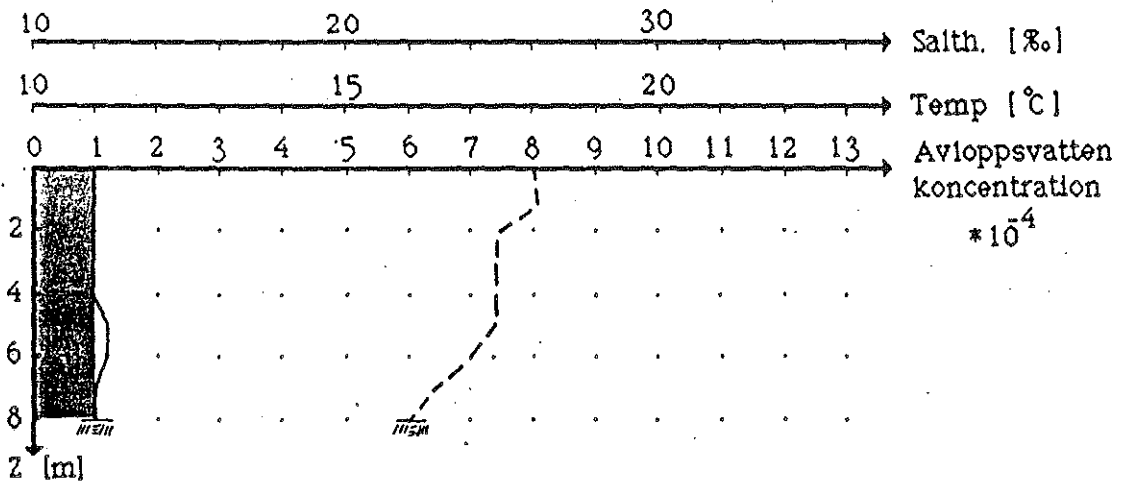


- Avloppsvattenkoncentration
- - - Vattentemperatur
- · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

