



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.

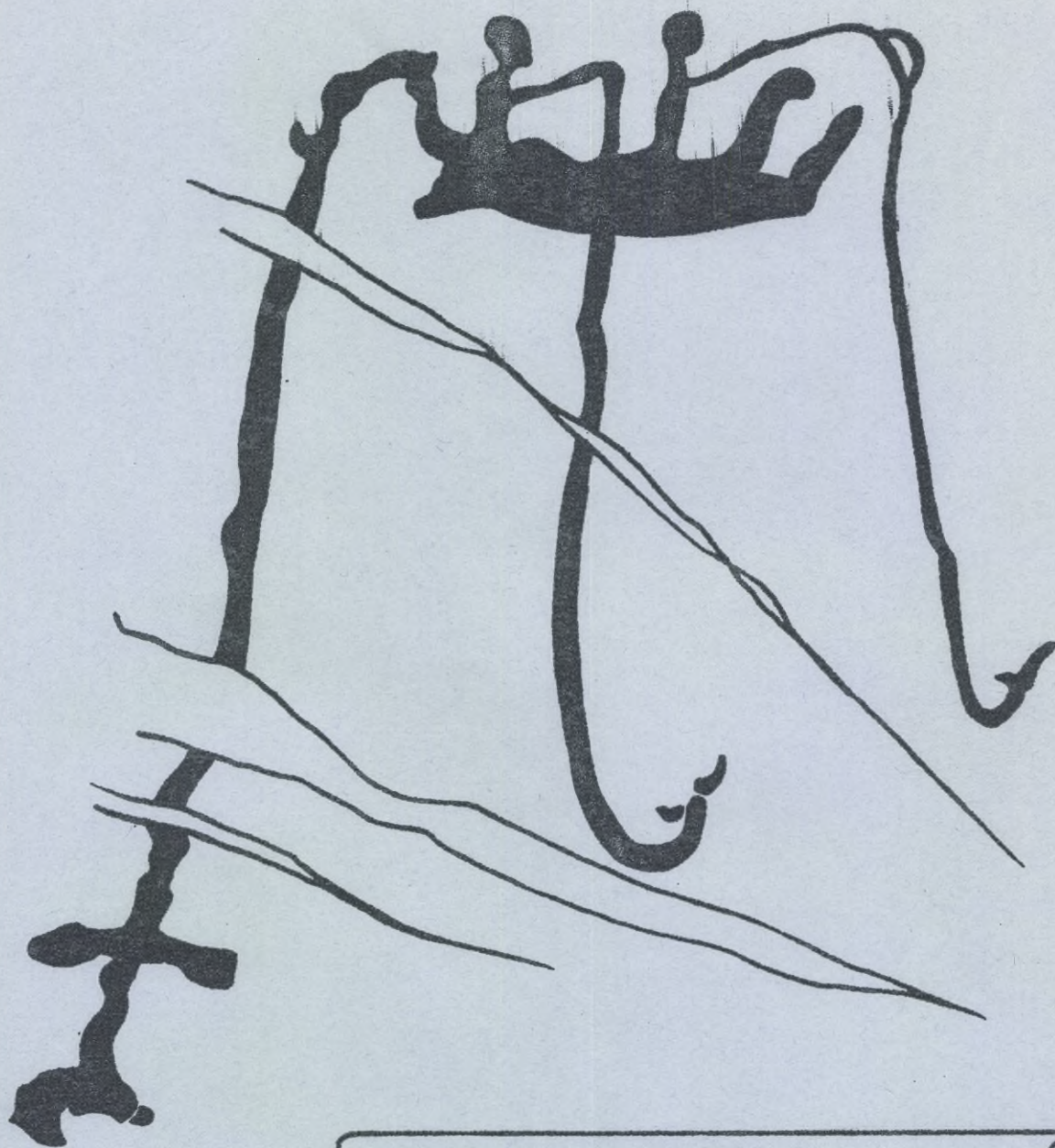
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may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



Ödsmå, Kville sn, Bohuslän

Hällristning
Fiskare från
bronsåldern

Rock carving
Bronze age
fishermen



MEDDELANDE från
HAVSFISKELABORATORIET • LYSEKIL

nr
105

Elströmsförsöken vid Västervik

av Hans Höglund

(Skrivelse till fiskeristyrelsen den 13.8.1949)

Hydrografiska undersökningar vid elströmsförsöken
vid Västervik

av Fritz Koczy

(Skrivelse till fiskeristyrelsen den 23.8.1949)

Mars 1971

Härmed delges resultaten av Dr Hans Höglunds och Dr Fritz Koczys fältundersökningar över likströmmens inverkan på fisk och andra organismer i Västerviksområdet samt på det bräckta vattnet därstädes. Försöken som utfördes 1949, har varit kända inom en relativt begränsad krets, då redovisningen skedde i form av två tjänsteskrivelser till fiskeristyrelsen samma år. Vissa uppgifter finner man även i en rapport av W. Deines (se nedan).

Likströmsöverföringar genom vattnet antas kunna resultera i "föroreningsproblem" och det finns därför skäl att återkalla till minnet de försök som gjordes för 22 år sedan, före Gotlands-kabelns tillkomst.

Dr Höglund har samtyckt till att hans redogörelse ingår i denna serie av Meddelanden.

Litteratur: Deines, W., 1949: Elströmmens inverkan på havsfaunan.- Elektricitetens rationella användande (Stockholm), häfte 12, 4 sid.

Armin Lindquist

Elströmsförsöken vid Västervik
av Hans Höglund

Av Kungl. fiskeristyrelsen förordnad att utföra de fiskeriundersökningar, som kunde befinnas erforderliga i anslutning till Kungl. vattenfallsstyrelsens försök i Västervikstrakten med överföring av elektrisk likström genom havet, får jag efter fullgjort uppdrag, avgiva följande berättelse.

Försöksområdet. Till försöksområde hade vid en förberedande rekognoscering den 23 maj, utvalts Lindödjupet, en omkring 2 km lång och omkring 1 km bred fjärd, belägen c:a 7 km SO om Västervik. Platserna för de båda elektroderna lågo på ömse sidor av fjärden; den ena (kallad A-elektroden eller A-sidan) vid Horns postbrygga på relativt djupt vatten och fritt exponerad mot fjärden; den andra (B-elektroden eller B-sidan) var belägen i södra delen av sundet mellan de båda Katsholmarna, den s.k. Stora Fårtarmen, i vilken det maximala vattendjupet varierar mellan 1 och 2.7 m. (Se karts-kiss å bil. 1). Avståndet från Horns postbrygga till Fårtarmens mynning är omkring 900 m. På linjen mellan elektroderna har Lindödjupet ett vattendjup av 20-25 m. Botten är mycket jämn och bottensedimenten i mitten av fjärden, intill omkr. 100 m från stränderna på ömse sidor, består av svartgrå svavelvätehaltig gyttja med ett tunt brunfärgat detritusrikt topplager. Ut till omkr. 100 m från stränderna är den jämnslutande botten bergig.

De elektrotekniska anordningarna. Från en 10 kV växelströmsledning på Hornslandet hade en kabel dragits till försökets tekniska central vid Horns postbrygga. Här transformerades kraften ned till 380/220 V och likriktades med en fläktskyld, trefasig, 6-puls torrlukriktare på 400 V, 250 A. Därifrån gick strömmen direkt till elektroden vid postbryggan (när denna fungerade som anod), fortsatte genom vattnet till elektroden i Fårtarmen och leddes tillbaka till likriktaren genom en enkelledande sjökabel.

Den 18 juni slöts strömkretsen för första gången och den 18 juli bröts den definitivt. Under denna 30-dagarsperiod var dock strömmen icke kontinuerligt sluten, utan det förekom kortare eller längre avbrott, som betingades

av tekniska justeringar eller av de biologiska experimenten. Under de första två veckorna, från den 18.6 till den 7.7 fungerade A-elektroden (vid Horns postbrygga) såsom anod och under tiden 7.7 - 18.7 såsom katod. Under båda perioderna skedde dock vid upprepade tillfällen, som påkallades av de biologiska experimenten, kortvariga omkastningar av polariteten.

Elektroden på A-sidan utgjordes under hela försökstiden av ett gjutjärnsrör med 1.7 m längd och 100 mm yttre diameter. De sista dagarna ersattes tillfälligtvis gjutjärnsröret med en bur av gunnebostängsel med de ungefärliga dimensionerna 2 x 1 x 1 m i och för verkställandet av några kortvariga experiment med fiskar. Under den tid, som gjutjärnsröret fungerade som anod, var det utsatt för en kraftig uppfrätning och måste förnyas ungefär varannan dag. Såsom katod kunde ett och samma gjutjärnsrör begagnas utan ombyte.

Elektroden på B-sidan, d v s i Fårtarmen, har under försökets gång underkastats vissa modifikationer. Då strömmen första gången påsläpptes, den 18.6, utgjordes elektroden av tre st stålwire-rullar, placerade i den innersta delen av St. Fårtarmen. Med denna anordning kunde emellertid endast en maximal strömstyrka av omkring 100 A uppnås, varför elektroden omedelbart utökades med två st omkr. 1 m² stora galvaniserade järnplåtar, som placerades på botten i St. Fårtarmens yttre mynning mot Lindödjupet. Plåtarnas anslutning till kabelklämman i Fårtarmens inre del skedde med på botten liggande isolerade stålwirar. Dessa stålwirar blevo emellertid på mycket kort tid totalt uppfrätta i det parti, som låg i Fårtarmens smalaste del. Plåtarna ersattes därför med 2 st gjutjärnsrör (av samma slag som på A-sidan) upphängda i en tvärs över mynningen spänd wire och anslutningen till kabelklämman ordnades medelst isolerade kablar. Med dessa förbättrade elektrodanordningar kunde strömstyrkan uppbibras till omkr. 200 A.

Från den 7 till den 18 juli kördes B-sidan som anod. För att undvika den kraftiga korrosionen avlägsnades wirar och plåtar, som förut fungerat som elektrod, från Fårtarmen, och i stället uthängdes från i luften tvärsända wire-linor ett antal magnetitstavar anslutna genom isolerade kablar till kabelklämman på N. Katsholmens strand. Magnetit-stavarna, som hade en längd av c:a 80 cm och en diameter av c:a 6 cm, fick följande placering: 3 st i Fårtarmens innersta del, 1 st (plus en grafitelektrod) i Fårtarmens smalaste del samt en grupp om 5 st strax innanför Fårtarmens mynning mot Lindödjupet. Magnetitelektroden utsattes icke för någon märkbar korrosion och nu först erhöles en kraftig utveckling vid anoden av klorgas. Med gjutjärn såsom anod hade tidigare icke klorgas utan syrgas bildats. (Beträffande B-sidans elektroder, se ing. Deines' här bifogade diagram 8).

Ledaren för den elektrotekniska delen av försöket, civilingenjör W. Deines från vattenfallsstyrelsens elektrobyggnadsbyrå, verkställde förutom övriga tekniska observationer även noggranna mätningar över den elektriska potentialfördelningen i vattnet omedelbart kring och emellan elektroderna. Beträffande mättningsresultaten och övriga elektrotekniska detaljer hänvisas till ing. Deines' här bifogade diagram 1-10.

De fiskeribiologiska undersökningarna.

För att utröna på vilket sätt och i vilken grad den elektriska strömmen, direkt eller indirekt, inverkade på organismerna i havet hade ett ganska omfattande program planerats med följande huvudpunkter:

- 1) Bonitering av botten och planktonhåvning före, under och efter elströmsöverföringen i avsikt att fastställa eventuella förändringar i bottenfaunans och planktons sammansättning.
- 2) Direkta iakttagelser under försökets gång på grundvattenområdenas fisk- och evertibratbestånd.
- 3) Hydrografiska observationer för att utröna eventuella förändringar i vattnets kemiska och fysiska egenskaper.
- 4) Observationer över olika slag av fiskars och evertibraters reaktion i fångenskap i olika delar av det elektriska kraftfältet, med a) långtidsförsök i burar eller stäng på olika avstånd från elektroderna, b) temporära försök omedelbart intill elektroderna.
- 5) Observationer över eventuella förändringar i det yrkesmässiga fisket i Lindödjupet.
- 6) Iakttagelser på fiskstims eventuella reaktion inför elströmmen med hjälp av ekolod.

