

Gurre Sø

Af Thorkild Høy

Abstract

Introductory paper to first bathymetrical chart of the lake Gurre Sø (plate 1), Northern Sjælland. Stages of water level can be followed back 800 years. A coast-cliff 1,5 m above present level is shown to demarcate the coast-line until second half of the 14th century. Description of echo-sounding equipment and methods used in charting the lake. Numerical derivations from the chart. Discussion of approximative methods for computing volumes of lake basins. Explanation of echo-graphs and bottom morphology.

Dansk geografisk litteratur er yderst fattig på arbejder vedrørende søer. Ved en gennemgang af Geografisk Tidsskrift fra dets første bind til dets sidste halvbind lod sig kun opsamle otte-ni titler, af hvilke flere dækker over stykker, der mere har notitsens karakter. Indskrænkes emnet til landets egne søer skrumper tallet ind til tre, deriblandt dog de to væsentligste: *Arthur Feddersens* „Bidrag til de danske Indsøers Geografi“, siderne 79–86 i tidsskriftets 12. bind og *C. Wesenberg-Lunds* „Om Naturforholdene i skotske og danske Søer. En sammenlignende Studie“, 18. bind, s. 15–26.

Vender man sig til andre landes geografiske tidsskrifter bliver billedet noget anderledes. Fra Svensk Geografisk Årsbok kan nævnes *Malte Perssons* „Morfologiska studier inom Nordöstra Skånes sjöområde“ fra 1932 og *K. E. Sahlströms* „De svenska insjöarnas djupförhållanden“ fra 1942. Fra Fennia arbejder af *J. J. Sederholm*: Über die Bodenkonfiguration des Päijänne-Sees (1932), *Aaro Hellaakoski*: Zur Tiefenkarte des Saimaa-Sees (1940) og *Unno Varjo*: On Lake Puruvesi and its Shore Features (1960). I Tyskland har *Wilhelm Halbfass*, *G. Wegemann* og *Edwin Fels* m. fl. virket og strøet arbejder i de tyske geografiske tidsskrifter. Nogle af disse er medtaget i litteraturlisten, ved hjælp af hvilken kredsen af lande yderligere kan udvides.

I denne tradition er den nordsjællandske sø, Gurre Sø, taget op til behandling. Det drejer sig her om søen i sig selv som genstand og fænomen på jordoverfladen.

I egnen mellem Esum Sø og Helsingør findes et større antal morfologiske træk med hovedretning SØ–NV, eksempelvis Gurre Ås dalgang, Havreholm og Gurre Åse, dal- og bakkestrøgene i Teglstrup Hegn. I Gurre Søes kystkontur og i dens bækken genfindes lignende træk, omend ikke markerede. I *Rørdams* kortbladsbeskrivelse (D.G.U. I. Rk., Nr. 1) omtales regionen som et erosionsområde, hvilket for søens vedkommende finder støtte i de talrige stenhobe og stenrev, søbunden er så rig på, og som leder tanken hen på en bortskylning og dermed uddybning i forbindelse med isafsmeltningen.

Om tykkelsen af de siden istiden dannede bundaflejringer kan kun gisnes. Ekkogrammerne giver i så henseende ikke meget, idet dybden af sværtningszonen ikke uden videre siger noget herom. De øvre dele af dyndlaget var i almindelighed af en beskaffenhed, så et 1,5 kg tungt jernlod ved sin egen vægt kunne trænge ca. en halv meter ned deri. I Slotssøen og navnlig i de nu helt afsnørede småsøer øst herfor, hvor organisk materiale udgør størstedelen af bundaflejringerne, kunne nævnte lod synke 1–2 meter ned blot ved sin egen vægt.

Med hensyn til ændringerne i vandspejlets højde er vi i den usædvanlige situation med god sikkerhed at kunne følge disse 800 år tilbage i tiden.

Rundt langs kysterne findes, i varierende afstand fra denne, klinger, der specielt på Ørsholt-siden er veludviklede og skarpt markerede. Foden af disse klinger er ved måling bestemt at ligge omkring 1,5 m over det nuværende vandspejl, altså i kote ca. 28. Kurvebilledet omkring Gurre slotsruin viser, at en vandstand af denne højde fremkalder en bred forbindelse med Lille Gurre Sø og efterlader slotsområdet helt vandomflydt, som man ved, det har været ifølge udgravninger foretaget af *C. M. Smidt* (30). I sidste halvdel af 1100-tallet opførtes på en lille grusholm det firkantede tårn, der udgør centrum i borganlægget. I anden halvdel af 1300-tallet udvidedes borgen med ringmur og fire hjørnetårne lidt uden for holmens kyst. *C. M. Smidt* sandsynliggør, at vandstanden var uændret endnu ved dette byggeris gennemførelse, men da der hurtigt opstod behov for en bebyggelse i yderterrænet, måtte man sænke vandstanden ca. 1 m for at tørlægge omgivelserne. Rester af en ret omfattende bebyggelse fra perioden er fundet, navnlig nord for slottet. Den nye vandspejlshøjde holdt sig omtrent uforandret i 500 år. Sænk-



Fig. 1. Gurre Sø set fra vestenden af Tikøb Bugt, hvor rørsumpen har en betydelig bredde. (T. H. fot.).

Fig. 1. Lake Gurre Sø. View from the western end of the bay Tikøb Bugt. The phragmites belt has here a considerable width.

ningen afsnørede Lille Guresø fra hovedsøen, og sådan tegner billedet sig på de første kartografiske vidnesbyrd af nogen betydning. Blandt de ved Videnskabernes Selskabs foranstaltning fremstillede kort findes et kortblad i 1:20.000 forfærdiget i 1765 af *N. Morville*, hvorpå bl. a. Gurre Sø vises i noget mangelfuld skikkelse. Nøjagtigst er kystkonturen nærmest Gurre-Tikøb vejen, mens de fjernere dele er højst ufuldkomment gengivet. Et væsentlig bedre kort fra 1788 beror i matrikelarkivet; et omtegnet udsnit gengives af *C. M. Smidt*. Kystlinien af Slotssøen og Lille Guresø er detailleret gengivet meget vel svarende til en vandspejlshøjde på ca. 27 m. Omtalte klint er også vist, adskilt fra kysten af et bredt forland.

