



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Ödsmål, Kville sn, Bohuslän

Hällristning  
Fiskare från  
bronsåldern

Rock carving  
Bronze age  
fishermen



**MEDDELANDE från**  
**HAVSFISKELABORATORIET · LYSEKIL**

nr  
214

Hydrografiska avdelningen, Göteborg

Hydrografiska och kemiska undersökningar  
i Lule skärgård 1975 och 1976

av  
Bertil Öström

Augusti 1977

100

100

100

100

100

100

100

100

**Hydrografiska och kemiska undersökningar  
i Lule skärgård 1975 och 1976  
av  
Bertil Öström**

<u>Innehållsförteckning</u>	Sid.
Inledning	3
Arbetena i vatten	3
Förväntade effekter och utgångspunkter för mätprogrammet	4
Metoder	4
Arbetsbeskrivning	5
Mätprogram	5
Mätdata	6
Resultat	
Temperatur	6
Salthalt	8
Täthet och stabilitet	9
Syre	11
Gulämne	12
pH och alkalinitet	13
Ammonium	14
Nitrit och nitrat	15
Totalkväve	17
Fosfat och totalfosfor	18
Silikat	19
Sammanfattning	20
Figurer	24-32
Förteckning över mätstationernas positioner	33
Referenser	34
Slutord	35

### Inledning

I anledning av en ansökan från Luleå kommun till Vattendomstolen i Luleå om arbeten i vatten inför utbyggnaden av Norrbottens Järnverk, (det s.k. Stålverk 80 projektet) omfattande sandsugning och muddertippning, utsågs Fiskeriintendenten i Luleå som sakkunnig vid bedömning av vissa skadeverkningar. På uppdrag av denne har Fiskeristyrelsens Hydrografiska Avdelning (FHA) i Göteborg utfört mätningar i Lule skärgård under 1975 och 1976, avseende främst de kemiska förhållandena. En stencilerad underhandsrapport avseende 1975 års mätningar har tidigare tillställts Fiskeriintendenten. Mätdata har fortlöpande publicerats och tillställts de institutioner som deltar i undersökningen. Föreliggande rapport avses utgöra en sammanfattning av de resultat som erhållits vid mätningar i samband med byggnationsperioden 1975 och 1976. Viss mätverksamhet av mindre omfattning för kontroll i enlighet med Vattendomstolens anvisningar kommer dock att fortsätta även under 1977.

### Arbetena i vatten

De arbeten i vatten som föranledde Lule undersökningen bestod främst av sandsugning och tippning av mudder. Sand sögs upp på de områden som markerats på kartskissen fig. 1 för att användas för beredning av ny industrimark vid Börstskär. Därifrån avlägsnades lösa muddermassor vilka transporterades ut i pråmar och dumpades i Germandöfjärden inom det område som angivits på fig. 1. Sand har även avlägsnats från ena sidan av Klubbnäskanalen i syfte att bredda denna.

Sandsugningen i Lule skärgård har haft en till volymen mycket stor omfattning. Totalt c:a 15 miljoner m<sup>3</sup> har tagits upp och använts som utfyllnad vid Börstskär.

Som jämförelse kan nämnas att för Sverige i övrigt sandsugningen tidigare hade en omfattning av c:a ½ miljon m<sup>3</sup> per år. Uttaget av sand under vatten uppgick för hela Europa 1973 till c:a 20 miljoner per år.

### Förväntade effekter av arbetena och utgångspunkter för mätprogrammet.

Lule skärgård kan förväntas ha ett relativt gott vattenutbyte dels från genomflödet av Luleälven med hög vattenföring, dels genom att utgöra del i ett ganska öppet kustområde utan markerade trösklar.

Sandsugningen innebär vanligen en grumling av vattnet närmast arbetsplatsen vilken bl.a. skärmar av det ljus som är nödvändigt för växtligheten i vattnet. Ofta sker även en utlösning av närsalter ur bottenmaterialet vilket förorsakar förhöjda halter i det omgivande vattnet. Blottandet av syrefria, svavelvätehaltiga skikt kan lokalt ge starka förändringar i den kemiska balansen.

Tippning av muddar innebär en motsvarande påverkan. Därtill finns risken för utlösning av giftiga substanser om massorna tagits från områden som kontaminerats av föroreningar från industrier eller samhällen.

Lule skärgård består av flera naturliga bassänger (se fig. 1). Spridningen mellan bassängerna av kemiska komponenter kan studeras genom mätning i bassängerna och på trösklarna emellan dem. Mätpunkterna får också väljas med hänsyn till fiskeplatser och lekområden för fisk så att en bedömning av kemisk påverkan på dessa kan göras. En ekologisk aspekt läggs även på den hydrografiska och kemiska undersökningen så att ex.vis. närsalterna ses som en del i den biologiska näringskedjan och eventuella förändringar i värdena även kan utgöra ett delunderlag för en större ekologisk bedömning.

### Metoder

De kemiska analyser som utförts inom Luleundersökningen har så långt som möjligt följt de metoder som utarbetats för Östersjöns vatten. Dessa finns sammanfattade i: Carlberg, S., 1972 (Editor) "New Baltic Manual", ICES Cooperative Research Report, Series A, No 29.

### Arbetsbeskrivning

Provtagning har utförts vid mätpunkterna (se fig. 1) under sommartid från båt, under vinterperioden med is med hjälp av snöscoter, samt under förfallsperioden på våren från hydrokopter och vid något tillfälle med hjälp av helikopter.

Provvattnet har hämtats med en manuell, lodutlöst hämtare om 1.7 liter av Ruttnertyp.

Beträffande syre har reagens tillsatts omedelbart från medförda reagensampuller. (Ref. sid.34 ). Resterande prov har förvarats kallt och i mörker med hjälp av slutna, isolerade lådor, under transporten in till laboratoriet.

Under 1975, när analyserna utfördes av Fiskeristyrelsens Hydrografiska avdelning vid ett tillfälligt uppbyggt laboratorium i Luleå, påbörjades dessa omedelbart efter det att proverna förts i land och utfördes under kvällen.

Under 1976, när analysverksamheten överförts till Svelab i Luleå, påbörjades analyserna på morgonen dagen efter provtagningsdagen. Förvaring av provvattnet under natten skedde i kylskåp, utan konservering.

### Mätprogram

Mätningarna hade under 1975 en frekvens av ett måttillfälle per månad vid 14 stationer, och under 1976 en gång varannan vecka under isfri tid, tätare under själva islossningen samt en gång per månad under vinterperiod med istäcke, vid 16 stationer. På dessa stationer togs prov på djupen 0, 3, 5, 10, 15, 20 samt därefter var 10:e meter ned till botten. En komplett provomgång utgjordes under 1976 av 84 st prov. Av dessa prov bestämdes 12 olika parametrar, vilket ger en omfattning av c:a 1000 kemiska analyser vid varje måttillfälle. Under 1975 uppmättes även primärproduktionen vid mätstationen i Västan-tillfjärden.



### Mätdata

Samtliga mätvärden från de mätningar som FHA utförde under 1975 har publicerats efter databehandling i form av stencilerade datarapporter via Fiskeriintendenten i Luleå. Data från senare delen av 1975, när analysverksamheten överförts till Svelab i Luleå finns tillgängliga i form av tabeller med ifyllda analysresultat. Från 1976 års mätningar finns data utskrivna i datalistor vid Norrbottens Järnverks dator i Luleå. Dessa har distribuerats till de institutioner som deltagit i undersökningsverksamheten och referensexemplar finns tillgängliga på Länsstyrelsen i Luleå samt hos Svelab.

Här föreliggande rapport grundar sig på en utvärdering med tillgång till samtliga dessa data.

### Temperatur

Temperaturmätningar har utförts vid varje provtagningstillfälle genom avläsning av termometer monterad i vattenhämtaren. Under halva året, ungefär från mitten av december till mitten av maj, när kustvattnet är täckt av is är temperaturen jämn och låg. Efter islossningen sker en snabb höjning av temperaturen. Sommartemperaturerna i ytvattnet brukar nå c:a 20°C, med de högsta värdena i skiftet juli - augusti. (Skillnaderna mellan olika år är dock stora, extremer med nära 30 grader i ytvattnet har förekommit, liksom somrar då ytvattnet inte har överstigit 15°C.)

Solinstrålningen är liten under vinterhalvåret med korta dagar och låg solhöjd. Isbeläggning med snötäcke gör att så gott som ingen ljusenergi når ner i vattnet under denna tid. Så gott som all instrålad energi når vattnet under det isfria halvåret. Detta medför att all växtlighet som är beroende av ljus står stilla under vintern och accelererar starkt efter islossningen.

Temperaturen i vattnet speglar detta förhållande genom att vara nära noll under vinterhalvåret och sedan plötsligt öka när islossningen inträder. Både 1975 och 1976 var förhållandevis kalla somrar och temperaturen nådde endast 15.6 resp. 16.4 °C i Västantillfjärden, i båda fallen vid skiftet juli - augusti.

Inflödet av sötvatten med Luleälven uppvisar en något högre temperatur än kustvattnet under sommaren, men under vintern avsevärt lägre med temperaturer alldeles i närheten av noll. Detta är naturligt med tanke på att det förhållandevis grundare älvvattnet värms upp av solinstrålningen och kontakten med den varmare luften. Under vintern sker en motsvarande starkare avkyllning av älvvattnet. Som biotop betraktat kommer därför området att uppfatta älvvattnet som ett varmvatteninflöde under sommaren och som ett kallvatteninflöde under vintern. Speciellt under försommaren kan älvvattnets temperatur vara flera grader högre och ha karaktären av en varmvattenplym som blandas in i kustvattnet.