De hydrografiska observationerna ombesörjes^d av Dr F. Koczy, som härom kommer att avlåta en särskild berättelse, till vilken hänvisas.

Hela tiden försöket pågick har fiskeriinstruktören i Kalmar läns norra hus-hållningssällskap, Ulf Lundin, varit till ovärderlig hjälp. Hans grundliga kännedom om de lokala fiskeriförhållandena och hans beredvillighet att ställa sina teoretiska kunskaper till förfogande har i högsta grad underlättat arbetet. Fältarbetet, resorna och transportererna, av vilka framför allt transportererna av levande fisk böra framhållas, ha dessutom huvudsakligen skett med fiskeriinstruktörens tjänstebåt, VK 90, som med sin moderna och praktiska utrustning varit synnerligen lämpad för ändamålet.

Bottenboniteringarna. Några dagar innan elströmmen påsläpptes (d v s den 14, 15 och 17 juni) verkställdes bottenbonitering med Petersens bottenhuggare, om 0.1 m² provyta, dels på stationerna 2, 3 och 4 emellan elektroderna, dels på station 5 a i Fårtarmens inre del (se bil. 1 samt ing. Deines'

här bilagda diagram 10) samt dessutom för kontrollens skull, på en station i Gudingefjärden, omkr. 10 km NW Lindödjupet. Den 30.6 och 1.7, sedan strömmen varit sluten i nära två veckor, upprepades boniteringen av stationerna 4 resp. 5 a, och den 16 och 19.7, vid försökets avslutande, boniterades stationerna 3, 4 och 5 a samt kontrollstationen i Gudingen.

Resultaten av boniteringarna framgår av bifogade tabell (bil. 2).

På stat. 5 a, d v s i Fårtarmens inre del, över vars botten de såsom elektrod fungerande stålvararna voro utplacerade, innebar elförsöket synbarligen en fullständig katastrof för bottenfaunan. Det täta bestånd av Pontoporeia och framför allt Corophium, som konstaterades där före elströmmens påsläppande, var efter 14 dagar försvunnet; vad Corophium beträffar var försvinnandet fullständigt, vad Pontoporeia beträffar nästan fullständigt. Chironomidlarverna däremot visade icke någon påtaglig minskning i antal förrän vid det tredje provtagningstillfället, vid försökets avslutande, utan att dock helt försvinna.

Med tämligen stor säkerhet torde dock kunna hävdas, att det icke har varit den elektriska strömmen i och för sig, som orsakat ifrågavarande kräftdjurs försvinnande, ej heller kan det ha varit förändringar i vattnets salthalt, temperatur, syrgashalt eller vätejonkoncentration, då dessa förändringar enligt dr Koczys analyser voro obetydliga. Den sannolika förklaringen torde ligga däri, att hela den inre, från den yttre genom ett trångt sund isolerade, delen av Fårtarmen fick sitt vatten starkt förorenat av järnhydroxid, som i stora mängder utfälldes på grund av elektrolys under de första två veckorna, då B-sidan fungerade som katod.

Järnhydroxidfällningen gjorde vattnet fullkomligt ogenomskinligt och lade sig efter hand som en rödbrunfärgad tät beläggning på vattenvegetationen och botten.

Att elströmmen i sig själv icke hade någon katastrofal inverkan på Corophium kunde konstateras genom direkta försök. Dessa tillgingo så att levande exemplar av Corophium, vilka nu fingo hämtas från en annan fyndplats, inneslötos i en för ändamålet tillverkad bur av grov sidensiktduk (dimensioner 10x10x40 cm och med ramverk av celluloid). Denna miniatyrbur förankrades i vattenytan på ett avstånd av omkr. 4 m från den positiva elektroden och fick där förbliva under ett dygn, medan strömmen hela tiden var påsläppt. Samtliga exemplar (ett 50-tal) voro efter denna behandling levande och i till synes lika god kondition som före försöket. Dessutom användes Corophium vid försök omedelbart intill elektroden, vilket kommer att omnämnas senare i denna berättelse.

Ett tillämnat försök att på platsen pröva huru en direkt tillsättning av järnhydroxid verkade på *Corophium* eller andra benthosorganismer, kunde ej komma till utförande på grund av att järnhydroxidbildningen upphört i och med att polariteten omkastades och magnetitelektroder insattes. Ett sådant experiment torde emellertid kunna utföras laboratoriemässigt, när tid och tillfälle härtill gives.

Vi övergå sedan till boniteringsresultaten i själva Lindödjupet. Den 30.6, sedan elströmöverföringen pågått i nära 14 dagar, gjordes en kontrollbonitering av stat. 4, och denna visade icke någon förändring i den kvantitativa artsammansättningen såsom framgår av tabellen, bil. 2. För den dominerande formen, *Pontoporeia affinis*, var antalet exemplar per m² nära nog oförändrat, medan *Macoma baltica* ökat till mer än det dubbla.

Provtagningarna på stationerna 3 och 4 vid försökets slut visa däremot en markant förändring i det att antalet exemplar av *Pontoporeia* sjunkit till ungefär hälften, medan dock de båda närmast i talrikhet kommande arterna, *Macoma baltica* och *Harmothoe sarsi*, hade ungefär samma frekvens som vid det första boniteringstillfället.

Innan några definitiva slutsatser dragas ur den genom boniteringsresultaten påvisade reduceringen i *Pontoporeia*beståndet, måste dock en omständighet framhållas, som tabellen i bil. 2 icke ger besked om. Minskningen i *Pontoporeia*s individantal hade nämligen uteslutande träffat de små exemplaren, d v s de som gingo igenom det grova sållet och kvarstannade först på det fina under sållningsproceduren. De större exemplaren, som stannade på det grova sållet, hade i själva verket ökat i antal från det första till det sista provtagningstillfället, vilket framgår av följande tabell.

Tab. utvisande antalet små o. stora ex. av *Pontoporeia affinis* i boniteringsproven

		15 juni		30 juni		19 juli	
		I 3 hugg per m ²		I 3 hugg per m ²		I 3 hugg per m ²	
Stat. 3	Stora ex. (på grova sållet)	100	333			182	606
	Små ex. (på fina sållet)	314	1046			46	153
	Summa	414	1379			228	759
Stat. 4	Stora ex.	115	382	156	519	183	609
	Små ex.	300	1000	247	823	32	107
	Summa	415	1382	403	1342	215	716
		14 juni				19 juli	
		I 3 hugg Per m ²				I 3 hugg Per m ²	
Stat. Gudingén	Stora ex.	335	1115			225	1125
	Små ex.	108	360			81	405
	Summa	403	1475			306	1530

På kontrollstationen i Gudingen gav boniteringen vid elförsökets slut i det närmaste samma resultat, som den givit vid försökets början.

Vid sällningen av boniteringsproven tillämpades den metoden, att alla de större organismer, som stannade på det grova sållet, utplockades och konserverades ombord efter en preliminär bestämning av antalet. Sällresten i det fina sållet, som i volym uppgick till $1/3$ älliter, konserverades i dess helhet, och den tidsödande utplockningen av de minsta organismerna vidtog först efter återkomsten till Lysekilslaboratoriet. På grund härav blev minskningen i Pontoporeia beståndets täthet icke uppenbar, förrän en dryg vecka efter det fältarbetet avslutats.

Medan el-försöket pågått har utan tvekan en viss, mycket tydlig förändring skett beträffande bottenfaunans sammansättning i Lindödjupet. Att utan vidare draga den slutsatsen, att förändringen inträffat som en följd av elströmöverföringen, torde dock vara förhastat. Mot en sådan slutsats talar för det första det faktum, att de två första veckorna av försöket förlöpte utan att någon förändring kunde påvisas; för det andra, att det bara är en av de i djurbeståndet ingående arterna, som blivit drabbad och för det tredje, att endast de minsta individerna av denna art drabbats. Det kan däremot mycket väl tänkas, att fenomenet inträffat fullt oberoende av den elektriska strömmen, och att reduceringen av Pontoporeiabeståndet beror på normal och naturlig förflyttning av de minsta individerna. Dylika horisontala vandringar ornärmer och diskuterar Sven G. Segerstråle 1937, sid. 149 ff, i sin gradualavhandling om Pontoporeia affinis' morfologi och biologi i Finska Viken.

I Chr. Hessles "Bottenboniteringar i inre Östersjön", 1924, finner man dessutom i tab. VD ett exempel på hur individantalet av Pontoporeia affinis på en och samma station (no. 86) på något mer än tre månader minskat från 430 ex. per 0.2 m^2 till 260.

Då det är av utomordentligt stort intresse att se om den under elförsöket avfolkade bassängen i det inre av Fårtarmen åter kommer att tagas i besittning av Corophium, har boniteringsutrustningen t v deponerats i Västervik. Fiskeriinstruktören har välvilligt åtagit sig att ungefär en gång i månaden under en tid framåt utföra provtagningen, vilken dessutom även skall utsträckas till station 4 i Lindödjupet.

Planktonsammansättningen. På stationerna 1-5 i Lindödjupet samt på kontrollstationen i Gudingen utfördes vertikalthävningar med Nansens sluthåv vid tre olika tillfällen, nämligen 1. omedelbart före elförsökets början, 2. sedan försöket pågått i två veckor samt 3. omedelbart efter det att strömmen definitivt brutits. De insamlade planktonproven ha ännu icke hunnit bearbetas. Vid

en preliminär granskning ha dock inga tecken kunnat iakttagas, som tyda på någon större förändring.

Det bör här framhållas att Lindödjupet utmärkes av en ganska livlig vattenomsättning, så att vattenmassorna och därmed även planktonpopulationen ständigt undergår en förnyelse.

Direkta iakttagelser på faunan inom försöksområdet. Sundet mellan de båda Katsholmarna, den s k Stora Fårtarmen, hade med avsikt utvalts såsom plats för den ena elektroden. Dels erbjöd nämligen det skyddade läget och ringa vattendjupet där utmärkta möjligheter för de planerade försöken med fisk i fångenskap och dels visade sig området vara idealiskt för direkta iakttagelser på det däri befintliga naturliga djurbeståndet.

Redan de första dagarna under försöket gjordes en kvalitativ inventering av såväl fiskbeståndet som de lägre djurformerna, vilka senare huvudsakligen höllo till i den ganska rikliga Fucus-vegetationen. Varje dag under elförsökets gång företogs inspektioner för att kontrollera eventuella förändringar i beståndet.

Av fiskarna utgjorde huvudparten ungar av löja, kvidd och spigg, vilka uppträdde i stora stim i hela Fårtarmen, men alldeles särskilt talrikt i den grunda delen av Fårtarmens yttre del. Enstaka exemplar av vuxen löja, mört, kvidd och även abborre iakttogs då och då såväl i den yttre som i den inre delen.

Fucus-ruskorna härbärgerade det för dem karakteristiska djurbeståndet av Gammarus, Idothea, Leander adpersus, Praunus flexuosus, Trichoptér-larver, Limnaea, Neritina, Mytilus m fl.

Såsom framgår av de här bifogade, av ing. Deines upprättade potentialfördelningsdiagrammen var den elektriska strömtätheten i Fårtarmen högst betydande under försöket. Ingen som helst förändring i djurens talrikhet eller sätt att uppträda kunde dock konstateras. Stimmen av småfisk voro lika täta och bibehöllo samma uppehållsplatser under försökets gång som vid dess början, och samma var förhållandet med djurbestånden i Fucus-vegetationen; och detta vare sig B-sidan fungerade såsom katod, under de första två veckorna, eller såsom anod, under resten av tiden.