I 1851 afholdtes en landvæsenskommissionsforretning vedrørende reguleringen af Gurre Å. Det bestemtes bl. a., at åen fra dens udløb af søen på den første strækning skulle opgraves i en bredde af 5 alen og en dybde af halvanden alen. Repræsentanten for det Schimmelmannske Fideicommiss protesterede mod, at Gurre Søes vandspejl blev påvirket, og kommissionen bemærker hertil, at bestemmelsen af vandstanden i søen ligger uden for den stedfindende forretning, samt at fideicommiss'et i den anledning må foranstalte en særskilt forretning. Som følge heraf har man formentlig ved opgravningsarbejdet, der blev udført samme år, sørget for, at søen ikke blev tappet i nævneværdig grad.

Først i 1877 blev der nedsat en landvæsenskommission til fastsættelse af flodemålet for Gurre Sø. Ved mødet 1. september bestemtes: „At Flodemålet for Gurre Sø sættes efter det i Landinspektør *Bentzons* Attest af 30. Juni 1876 i en Pæl i Gurre Aa indhuggede underste Mærke, altsaa Højden 85', som falder sammen med Søens Vandspejl efter Generalstabens Kort.“ 85 fod = 26,7 m. Ved forretningen bestemtes endvidere, at vandspejlet yderligere kunne sænkes 6 tommer, når Havreholm Fabrik havde behov derfor.

Det i 1877 fastsatte flodemål er stadig gældende, men ved en ny forretning i 1948 tillodes det at sænke vandstanden indtil 12 tommer under flodemålet, eller til 26,4 m, hvilket i den periode, hvor der blev arbejdet med kortlægning af dybdeforholdene, blev fundet at være den hyppigste vandstand.

I Gurre Å findes, et halvt hundrede meter fra udløbet, et støbt overfaldsbygværk, der fastholder vandspejlet i den nævnte højde. Der er false til anbringelse af planker, men der er ingen tegn på, at opstemning har været foretaget i de senere år, idet bl. a. den ene af falsene er i stykker. Den reelle sænkning på 0,3 m, der er sket formentlig i tiden siden Havreholm Fabrik indstillede driften 1892, har medvirket kraftigt til tillandingen af Slotssøen, der er i stærk fare for helt at gro til, og har skabt nye øer: Langeland, Grydeholm og den ubetydelige plet land Hyttefadet.

Gurre Sø betragtes som en domænesø og administreres af Gurre Statsskovdistrikt. Alle øerne tilhører staten bortset fra Lilleø, der regnes at høre under Ørsholt, den eneste betydelige private bred-ejer. For nogle år siden blev der, som led i militære øvelser, slået permanent bro over til Storø, der dermed kunne komme under bedre forstmæssig pleje. På lignende måde blev der slået bro over den smalle og grunde kanal, der forbinder Slotssøen med hovedsøen.

Gurre Søes beliggenhed og udstrækning fremgår af de officielle kort, først og fremmest målebordsbladene M 2629 og M 2630 målte 1898 og rettede 1948. Ved rettelsen har kystlinien været genstand for korrektion og gengiver tålelig godt de faktiske forhold. Når man har med indvande at gøre, må man gøre sig klart, at gengivelsen af disses omrids ofte er noget mangelfuld og sent føres à jour. En sammenligning med luftfotografier vil ofte afsløre ikke ubetydelige afvigelser, der er generende, hvis en forstørrelse fra målebordsbladene anvendes som grundlag for indtegnning af lodningslinier.

Om dybdeforholdene oplyser de eksisterende kort oftest intet, og et dybdekort er ganske uundværligt, hvis man vil gøre sig mere indgående forestillinger om en sø, som den er: et legeme med tre



Fig. 2. Folde-jolle udstyret til ekkolodning. (T. H. fot.).

Fig. 2. The folding boat with equipment for echo-sounding.

dimensioner. De danske søer har i nogen udstrækning fået lov at skøtte sig selv i så henseende; der har øjensynlig ikke knyttet sig tilstrækkelig store økonomiske interesser til dem. Billedet er imidlertid ved at vende sig, specielt på Sjælland, hvor ferskvand er på vej til at blive en mangelvare. I fremtiden vil man i tiltagende grad få brug for disse naturlige reservoirer, hvis rumindhold man gerne skulle kende, og et bathymetrisk kort er dermed blevet en nødvendighed. I de seneste år er to sjællandske søer blevet dybdemålt ved almindelig punktlodning – hovedsagelig fra is – grundet deres interesse som drikkevandsforråd: Gyrstinge Langsø og Sjælsø.

For Gurre Søes vedkommende påbegyndtes arbejdet med at kortlægge dybdeforholdene i juli 1959 under anvendelse af den klassiske metode. Fra maj 1961 havde jeg rådighed over et transportabelt ekkolodanlæg, på forskellige punkter modificeret til det specielle formål. Instrumentel og metode vil ved denne første lejlighed blive beskrevet relativt indgående.

Det centrale elektroniske aggregat er en Atlas Monograph 658, om hvis konstruktion og virkemåde må henvises til speciallitteraturen (2). Visse væsentlige ændringer er foretaget: Skrivenålens rotationshastighed er sat op til det dobbelte, således at papirbreden kommer til at svare til 25 m mod 50 m ved standardudgaven. Det betyder, at dybder let lader sig aflæse i decimeter. Endvidere

blev der påbygget to vandtætte stik til ledningerne fra akkumulatoren og fra svingeren samt et stik til ledningen fra markeringsknappen.