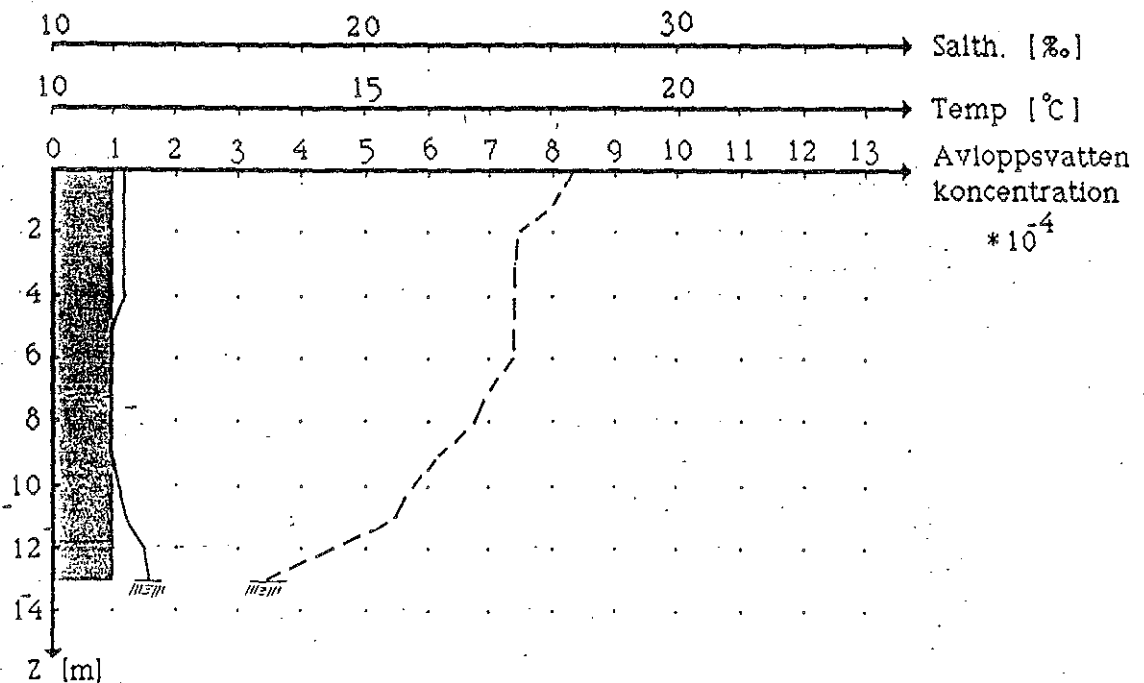
Nr. 4



Nr. 5



Nr. 6

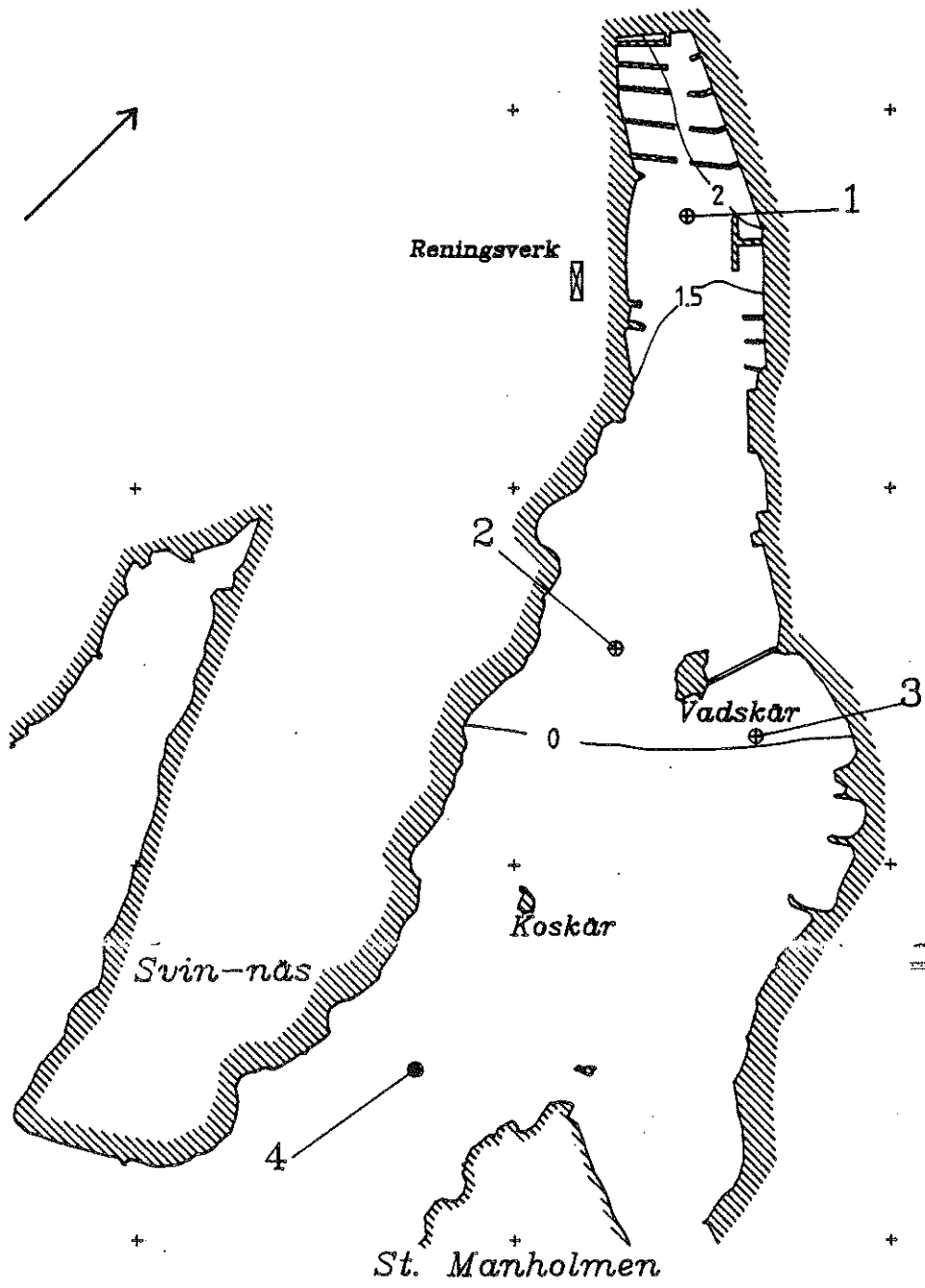


DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 7  
 DATUM / TID: 90.06.20 17.45  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 52

# GREBBESTADKILEN

## DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



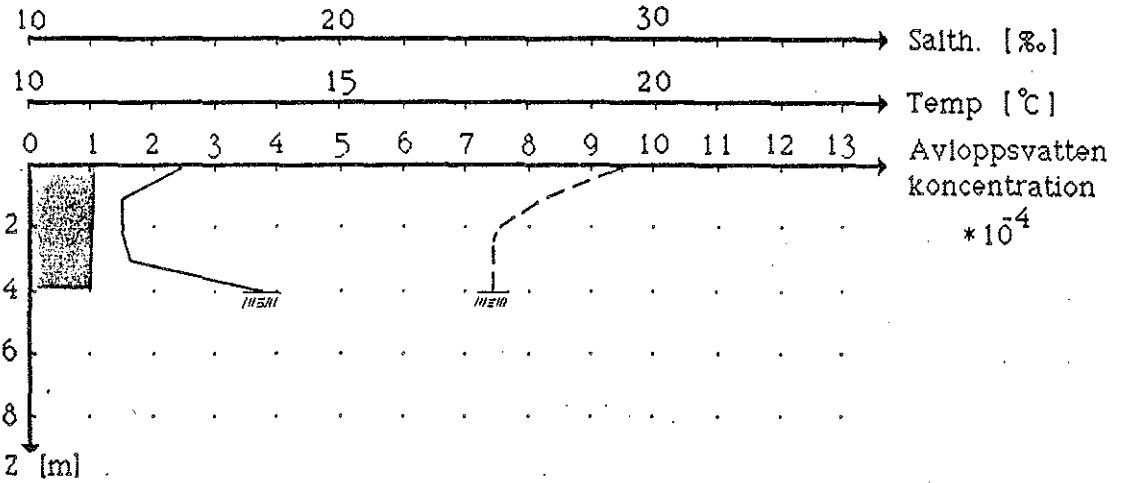
Skala 1:10000



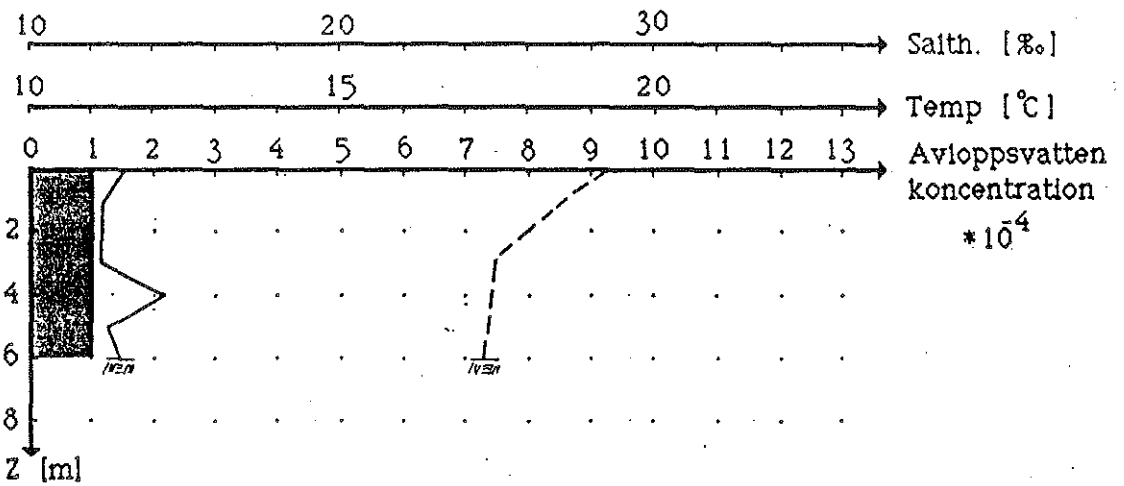
<b>MARIN</b>		<b>GREBBESTAD</b>
<b>MÄTTEKNIK AB</b>		
Skala 1:10000		<b>FLUORMETRI</b>
Datag. av		
av		
1990-08-18		GREBB 90 12h-7