I vertikal led är temperaturen under vintern tämligen jämn från ytan och nedåt, med ett par tiondels plusgrader. Omedelbart efter islossningen stiger temperaturen snabbt, mest i ytan och ett språngskikt börjar utbildas. Temperaturen avtar med djupet, men den starkaste skiktningen ligger under sommaren vid 5 - 10 m djup.

### Salthalt

Salthalten uppmäts via elektrisk ledningsförmåga hos vattnet. Den är genomgående låg och varierar från nära noll i älvmynningen till c:a 3.5 ‰ i bottenvattnet på de djupaste stationerna.

Under vintern när is täcker vattnet finns vanligen ett skikt, en till ett par meter tjockt, närmast under isen med nästan sött vatten, som sprider sig utåt från älvmynningen. På grund av istäcket är vattnet oåtkomligt för vindkraften och blandningsenergi kan därför ej tillföras den vägen. Det är huvudsakligen älvvattnets egen rörelse som ger erforderlig blandningsenergi för en viss inblandning från underliggande saltare skikt. Vid kusterna där skiktningen möter botten sker också blandningen i en större skala vid lufttrycksbetingade nivåändringar i skikten. Salthalten stiger med djupet och når vid c:a 10 m vanligen 3 ‰ gränsen. Mellan detta saltare djupvatten och det söta yt-skiktet finns valigen en region av blandvatten (i konduktivitet angiven till området 1000 - 4000  $\mu$ S) som inte nödvändigtvis bildats i själva estuarien utan kan ha en längre historia och återfinns över större kustavsnitt. Således uppvisar salthalten mycket låga värden i ytan under vintern och saltskiktningen är stabil med stigande värden med djupet.

Under sommaren sker en betydligt kraftigare blandning av de övre skikten genom vindens och vågornas inverkan. Salthalten stiger därigenom i ytan under den isfria perioden och håller ett typiskt värde av omkring 2 ‰ i den yttre skärgården. Skillnaden i salthalt mellan ytvattnet och djupare skikt är därför mindre under sommaren och saltskiktningen följaktligen svagare.

I själva älvmynningen är vattnet under vintern tämligen homogent ända ned till botten med saltvärden nära noll. Efter islossningen när ett språngskikt utbildas kommer salt vatten in vid botten och utflödet av sötvatten sker ovanför detta. Under vintern finns således en utpräglad "sötvattens kudde" utanför mynningen från vilket vattnet sprids utåt i ett smalt skikt närmast under isen. Under sommaren däremot utvecklas en vanlig typ av

estuarieskiktning i två lager där utflödet av sötvatten i det översta skiktet sker ovanpå en inåtriktad kompensationsström av saltare vatten längs botten. Den så kallade saltfronten flyttas därvid uppåt vilket måste ha inverkan på växt och djurliv i själva mynningsområdet.

### Densitet och stabilitet

Densiteten hos vattnet påverkas av dess salthalt och temperatur, i princip så att högre salthalt ger högre densitet medan högre temperatur ger lägre densitet. Emellertid finns det för temperaturen en avvikelse vid låga temperaturer, så att mellan frys- punkten vid noll grader och c:a plus fyra grader temperatur- stegringen medför ökad densitet. Vi har därför ett densitets- maximum när vattnet är som tyngst vid c:a plus fyra grader.

I Lule skärgård befinner vi oss i det låga salhaltsintervall där densiteten vänder inom förekommande temperaturer, och det går därför inte att ange ett enkelt samband för salt- och temperaturberoendet.

Stabiliteten är ett uttryck för skillnaden i densitet mellan olika djup. Om densiteten är lika på alla djup är stabiliteten låg. Om densiteten ökar kraftigt med djupet är stabiliteten hög. Stabiliteten är därför ett mått på hur lätt det är att "vända" på vattnet, dvs att blanda det vertikalt. Vid låg stabilitet kan vattnet lätt blandas, medan en hög stabilitet fordrar mycket tillförd energi, t.ex. i form av vind, för att åstadkomma omblandning vertikalt.

Under vinterhalvåret är stabiliteten hög mellan det översta sötvattensskiktet och det underliggande saltare vattnet. Inom respektive skikt är stabiliteten vanligen låg. Det medför att en blandning mellan dessa skikt är svår att åstadkomma, speciellt som istäcket förhindrar energitillförsel med vind och vågor, och det övre sötvattensskiktet kan därför fortsätta att sprida sig ut från området under isen, utan att få någon nämnvärd inblandning av saltare vatten.

Situationen just vid älvmyningen är intressant genom att vinterförhållandena här uppvisar ett tämligen homogent vatten med salthalt nära noll från ytan till botten. Ekvidensitetsytorna är här närmast vertikala med ökad densitet ut från älvmyningen. Detta medför att vi har en utvecklad "density bar", en täthetsbarriär med närmast vertikala isopykner utanför flodmyningen vilken försvårar horisontell blandning. Sötvattnet från älv tillflödet strävar att behållas nära myningen och endast upptill, i ett relativt tunt skikt, rinner vattnet över det saltare vattnet utanför och sprids utåt under isen.

När isen går upp värms vattnet genom instrålning uppifrån, och de vertikala isopyknerna vid myningen eroderas snabbt, ett temperatursprångskikt med horisontell utsträckning utbildas istället, ett tvålagersystem bildas och saltfronten vandrar uppför myningen. Sötvattnet utanför blandas genom vind och vågpåverkan till större del med det underliggande vattnet och salthalten i ytan stiger, samtidigt som språngskiktet djupnar. Den förhöjda temperaturen i ytskiktet kan endast till en del kompensera den höjda salthalten, och stabiliteten över hela vattenpelaren kan ofta vara lägre under sommaren än under vintern, vilket vid en första anblick kan te sig paradoxalt. Ett markerat språngskikt med tämligen god stabilitet ligger dock kvar vid c:a 5 - 10 m djup, under sommaren.

Inom skärgårdsområdet finns en markerad djuphåla norr om Vitfågelskäret med djup om nära 40 meter. Under 20 m djup är stabiliteten låg under hela året. Vid några tillfällen, ex. vis. mellan den 10:e och 28:e augusti 1976, visar salt- och temperaturvärdena att vattnet i djuphålan bytts ut och ersatts med kallare och saltare djupvatten från Bottenviken. Det finns därför inga tecken på att någon nämvärd stagnation av vattnet skulle kunna förekomma inom området.

### Syre

Halten av löst syrgas i vatten påverkas av utbyte med syret i luften, av konsumtion genom oxidation av organiskt material och andning hos djur, samt av produktion hos växter.

Vattnet i Lule skärgård är rörligt och står under isfri tid i kontakt med luften vid vattenytan och med omgivande vatten i Bottenviken. Syrevärdena är därför tillfredsställande höga och avviker endast lite från mättnadsvärdet (100 %). Den konsumtion som sker genom respiration är obetydlig och tillräckligt med syre tillförs för nedbrytningen av organiskt material, varför några tecken på syreunderskott inte har iakttagits, så när som på en liten nedgång under is. Under sommarsäsongen däremot sker en tydlig uppgång i syrevärdena i ytvattnet som speglar växtproduktionen i vattnet. Övermättnaden är inte så hög, som mest 105 %, men klart märkbar och korrelerad till tillväxten under produktionssäsongen.

Under 1975 genomfördes syremätningar vid alla stationer och det kunde konstateras att syresättningen är tillfredsställande över hela området. Under 1976 skars därför syreanalyserna ned och utfördes endast vid stationerna Västantillfjärden, Sandöfjärden samt i djuphålan vid Vitfågelskäret. Dessa kontrollmätningar har visat en fortsatt god syresituation under 1976.

Någon egentlig farhåga för syrevärdena torde inte heller behöva föreligga i Bottenviken. De stagnationer som förekommer på dessa höga breddgrader är alltid betingade av salthaltsskillnader (och således inte av permanenta temperatursprångskikt). Salthaltsintervallet är här för litet för att effektivt kunna förhindra vertikalt utbyte och därmed nedtransport av syre från ytan. En viss minskning i syremättnaden kan iakttagas under is när kontakten med luften försvåras och sötvattenskiktet närmast under isen förhindrar vertikalutbytet. Emellertid är nedbrytningshastigheten långsam vid de då rådande låga temperaturerna och tillförseln av nedbrytbart organiskt material är mycket liten varför någon mer omfattande syreföring inte förekommer.

Den lokala övermättnaden hos syret som orsakas fysikaliskt av temperaturhöjningar eller biologiskt av syreproduktion i samband med fotosyntesen är förhållandevis liten. Någon skadlig inverkan på djurlivet i vattnet, vare sig av över- eller undermättnad hos syret, torde inte kunna förväntas och syresituationen får anses fullt tillfredsställande för den fisk som förekommer i området.

### Gulämne

Gulämnet registreras rutinmässigt genom att absorptionen av ultraviolett ljus <sup>vid</sup> c:a 380 nm bestäms på filtrerade prover av vattnet. Gulämnet är genomgående mycket högt i området. Tillflödet med Luleälven håller under vintern förhållandevis låga värden c:a 1.2 enheter för att med islossningen och vårfloden stiga drastiskt, värden över 8.0 uppmättes. Under sommaren håller sig värdena något högre c:a 2.3, för att under hösten gå ner mot de ovan nämnda vintervärdena. Det saltare djupvattnet under 20 m, med förbindelse med utanförliggande djupvatten i Bottenviken, håller hela tiden ett mer konstant värde på c:a 2.3.

De höga värdena hos gulämne reduceras utåt genom att det tenderar att delvis flockulera och fällas ut när salthalten ökar. Detta medför att bottnarna i blandningszoner ofta täcks av ett skikt gulaktigt sediment, rikt på organiskt material vilket endast långsamt bryts ned.