Vid ett tillfälle, emellertid, då strömmen varit påsläppt i omkring en vecka, upptäcktes genom vattenkikaren vid en av de dagliga inspektionerna, att två tångräkor och en svart snörbult lågo döda på botten av den starkt förträngda mellersta delen av Fårtarmen. Dödsorsaken kunde ej med absolut säkerhet fastställas, men det antecknades, att exemplaren voro belagda med ett skikt av järnhydroxid, samt att dessutom en mikroskopisk undersökning avslöjade, att gälarna på såväl räkorna som snörbulten voro starkt infiltrerade med denna

rostfärgade fällning. Detta inträffade, medan B-sidan fungerade som katod.

Vid ett senare tillfälle, under sista delen av försöket, då B-sidan fungerade som anod, hittades två döda enkilos-gäddor i det djupare partiet av Fårtarmens yttre avdelning, ej långt från den där befintliga elektroden. Dessa gäddor, som med säkerhet icke tillhörde våra experimentdjur, hade tydligen kommit för nära det kring anoden starkt koncentrerade elektriska kraftfältet och där avlidit.

Förutom den tidigare omtalade Corophium-katastrofen äro de nu ornämnda båda tillfällena de enda, av oss observerade, som kunna anföras såsom exempel på att den elektriska strömöverföringen förorsakat skada på det naturliga djurbeståndet.

A-sidan var på grund av sitt tämligen exponerade läge mindre lämpad för direkta observationer av det naturliga djurbeståndets reaktioner. Likväl förtjänar det att omnämnas, att hela tiden försöket pågick, var vattnet under och runt omkring postbryggan, där A-elektroden var upphängd, ständigt befolkat av täta stim, uppgående till 1000-tals individer, av *Neomysis vulgaris*. Otaliga gånger sågos stimmen uppehålla sig på så kort avstånd från elektroden som 1 à 1.5 m, men området därinnanför tycktes de av egen drift undvika.

Långtidsförsök med fisk i burar eller stäng i det elektriska kraftfältet.

De vid försöken använda burarna hade dimensionerna: längd 125, bredd 100 och höjd 90 cm. De voro förfärdigade av nätduk, spänd på en ramställning av träribbor. Fyra hade en maskvidd av omkr. 20 mm och två omkr 50 mm.

Burarna med olika slag av fisk instängda, förtöjdes i närheten av elektroden i Fårtarmens mynning. Burarnas avstånd från elektroden varierade mellan 4 och 10 m. Fisken, som kom till användning som försöksdjur i burarna, utgjordes av torsk, ål, gädda, abborre, mört och braxen.

Det visade sig att fisk som på så sätt hölls i fångenskap i det kring elektroden koncentrerade kraftfältet under en tid av ända upp till 10 dygn i följd icke tog någon som helst påvisbar skada, vare sig elektroden var katod eller anod. Ett par abborrar, som tillbringat 8 dygn i sådan fångenskap, observerades vid ett inspektionstillfälle t o m vara i färd med att lägga rom.

Givetvis kunde det ej undvikas att en och annan av fiskarna visade tecken på dålig kondition och att en del avled i burarna. Detta gällde i huvudsak endast för ett parti abborrar, som före försöket hållits sumpade tätt hopklämda i en nätkasse, samt för ett parti torskar, som fångats i kakuam, och

som då de tydligen förätit sig på strömning, icke var i bästa kondition, när de insattes i burarna.

Å andra sidan bör det framhållas, att av ett annat parti torsk, som anskaffats redan före försökets början, samtliga exemplar fortfarande voro i god vigör, när försöket efter en månad avslutades; och detta trots att en del av dem upprepade gånger varit utsatta för tillfälliga försök i omedelbar närhet av elektroden.

Långtidsförsöket med strömning tillgick så, att ett parti om några hundra kakuan-fångade strömningar insläpptes i ett "stäng" av finmaskigt nät, vars korktelna flöt i ytan och patentblytelna låg dikt an mot botten. Det ena hörnet av stänget, som hade en omkrets av 30 m, befann sig endast någon meter från elektroden, medan avståndet från elektroden till det längst bort belägna hörnet var omkring 10 m. På detta sätt instängd gick strömningarna, vanligen väl samlade i stin, i 12 dagar varav 10 med strömmen påsläppt och den närbelägna elektroden fungerade som katod.

Försöket fick ett plötsligt slut den 4 juli, då elströmmen efter att ha varit bruten i omkr. 2 dygn, åter släpptes på, nu tillfälligt med B-sidan som anod. Detta skedde i samband med de ekolodsexperiment, som fiskeriinstruktör Lundin utförde under min frånvaro. När stänget efter det första av dessa experiment inspekterades av L. fann han, att några av strömningarna sutto döda i nätmaskorna eller lågo på botten och resten voro försvunna, sannolikt bortplockade av tärnor och nåsar. Dessutom konstaterade han, att vattnet i Fårtarmens hela mynning var starkt förorenat av den rostbruna fällning, som bildades, när gjutjärnsrören kördes som anod. Vidare upptäcktes att 4 ålar, som befunnit sig i en bur c:a 5 m från elektroden, hade rymt och endast lämnat var sitt hål i nätduken som märke efter sig. Fenomenet har av oss tolkats så, att den täta vattenföroreningen gjort fiskarna till ytterlighet oroliga med ovannärnda missöden som följd.

Då alltså våra försök visade att fisken icke ens tog någon påvisbar skada av att under flera dagar i följd vistas på så kort avstånd som fyra meter från elektroden (anoden såväl som katoden), framstod det som meningslöst att placera fiskburar ute i Lindödjupet mellan elektroderna, vilket ursprungligen var planerat.

Temporära försök med fisk och lägre djur i omedelbar närhet av elektroderna.

De första försöken alldeles intill elektroden utfördes med olika slag av fiskar instängda i en av de tidigare omnärnda burarna. I början fingo vi icke någon absolut klar uppfattning om vad som skedde med fisken, då strömmen slöts eller bröts, men efter hand som experimenten pågingo, gävo erfarenheterna uppslag till en alltmera förbättrad försöksteknik och intrycken

klarnade. Jag bör därför lämpligen börja med att redogöra för ett av de mera avancerade experimenten, som utfördes med strömning under den sista veckan av försökstiden.

De tekniska anordningarna voro följande. Runt omkring den elektrod-grupp om fem magnetitstavar, som var placerad i Fårtarmens mynning (se ing. Deines' diagram 8) var ett nätstäng i ordningställt. Kortaste avståndet från elektroden till stängets periferi var 3 m och längsta 5.5 m; avstånden varierade givetvis något med vind- och vattenströmförhållandena. Tvärs över Fårtarmens mynning, från den ena stranden till den andra, hade ett slags linbana spänts, så att en observatör kunde i en provisorisk hängstol förflytta sig ut till en position tre meter rakt ovanför stänget, varifrån han hade en god överblick i fågelperspektiv över allt som tilldrog sig under honon, såväl för okulära iakttagelser som för upptagning av de dokumentariska filmer, som ansågos önskvärda.

I stänget insläpptes, medan elströmmen var bruten, 200 à 250 strömmingar, som tidigare hämtats vid Sandviken i Gamlebyviken, där de fångats i not. I omkring sex timmar, medan elströmmen fortfarande var bruten, fick strömningen gå i stänget för att hämta sig efter transporten och vänja sig vid miljön. Den samlade sig snart i stim och höll sig huvudsakligen i den djupaste, mot Lindödjupet vettande, delen av sitt fångelse.

Sedan alla förberedelser voro klara, igångsattes försöket, först med B-elektroden som anod. Radioförbindelse genom "Handy talky" upprätthölls med manöverplatsen på A-sidan varigenom observatören kunde dirigera och ha fullständig kontroll över strömmens slutning och brytning. När strömmen slöts, uppehöll sig som vanligt de allra flesta sillarna i den yttre delen av stänget d v s 4-5 m från elektroden, och på dem kunde icke den minsta reaktion iakttagas i själva strömslutningsögonblicket. Ett och annat exemplar gjorde emellertid enskilda utflykter in mot stängets centrum och kommo därvid inom ett avstånd från elektroden av omkring 2 m, "stelnade" de till och sköto blixtsnabbt mot anoden, där de en kort stund kretsade runt i vattenytan under ideliga "attacker", huvudsakligen med buken upp men med nosen före, mot elektroden, för att till slut fullständigt bedövade, bli liggande orörliga i ytan. Om strömmen tilläts vara sluten under några minuter, låg så småningom ett tjugotal strömmingar flytande med buken upp runt omkring anoden. Bröts strömmen därpå, sedan den alltså varit pådragen i ett par minuter, vaknade strömmingarna ögonblickligen ur sin bedövning, vände sig på rätt köl igen och sirmade snett ned mot botten. Ju längre tid strömmen var sluten, desto fler strömmingar blev det som samlades kring anoden, och desto längre tid tog det för dem att kvickna till igen efter strömavbrottet. Efter en chockbedövning av detta slag, som tilläts vara längre än vid pass fyra mi-

nuter (den exakta tiden togs tyvärr icke), kunde fiskarna ej längre hämta sig, utan avledo.

Det bör särskilt framhållas, att huvudparten av strömmingsstimmet, under det att upprepade anodförsök pågingo, höll sig kvar i den yttre delen av stänget och gick där fram och tillbaka, till synes lika oberörd när strömmen var slut som när den var bruten.

Medan strömmingsförsöken pågingo, uppträdde även små stim av ungfisk (sannolikt löjungar) frivilligt på arenan. De gingo ut och in i stänget, än strax under ytan, än något djupare. Dessa löjungar förblevo fullkomligt oberörda av elströmmen, och jag kunde ej se, att en enda av dem blev bedövad eller attraherades av anoden, ehuru de stundtals icke voro längre än 1 meter från denna.

Efter omkastning av polariteten kördes elektroden i strömmingstängets mitt även som katod. När strömmen nu släpptes på, inträffade överhuvudtaget ingenting. Strömmingen syntes gå som förut, d v s huvudsakligen innanför stängets yttre sida från hörn till hörn; möjligen kunde man märka att den hyste förkärlek för det SW hörnet, som låg längst bort från katoden. Men enstaka individer gjorde utflykter in i stänget - dock aldrig till elektrodens omedelbara närhet - utan att uppföra sig annorlunda än då strömmen var bruten. I själva strömbrytningsögonblicket kunde heller icke någon särskild reaktion förmärkas.

Beträffande försöken med fisk i bur i elektrodens omedelbara närhet skola här endast de viktigaste iakttagelserna omnämnas. Samma slag av fisk, som begagnades vid långtidsförsöken, kormo till användning även vid de temporära försöken.

Försöken utfördes såväl med buren så nära intill elektroden som möjligt, d v s med ena sidan berörande densamma, som på 1, 2 och 3 m avstånd. Både anod- och katodreaktioner iakttogos. I regel användes endast ett slag av fisk i sänder.

Generellt kan reaktionen vid anoden sammanfattas sålunda: Om fiskarna i själva strömbrytningsögonblicket befunno sig på ett avstånd från anoden av högst 1 à 1.5 m, reagerade de momentant, och man såg, hur de i verkligt bokstavigt benärkelse fingo en elektrisk stöt. Nästan i samma ögonblick som de träffades av chocken, sköto de blixtsnabbt mot anoden liksom dragna av en jättemagnet. Likväl var förflyttningen ingalunda passiv utan skedde med snabba, spasmodiska sinnrörelser. På enstaka exemplar, vanligen de minsta, tyckte man sig märka, att signalen till start mot anoden, om man så får uttrycka det, icke blev ögonblickligen åttlydd; att fisken liksom stod och tvekade eller kämpade emot, innan den efter några sekunder gav efter för den attraktions-

kraft, som anoden synbarligen utövade och med accelererad hastighet sköto mot denna. Undantagsvis kunde man t o m se något av de exemplar - denna iakttagelse gjordes på braxen - som i strömslutningsögonblicket befunno sig längst bort från anoden, skjuta iväg i riktning från denna. Om icke burnätet hindrat, är det möjligt, att ett sådant exemplar skulle ha undsluppit det som inträffade med de övriga.