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

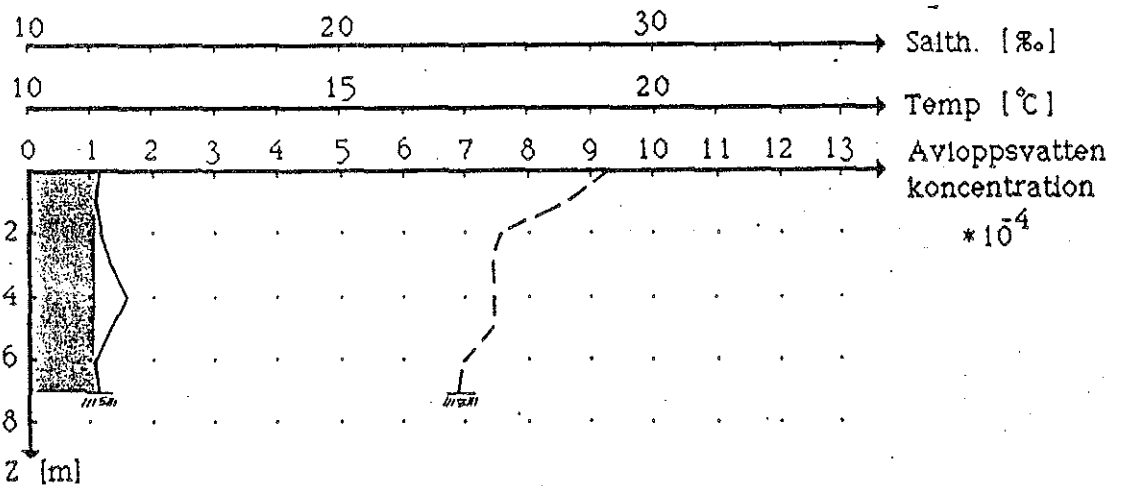
Nr. 1



Nr. 2



Nr. 3



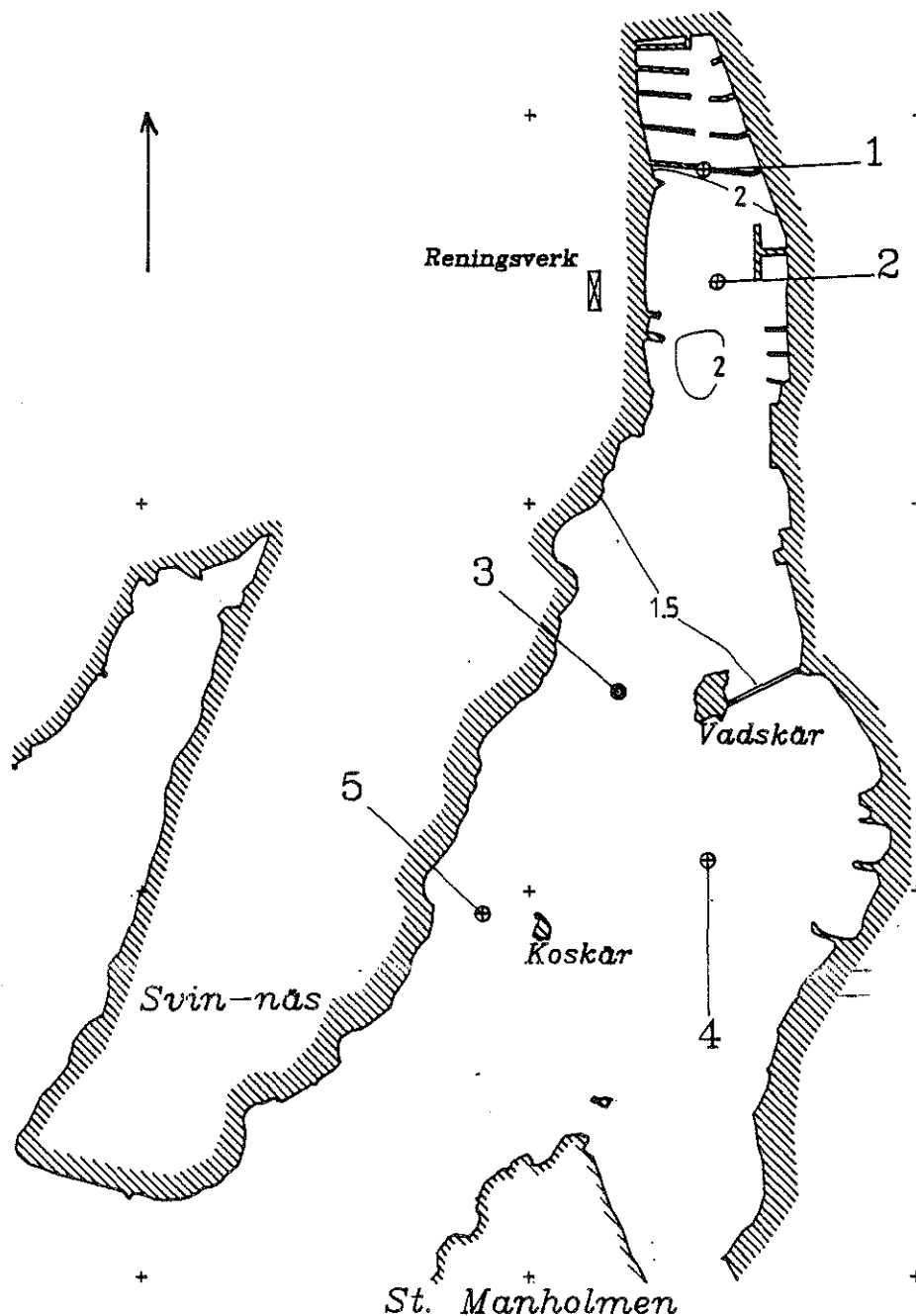


DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 8  
 DATUM / TID: 90.06.21 13.00  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 71.5

# GREBBESTADKILEN

## DJUPPROFILER

- ⊕ AVLOPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.