Produktionen i gula vatten är vanligen låg dels genom att ljusenergin inte når så långt ned i vattnet, och dels genom att energi och närsalter binds upp i de stora molekyler av humuskaraktär som utgör huvuddelen av gulämnet. Gulämnets nedbrytningstid brukar uppskattas till minst ett halvt år, vilket förhindrar en snabb omsättning av de ingående komponenterna, vilket gör att den biologiska cirkulationen blir långsam och produktionen låg.

Gulämnet kan användas för att karakterisera och sedan följa en viss vattenmassa. Även kvoten gulämne/salthalt kan användas för att karakterisera olika regimer (genom den ovan nämnda utfällningen). Det vatten som slutligen lämnar Östersjön genom den Baltiska strömmen håller ännu en stor del av det gulämne som tillförts till Bottenviken.

Vattnets halt av gulämne förefaller inte att ha förändrats i närheten av muddertippningsplatserna i Germandöfjärden eller vid sandsugningsplatserna utanför Sandön.

#### pH och alkalinitet

pH-värdet hos vattnet har uppmätts i samband med primärproduktionsmätningar, då det behövs vid beräkandet av primärproduktion. Värdena varierar mellan i stort sett 7.0 och 7.8. I själva älv tillflödet har dock lägre värden uppmätts, vilket hänger samman med ett salthaltsberoende hos pH. Trots att sötvattnen i tillrinningsområdet är svagt buffrade genom den låga jonkoncentrationen, märks inte några tecken på försurning med sänkta pH-värden hos älv- eller kustvattnen.

Alkaliniteten har uppmätts vid några tillfällen för att fastställa alkalinitet/salinitet relationen för området. Denna överensstämmer i huvudsak med den som tidigare beräknats av Buch (1945).



### Ammonium

Ammoniumhalterna är tämligen höga under vintern. Själva analysen av ammonium är känslig för föroreningar och analysresultaten måste granskas kritiskt.

Älvtillflödet har under 1976 värden på 2 till 3  $\mu\text{gat/l}$  under vintern. När våren kommer sjunker värdena, möjligen på grund av konsumtion av ammonium hos diatomeer i de isfria stråken högre upp i älven. Det är svårt att avgöra om de höga vintervärdena är naturliga eller förhöjda. Det är dock troligt att såväl samhällen längs älven som industrier tillför ammonium till älvvattnet.

Under sommaren går värdena ner ytterligare, som lägst till c:a 0.5  $\mu\text{gat/l}$ , men någon utarmning av ammonium som skulle kunna hämma planktontillväxt syns inte förekomma. De absolut lägsta ammoniumvärdena uppmättes den 19 oktober, ned till 0.1  $\mu\text{gat/l}$  i det söta ytvattnet.

I undersökningsområdet har ammoniumvärdena på många mätpunkter betett sig på motsvarande sätt som i älvmynningen. Höga värden under vintern och förvåren, en nedgång under sommaren, ett mycket lågt värde i oktober 1976, möjligen orsakat av en höstblomning.

I området vid Sandöfjärden, Lövskär och Brändöfjärden finns tydliga tecken på utsläpp av ammonium med lokalt mycket höga värden. Att ammoniumhalterna kunde nå så höga värden var inte förutsett vid introducerandet av databehandlingen, varför vid några tillfällen analysresultaten ej fått plats inom avsett utrymme och därför ej kommit med i datalistorna. Dessa höga värden redovisas i stället separat av SVELAB i Luleå.

De höga ammoniumvärdena kan helt säkert hänföras till utsläppet från NJA samt från det nya koksverket. De ibland kraftigt förhöjda värdena på mätstationerna ger anledning att anta att möjlighet till direkt giftverkan på fisk kan finnas närmare utsläppspunkten.

Ammoniumföroreningen har troligen endast betydelse lokalt. Överskottet av ammonium brukar inom en tid av några veckor oxideras till nitrit och sedan till nitrat i syrerika vatten. Resultatet blir att Bottenviken i stället för ammonium får ta emot en ökad halt nitrat. Emmellertid är halterna av nitrat i Bottenviken redan tidigare höga och tillskottet från NJA:s utsläpp, via ammonium som oxideras, är säkerligen försumbara.

En viss avgång av ammonium i form av ammoniakgas sker också från vattenytan.

De förhöjda halterna av ammonium återfinns huvudsakligen i snittet ut förbi Lövskär, genom att detta är den gren av älven som transporterar vattnet förbi utsläppen och vidare ut mot Bottenviken.

#### Nitrit och nitrat

Mätstationen vid Bergnäsbron där vattnet från Luleälven passerar uppvisar en tydlig naturlig årstidsvariation i nitratinnehållet. Under vintern ligger nitratvärdena nära 4  $\mu\text{gat/l}$ . När isen börjar gå upp sjunker nitratvärdena, sannolikt på grund av konsumtion av växter i vattnet. Nitraten i älven förbrukas nästan helt och ligger under sommaren under 0.5  $\mu\text{gat/l}$ . Först sent på hösten börjar nitratvärdena gå upp mot vinternivån, och nitratkonsumtionen förefaller inte att upphöra helt förrän ett istäcke bildats.

Nitritvärdena är hela tiden låga och uppvisar inte några variationer som är av direkt intresse. Nitrit är ibland intressant som en intermediär när ammonium oxideras till nitrat. Vid höga ammoniumhalter kan den då ibland nå höga värden, och får därför betydelse då nitriten samtidigt uppvisar giftverkan på djur och växter redan vid låga koncentrationer.

Nitratvärdena i undersökningsområdet är höga. Värden på mer än 10  $\mu\text{g}/\text{l}$  förekommer i djupvattnet under 20 m. De sjöar och myrmarker som avvattnas till Bottenviken håller dock normalt så pass höga halter av nitrat varför de erhållna värdena inte behöver ses som onormala, utan som betingade av områdets kemiska karaktär.

Även i ytterskärgården går nitratvärdena ner under sommaren, även om de inte når lika låga värden som i älvvattnet. Förmodligen blandas hela tiden ny nitrat upp från de djupare vattenlagren, varför en direkt brist på nitrat inte uppstår i ytvattnet även om nitrat konsumeras av växterna. Årstidsvariationen ges i stort sett av växtproduktionen i ytskiktet med höga värden under vintern, en nedgång på våren, en viss förhöjning just efter islossningen, låga värden under sommaren och hösten och en uppgång till höga värden igen under vintern.

I djupvattnet, under 20 m, återfinns ej denna årstidsvariation, utan nitratvärdena är där höga under hela året.

Möjligheten finns att skogsgödslingar och industriell produktion av gödselmedel har kunnat ge ett artificiellt tillskott av nitrat till Bottenviken. En sådan yttre förorening går dock ej att belägga genom de här gjorda mätningarna, och förhållandet har inte undersökts närmare.

De höga nitrathalterna ligger, även om de betraktas som naturliga, på en sådan nivå att det finns anledning att undersöka nitratinnehållet i ex.vis fisk som vuxit upp i vattnet.

Profilerna visar att nedgången i nitratvärdena äger rum främst ovanför språngskiktet vid c:a 10 m djup, under den isfria tiden. Detta språngskikt dämpar troligen något uppblandningen av nytt nitrat, samtidigt som skiktet ovanför sammanfaller med den fotiska zonen där produktionen sker och därmed nitratet konsumeras. Under detta skikt är nitratvärdena ganska opåverkade av årstiden, då dels det ljus som tränger ner är otillräckligt för att ge upphov till någon nämnvärd produktion och dels stabiliteten i vattnet är låg så att vertikalblandning lätt sker inom skiktet.

### Totalkväve

Totalkvävet visar under vintern ganska jämna värden på omkring 15  $\mu\text{g}/\text{l}$  i hela vattenpelaren. Under sommaren förblir värdena ungefär desamma i ytan eller minskar något. Under språngskiktet vid c:a 10 m djup sker en ökning av värdena sommartid. Detta hänger troligen samman med att en större mängd organiskt material tillförs utifrån och bildas i ytvattnet under sommaren, varefter det sjunker ner och berikar de djupare vattenlagren.

Halterna av såväl nitrat som totalkväve visar att kvävet i detta vattenområde finns i betryggande överskott, mångdubbelt tillräckligt för den växtlighet som utnyttjar kvävekomponenter. Frågan huruvida kvävet når alltför höga halter och istället kan ha en skadlig inverkan kan inte entydigt besvaras. Emellertid har man ofta i rent limniska förhållanden många gånger högre kvävevärden utan några synbara skadeverkningar, varför en sådan farhåga torde vara ogrundad.

De höga kvävevärdena i området satta i relation till de mycket låga fosfatvärdena ger ett mycket ovanligt kväve/fosfor förhållande, som inte återfinns i andra havsområden, och vars biologiska signifikans inte är helt klar.

Den fraktion av totalkvävet som utgöres av organiskt kväve är antagligen till stor del bundet till de stora molekylerna som utgör gulämnet.

### Fosfat och totalfosfor

Fosfatvärdena är anmärkningsvärt låga i Lule skärgård. Det vatten som kommer in från Luleälven håller samma låga halt, c:a 0.20  $\mu\text{gat/l}$ . Få svenska kustavsnitt torde uppvisa en så låg fosfatnivå som detta vattenområde. En dylik naturligt låg fosfatkoncentration torde delvis ha sin förklaring i att berggrunden är fosfatfattig i avrinningsområdet, och att det neutrala vattnet inte hinner lösa ut särskilt mycket av den fosfat som finns på dess första väg mot havet.

Det är också belagt att vintergröna växter har en kvarhållande effekt på fosfaten. Säsongfällande bladväxter släpper vid lövfällningen ifrån sig en stor del fosfat, som när löven bryts ner ger sig iväg ut med regn- och markvattnet i en sorts årstidspuls med maximum om hösten. Ständigt gröna växter tenderar däremot att ta tillvara all fosfat, och så snart en fosfatjon blir "ledig" inkorporeras den i växtmaterialet och behålls på så vis inom det område där den finns med endast en kort återcirkulationsväg.