Komma fram till anodens omedelbara närhet, eller beträffande en del redan på vägen dit, vände fiskarna sidan eller buken upp och flöto upp till ytan, där de blevo liggande med fenorna och åtrinstone vad abborrarna beträffa, även gällocken starkt utspärrade, då och då utförande ryckvisa, men mattare och mattare, simstötat mot anoden för att till slut, fullständigt bedövade, bli liggande stilla. Om strömmen nu slogs ifrån, kvicknade alla åter till liksom genom ett trollslag och blevo till synes fullt normala igen.

Ett tillkviknande kunde man också åstadkomma genom att flytta buren med de bedövade fiskarna i riktning från elektroden under det att strömmen fortfarande var sluten. Gjordes förflyttningen långsamt, kunde man se, hur den ena efter den andra spratt till och på ett ögonblick vände sig på rätt köl och dök ned under ytan.

Om försöksburen i strömslutningsögonblicket hölls på ett avstånd från anoden av 2 m, inträffade i allmänhet icke någon reaktion hos fisken. Det var endast vid ett tillfälle, som en av de största gäddorna (på omkr. 60 cm längd) sågs spritta till, men något ytterligare hände ej med den.

På ännu längre avstånd blevo försöken fullständigt negativa.

De av elströmmen bedövade fiskarna, framför allt torskarna och abborrarna, företedde en anmärkningsvärd förändring, i det de ljusnade och blevo alldeles bleka. Efter fiskens uppvaknande, vare sig detta åstadkoms genom strömmens avbrytande eller genom att fisken avlägsnades från elektroden, återkom så småningom den normala färgteckningen.

Om likartade försök gjordes medan elektroden fungerade som katod, träffades fiskarna i strömslutningsögonblicket även nu av en chock, som till sin verkan var kraftigast alldeles intill katoden och avtog i styrka med ökat avstånd för att helt utebliva på omkr. 2 m från elektroden. I chockögonblicket såg man huru fiskarna, om de då befunno sig intill katoden, liksom kastades ut i radiär riktning - ehuru rörelsen givetvis även nu var aktiv - mot burens perifera delar, där de samlades och så småningom, under fortsatt inflytande av den elektriska strömmen, bedövades.

De temporära försöken med ryggradslösa djur utfördes i den här ovan redan omnämnda sidensiktdukuren (sid. 4). Som experimentdjur användes huvudsak-

ligen kräftdjur, Corophium, Gammarus, Idothea, Pontoporeia och Leander adpersus (tångräka) samt sländlarver (husmaskar) och borstmasken Nereis diversicolor. Samtliga dessa försöksdjur betedde sig i stort sett på samma sätt som fiskarna, d v s de attraherades av anoden och repellerades av katoden. Deras reaktion i strömslutningsögonblicket var emellertid betydligt svagare, och det verkningsfulla området kring elektroden hade betydligt kortare radii; fullständig bedövning inträffade därför endast i omedelbar närhet (några dm:s avstånd) från elektroden.

Under experimentet med tångräkor gjordes en högst anmärkningsvärd iakttagelse. Bland de största exemplaren fanns en hona, som när den bedövats av elströmmen och blivit liggande på sidan, så småningom erhöll ett sådant utseende, som är betecknande för självdöda räkor, d v s den blev vit och ogenomskinlig i muskulaturen, varför jag tog för givet att den avlidit. Det egendomliga var emellertid, att när exemplaret åter kom i spänningsfritt vatten, kvicknade det till och blev åter genomskinligt.

Ett experiment, som huvudsakligen har kuriositetsintresse men som mycket åskådligt belyser repulsionen vid katoden och attraktionen vid anoden, utfördes med den tidigare omnämnda gallerburen. Sidorna och botten i denna hade de ungefärliga dimensionerna 2x1 m och utgjordes av s k gunnebo-stängsel, medan gavlarna bestodo av tätt hopfogade bräder. Runt burens övre kant var en blank järnlina fastspikad, och denna var efter hela sin längd ansluten såväl till gunnebo-stängslet som till det nätverk av blank järntråd som klädde insidan av burens trägavlar. Buren nedsänktes vid postbryggan så att dess övre kant var en aning över vattenytan. Burens metalldelar anslötos till kabeln från likriktaren, och den ordinarie gjutjärnselektroden fränkopplades. När strömmen slöts, fungerade nu gallerburen i sin helhet som elektrod, men vattnet inuti buren förblev elektriskt indifferent.

Först kördes buren som katod, och medan strömmen var sluten, insläpptes en mört och några strömmingar. Så länge dessa höllo sig kvar inuti buren, summo de fullständigt oberörda omkring, men då de styrde kosan genom gallrets maskor mot friheten, råkade de in i det elektriska kraftfältet, kommo under inflytande av katodens repulsionskraft och pilade iväg bort från buren. Vid passagen genom gallret erhöillo de emellertid en elektrisk chock, som tydligen icke var tillräckligt stark för att bedöva dem men som gjorde dem så pass vimmelkantiga, att de ett långt stycke simmade med halva ryggen ovanför vattenytan.

När sedan buren fick fungera som anod och några nya strömmingar insläpptes, inträffade ett märkligt men förklarligt fenomen. När dessa exemplar försökte rymma ur buren och kommo ut i kraftfältet, fungerade anodens attrak-

tionskraft, så att de ögonblickligen vände om och surmo in i buren igen. Då och då kunde man få se en strömning pila ut och in som en skyttel genom var tredje eller fjärde maska längs burens hela gallersida. När den på så sätt nådde burens gavel, tog gallret slut, och innan den hittade in igen, tvangs den till ett så långt uppehåll i kraftfältet, att den blev bedövad och vände buken uppåt. Om den likväl i ett till hälften bedövat tillstånd lyckades klara sig in genom maskorna inom en icke alltför lång tidsrymd, kvicknade den mycket snart till igen.

Det yrkesmässiga fisket i Lindödjupet under försökstiden. Medan försöken pågingo erhöles personlig kontakt med tre fiskare, som idkade yrkesmässigt fiske i Lindödjupet. ~~Tva bedrev fiske~~ med skötkrok efter strömning, den tredje fiskade med såväl skötkrok som flundregarn. En av skötkrokarna brukade sättas vid den östra av Katsholmarna, endast något 100-tal meter från Fårtarmens rynning, en annan vid Spårö och en tredje vid Grönö udde (~~se bil. 1~~).

Under midsommarveckan, då alltså den kontinuerliga strömöverföringen kommit igång, erhöles de första nätterna ganska goda strömmingsfångster, upp till 70 kg per natt och skötkrok. Detta betecknades såsom ganska anmärkningsvärt, emedan strömmingsfisket i Lindödjupet annars brukar vara slut vid denna tid på året, och man kunde nog skyrta en viss benägenhet hos fiskarena, att sätta de ovanligt goda fångsterna i samband med elförsöken. Emellertid blev fisket småningom sämre och avbröts veckan efter midsommar på grund av olönsarhet. Därefter var de tre fiskarens samstämmiga och direkta uttalande uppfattning den, att elströmsöverföringen varken gjorde till eller från beträffande fisket.

Försök med ekolodning av fiskstim. Under de första veckorna som försöket pågick, väntade vi förgäves på stadigt och lugnt väder för att med hjälp av VK 90:s ypperligt fungerande ekolod kunna utföra en del planerade undersökningar över strömningstimmens eventuella reaktion införden elektriska strömmen. Först under veckan 3-9 juli, då jag var frånvarande, blev väderleken lämplig för ändamålet, och fiskeriinstruktör Lundin utnyttjade påpassligt detta tillfälle, som senare under försökstiden icke någon gång återkom.

Jag återger här huvuddragen av den muntliga redogörelse, som fiskeriinstruktör Lundin lämnade mig, då jag efter 10 dagars bortovaro återkom till Västervik.

Försöken pågingo den 4, 5 och 7 juni och utfördes på dagen såväl som nattetid. De tillgingo så, att när ett stim under gång med VK 90 upptäcktes på ekogrammet, släpptes omedelbart en självutlösande märkesboj, och fartyget gick tillbaka och lade sig över stimmet, samt följde detta så gott sig göra lät.

Stirren, med största sannolikhet av strömning, voro mycket små, enligt Lundin endast omkring 0.5 m i diameter och påträffades såväl på "linjen" (d v s mellan elektroderna) som utanför och innanför densamma, huvudsakligen mitt i fjärden, men ett stim även nära land vid Spårö.

Per radio (handy talky) dirigerades från fartyget strörmens slutning och brytning, och stimmens beteende kunde sålunda studeras såväl när strömmen var på som när den var frånslagen samt såväl i ström Slutningsögonblicket som i brytningsögonblicket.

Ingen som helst inverkan från den elektriska strömmen på sillstimmens beteende kunde konstateras. Stirren flyttade sig utåt eller inåt (förflyttningarna uppskattades av Lundin till ett 50-tal m i horisontal led) fullkomligt oberoende av, om strömmen var sluten eller bruten. Någon särskild reaktion i slutnings- eller brytningsögonblicket kunde ej heller iakttagas på ekogrammet.

Slutomdöme.

De nu avslutade likströmsförsöken såväl som de i samband därmed utförda fiskeribiologiska undersökningarna ha tillkommit på Kungl. Vattenfallsstyrelsens initiativ. Då man planerar att med en liknande överföring i större skala förse Gotland med elkraft från fastlandet, har det synbarligen varit vattenfallsstyrelsen angeläget, att innan ett sådant projekt kommer till utförande, få vetenskapligt fastställt på vad sätt och i vilken grad den elektriska strömmen genom havet påverkar havsorganismerna. Främst har man väl tänkt på de eventuella konsekvenser en permanent anläggning av detta slag kunna ha för fiskerinäringen.

Sedan jag av fiskeristyrelsen erhållit förtroendet att ^{ur/}örhänderha och leda denna undersökning, har det, med hänsyn till frågans/fiskeribiologisk synpunkt utomordentligt stora betydelse, för mig varit angeläget att göra undersökningen så omfattande och uttörmående, som det överhuvud varit mig möjligt.