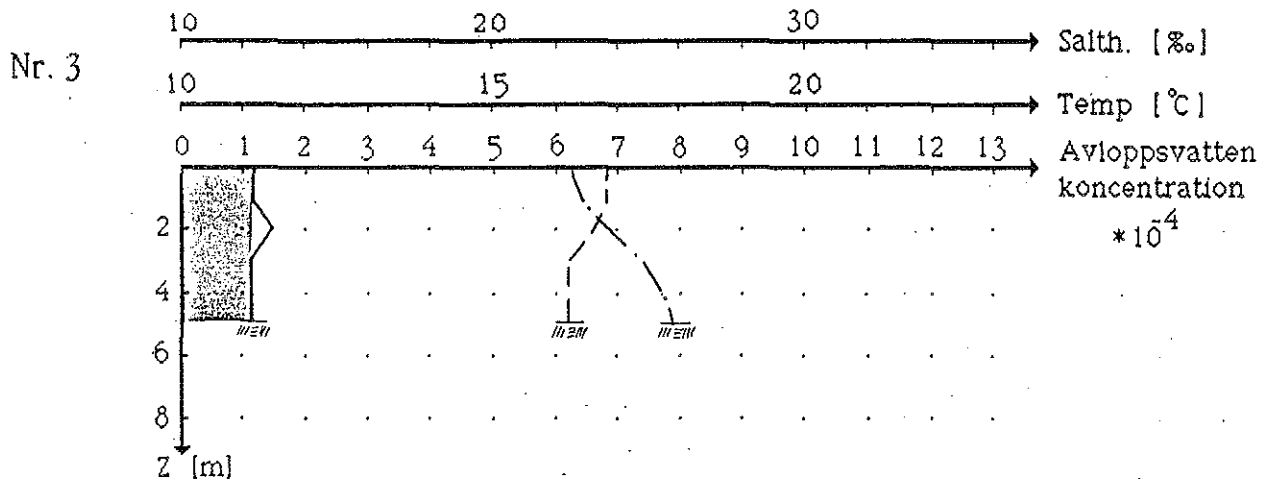
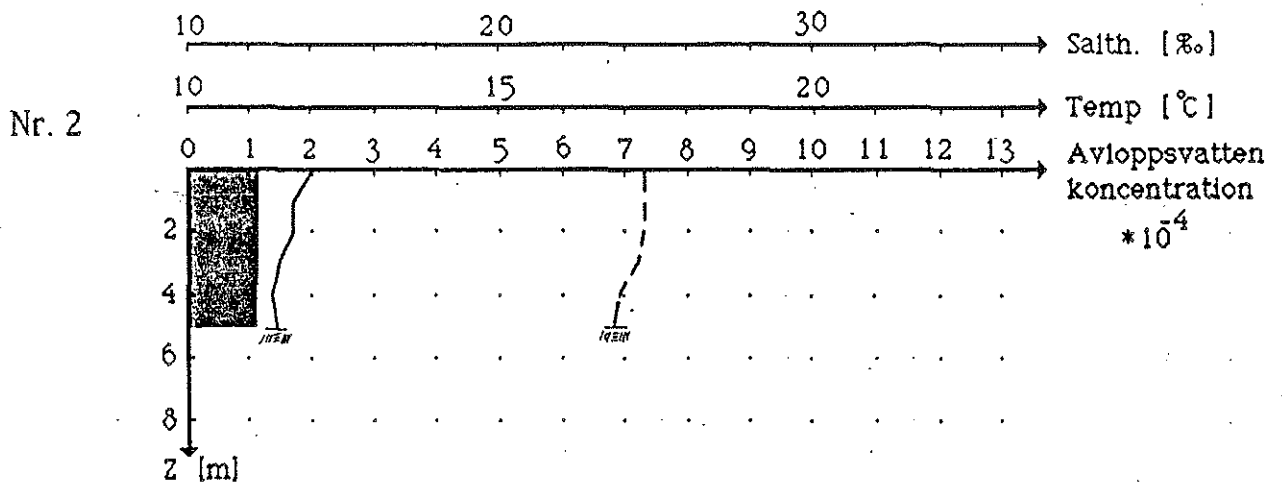
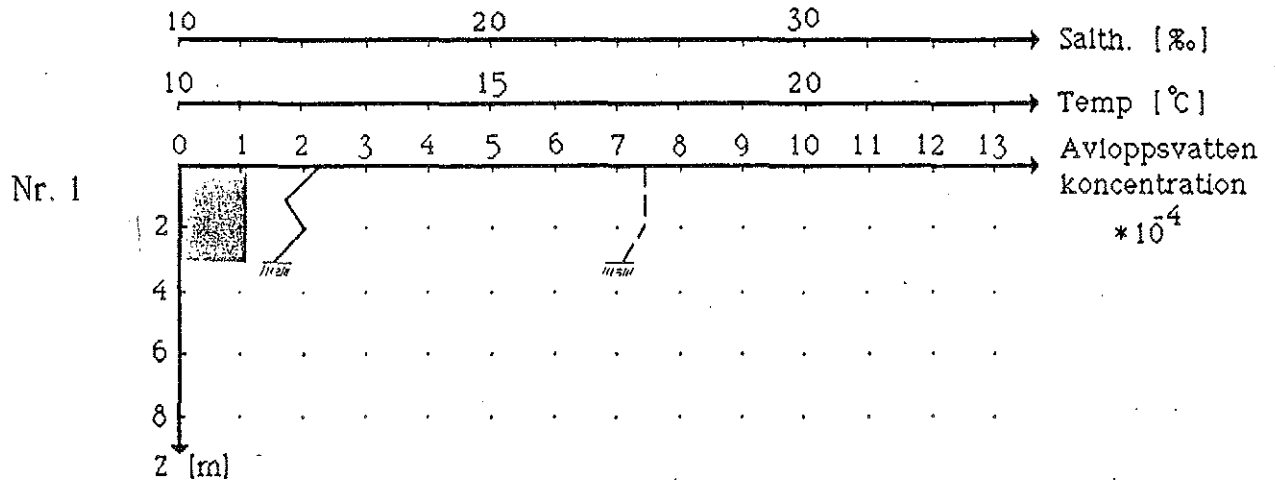