Akkumulatoren er en 12-volts blyakkumulator i stand til at levere strøm (3 ampère, 35 watt) uden for stort spændingsfald i 18–20 timer. Den er emballeret i en egetræskasse med et håndtag i hver ende, samlet vægt ca. 26 kg. Til opladning er en omformer til rådighed.

Den ultrasoniske svinger er opbygget af ferroxcubekerner og aktiveres efter magnetostriktionsprincippet. Aggregatet fungerer både som sender og modtager. Bundfladen på selve den af vindinger omgivne aktive del har en størrelse af 30×33 mm. Det hele er indstøbt i araldit i et cylindrisk messinghus lukket fornedet med en messingplade og fastgjort på enden af et messingrør forsynet med decimeterinddeling med udgangspunkt i svingerbundfladen, så dennes dybde under vandspejlet let kan aflæses, og forskydeligt i holderen, så dybdegangen kan reguleres eller svingeren tilpasses en anden båd. Holderen er fastgjort på et vandret liggende rør, på hvilket to griberne kan forskydes og indstilles på greb i alle retninger, således at svingeraggregatet kan fastgøres på forskellige både. Ved den meste ekkolodning er dog anvendt en speciel til formålet indkøbt foldejolle, en Klepper Master, fremstillet af firmaet Hans Klepper i Rosenheim/Bayern. Båden kan pakkes sammen i tre kolli og således medføres i en bils bagagerum – eller i opbygget stand transporteres på en solid tagbagagebærer. Vægten er kun ca. 65 kg. Den lader sig bygge op i løbet af en snes minutter. Fremdrivningsmidlet er en påhængsmotor på 5 HK. Bådens dimensioner er sådan, at de forskellige dele kan placeres bekvemt inden for rækkevidde, specielt selve ekkoloddet, idet det er nødvendigt hyppigt at åbne det og gøre notater på ekkogrammet. Retningsstabiliteten har vist sig at være tilfredsstillende ved moderate vindstyrker. Fartøjet kan klare sig i ganske kraftig søgang, men lodningsarbejdet bliver under sådanne omstændigheder vanskeligt eller umuligt grundet på overstækning og bådens kraftige bevægelser.

Hvor ikke deccainstrumentel er til rådighed, forløber et ekkolodningsprogram hyppigt på den måde, at større bøjer udlægges i et kvadratnet med en maskevidde på nogle hundrede meter. To modstående sider – hyppigst øst- og vestsiderne, underopdeles ved hjælp af mindre bøjer med en indbyrdes afstand af – meget ofte – ca. 50 m, således at den loddende båd ved hjælp af disse bøjer gennemsejler parallelle ruter med en indbyrdes afstand af ca. 50 m. Også