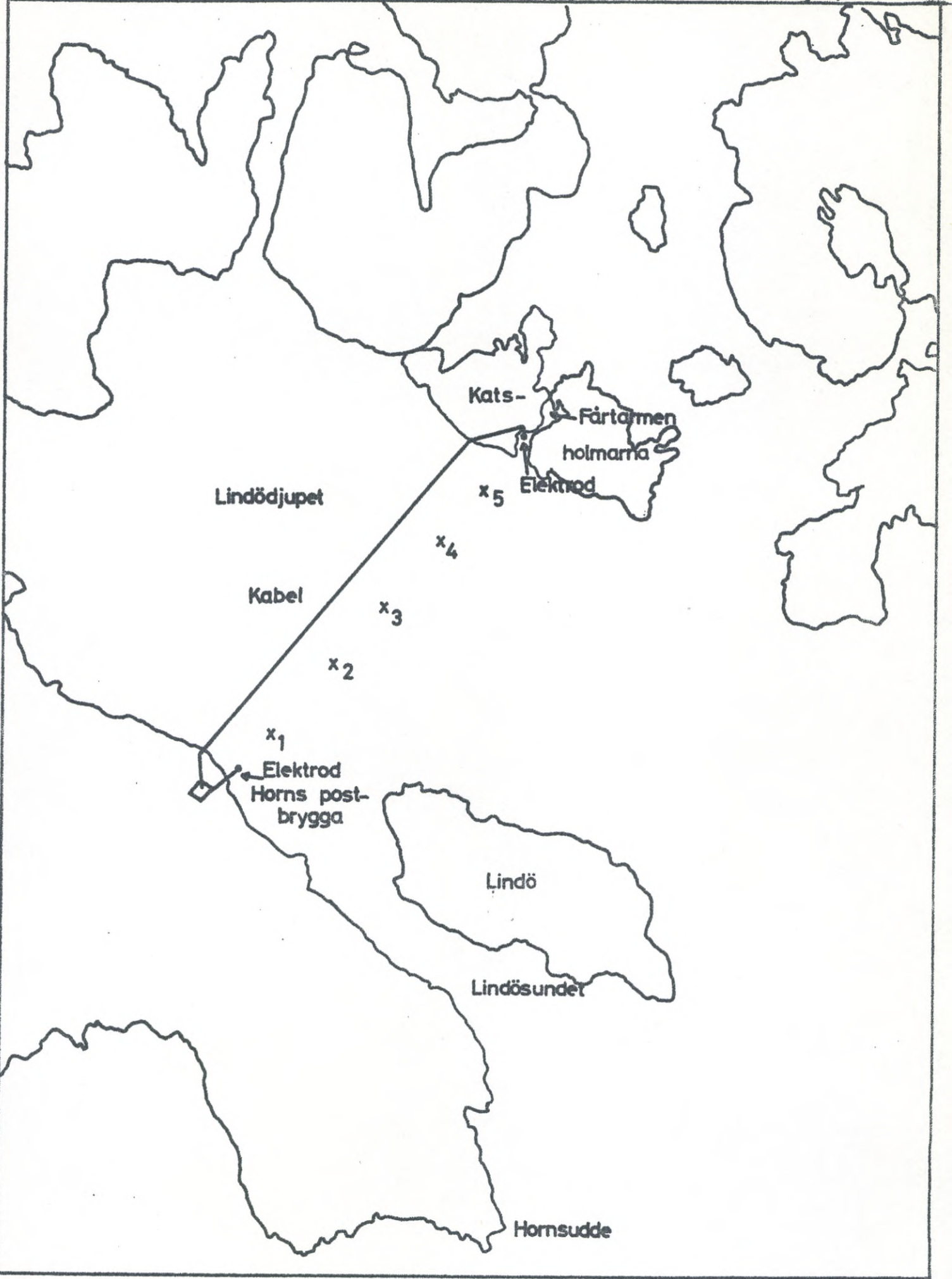
Som av min redogörelse här ovan framgår, torde organismerna (de planktoniska, nektoniska såväl som bentoniska) i de fria vattenmassorna mellan elektroderna icke röna någon påverkan av elektrisk ström genom havet. Av de bifogade potentialfördelningsdiagrammen framgår också, att det kraftigaste potentialfallet sker omedelbart intill elektroderna, och att exempelvis redan 200 m från land potentialfallet uppgår till endast några 100-dels volt per meter, och ju längre bort från elektroderna man kommer desto obetydligare blir detta värde.

Runt omkring och framför allt i omedelbar närhet av elektroderna kunna däremot åtskilliga olägenheter inträffa ^{som/}men/undersökningarna visa, inskränker sig

det riskfulla området - under de elektroniska förutsättningar, som gällt för västerviksförsöket - till en zon med endast några få meters radie kring elektroderna.

Gentemot den planerade kraftöverföringen mellan fastlandet och Gotland torde enligt min på undersökningsresultaten grundade uppfattning, från fiskeribiologisk synpunkt icke några invändningar behöva resas, under förutsättning att vid planernas förverkligande vissa bestämda villkor uppfyllas. Dessa villkor äro:

1. Effektiv avskärmning måste anordnas runt omkring elektroderna på sådant sätt, att fisk av en längd ned till 3 å 10 cm fullständigt hindras från att korma närmare elektroderna än 20 m. Avskärmningens avstånd från elektroden kan synas kraftigt tilltaget, men en betydande säkerhetsmarginal bör finnas med hänsyn icke blott till den elektriska strömmens direkta inverkan utan även till gasutvecklingen genom elektrolys vid elektroden. I lugnt väder och när vattnet är strömstillt kan det befaras, att gashalten runt elektroden - och faran torde vara störst kring anoden, där gasen utgöres av klor - uppnår en alltför hög och därför skadlig koncentration. Det bör dock här inflikas, att någon dylik situation aldrig uppstod under den tid försöksöverföringen pågick.
2. Elektroderna bör ha en så exponerad placering som möjligt. Vattendjupet bör vara stort och vattenomsättningen god; även detta med hänsyn till vattensönderdelningen och gasutvecklingen.
3. Platserna för elektroderna böra utväljas i samråd med de lokala fiskerinyndigheterna.
4. Sjökabelns sträckning bör ävenledes bestämmas i samråd med de lokala fiskerinyndigheterna, så att minsta möjliga förfång åsankas fisket.



ANTAL EXEMPLAR AV OLIKA ARTER BERÄKNAT PÅ 1 m² BOTTENNYTA.

Tre hugg med Petersens bottenhuggare (0.1 m²) utom vid 4 tillfällen då endast 1 eller 2 hugg gjordes (se tabellen).
 Två såll ovanpå varandra ha använts: det övre med 1.3-1.5 mm maskor; det undre med omkr. 0.5 mm maskor.

Species	Stat. 2 21.5 m		Stat. 3 25.5 m		Stat. 4 26 m		Stat. 5 a Fårtarmen c. 2.5 m		St. Gudingen 25.5 m			
	15/6	15/6	15/6	19/7	15/6	30/6	19/7	17/6	1/7	16/7	14/6	19/7
Pontoporeia affinis	3 hugg 1149	3 hugg 1379	3 hugg 759	3 hugg 1382	3 hugg 1342	3 hugg 716	1 hugg 220	2 hugg 5	3 hugg 1475	2 hugg 1530		
Corophium volutator			10				2980		3			
Amphipod, gen. et sp.												
Mesidothea entomon	3	13	27	17	13	3					17	10
Idothea sp.		3										10
Isopod, gen. et sp.		3										
Nysis mixta												
Leander adpersus, larv II												5
Harmothoe sarsi	23	37	43	30	27	20	10				53	65
Halicryptus spinulosus												15
Nematod, gen. et sp.												20
Scoloplos ?	3											
Macoma baltica	186	150	120	73	176	80					50	50
Mytilus edulis	7		3			3			5			
Hydrobia ?	3											
Chironomid-larver	10	3				3	650	560		110		5
Diptér-larv							70					

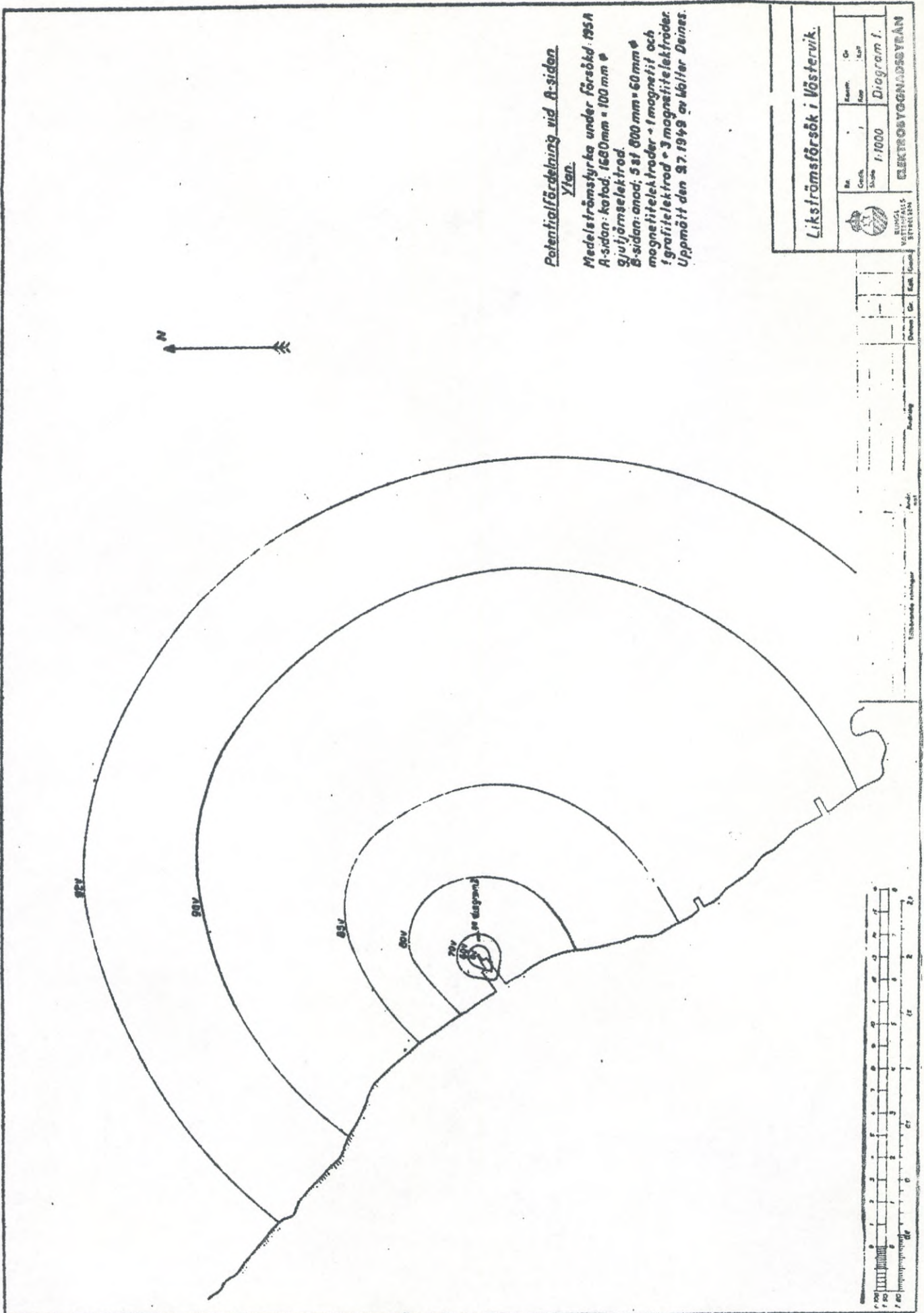
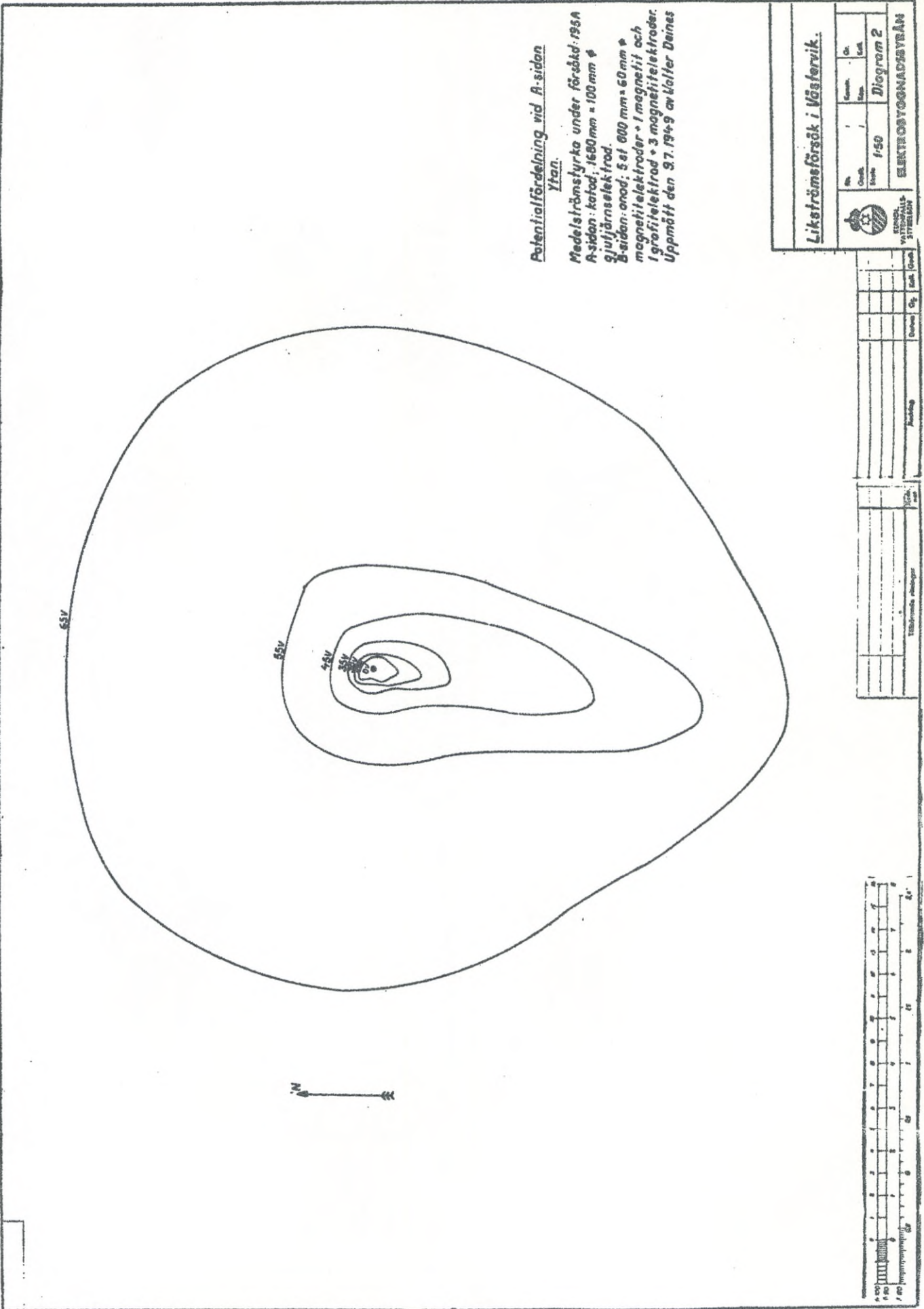