Skala 1:10000



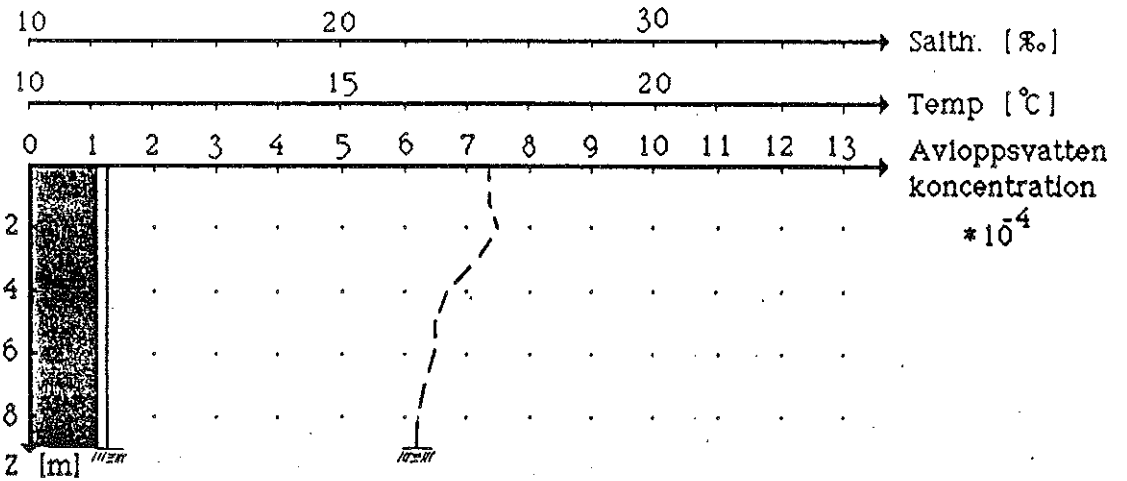
<b>MARIN</b>		<b>GREBBESTAD</b>
<b>MÄTTEKNIK AB</b>		
Skala 1:10000		<b>FLUORMETRI</b>
Ritad av		
M. Persson		
1990-09-16		
		GREBB 90 12h-8

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

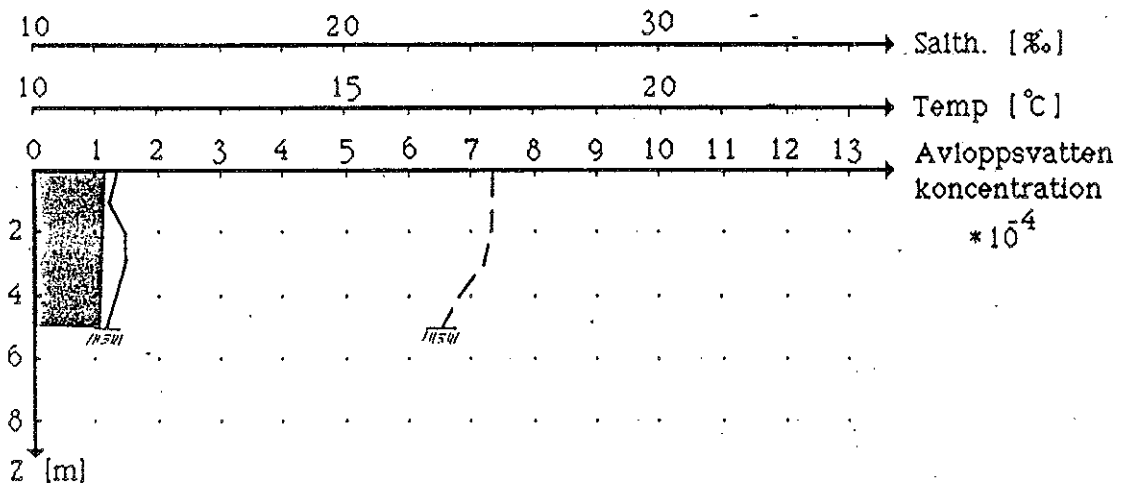


- Avloppsvattenkoncentration
- Vattentemperatur
- · - · - · Salthalt
- Bakgrunds nivå