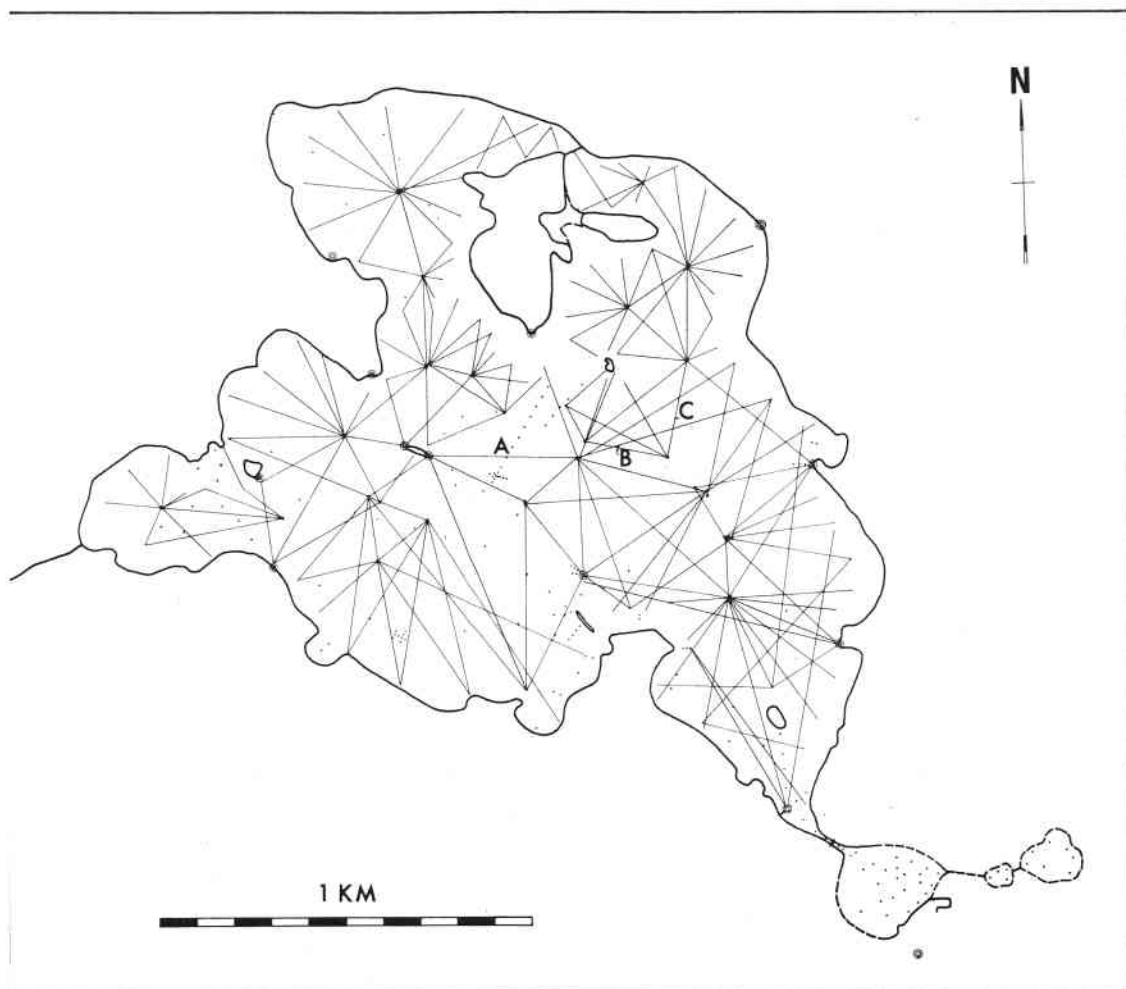


Fig. 3. Oversigtskort over Gurre Sø med indtegnede lodningspunkter og -linier.
Fig. 3. Map showing lake Gurre Sø with sounding-lines and sounded points.

teoretisk er det mest tilfredsstillende at få en regelmæssig dækning med parallelle linier med regelmæssig afstand som afpasses efter, hvor nøjagtig man ønsker at gøre kortlægningen – eller har muligheder for at gøre den af økonomiske grunde. Metoden har den ulempe, at den hyppigt fører til spidse skæringer med kystlinier og de kystnære dybdekurver, hvilket der naturligvis kan rådes bod på ved supplerende lodning. Ved målinger langs kyster og i søer omgivet af åbent terræn kan man opstille pejlemærker på land og på den måde fastlægge ruterne. Drejer det sig om skovkransede søer

med en uregelmæssig, stærkt opdelt vandflade som f. ex. Gurre Sø, stiller sagen sig noget anderledes.

Den fremgangsmåde, der er bragt til anvendelse ved Gurre Sø, kortlægning fremgår af følgende (jfr. fig. 3).

Ved medvirken fra Gurre Skovdistrikt etableredes indledningsvis en række fikspunkter på øer og næs, på kortet betegnede med en dobbelt cirkel, i marken markerede med en granrafte forsynet med flag. Disse punkter blev indmålt på forkellig måde, i de fleste tilfælde blev de bestemt i forhold til skovvæsenets afdelingssten, således at de kunne lægges ind på skovkortene i 1:8000 og fra disse ved pantografier overføres til arbejdskortet, en fotografisk forstørrelse til 1:5000 fra de tidligere nævnte målebordsblade. Punkterne på øerne, specielt punkt 1 på den lillebitte holm „Hyttefadet“, der ikke findes på målebordsbladet, blev efterprøvet eller bestemt ved hjælp af grafiske tilbageskæringer, efter at der med sekstant var målt retninger til så mange kendte punkter som overhovedet muligt. Den benyttede sekstant var af konventionel type med aflæsning i hele minutter på tromlen med mulighed for at skønne tiendedele heraf. Aflæsningerne toges dog aldrig finere end i hele minutter. På et enkelt punkt adskilte instrumentet sig dog fra de sædvanlige, idet det var blevet forsynet med et ekstra håndtag, så det bekvemt kunne bruges vandret.

Bøjer forsynet med flag blev derpå udlagt og forankret, båden forankredes ved bøjerne og ved hver målttes 6–7 retninger så jævnt fordelt horisonten rundt som muligt. Dybden blev omhyggelig målt med den sædvanlige hvidlakerede skive (25 cm i diameter), der benyttes til måling af vandets gennemskinnelighed, for hvilken der samtidig toges aflæsning. Skiven var ophængt i et almindeligt rullestålbånd. Ved at have dybderne ved bøjerne nøjagtig målt opnås, at man, hver gang en bøjse passerer, får en kontrol på ekkoloddets visning. Det var ikke muligt at have tilstrækkelig med bøjer til at belægge hele søen, de der var måtte flyttes frem efterhånden, men herved kommer der til at mangle visse forbindende lodningslinier, det ellers ville have været ønskeligt at have med. Det viste sig iøvrigt nødvendigt at kontrollere bøjernes beliggenhed, hvis man efter f.ex. en uges forløb igen ville benytte dem, da det ikke var muligt med rimelige midler at forankre dem stabilt i den bløde bund.

Bøjernes placering er på planen markeret med mindre, udfyldte cirkler og fremhæves iøvrigt kraftigt ved, at talrige lodningslinier konvergerer mod dem. Begyndelses- eller endepunkterne ved bredden eller sivkanten bestemtes ved måling af 3–4 retninger med

sekstant, hvis ikke punktet var så skarpt defineret, at det kunne markeres på kortet direkte. Ved forhipassering af begyndelses- og slutpunktet aktiveredes markeringsknappen, hvorved der fremkom en lodret streg på ekkogrammet (se fig. 4). Man må naturligvis sørge for at passere begyndelsespunktet i fart, så at en konstant hastighed kan holdes profilet igennem. Der er ialt gennemsejlet ca. 160 linier. Hertil kommer over hundrede punkter, hvor dybden er bestemt ved konventionel lodning – på planen markeret med en prik. Foruden i de sydøstlige ganske fladvandede afsnøringer er der navnlig punktloppet over visse i udstrækning meget begrænsede grunde og stenrev som f.ex. „Schultz' Grund“, påvist mig af en lystfisker fra Helsingør Sportsfiskerforening, der har lejet fiskeretten af stats-skovvæsenet. Sådanne rev og grunde af ringe areal kan smutte igennem selv et tæt net af lodningslinier, hvorfor det altid er tilrådeligt at forhøre sig hos erhvervs- eller lystfiskere om slige forekomster. Den beskrevne fremgangsmåde har sit store fortrin i en betydelig fleksibilitet og i, at der i de fleste tilfælde opnås en god skæring med dybdekurverne.