Diagram 2.



Potentialfördelning vid A-sidan
Ytan.

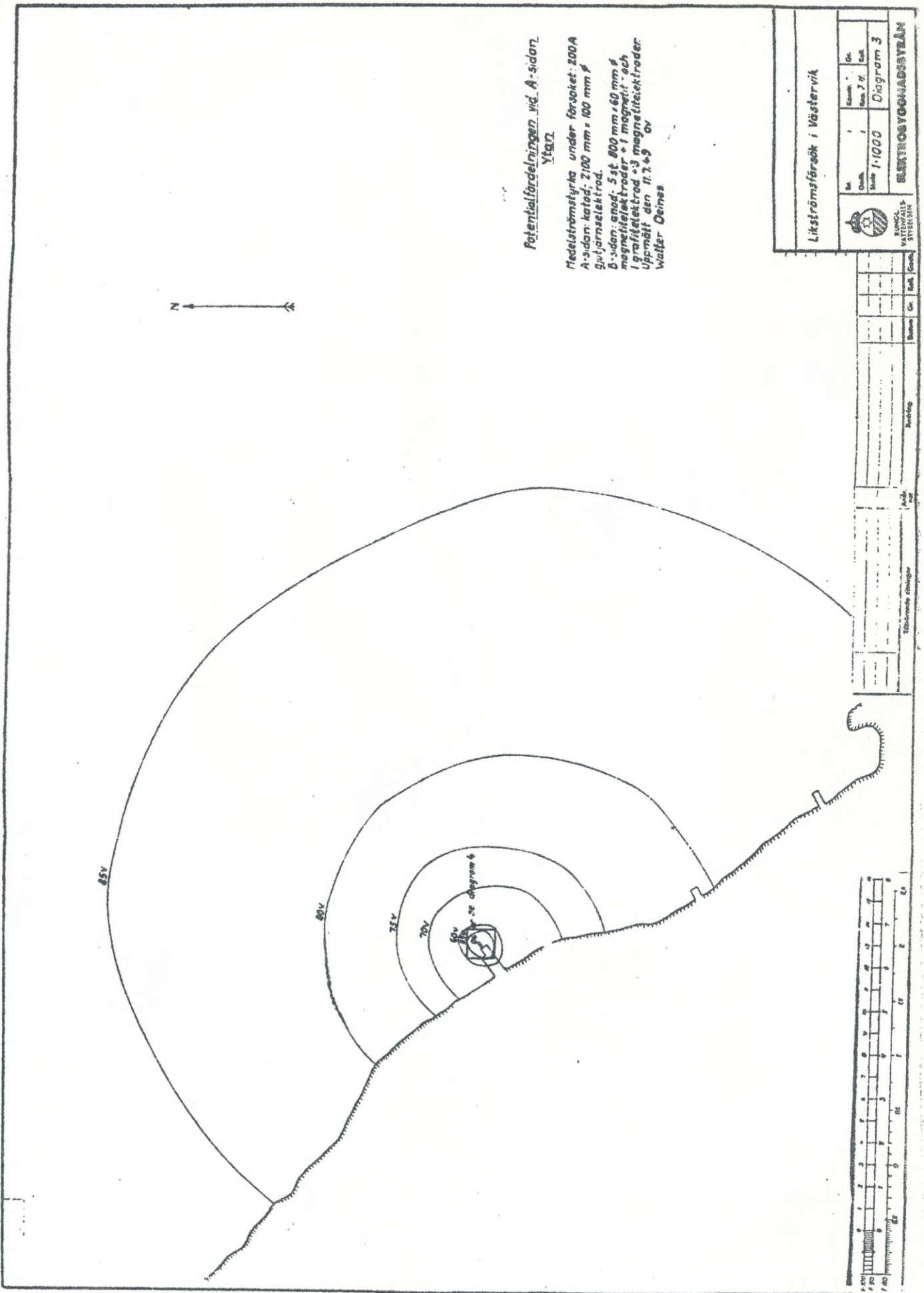
Medelströmstyrka under försöket: 195A
 A-sidan: katod; 1680 mm x 100 mm ϕ
 gjutjärnsselektrod.
 B-sidan: anod; 5 st 600 mm x 60 mm ϕ
 magnetielektroder + 1 magnetit och
 1 grafitelektrod + 3 magnetielektroder.
 Uppmätt den 3.7.1949 av Kalle Daines

Likströmsförsök i Västerrik.

	År	1	Ort	Luik
	Ordn	1	Samn.	Luik
Sve		1-50		
Diagram 2				
ELEKTROLYTOMÅTTSTRÅN				

År	Ordn	Samn.	Luik	Andring	Skala	Skala





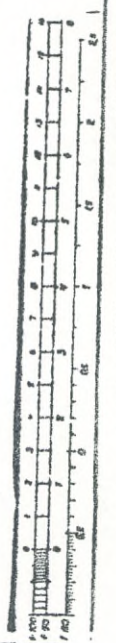
Potentialfördelningen vid A-sidan

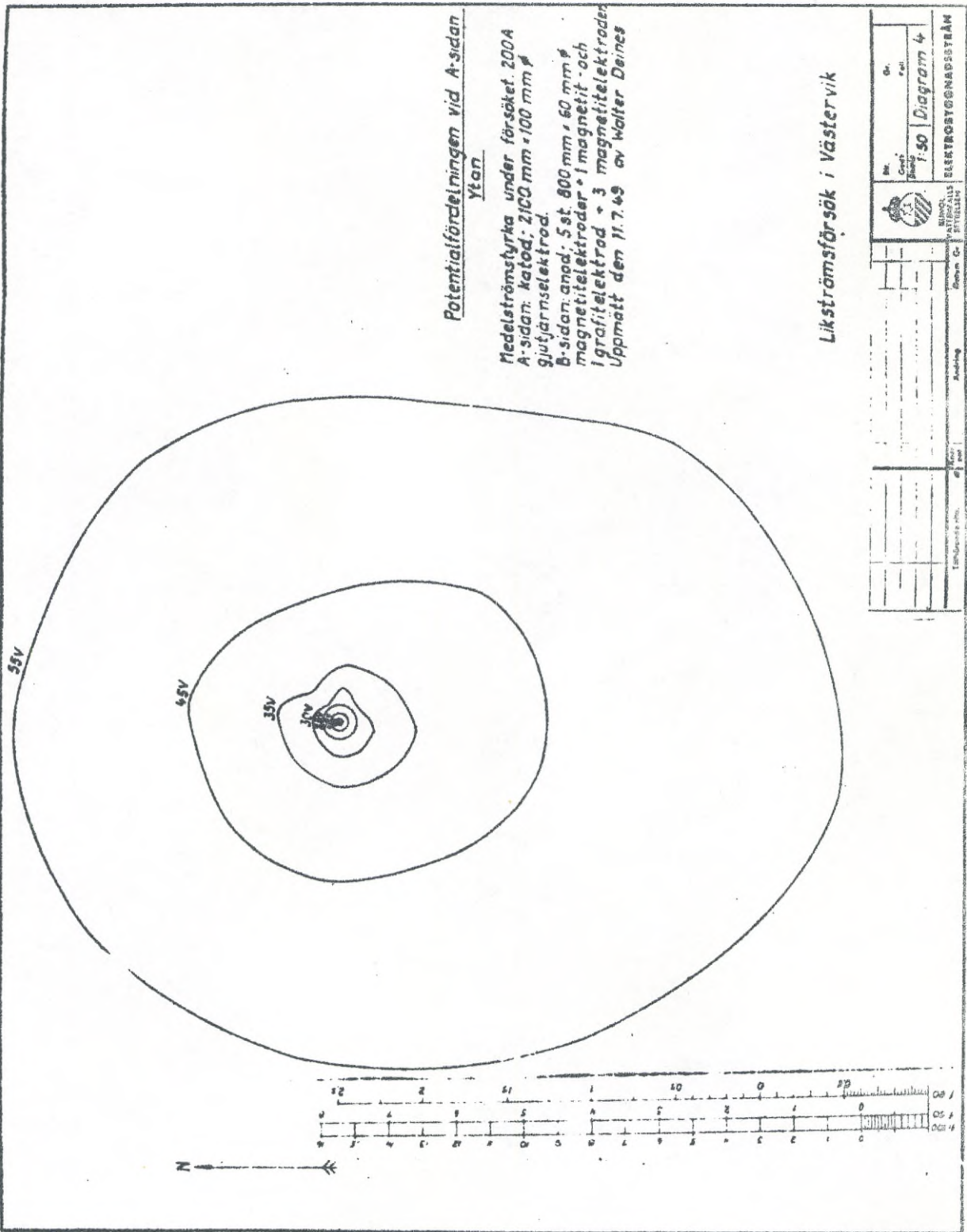
Yfg 7

Medelströmstyrka under försöket: 200 A
 A-sidan: katod: 2100 mm x 100 mm ϕ
 gjutjärnselektrod.
 B-sidan: anod: 5 st. 800 mm x 60 mm ϕ
 magnetiselektroder + 1 magnetiselektroder
 i grafitselektrod + 3 magnetiselektroder
 Uppmätt den 11.7.49 av
 Walter Deines

Litströmförsök i Västervik	
Ma	Di
Ordn	Num
Ställe	Titel
1	Diagram 3
ELEKTROKEMISKA INSTITUTET	