Det är möjligt att de stora barrskogar som finns inom avvattningsområdet har denna kvarhållande effekt på fosfaten, och att vattnet följaktligen blir ytterligare utarmat på fri fosfat.

De låga fosfatvärdena i Lule skärgård ger inte utrymme för någon kraftig växtlighet i vattnet, och fosfaten ligger ungefär vid en nivå där produktionen begränsas. Inte heller finns det utrymme för att konsumera fosfat i en omfattning som motsvaras av den nedgång i nitrat som kan iakttagas. Om naturen löser detta genom alternativa fosfatkällor, genom mindre fosfatkrävande arter eller på annat sätt kan ännu inte utläsas ur resultaten. Endast en del av den fosfor som analyseras förekommer som fosfat, resten utgöres av organiskt bunden fosfor. Huruvida denna är åtkomlig för några producerande växtarter är inte känt. Fosfaten har uppenbarligen en nyckelroll som en av de tillväxtbegränsande faktorerna i området.

Totalfosforvärdena är låga, 0.2 - 0.5  $\mu\text{gat/l}$ . Drygt hälften av fosforn är organiskt bunden. Fosforn är tämligen jämt fördelad i vattenmassan.

### Silikat

Silikathalterna i vattnet är mycket höga. Detta är ett vanligt förhållande i sötvatten, som här med avrinning från moränområden. De variationer i silikathalten som orsakas av upptag i organismer är ganska små. Silikat finns i 50-faldigt överskott för de behov som kiselorganismerna, främst diatomeer, i området kan tänkas ha. Silikaten är därför biologiskt tämligen ointressant men är kemiskt av intresse att mäta då den har ett samband med grumlingen i vattnet.

Silikaten har en tendens att forma aggregat när den möter saltare vatten, varvid den faller ut och värdena minskar därigenom ut mot Bottenviken.

De höga silikatvärdena i området har uppmätts i samband med och strax efter islossningen i slutet av maj och början av juni. Värdena ligger då vid ungefär 50  $\mu\text{gat/l}$  medan de sedan går ner för att resten av året ligga vid c:a 30  $\mu\text{gat/l}$ .

Någon direkt förhöjning av värdena i närheten av platserna för sandsugningsarbeten och muddertippning har inte kunnat noteras.

### Sammanfattning

De undersökningar som utförts i Lule skärgård av Fiskeristyrelsens Hydrografiska avdelning (FHA) avseende främst närsalter och andra kemiska komponenter i vattnet, har haft som syfte att dels fastställa områdets status i kemiskt avseende och därmed utgöra en bedömningsgrund för de eventuella förändringar som sker med sandsugnings- och muddertippningsarbeten i området, och dels att bidra med ökad kunskap om den kemiska bit som ingår i en större ekologisk studie av området med flera institutioner engagerade.

En svårighet i undersökningen har varit att uppdraget erhöles så sent att de flesta mätningar har skett under den tid som arbetena i vatten har pågått. Därmed försvåras de slutledningar som gjorts i så motto att oklarhet ibland råder om vilka förhållanden som är naturliga och vilka som orsakats av de nämnda arbetena i vatten omfattande sandsugning och tippning av muddermassor.

I början av undersökningen utförde FHA såväl analyser som metodanpassningar och databehandling av mätvärdena. När verksamheten fungerade väl och arbetet kring provtagningsomgångarna funnit sin rutin överfördes analysverksamheten till ett lokalt laboratorium, SVELAB i Luleå, varvid de utprovade analysmetoderna i möjligaste mån tillämpades. Samtliga kemiska vattenanalyser inom mätprogrammet utförs nu av SVELAB.

De mätvärden som nu erhålls från de kemiska analyserna blir föremål för en del grundläggande beräkningar varefter de skrivs ut i tabellform. Denna databehandling sker efter ett underlag från SVELAB vilket stansas på hålkort och sedan körs på NJA:s dator i Luleå. Programmet härför har utformats av FHA. En utskrift sker av vissa värden i profiler, vilka söker återge geografiska snitt, för att underlätta bedömningen av den kemiska situationen i området. Dessa profiler samt datalistorna skrivs ut i sex exemplar vilka tillställs de institutioner som deltar i undersökningen. Exemplar av samtliga dessa data finns tillgängliga på Länsstyrelsens naturvårdsenhet i Luleå samt på SVELAB's kontor.

Utvärderingen av den omfattande datamängd som insamlats har givit en viss kunskap om vattenområdet vilken sammanfattas i det följande.

Temperatur och salthalt påvisar förhållanden som vanligen återfinns i limniska miljöer. Skiktningen är dock starkare än i rena sötvatten, vilket kan utläsas ur värdena för täthet och stabilitet, och endast i det grunda kustvattnet sker en vändning höst och vår. Särskilt under vintern är skiktningen stabilare än i rent limniska miljöer, med ett tunt skikt av sötvatten närmast under isen, vilket sprider sig utåt från älvutflödet ovanpå det något saltare vattnet från Bottenviken. Under sommaren sker en större blandning mellan dessa skikt på grund av att energi från solinstrålning, vind och vågor når ner i vattnet. Istäcket under vintern förhindrar till en del tillförsel av blandningsenergi.

Syrgashalterna är nära mättnad under alla årstider. Det finns sparsamt med organiskt material att oxidera och syretäringen är därför liten. Genom den relativt svaga skiktningen kan syrgas tillföras vattnet genom kontakt med luften. En nedgång i syrevärdena torde därför ej behöva befaras inom området, och området får ur denna synpunkt betraktas som friskt med en naturlig god syresättning av vattnet. En viss liten säsongsvariation kan utläsas ur syremättnadsvärdena, vilken svarar mot den syretillförsel som sker från vattenväxter under sommaren.

pH och alkalkalinitetsvärdena påvisar släktskapen med sötvatten. pH är oftast nära neutralt, alkaliniteten är hela tiden under 1, och vanligen betydligt lägre. De mycket höga gulämnesvärdena faller inom typiska halter för en utpräglad sötvattensregim. Även närsalterna understryker släktskapen med limniska förhållanden. Nitratthalterna är höga, likaså silikat medan fosfaten är påfallande låg. De höga nitratthalterna återfinns ofta i insjöar och myrmarker men är något oväntade ute i kustvattnet. Möjligheten att det finns en betydande yttre föroreningskälla kan inte uteslutas, eller att det sker någon storskalig process som förhöjer halterna i området. Nitriten uppvisar synnerligen låga värden under våren och en svag förhöjning under sommar och höst vilket indikerar en viss mikrobiell aktivitet i vattnet.



Ändringarna i nitrit är dock små och den nitrifikation som förekommer förefaller att gå långsamt. Totalkvävet visar en viss uppgång i djupare skikt under sommaren och hösten, en ändring som huvudsakligen är knuten till det organiskt bundna kvävet. Nitraten sjunker i motsvarande mån i ytan, ett förhållande som speglar kvävet's deltagande i växtprocessen i vattnet.

Ammonium uppträder mycket oregelbundet i området. Bakgrundsvärdena från yttre skärgården och från älv tillflödet är ganska normala, medan Sandöfjärden och området vid Lövskär periodvis har höga halter. Dessa oregelbundna störningar i ammoniumvärdena har samband med utsläppet från NJA samt från det nya koksverket. Höga ammoniumvärden återfinns dock sällan längre ut mot Bottenviken beroende på att ammoniumjonen inte är stabil i havsmiljön utan oxideras vidare till nitrit och nitrat i syrerika vatten. Denna process är i huvudsak katalyserad av mikroorganismer även om en viss spontan fotooxidation förekommer under sommaren i samband med solinstrålning. Ammoniumföroreningen får betraktas som lokal utan nämnvärd inverkan på den yttre skärgården. Eventuell giftverkan av ammonium torde vara begränsad till närområdet vid själva utsläppet.

Ammonium deltar även i ett naturligt kretslopp vilket medför att halterna minskar i ytvattnet under sommaren genom att det tas upp i växtplankton. Det sjunker sedan med dessa ner i djupare vatten och frigörs varvid ammoniumhalterna ökar i djupvattnet. Under vinterhalvåret återställs jämvikten och en utjämning av ammoniumvärdena sker i vattenpelaren.

Fosfatvärdena förtjänar en viss uppmärksamhet då de är påfallande låga i hela området. Även älv tillflödet håller mycket låga värden. Fosfat är en mycket viktig komponent för växtligheten i vattnet. Fosfat och nitrat utgör de två viktigaste närsalterna vilka tas upp av växterna i samband med fotosyntesen. Den låga fosfathalten i området borde begränsa tillväxten av plankton och alger i än högre grad än den synes göra. Kontrasten av låga fosfathalter och höga nitrathalter är ovanlig och karakteristisk för detta vattenområde. En tillfredsställande förklaring på den naturligt förekommande låga fosfatnivån i

området är ännu svår att ge, men betydelsefullt i sammanhanget torde vara att mark och berggrund i det moränområde som avvattnas av Luleälven är fosfatfattiga.

Bestämningen av totalfosfor visar att även det totala fosforinnehållet är lågt i området. En större del av fosfor är dock bunden i organisk form, vilken inte i någon större omfattning mineraliseras till fosfat under vintern.