For en fuldstændigheds skyld nævnes det, at vandspejlet blev indnivelleret fra et fikspunkt på skovridergården og aflæsning til vandspejlet taget hver lodningsdag. I perioden juli 1959 til januar 1963, i hvilken vandstanden jævnlig blev målt, var højeste aflæsning 26,46 m over Dansk Normal Nul (system GI), laveste 26,17 m, nogen årtidsvariation lod sig ikke fastslå. I hele perioden oktober 1961 til januar 1963 holdt vandspejlskoten sig omkring eller lidt over 26,4 m.

Om konstruktionen af kortet følgende: De ved tilbageskæring bestemte punkter blev indkonstrueret på arbejdsplanen ved hjælp af et gennemsigtigt stykke papir, på hvilket alle retningerne var afsat med en større transportør. En station-pointer blev også anvendt, men den første metode blev befundet bedre, da der herved kunne opereres med samtlige retninger på én gang. Strækningen mellem de to endepunkter i en lodningslinie blev derpå udmålt på kortet og ligeledes på ekkogrammet, og heraf fremgik den relation med hvilken en afstand målt på ekkogrammet, f.ex. fra begyndelsespunktet til bundkurvens skæring med 3-m linien, skulle multipliceres for at kunne sættes af på kortet.

Efter at kortet var færdigtegnet på grundlag af ekkogrammerne, blev der endnu – som allerede nævnt – foretaget nogle supplerende punktloddninger fra is i vinteren 1962/63, hvor det skønnedes nødvendigt. Liniernes endepunkter ved bredden ligger i de allerfleste

tilfælde ved rørsumpen og disse beskriver derfor i grove træk grænserne for denne. Dybderne her er i langt det største antal tilfælde 1,3–1,4 m.

Navnestoffet hidrører dels fra målebordsbladene og skovkortene, dels fra mundtlige informationer fra skovrideren over Gurre Skovdistrikt og fra lystfiskere. Navnene Storø og Lilleø genfindes på de officielle kort, mens ønavnene Langeland og Gåseø er meddelt af skovrideren. Mågeø's benævnelse, som skriver sig fra tilstedeværelsen af en betydelig mågekoloni, er der enighed om mellem skov og fiskere. Hyttefadet, Slotssø, Tikøb Bugt, Store- og Lille Ålebugt, Schultz' Grund er navne, der benyttes af medlemmerne af Helsingør Sportsfiskerforening. Nævnte grund blev faktisk fundet af et medlem af klubben ved dette navn, men man har dog ikke været uden blik for parallelismen med navnet fra Kattegat, som vel har været medvirkende til at give det borgerret. Savnet af en benævnelse til brug i notater etc. fremkaldte „Grydeholm“, inspireret af fundet af en gammel jerngryde på øen. Noget navn for denne holm, såvel som for den vestligste, lod sig ikke opspore fra andet hold.

Af det færdige kort er ved planimetrering og videre beregningsmæssig behandling fremgået følgende talværdier:

Gurre Sø (incl. Slotssøen):

Vandflade (incl. rørsump)	225,36 ha
Mågeø	0,19 ha
Langeland	0,05 ha
Vestlig ø	0,07 ha
Gåseø	0,08 ha
Grydeholm	0,06 ha
Storø	8,28 ha
Lilleø	1,10 ha
Fast hængesæk mellem to sidstn.	0,66 ha
	Ialt ... 235,85 ha

Den ydre periferi er målt til 9,7 km. En cirkelflade med arealet 235,85 ha har en periferi på 5,44 km's længde. Relationen mellem den faktiske periferi og dette tal, den såkaldte omkredsudvikling, bliver 1,8 og giver et vist udtryk for kystliniens „krøllethed“. Medtages øernes kystlinielængde, 2,6 km, øges omkredsudviklingen til 2,3. Disse tal er dog små i forhold til dem der opgives for f.ex. sydsvenske søer. Ifølge *Malte Persson* (26) har Immeln en kystudvikling karakteriseret ved faktoren 7,5, Raslängen 6,5, Ivösjön 4,1 mens Råbelövsjön nøjes med 2,0 og Levräsön med 1,4. *Halbfass* (12) har beregnet omkredsudviklingen for en række danske søer: Almindso

4,7, Arresø 1,93, Bagsværd Sø 1,72, Borres Sø 2,2, Brassø 2,16, Esrum Sø 1,8, Farum Sø 1,41, Furesø 1,62, Julsø 2,14, Knudsø 1,83, Silkeborg Langsø 3,15, Mossø 2,17, Skanderborg Sø 2,0, Sorø Sø 1,85, Thorsø 1,67 og Tystrup Sø 2,3. Af disse tal må det første hero på en fejl i et eller andet led, mens de øvrige forekommer troværdige.

De øvrige tal som *W. Ule*, *Halbfass*, *M. Persson* m. fl. ofte beregner: Middelhældningsvinkel, insulositet o.s.v. forekommer mig ikke at svare regning, idet de alligevel kun ufuldkomment karakteriserer objektet. Den umiddelbare betragtning af kortet og dets dybdekurver vil være langt mere givende.

Volumentet er beregnet til 4.550.000 m³, middeldybden bliver følgende 2,0 m. Formelen $V = \gamma \frac{h}{2} (A_1 + A_2)$ er anvendt ved volumenberegningen, hvor *h* er afstanden mellem niveaufloaderne og *A*₁ og *A*₂ arealet af to på hinanden følgende af disse. Forudsætningen for at formelen er exakt er, at profillinierne er dele af parabler, hvilket i almindelighed tilnærmelsesvis skulle være tilfældet i søer. Under alle omstændigheder er volumencifrene naturligvis ret grove tilnærmelser og angivelser finere end med afrunding svarende til ca. 1 % vil være fiktiv nøjagtighed. Forholdet mellem middeldybde og maksimaldybde bliver, udtrykt som decimalbrøk, 0,37.