Titel	Redigering	År	Blad	Antal	Blad	Antal





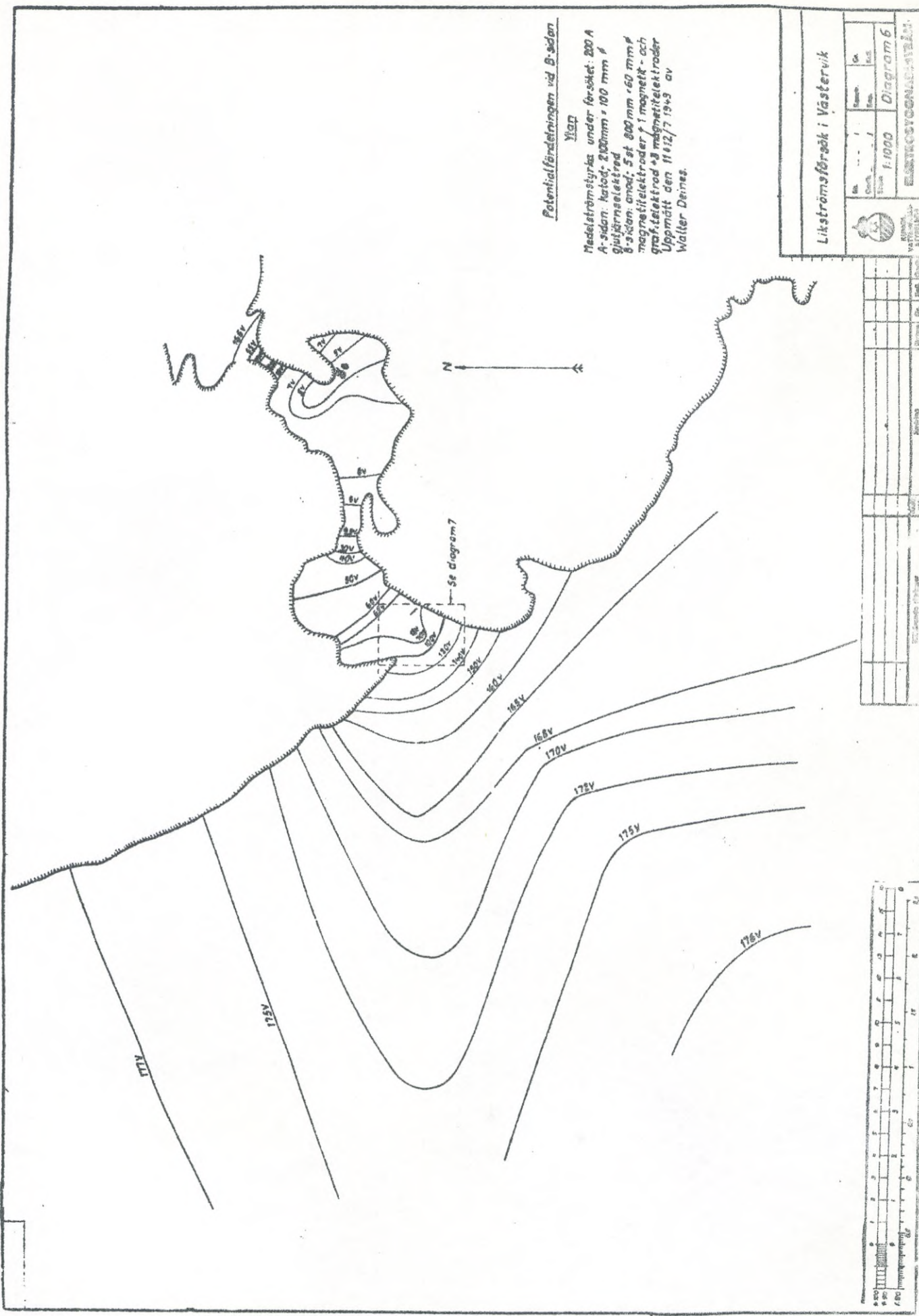
Potentialfördelningen vid A-sidan

Ytan

Nedelströmstyrka under försöket 200A
 A-sidan: Katod: 2100 mm x 100 mm ø
 Sjukfärnselektrod.
 B-sidan: anod: 5 st 800 mm x 60 mm ø
 magnetielektroder + 1 magnetit- och
 1 grafitielektrod + 3 magnetielektroder
 Uppmätt den 11.7.49 av Walter Deines

Likströmsförsök i Västervik

		Nr. Gr. Sida Totalt: 50 Diagram 4
Författare: W. Deines	Titel: Likströmsförsök i Västervik	Institution: KTH
Datum: 11.7.49	Plats: Västervik	Projekt: Elektrostatiska system
Utvärderad av: W. Deines	Granskad av: W. Deines	Godkänd av: W. Deines



Potentialfördelningen vid B-sidan

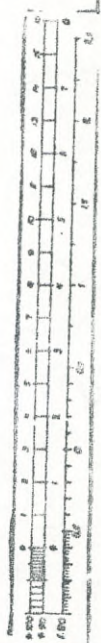
Yllop

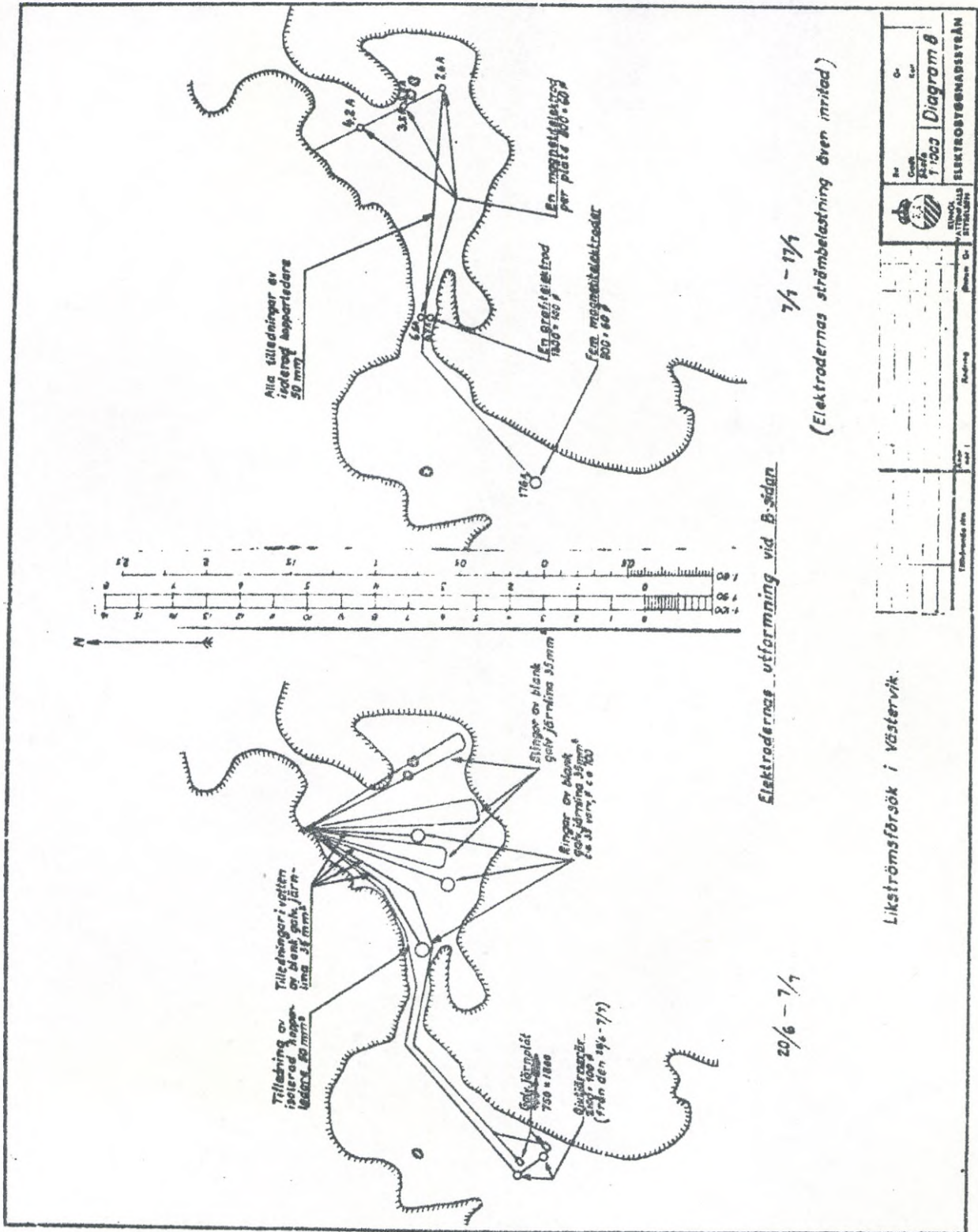
Medelströmstyrka under försöket: 200 A
 A-sidan: katod, 2100mm x 100 mm i
 gjutjärnselektrod
 B-sidan: anod, 2 st 800 mm x 60 mm i
 magnetielektroder f i magnetisk- och
 grafitelektrod 4 st magnetielektroder
 Uppmätt den 11/12/1945 av
 Walter Demas.

Likströmsförsök i Västervik

Sk.	Ordn.	Uppm.	Sk.
1	1	1	1
Diagram 6			
1:1000			
ELEKTROTEKNIKTÄN.			

År	Vecka	Sk.	Ordn.	Uppm.	Sk.



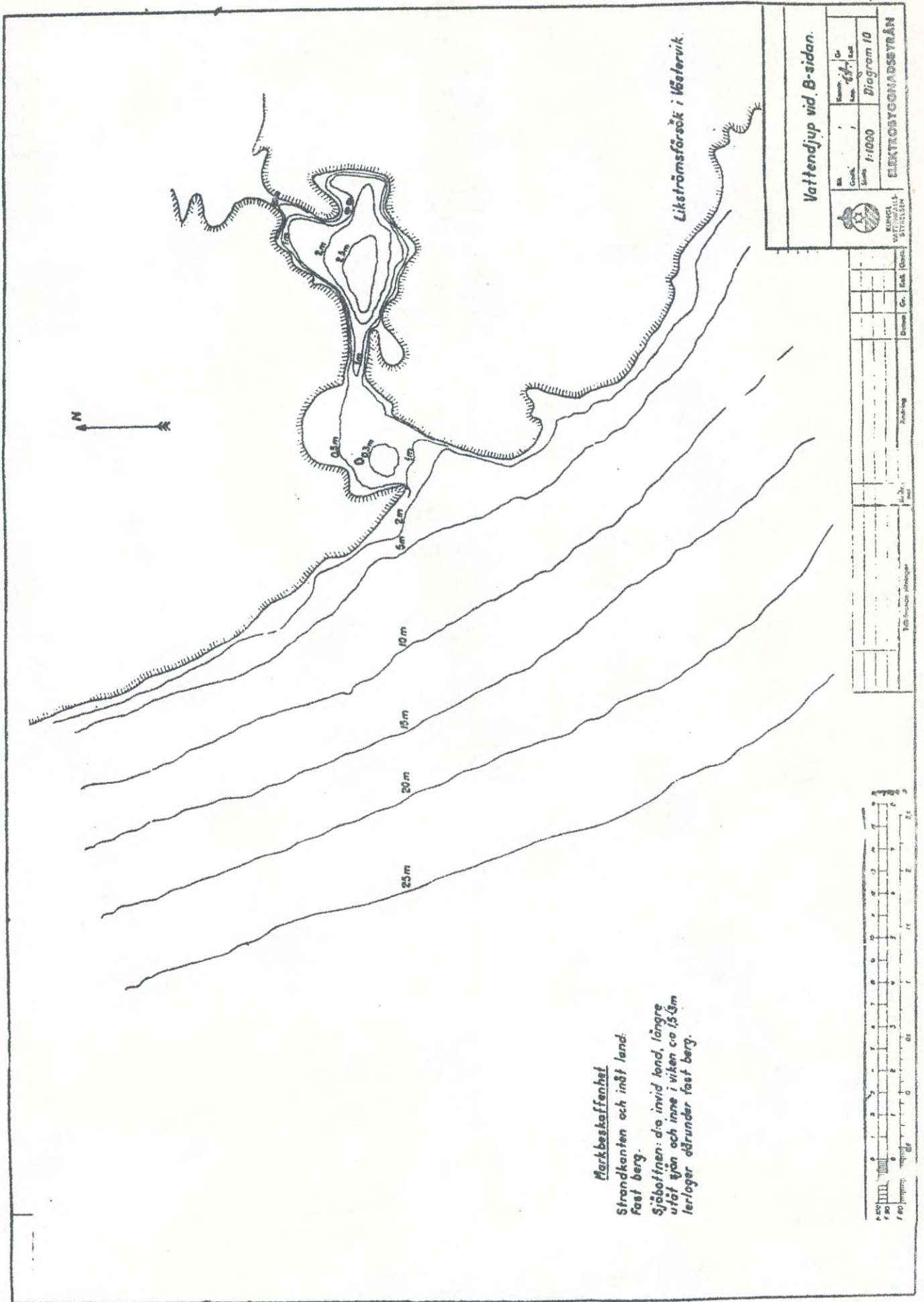


Elektrodenas utformning vid B-sidan

7/4 - 17/4
(Elektrodenas strömbelastning över inritad)

20/6 - 7/7

Likströmsförsök i Västervik.