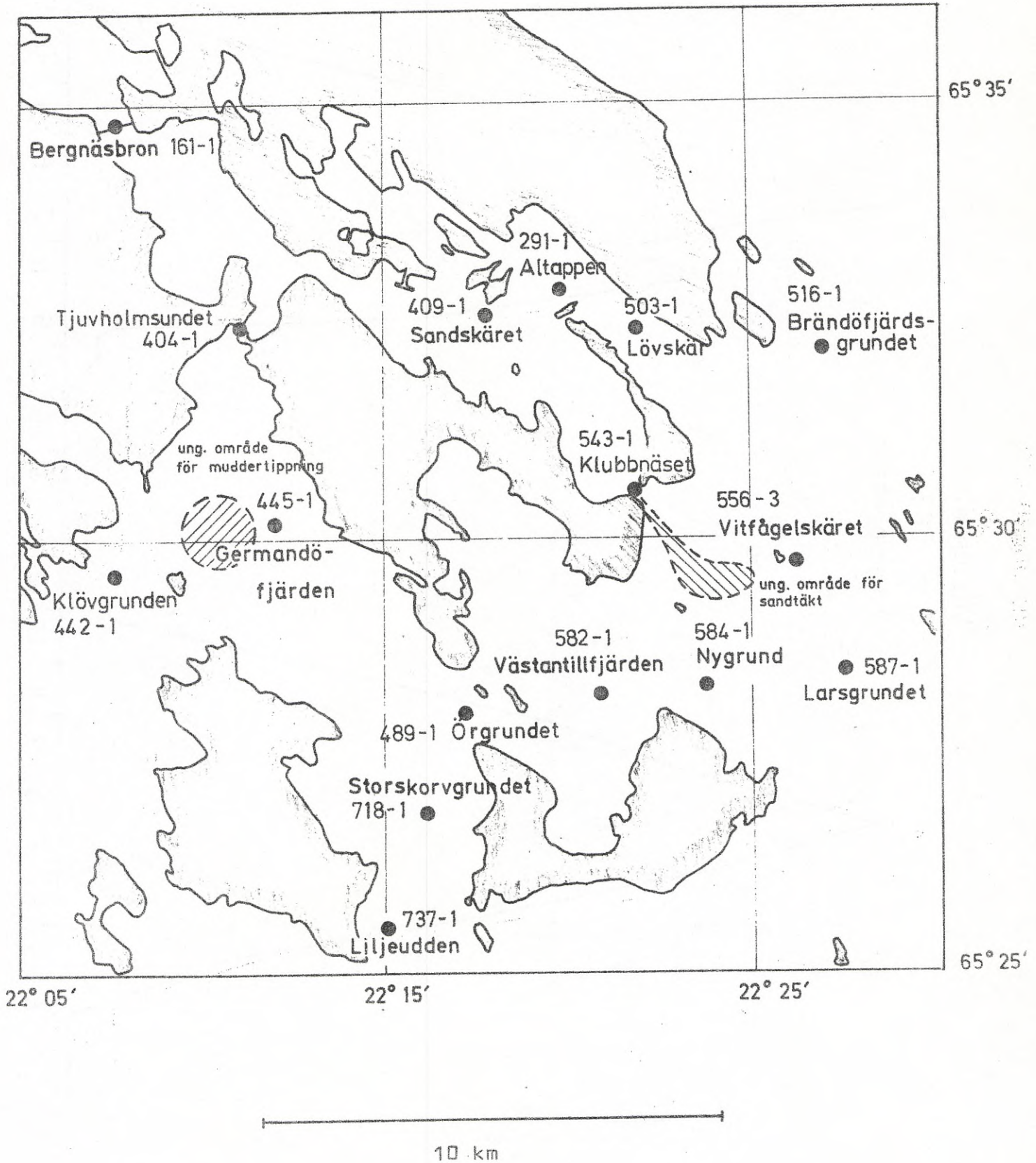
Den primära växtplanktonproduktionen uppmättes under 1975 genom märkning med radioaktiva kol-14 isotoper. Produktionen befanns vara låg. Som ett riktvärde för Östersjön brukar anges en primärproduktion av 100 g kol per  $m^2$  under ett år. I Lule skärgård uppmättes en fjärdedel av detta värde. Det är således ur växtlighetssynpunkt ett kargt område, en "havets tundra" med sparsam växtlighet.

Att från en så kort mätperiod som två år entydigt utläsa vad som är tillfälliga variationer, naturliga förhållanden eller eventuellt påverkan av arbeten i området, är mycket vanskligt. Viss direkt påverkan av arbetena i vatten kan iakttagas, som exempelvis grumlingen av vattnet, men huruvida detta ger bestående effekter går inte ännu att utläsa. Lokala föroreningar som av exempelvis ammonium kan konstateras men kunskap om vilken verkan detta kan ha på sikt fordrar en fortsatt undersökningsverksamhet. Ett allmänt intryck av de undersökningar som här gjorts är dock att Lule skärgård är ett förhållandevis friskt vattenområde med goda syreförhållanden och betydande vattenrörelser. De kemiska parametrarna ger i stort ett intryck av naturliga, om än speciella, förhållanden med endast en mindre påverkan från samhällelig och industriell verksamhet.

Kommentarer till figurerna

- Fig. 1 Kartskiss över Lule skärgård med mätstationernas lägen och sifferbeteckningar inritade.
- Fig. 2 Yttemperaturen vid station Västantillfjärden under år 1975 och 1976.
- Fig. 3 Syremättnad i ytan vid station Västantillfjärden under år 1975 och 1976.
- Fig. 4 Ammoniumvärden i ytan vid station Västantillfjärden under år 1975 och 1976.
- Fig. 5 Vertikalsnitt genom stationerna Bergnäsbron - Sandskäret - Lövskär - Brändöfjärden utvisande ammoniumkoncentrationerna den 15 juni 1976.
- Fig. 6 Vertikala nitratprofiler vid station Vitfågelskär under våren och under sensommaren 1976.
- Fig. 7 Silikat vid station Västantillfjärden, ytan, under 1975 och 1976.
- Fig. 8 Översiktsbild av siktdjupet, 30 cm secchi-disk, den 11 juli 1975.

Fig. 1 Undersökningsområdet med stationsbeteckningar angivna.



Temp.  
(°C)

Västantillfjärden  
Stn. 582 - 1  
Yttemperatur

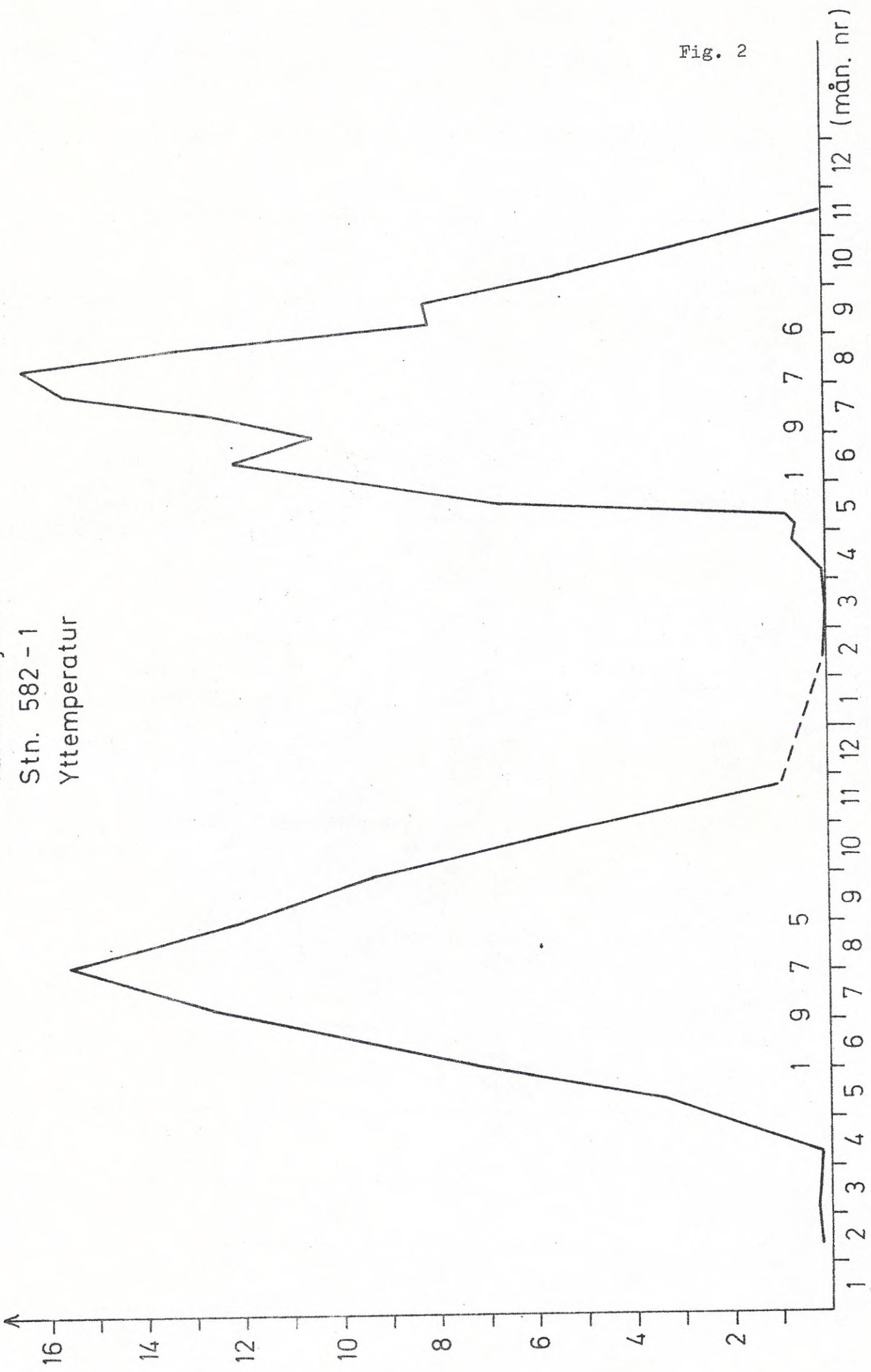


Fig. 2

Löst syrgas  
(% av mättnadsvärdet)