Israeleren *J. Neumann* beskæftiger sig i et lille arbejde, „Maximum and Average Depth of Lakes“, Journal of Fisheries Research Board of Canada, vol. 16, 1959, med denne relation, som han beregner for en lang række søer og udfinder som middeltal af samtlige størrelser en med tre decimaler angivet værdi, 0,467. Regnestykket er i virkeligheden en form for tilbageregning, og resultatet et udtryk for, hvor godt formelen ville passe på søbækkenerne som helhed. Til hans søliste er at sige, at der i den indgår adskillige, der kun er temmelig ufuldstændig kendt, hvorfor rumfangsbestemmelserne må betragtes med nogen skepsis.

Af en tabel over 52 danske søer opstillet efter oplysninger hos *Kaj Berg*, *Wegemann*, *Halbfass* og på grundlag af egne målinger fremkommer et middeltal på 0,51 af relationen mellem middeldybde og maksimaldybde, d.v.s. man skulle kunne få en god tilnærmet værdi for rumfanget ved at multiplicere tallene for areal og halve maksimumsdybde med hinanden eller med andre ord, anvende formelen på søerne som helhed, hvorved leddet *A*₂ forsvinder. Spredningen er imidlertid temmelig stor, fra 0,29 for sådanne søer som *Hostrup Sø* og *Nors Sø* til 0,79 for *Tissø* (iflg. *Halbfass*) og 0,73 for *Lille Søgård Sø* (iflg. *Wegemann*), hvilket leder til det ikke særlig mærkværdige, at en grov beregning kun giver et troværdigt

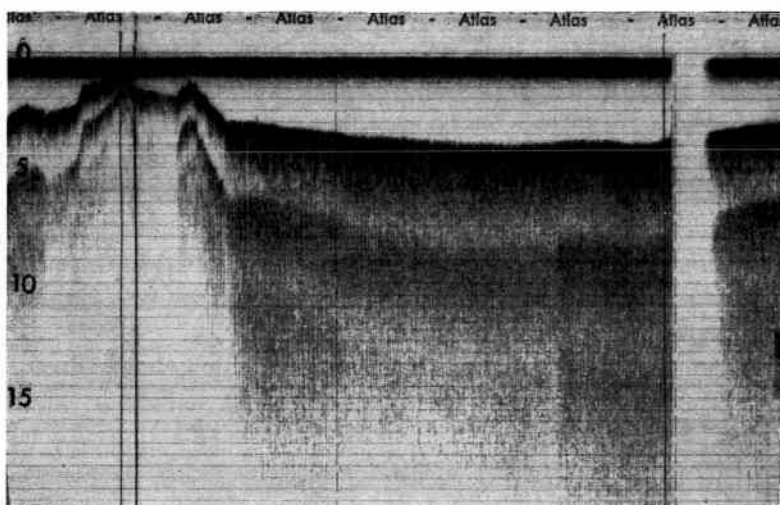


Fig. 4. Ekkogram fra linien mrk. A. (fig. 3).

Fig. 4. Echograph line A.

resultat, hvis søbækkenets form er nogenlunde regelmæssig, og for at kunne vurdere det, må man have et dybdekort ved hånden.

I tilknytning til kortet (pl. 1) følgende beskrivende bemærkninger: Søbassinet er karakteriseret ved meget moderate hældninger, der ender med at tage retning mod de større dybder i søens østlige del. Bortset fra afsnøringerne i sydøst falder kun Tikøb Bugt uden for hovedbassinet. Mindre skrænter findes i nærheden af øerne Hyttefadet og Langeland og syd for Storø. Store lavvandede flader udbreder sig omkring Storø-Lilleø og Grydeholm oversået med spredte sten og i ret stor udstrækning fri for sivbevoksning. Et par steder skyder grunde dækkede med groft sand sig et par hundrede meter ud fra kysten, øst for Langeland og sydøst for Lilleø. Et ejendommeligt træk er de talrige stenrev og stenhobe hyppigst bestående af rullesten af nogle decimeters diameter. Schultz' Grund er en sådan stenhob, og det såkaldte Ørsholt rev med fundne minimumsdybder på 1,5 og 1,7 m udgør en uregelmæssig ophobning af blokke. Stenrev, der når op til vandspejlet, findes i munden af Tikøb Bugt og sydvest for Grydeholmen. Langeland og Gåseø er sådanne stenrygge, hvor løsjord har samlet sig i mellemrummene. Kyststrækningen nord for Tikøb Bugt er sine steder som brolagt med sten specielt inden for den navnløse ø. Den lavvandede banke ved sydkysten har derimod en sandet overflade.

Fig. 4 og 5 viser et par typiske ekkogrammer. Det første, på over-

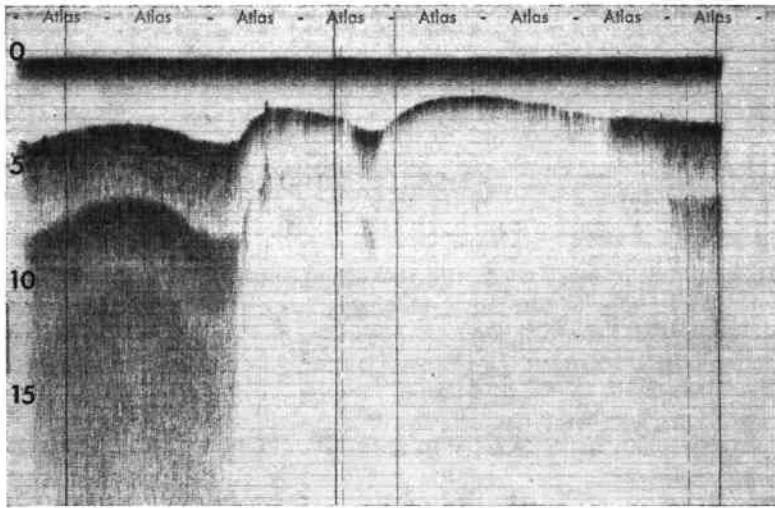


Fig. 5. Ekkogram fra linierne mrk. B og C (fig. 3).