Nr. 4



Nr. 5

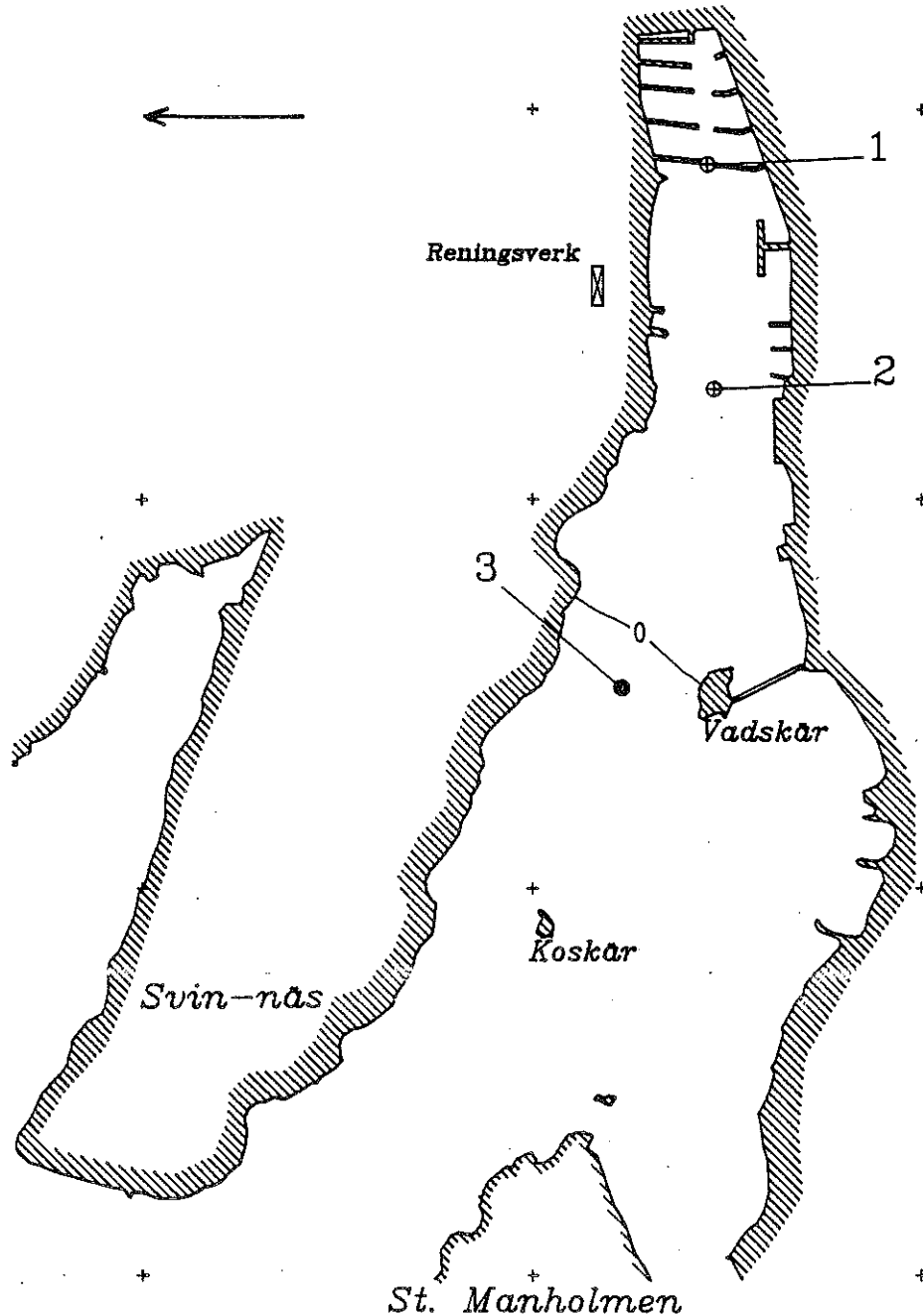


DOSERING: 3 12 TIMMAR  
 MÄTNING: 9  
 DATUM / TID: 90.06.22 13.00  
 TID EFTER PÅBÖRJAD  
 DOSERING (TIMMAR): 95.5

# GREBBESTADKILEN

DJUPPROFILER

- ⊕ AVLÖPPSVATTENKONCENTRATION.  $10^{-4}$
- SALTHALT-TEMP-KONCENTRATION.



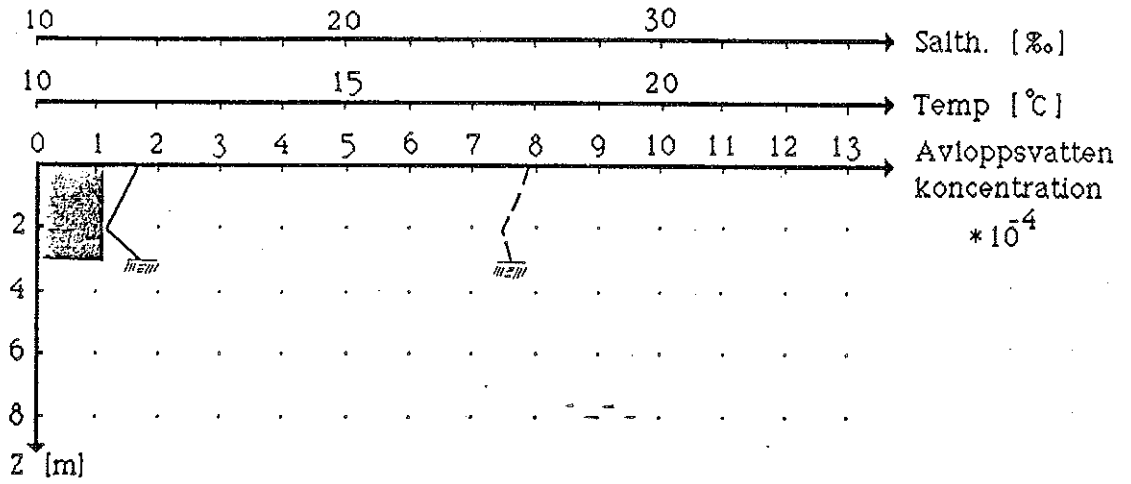
Skala 1:10000



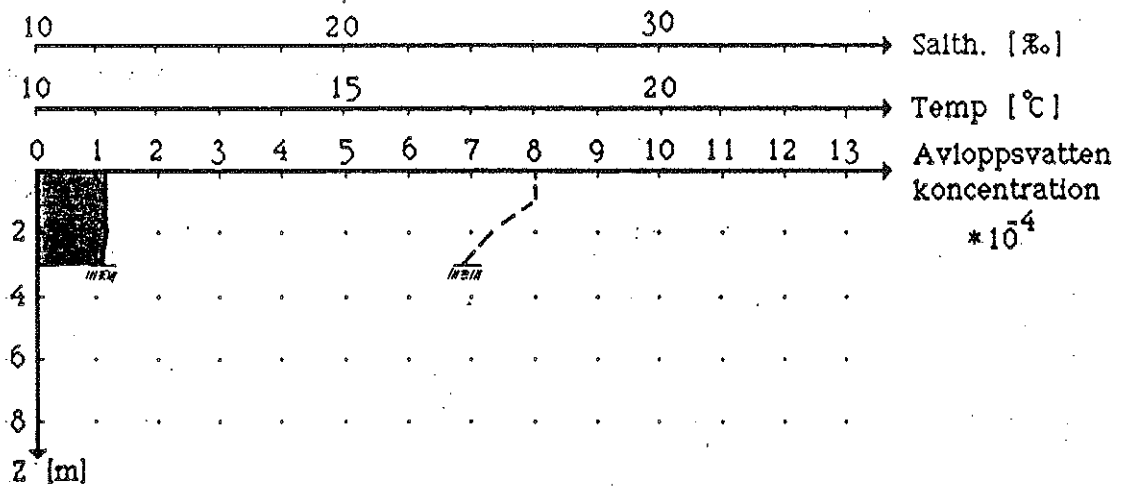
<b>MARIN</b>		<b>GREBBESTAD</b>
<b>MÄTTEKNIK AB</b>		
Skala 1:10000		<b>FLUORMETRI</b>
Ritad av		
M. Persson		
1990-09-16		GREBB 90 12h-9

- Avloppsvattenkoncentration
- - - - - Vattentemperatur
- · - · - Salthalt
- Bakgrunds nivå