Västertillfjärden

Stn 582-1

Syrgasmättnad i ytan

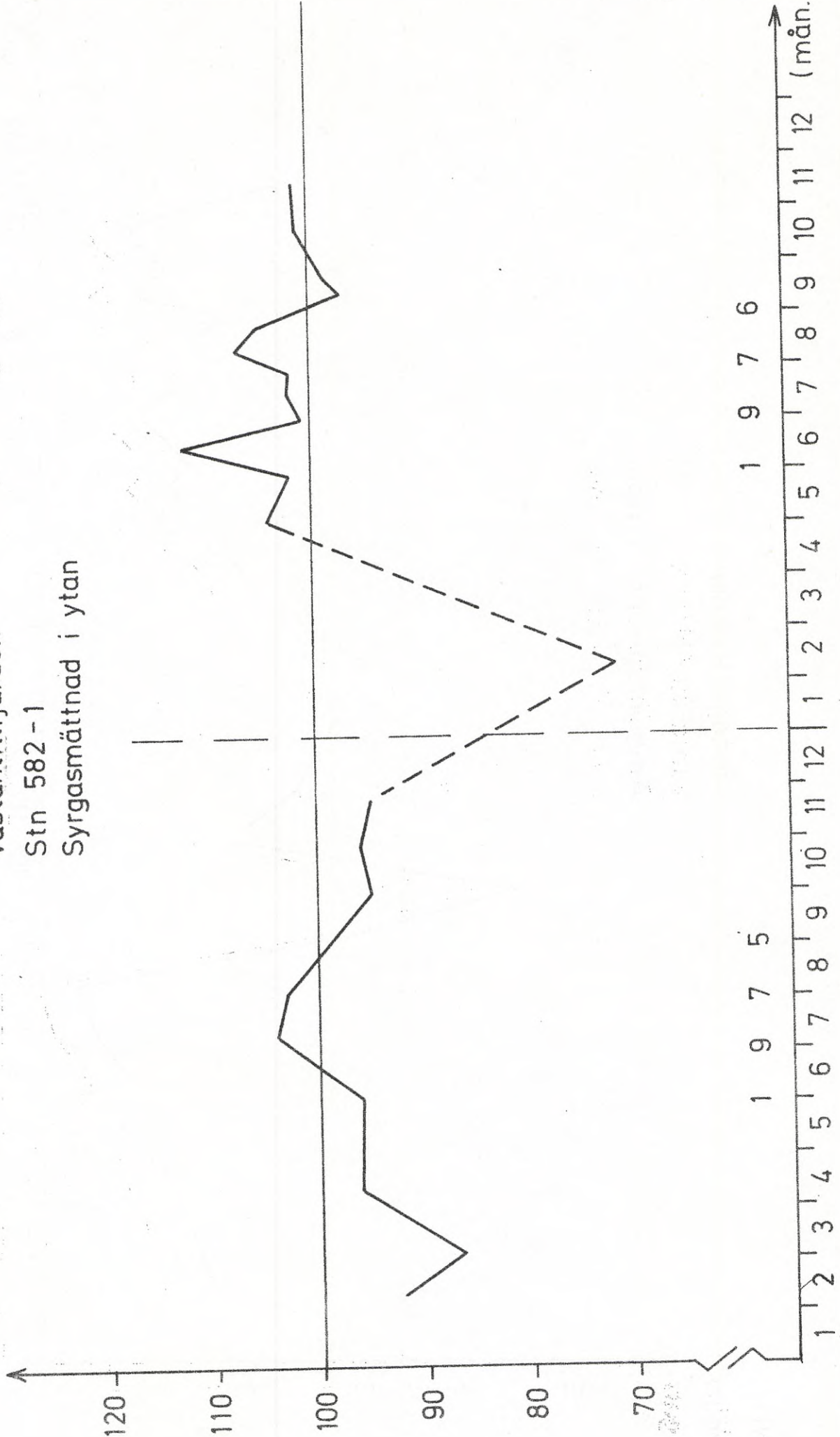


Fig. 3

$\text{NH}_4$   
( $\mu\text{g}/\text{l}$ )

Västantillfjärden

Stn 582-1

Ammoniumkonc. i ytan

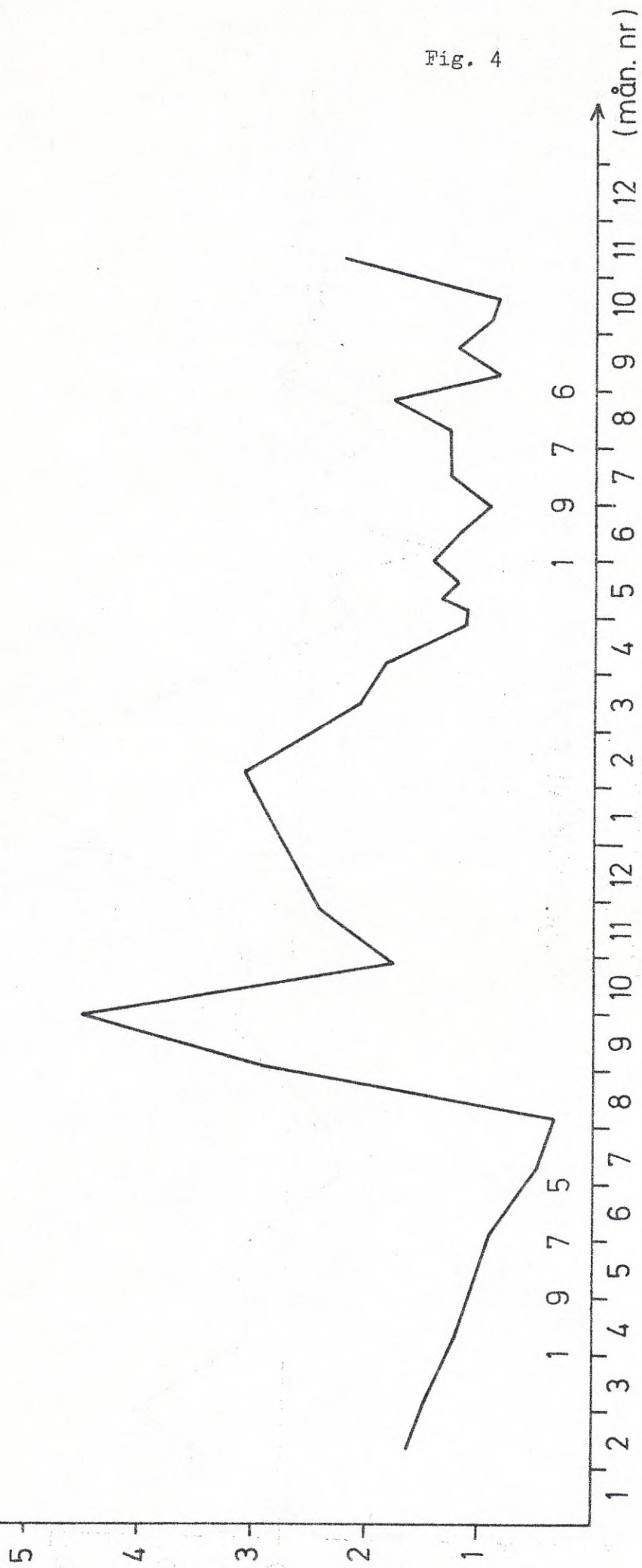
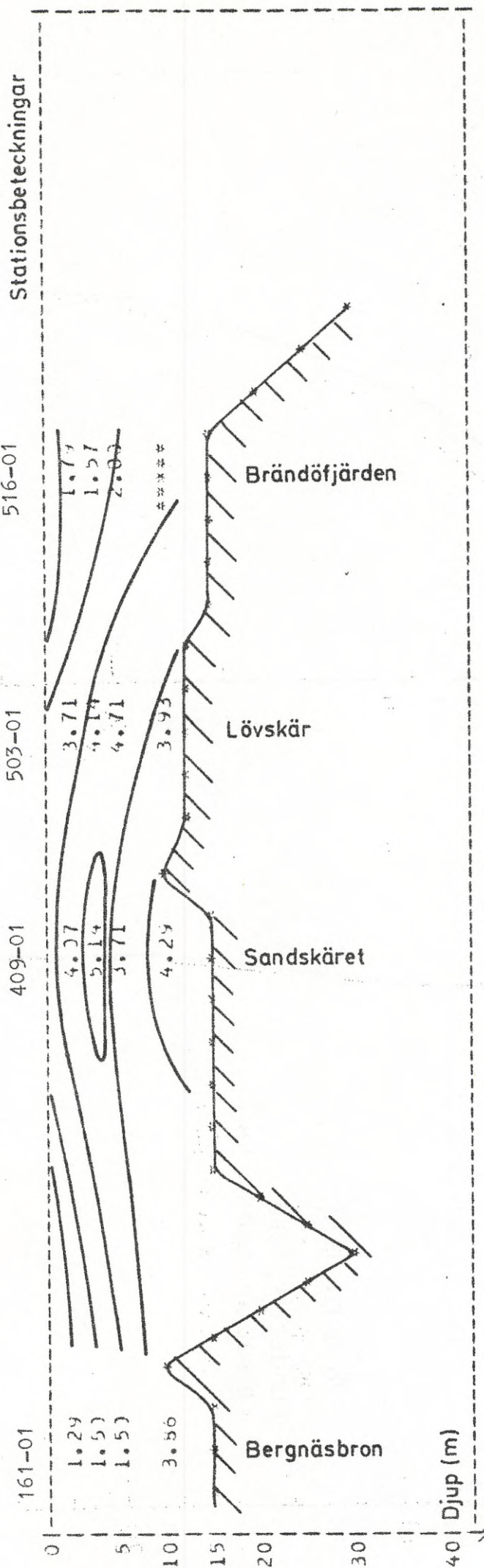