Hydrografiska undersökningar vid elströmsförsöken vid Västervik
av Fritz Koczy

Av Kungl. fiskeristyrelsen förordnad att utföra de hydrografiska undersökningar, som kunde befinnas erforderliga i samband med de fiskeriundersökningar, vilka utfördes av Laborator Höglund, får jag härmed, efter fullgjort uppdrag, avgiva följande berättelse.

Av de i havet lösta jonerna är det huvudsakligen katjonerna Na, Ca, Mg och Fe och anjonerna Cl, CO₃ och S, som äro bärare av den transporterade elektriska laddningen. Vid elektrolysen skulle primärt uppstå klorgas, karbonat och svavel vid anoden, däremot Na, Mg, Ca och Fe vid katoden. Genom sekundära effekter, dels med vattnet eller däri lösta salter, dels med elektrodmaterialen, blir dessa mestadels omvandlade och som sekundära bildningar uppstå väte, syre, kolsyra, m m, varigenom vattnets kemiska egenskaper ändras. Bli dessa ändringar av större mått, kunna betingelserna för livet i de berörda vattnen försämrast.

För att utröna i vilken grad och på vilket sätt den elektriska strömmen inverkar på vattnets kemiska och fysikaliska egenskaper och samtidigt, för att kunna följa ändringarna i den hydrografiska situationen, har följande undersökningar och bestämningar av vattnets egenskaper genomförts:

- 1) Temperatur
- 2) Vätejonkoncentration
- 3) Salthalt
- 4) Syrehalt
- 5) Produkter, som uppstod vid elektroderna genom elektrolys.

Försöksområdet och de elektrotekniska anordningarna äro beskrivna i berättelsen av Laborator H. Höglund till vilken hänvisas.

De genom elektrolys förorsakade kemiska förändringarna.

Vid anoden utvecklades klor, som med järn i elektroden förenas till järnklorid, som sedan efter oxidation omvandlas till järnhydroxid, varvid fri saltsyra uppstår. Karbonatet förenar sig med järn till järnkarbonat, som även, i närvaro av syre, överföres till hydroxid och således frigöres kolsyra. Järnhydroxid fälls i vattnet, förorsakande en brunfärgad grumling. Svavel reagerar med järn till järnsulfid, som vid närvaro av syre omvandlas till järnhydroxid under bildande av svavelsyra. Användes magnetit, är reaktionen med elektroden försvårad och fri klor, svavelsyra, kolsyra och syre

bildas. Vätejonkoncentrationen, klorkoncentrationen och syrekoncentrationen bör stiga.

Vid katoden utfälles Fe, Ca, Mg, och Na, som reagera med vatten och bilda hydroxider varvid väte sättes i frihet. Därmed sjunker vätejonkoncentrationen.

För att få en föreställning om de kemiska förändringarnas storlek, kan vi antaga, att vi ha en elektrod utbildad som sil av dimensionerna 1 x 2 m och att vattnet strömmar igenom med en hastighet av 10 cm per sek. och att den elektriska strömmen genom elektrolys alstrar 7.5 gramkvivalenter väte vid katoden. Genom vattenströmmen komma 750 m^3 vatten per tim. i beröring med katoden och detta får därigenom en hydroxidkoncentration av 10^{-5} . Vätejonkoncentrationen skulle därigenom bli $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$ och $\text{pH} = 9$. En kraftig och markant ökning. Användes samma beräkning för Cl, så skulle ändringen, om den inskränker sig till en så liten volym som 750 m^3 , inte blivit större än $0.004 \text{ } \text{‰}$ Cl per tim. Antag, att vattnet i Fårtarmen inte förnyas och elektroden är placerad i dess inre del, så blir klorhaltsändringen under 10 dygn i hela Fårtarmen approximativt $0.01 \text{ } \text{‰}$, vilket inte kan påvisas, då det ligger inom felgränsen av bestämningen.

Liknande överläggning gäller för syrehalten. Under samma betingelser skulle pH i Fårtarmen stiga till 9.5.

Av dessa approximativa beräkningar framgår det tydligt, att enbart pH-bestämningarna skulle ge en bild av de kemiska förändringarna. Men då en koncentration av de elektrolytiska verkningarna kunde tänkas som möjlig och för att kontrollera den hydrografiska situationen, bestämdes även klor och syrehalt. Sista provtagningen klor och syrehaltsflaskor förstördes vid branden på Göteborgs station den 29 juli, men förlusten var av ovan anförda skäl inte så betydelsefull.

Provtagning skedde vid stationerna 1, 3, 5, som voro belägna mellan elektroderna vid Lindödjupet, samt på stationerna 5a och b belägna i inre delen respektive i mynningen av Fårtarmen. Som kontroll togos prov i de närbelägna vattenen, såsom norr om Spåresund och Gudingefjärden. Proverna togos med en enliters vattenhårtare (Witting) försedd med omvändningstermometer (Richter & Wiese). Bestämning av salt och syrehalten företogs i Göteborg genom titrering. Vätejonkoncentrationen bestämdes med Beckmans pH-meter, laboratoriemodell, utom vid station 1 den 17.6. varvid Hellige Farbenkeilkolorimeter användes. Analyserna av avlagringarna på elektroderna företogs i Göteborg. Prover togs den 17, 21, 30 juni samt den 18 juli.

Analysresultat.Temperatur i °C.

Station	Djup	17.6.	21.6.	30.6.	18.7.
1	0	13.10		14.45	19.25
	5	13.10		-----	18.70
	11	13.00		14.20	15.05
3	0	12.85		14.50	19.30
	5	-----		-----	18.55
	10	12.80		14.15	14.85
	15	12.20		13.40	14.35
	20	10.55		13.15	14.05
	24.5	7.40		11.20	12.00
5	0	13.00		14.45	19.35
	7	12.75		14.30	15.85
	14	12.20		13.65	14.90
5a	0				
	2.5	14.85	14.00	16.20	20.85
5b	2				19.10
Norr Spåresund	7		13.35		
	18		8.60		
Gudingen	0				19.45
	5				19.40
	15				11.80
	24.5				8.65

Vätejonkoncentration som pH in situ

1	0	8.20	8.24	8.28	8.29
	5	8.20	-----	-----	8.21
	11	8.14	-----	8.25	7.91
3	0		8.12	8.26	8.30
	0	5.36		5.17	
	5	-----		-----	
	10	5.33		5.18	
	15	5.37		5.17	
	20	5.34		5.05	
5	24.5	4.74		4.31	
	0	5.33		5.21	
	7	4.64		5.19	
	14	5.49		5.14	
5a	2.5	4.40		4.69	
5b	2				
Norr Spåresund					

Ingen anrikning eller förbrukning av syre eller klor, som skulle vara betingad av elektrolysen kunde förmärkas. Däremot var en om också liten påverkan av pH märkbar, vilket var speciellt tydligt då B-sidan var anod. pH-värdet sjönk då från 8.31 till omkring 7.90. Däremot kunde inte den motsvarande ökningen av pH fastställas, när B-elektroden verkade som katod, kanske beroende på ett större vattenombyte under denna period, förorsakat av ihållande nordvind.

Under tiden, som B-elektroden var katod, togs flera prov av utfällningar. En vit beläggning på elektroden i Fårtarmens mynning bestod av kalcium- och magnesiumhydroxid. Förhållandena vid denna elektrod voro mycket invecklade, som även framgår av ingenjör Deines diagram över potentialfördelning. Den yttre elektroden ~~var~~^{fungerade} nämligen, relativt^{vis} till den inre, anoden. Den cisolerade järnkabeln, som förband den yttre och inre elektroden, fick mycket ofta bytas, då den snabbt blev sönderfrätt, varvid en FeS-beläggning bildades på kabeln. I kontakt med syre formas sedan järnhydroxid, som fälls ut och därigenom delvis bildar ett skum på vattenytan. Samtidigt blir vattnet grumligt och färgas rostbrunt och alla växter överdragas med järnhydroxid.

Vid anoden fastställdes, så länge den bestod av järn en utfällning av järnhydroxid, men inte när magnetit användes som elektrodmaterial.

Den hydrografiska situationen under försöket.

Temperaturen steg sakta under hela tiden, huvudsakligen i ytan varigenom två termiska språngskikt utbildades. I början var det homoterma ytskiktet omkring 15 m tjockt och visade en temperatur av 13 à 14°. I juli utbildades dessutom ett varmare ytskikt av enbart 6 m tjocklek. Fårtarmens temperatur låg hela tiden 1 à 2° högre än Lindödjupets.

Salthalten var i det närmaste konstant och höll sig mellan 7.1 - 7.6 ‰.

Syrehalten visade, att vattnet var väl genomluftat och endast nära botten var en syretäring genom gyttjan fastställbar, varigenom syrehalten från i genomsnitt 5.3 ml per liter gick ner till 4.5 ml per liter.

Vätejonkoncentrationen var i ytskiktet relativt hög (8.2). Detta kan förklaras genom avsaknad av fri kolsyra. Men i större djup vid lägre vattentemperatur är halten av fri kolsyra högre och pH-värdet sjönk till omkring 7.4.

Beträffande anvisningar och villkor, som måste ges, för att från fiskeri- biologisk och hydrografisk synpunkt kunna tillstyrka den planerade kraftöverföringen mellan fastlandet och Gotland, hänvisas till de av Laborator Höglund givna villkoren.

Station	Djup	17.6.	21.6.	30.6.	18.7.
3	5		-----		8.26
	10		8.02	8.24	8.01
	15		-----	8.19	7.98
	20		-----	8.13	7.90
	24.5		7.48	7.80	7.61
5	0			8.29	8.27
	7			8.24	8.11
	14			8.04	8.02
5a	0				8.01
	2.5		8.28	8.31	7.86-7.96
5b	2		8.25		8.26
Norr Spåre-- sund	7		8.11		
	18		7.25		
Gudingen	0				8.23
	5				8.23
	15				7.80
	24.5				7.49
<u>Salthalt i ‰ o</u>					
1	0	7.43	7.21	7.12	
	5	7.47			
	11	7.47		7.25	
3	0	7.43	7.23	7.14	
	5	-----	-----	-----	
	10	7.45	7.38	7.21	
	15	-----	-----	7.21	
	20	7.48	-----	7.30	
5	24.5	7.61	7.57	7.45	
	0	7.41		7.12	
	7	7.45		7.21	
	14	7.45		7.23	
	5a	2.5	7.48	7.39	7.30
5b	2		7.23		
Norr Spåre-- sund	7		7.39		
	18		7.57		
<u>Syrehalt i ml/L</u>					
1	0	5.28		5.24	
	5	5.27		-----	
	11	5.32		5.17	