Fig. 5. Echograph lines B and C.

sigtsplanen mærket A, begynder ved østenden af Gåseø, der som nævnt er en stenhob. Stenrevet fortsætter under vandet, som ekkogrammet viser, indtil det med voksende dybder forsvinder under laget af løsere aflejringer. Både dette og det følgende ekkogram viser, at de løsere aflejringer ikke formår at holde sig på skråningerne, men „kryber“ nedad og samler sig i de dybere dele, der får en udjævningsbund med små og stærkt udfladede dybdevariationer. Der sker altså en undersøisk „jordflydning“ og i langt højere grad end over vandet, da der kun skal meget små kræfter til at flytte en partikel, der er helt omgivet af vandmolekyler. Renden, der fører fra den store bugt vest for Storøen sydover mod dybere vand, synes at måtte tolkes som en udflydningsrende. Løsere aflejringer er på ekkogrammet kendetegnet ved en bredere sværtningszone, idet disse tillader en vis nedtrængning af lydimpulserne, hvorved refleksionen bliver spredt. Fig. 5 viser lodningsprofilerne B og C syd for Grydeholmen med samme billede af højere partier uden løs aflejringer og dybere, hvor denne har samlet sig. En stor sten på et par meters højde er markant registreret.

Til slut skal kort redegøres for gennemskinnelighedsafslæsningerne, der – fordelt over hele søen og over årstiderne forår, sommer og efterår – alle gav resultatet 0,3–0,4 m. Der kunne således ikke påvises nogen årstids eller regional variation. Den fremskredne eutrofiering skyldes givetvis tilledningen af kloakvand fra Horserød-

lejren formentlig lige siden dens oprettelse 1916–17. På et tidspunkt er der opført et rensningsanlæg, men det har næppe i væsentlig grad hemmet processen. Om tilløb iøvrigt er der knap nok tale. Kun fra de mosearealer, der endnu benævnes Lille Gurre Sø, kommer der en smule.

SUMMARY

Introductory is referred to the few Danish geographical contributions to lake studies and to the more numerous ones in some foreign journals. The lake Gurre Sø is situated in Northeast Sjælland near to Helsingør (Elsinore) in a region where erosive forces have been prevalent during the last stages of the regression of the ice. Melt water seems to have hollowed out the basin and left the many stone reefs found on the bottom. Nothing can actually be said about the thickness of the post-glacial bottom sediments.

It is shown by archaeological evidence (*C. M. Smidt*), that coast-cliffs found 1,5 m above present mean waterlevel demarcate the coastline up to the second half of the 14th century, when the level was lowered by human action to dry up land for building sites around Gurre Castle.

1877 the waterlevel was fixed at 26,7 m and markers set. Since Havreholm paper-mill ceased production 1892 the level has gradually been lowered to 26,4 m causing emergence of islands and shrinkage in the southeastern part, where Slotssøen was earlier much larger.

The echo-sounding equipment used was an Atlas Monograph 658 modified to allow the graph to be read to 1 decimeter, and driven by a 12 volt storage battery. The ultrasonic transducer operating by the magnetostriction principle was mounted on a specially made rig adaptable to various boats. For most operation a folding boat was used (fig. 2).

Fig. 3 shows the network of lines-of-profiles run during the bathymetrical survey. The complicated form of the lake and the wooded shores made it the best solution to use buoys and to arrange the pattern in a starlike way to produce the best intersection with the contours. The position of the buoys and the starting points at the coast was fixed by using a sextant looking for good intersection between lines-of-sight to a number of signalled points, on the plan marked by double-circles. Some conventional sounding was made before and after the echo-sounding to cover special areas. Naturally the waterlevel was kept under observation during the work revealing small fluctuations only and no seasonal.

As base map for the chart was used a magnification to 1:5000 from the 1:20.000 series. When all beginning- and end-points of the sounding lines were plotted the relation between the length of line on the chart and on the echo-graph could be obtained and used to reduce a distance from the graph to the scale of the chart. Place names were picked from official maps with supplementary collection in the field.

The list of areas starting with the water-covered area and then listing the islands was produced by planimetry on the fair drawn draft. The ratio between the measured circumference (9,7 km) and the perimeter

of a circle with the same area is made out to be 1,8. For comparison this ratio is enumerated for some Scanian and Danish lakes.

The ratio between the mean depth, 2,0 m, and the maximum depth, 5,4 m, is made out to be 0,37. Going out from a paper by *J. Neumann* (23) who has calculated this ratio from a list of lakes all over the world, and arrives to a mean value of 0,467, it is shown by using a list of 52 Danish lakes, that one can get a reasonable estimate of a lake volume by multiplying figures for area and half the maximum depth, if the basin is not too irregular, which can only be judged by having a bathymetrical chart at hand.

The figs. 4 and 5 show echo-graphs from the lines marked A and B-C on fig. 3. It is evident from the graphs, that deposited material is creeping down even flat slopes filling up the hollows, producing a very even bottom topography over large areas. By studying the contours of the chart it seems likely, that this creepage tends to take place from higher basins to lower ones over bigger distances.

During the sounding light penetration was also measured by means of the usual white disc giving a reading of 0,3-0,4 m during the whole period, evidence of a high degree of eutrophy.