Fig. 4

Fig. 5

DJUPPROFIL FRÅN MÄTNINGEN 760615 AV NH<sub>4</sub>-N µgat/L

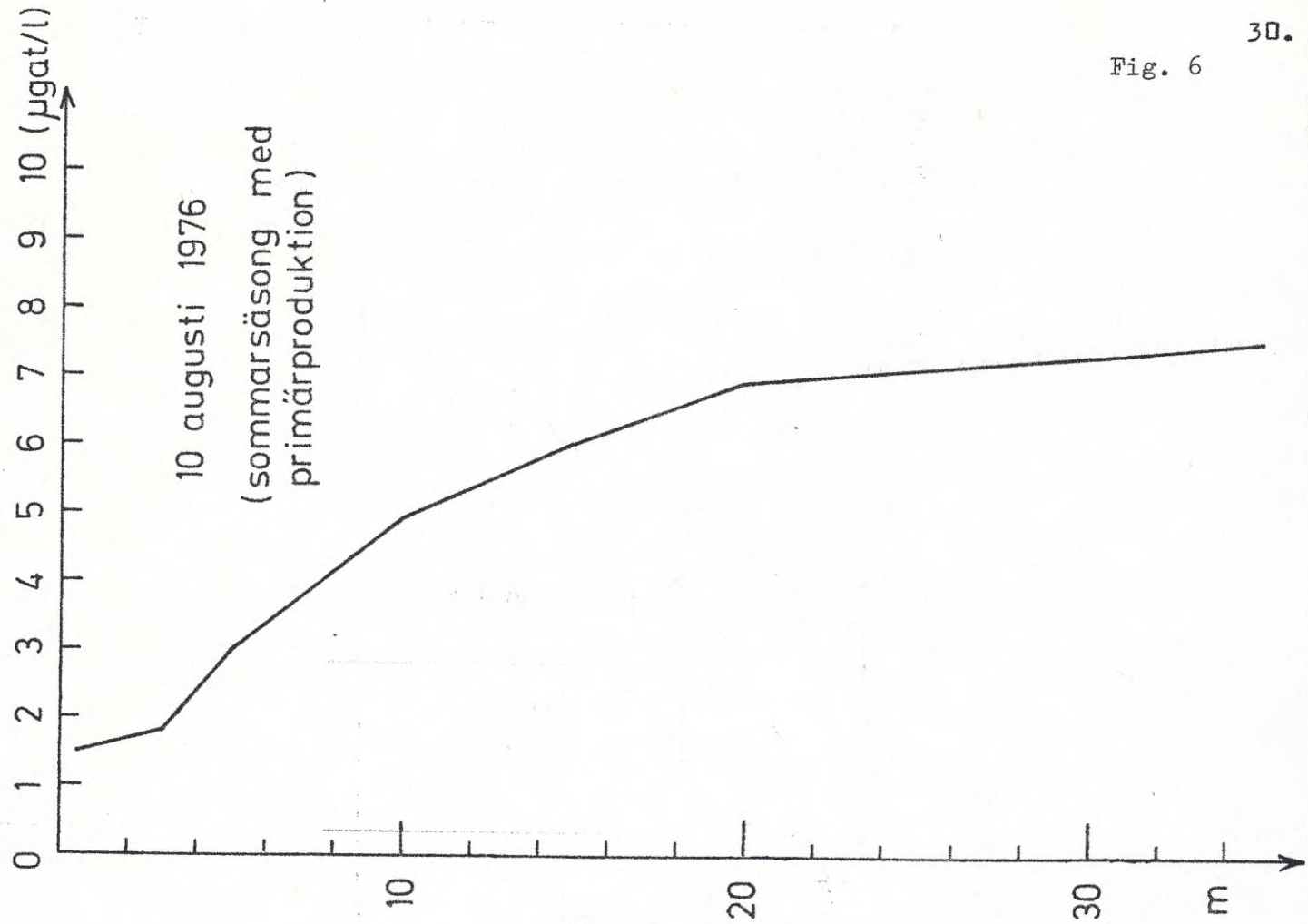


Handwritten notes and a signature are present on the right side of the page.