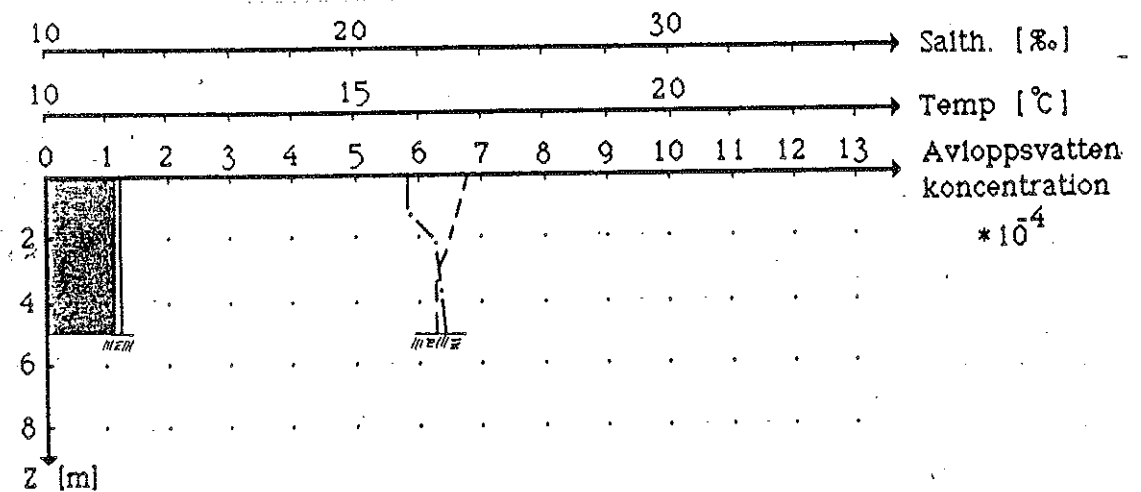
Nr. 1

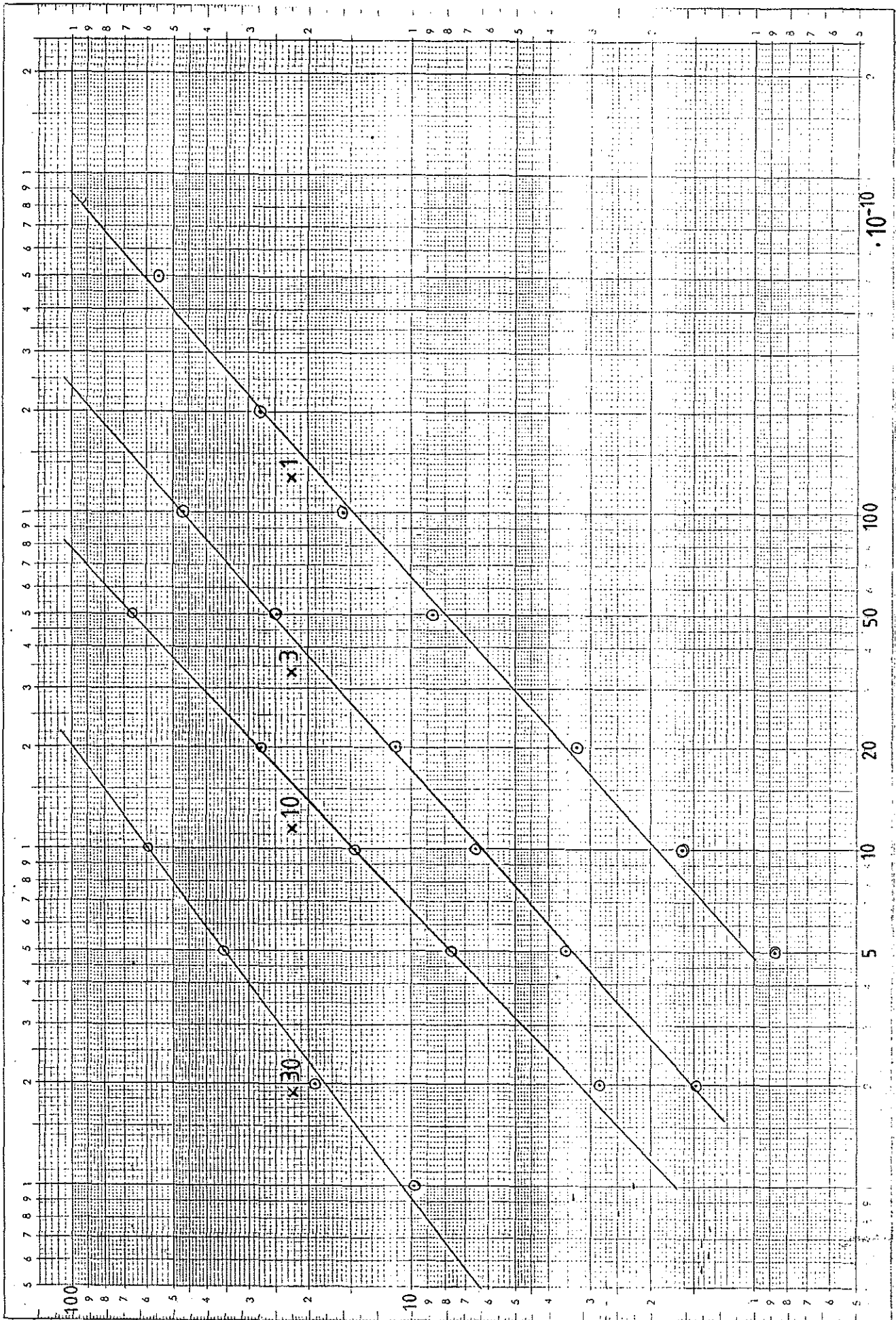


Nr. 2

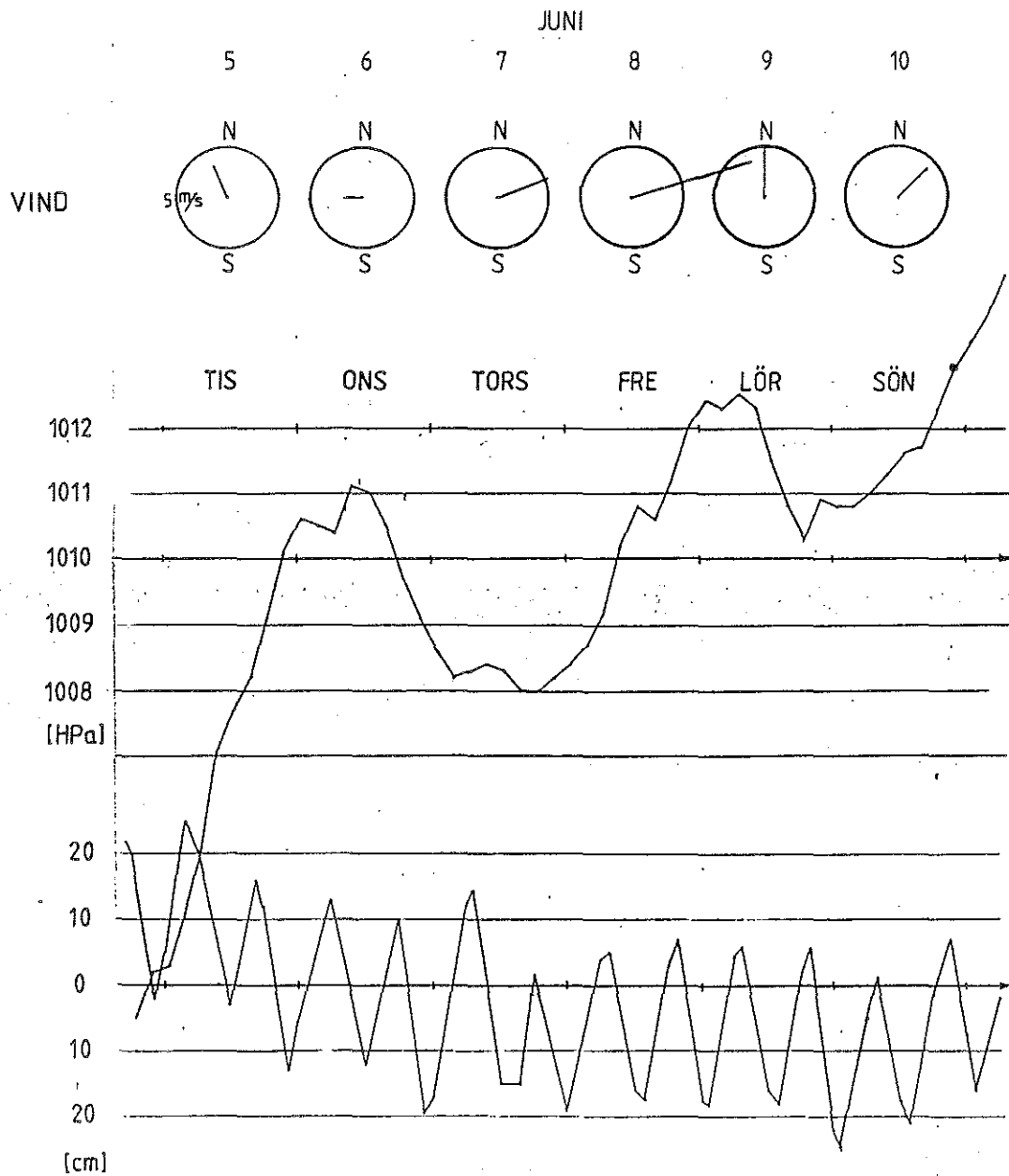


Nr. 3