LITTERATUR

1. *Asmund, Berit* (1955): Five Danish Waters and Their Population of *Rhizosolenia Longisetata*. Dansk Botanisk Arkiv, Bind 15, Nr. 5, København.
2. *Atlas-Echolot Monograph 658* (1957): Beschreibung und Bedienungsanleitung. Atlas-Werke AG, Bremen.
3. *Berg, Kaj* (1943): Physiographical Studies on the River Susaa. Folia Limnol. Scand. 1.
4. *Berg, Kaj og Ib Clemens Petersen* (1956): Studies on the Humic, Acid Lake Gribso. Folia Limnol. Scand. 8.
5. *Bertschmann, S.* (1953): Seetiefenmessungen mit einem Echolotapparat und ihre Ergebnisse. Deutsche Geodätische Kommission. Reihe B: Angewandte Geodäsie - Veröff. Nr. 10. München.
6. *Björnsson, Sven* (1937): Sommen-Åsunden-Området. Lund.
7. *Capart, André* (1955): L'Echosondage dans les Lacs du Congo Belge. Techniques et résultats acquis. Bulletin Agricole du Congo Belge, Vol. XLVI, No. 5.
8. *Feddersen, A.* (1880): Nogle danske Overfladeforhold. Geografisk Tidsskrift, 4. Bind.
9. *Feddersen, A.* (1893-94): Bidrag til de danske Indsøers Geografi. Geografisk Tidsskrift, 12. Bind.
10. *Friis, Bendt* (1946): Havreholm Papirmølle. Fra Frederiksborg Amt. Årbog for 1946.
11. *Halbfass, W.* (1909): Der Selenter See. Globus 96, Nr. 23.
12. *Halbfass, W.* (1922): Die Seen der Erde. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 185. Gotha.

13. *Halbfass, W.* (1937): Nachträge zu meinem Buche: „Die Seen der Erde“. Internat. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie, 35. Band.
14. *Hansen, Kaj* (1950): The Geology and Bottom Deposits of Lake Tystrup Sø, Zealand. D.G.U. II række, nr. 76. København.
15. *Hellaakoski, Aaro* (1940): Zur Tiefenkarte des Saimaa-Sees. Fennia 66, No. 1, Helsinki.
16. *Jentzsch, A. und F. Schild* (1915): Über einige Seen im nordwestlichen Posen. Abh. d. Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt. Neue Folge, Heft 64. Berlin.
17. *Johnsen, Palle, Hans Mathiesen og Ulrik Røen* (1962): Sorø-søerne, Lyngby Sø og Bagsværd Sø. København.
18. *Lake Sounding Records* (1953): The Geographical Journal, Vol. CXIX, Part 3, Sept.
19. *Lichte* (1954): Überblick über die gegenwärtigen Verfahren der Seevermessung und Vorschläge zur Durchführung der neuen Bodenseemessung. (manuskript) Geodätische Institut, Techn. Hochschule Karlsruhe.
20. *Merkel, H.* (1955): Tiefenmessungen im Bodensee. Zeitschrift für Vermessungswesen, März.
21. *Milthers, V.* (1948): Det danske Istdislands kabs Terrænformer og deres Opstaaen. D.G.U., III række, nr. 28. København.
22. *Murray, J.* (1910): Bathymetrical Survey of Scottish Freshwater Lochs. Edinburgh.
23. *Neumann, J.* (1959): Maximum Depth and Average Depth of Lakes. J. Fisheries Research Board of Canada, 16(6).
24. *Olsen, Sigurd* (1955): Lake Lyngby Sø. Fol. Limnol. Scand. 7.
25. *Otterstrøm, C. V.* (1931): Dybdekort over danske Søer. Ferskvandsfiskeribladet, nr. 6 og 7.
26. *Persson, Malte* (1932): Morfologiska studier inom Nordöstra Skånes sjöområde. Svensk Geografisk Årsbok.
27. *Rawson, D. S.* (1950): The physical limnology of Great Slave Lake. J. Fisheries Research Board of Canada, Vol. 8.
28. *Sahlström, K. E.* (1942): De svenska insjöarnas djupförhållanden. Svensk Geografisk Årsbok.
29. *Sederholm, J. J.* (1932): Über die Bodenkonfiguration des Päijänne-Sees. Fennia 55, No. 3. Helsinki.
30. *Smidt, C. M.* (1938): Gurre. Fra Nationalmuseets Arbejdsmark 1933. Gyldendal, København.
31. *Ström, Kaare Münster and Kjell Kolden* (1939): Bathymetry of Fyresvatn. Norsk Geografisk Tidsskrift, Bd. 7.
32. *Sæmundsson, B.* (1903-04): Thingvallasøen. Geografisk Tidsskrift, 17. Bind.
33. *Ulbrich, Karl* (1955): Die Tiefenmessung 1955 im Zellersee (Salzburg). Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen, XLIII. Jahrgang, Nr. 3 und 4.
34. *Thorarinsson, S.* (1952-53): Grænavatn and Gestsstadavatn. Geografisk Tidsskrift, 52. Bind.

-
35. *Varjo, Uno* (1960): On Lake Puruvesi and its Shore Features. Fennia 84, Helsinki.
 36. *Wegemann, G.* (1913): Die Schleswigschen Diluvialseen und ihre Kryptodepressionen. Zeitschrift d. Gesellschaft f. Erdk. zu Berlin.
 37. *Wesenberg-Lund, C.* (1905–06): Om Naturforholdene i skotske og danske Søer. En sammenlignende Studie. Geografisk Tidsskrift, 18. Bind.
 38. *Wesenberg-Lund, C.* (1917): Furesøstudier. København.
 39. *Wilhelm, Friedrich* (1958): Die Neuauslotung des Chiemseebeckens. Münchner Geographische Hefte, Heft 15.
 40. *Zorell, F. und P. P. Kilian* (1951): Neuauslotungen oberbayerischer Seen. Mitt. Geogr. Ges. München 36.
-