Fig. 6

Vitfågelskär Stn 556-3 Nitratprofil



Vitfågelskär Stn 556-3 Nitratprofil

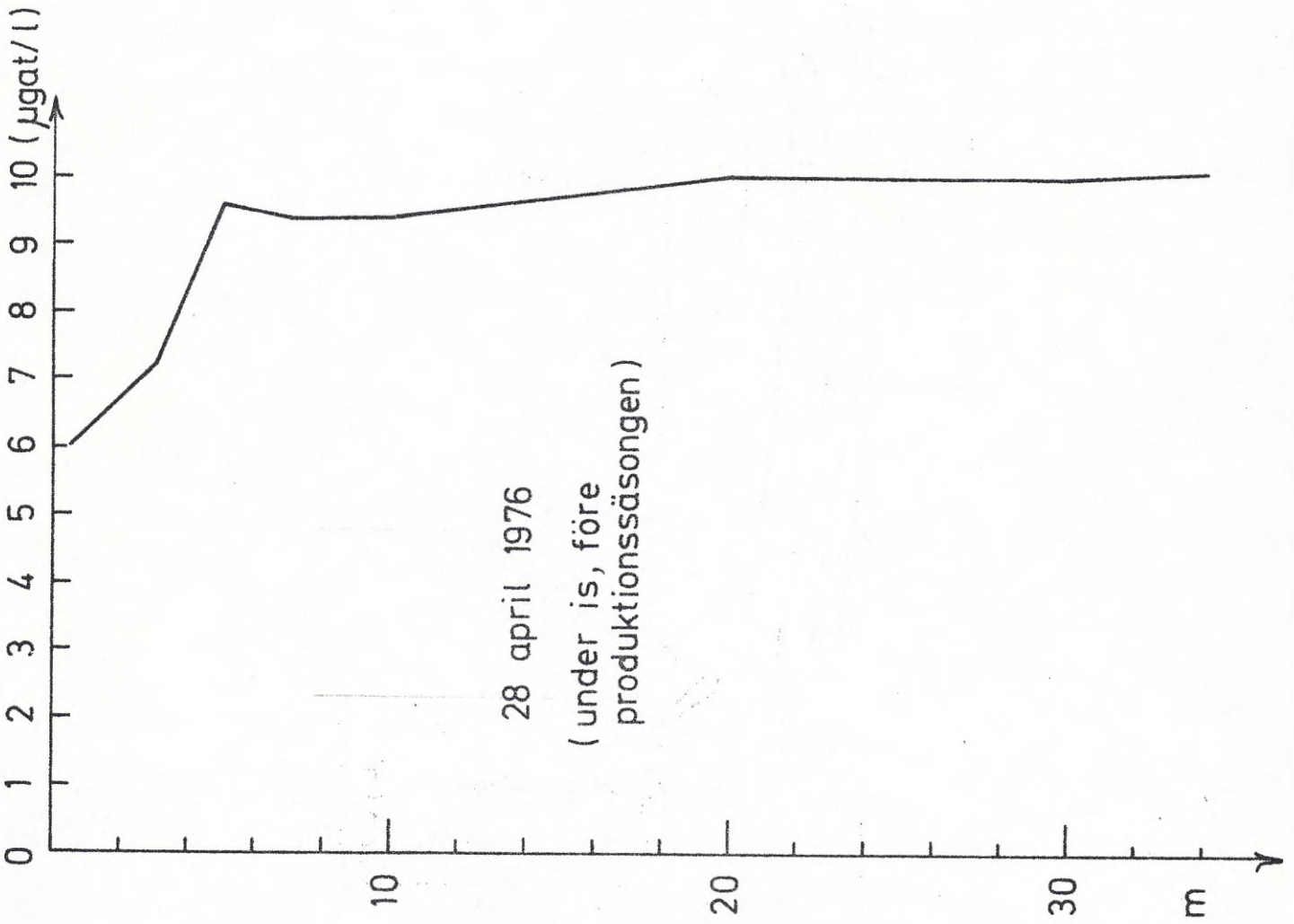


Fig. 7

Västantiulfjärden  
Stn 582-1  
Silikat  
Ytvärden

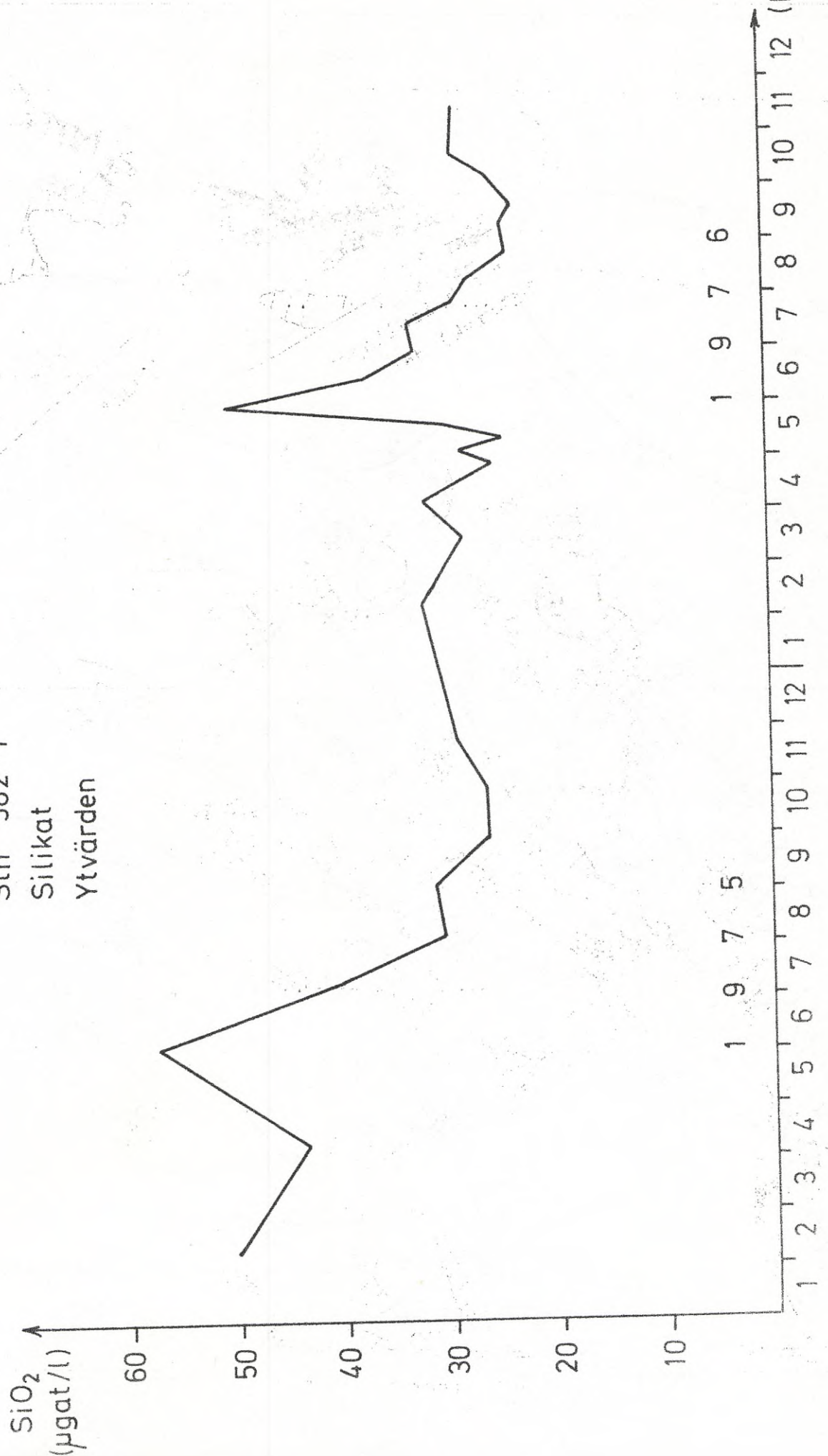


Fig. 8

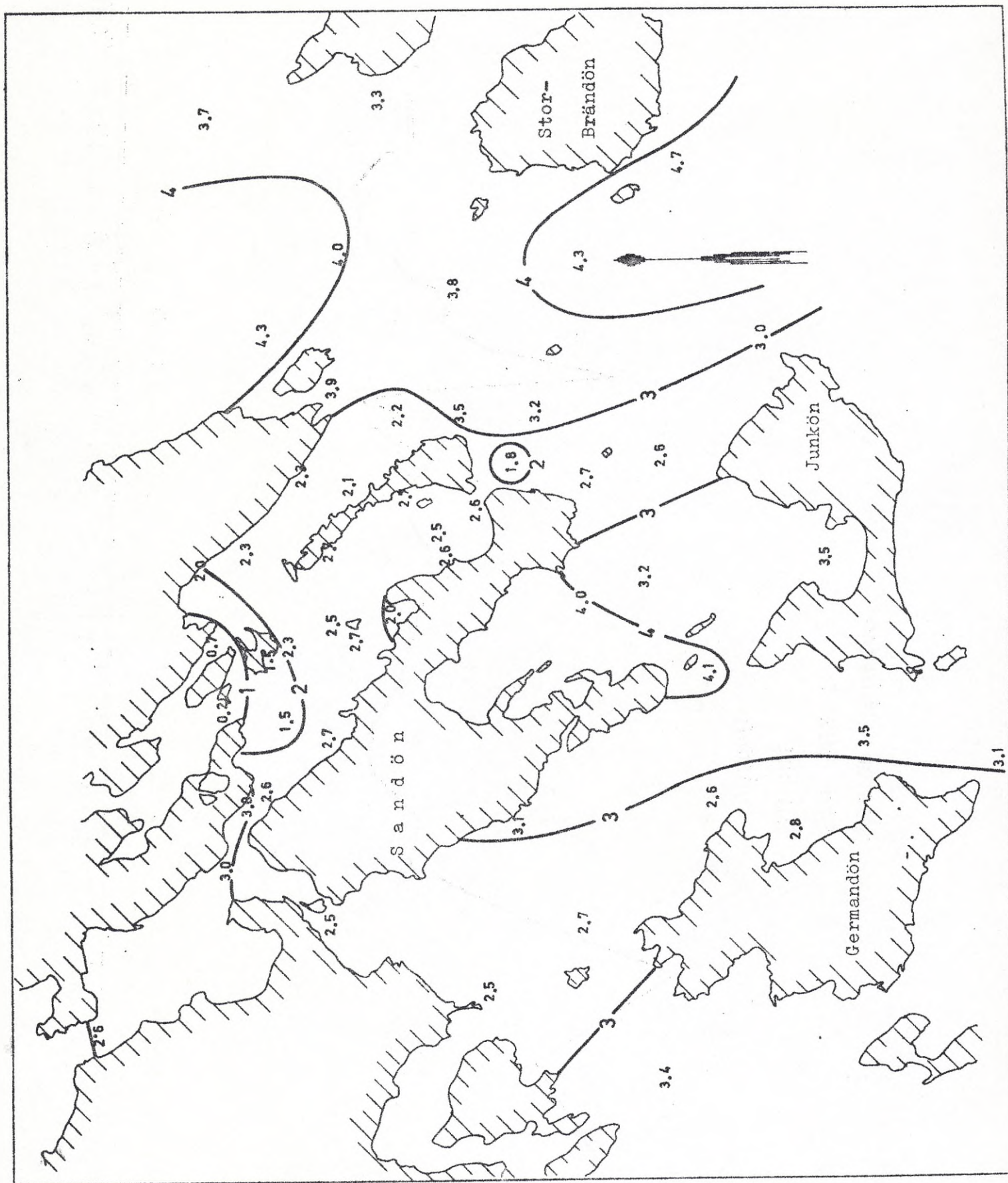


Fig. 8. Mätangivelser och isolinjer för siktdjupet  
(30 cm secchi-disk) den 11/6 1975.

Stations beteckning	Namn	Lat. N	Long. E	Bottendjup c:a (m)
161 - 1	Bergnäsbron	65° 34.78'	22° 07.60'	20
291 - 1	Altappen	65° 33.00'	22° 20.00'	6
404 - 1	Tjuvholmsundet	65° 32.50'	22° 11.15'	9
409 - 1	Sandskäret	65° 32.61'	22° 17.88'	12
442 - 1	Klövgrund	65° 29.73'	22° 07.37'	5
445 - 1	Germandöfjärden	65° 30.16'	22° 12.32'	13
489 - 1	Örgrundet	65° 28.00'	22° 17.18'	8
503 - 1	Lövskär	65° 32.41'	22° 22.00'	8
516 - 1	Brändöfjärdgrundet	65° 32.12'	22° 27.16	9
543 - 1	Klubbnäset	65° 30.56'	22° 22.00'	12
556 - 3	Vitfågelskäret	65° 29.68'	22° 26.35'	40
582 - 1	Västantillfjärden	65° 28.20'	22° 21.00'	17
584 - 1	Nygrund	65° 28.28'	22° 23.88'	21
587 - 1	Larsgrundet	65° 28.43'	22° 27.70'	30
718 - 1	Storskorvgrundet	65° 26.82'	22° 16.04'	23
737 - 1	Liljeudden	65° 25.55'	22° 15.00'	7

Referenser

- Arnborg, L. 1966: Salthaltsundersökningar. Sammanställning av arbeten utförda 1965. LKAB. Hamn och Farled (A 8/1960) (stencilerat).
- Buch, K., 1945: Kolsyrejämvikten i Baltiska Havet. Fennia 68, No 5.
- Carlberg, S., 1972: New Baltic Manual. ICES Cooperative Research Report, Series A, No 29.
- Dahlin, H., 1975: Forskningsredogörelse över kemiska vinterundersökningar i Bottniska Viken. Rapport till Statens Naturvårdsverk (stencilerat).
- Dahlin, H. och Öström, B., 1975: Hydrografiska mätningar i Lule skärgård. Data från mätningen 75 02 11 (stencilerat).
- Stemann Nielsen, E., 1958: Experimental methods for measuring organic production in the sea. Rapp. et proc.-verb. Vol. 144. Cons. Internat. explor. de la Mer.
- Öström, B., 1975: Hydrografiska mätningar i Lule skärgård. Data från mätningar 75 03 04 -- 75 05 05 (stencilerat).
- Öström, B., 1973: Expendable ampoules for oxygen determination. Marine Chemistry 1, 1973.

Slutord

Innan den här redovisade undersökningen utfördes fanns endast en sparsam kunskap om detta vattenområdes hydrografisk-kemiska förhållanden (se referenslista). Undersökningen har haft ett stort värde genom att ny information har kunnat samlas in och en betydande datamängd har fått utgöra underlag för de bedömningar som utmynnat i förevarande rapportering. Dessutom finns dessa data bevarade och kan användas i kommande jämförelser. De omfattande undersökningar som företagits i Luleå skärgård under 1975 och 1976 har därför ett stort vetenskapligt värde nu och i framtiden.

Ett tack riktas till de personer och institutioner som inom de samordnade undersökningarna i Lule skärgård på olika sätt medverkat vid undersökningarnes genomförande.