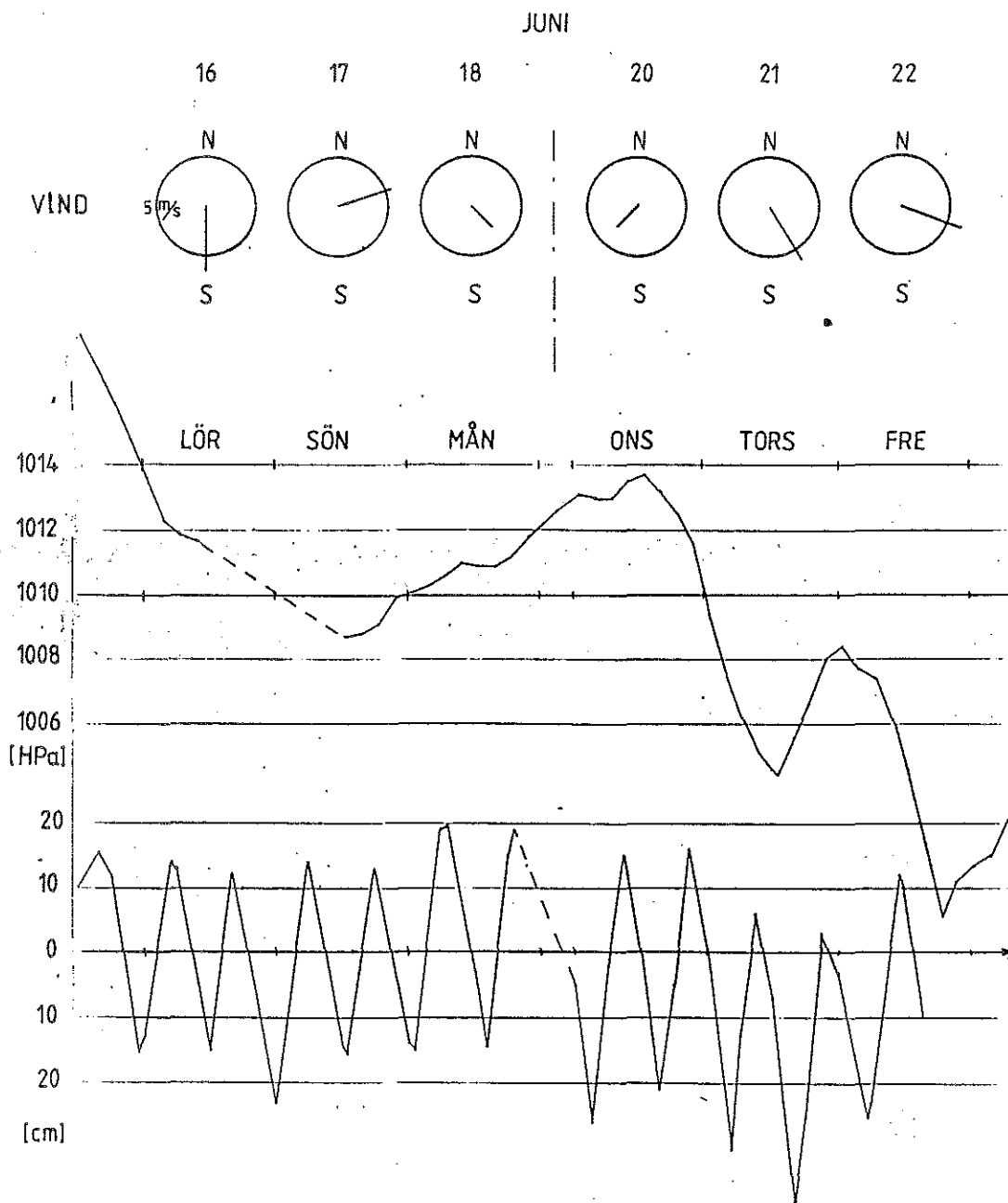




Kalibreringskurva för fluorometer



Vattenstånds- och lufttrycksdiagram, vecka23



Vattenstånds- och lufttrycksdiagram, vecka 25