

Kommittén för Vätterns vattenvård
Rapport nr 5

*Bedömningar av vatten-
beskaffenheten i Vättern*

1968

KOMMITTEN FÖR VÄTTERNS VATTENVÅRD

Rapport nr 5

Bedömningar av vattenbeskaffenheten
i Vättern

Länstyrektionen Jönköpings län	
Ex.	1
Stäm.	Pada
	Nat

Sammanställd i september 1968

INNEHÅLL

1. Sammanfattning av bedömningar avseende vattenbeskaffenheten i Vättern.
2. "Redogörelse för de kemiska undersökningarna i Vättern och sjöns viktigare tillflöden under tiden augusti 1966 - oktober 1967", av fil.lie. Torsten Ahl.
3. "Biologiska undersökningar i Vättern 1966 - 1967", av docent Torbjörn Willén.
4. "Utredning av fiskefrågor av betydelse för Vätterns utnyttjande", av byrådirektör Curt Wendt.
5. Rapport daterad den 1 februari 1968 angående oligochaeter-
nas utbredning och sammansättning, av fil.mag. Göran
Milbrink.

SAMMANFATTNING AV BEDÖMNINGAR AVSEENDE VATTENBESKÄFFENHETEN
I VÄTTERN

1.

Kommittén för Vätterns vattenvård har i rapporterna nr 3 och 4 redovisat resultat från huvudsakligen åren 1966 och 1967 utförda undersökningar i Vättern och dess större tillflöden jämte utlopp.

Undersökningarna har utförts enligt program upprättat i samråd med Statens Vatteninspektion, Väg- och vattenbyggnadsstyrelsens vatten- och avloppsbyrå, Kungliga Fiskeristyrelsen, Uppsala universitets limnologiska institution samt Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Principprogrammet har återgivits i rapport nr 3 och detaljprogram i båda ovan nämnda rapporter.

Resultaten av undersökningarna har behandlats vid sammanträde i februari 1968 mellan kommitténs arbetsgrupp och de av kommittén anlitade experterna, laborator L. Karlgren, Statens Naturvårdsverk, byrådirektör C. Wendt, Kungl. Fiskeristyrelsen samt fil.lk. T. Ahl och docent T. Willén, Mälarundersökningen. Den slutliga bearbetningen och redovisningen har skett i samråd mellan dessa experter och efter de riktlinjer som uppdrogs vid ovan nämnda sammanträde. Det sålunda framkomna materialet redovisas i denna rapport.

Av de i rapporten ingående redogörelserna framgår följande.

Den totala fosfortillförseln till Vättern uppgår till ca 200 ton per år, varav omkring 135 ton beräknas tillföras sjön i samband med utsläpp av kommunalt avloppsvatten. Den totala kvävetillförseln uppgår till ca 1300 ton per år, varav omkring 400 ton hänföres till kommunalt avloppsvatten. Den största tillförseln sker till södra delen av Vättern, vilken belastas med ca 65 procent av den totalt tillförda fosfor och 50 procent av den sammanlagda kvävemängden. Ungefär 70 procent av totalfosfor är av kommunalt ursprung från tätorterna i nära anslutning till Vättern. Motsvarande andel i kvävetillförseln är 30 procent.

Tillförseln av organiskt material från nederbördsområdet är störst till södra Vättern dit, uttryckt som $KMn O_4$ - förbrukning, årligen tillföres 23.000 ton motsvarande 50 procent av det totalt till sjön tillförda organiska materialet. Tillförseln av organiskt material med kommunalt och industriellt avloppsvatten är även den störst till södra Vättern. Betydande mängder organiskt material tillföres dock även Vätterns norra del från landområdena och genom industriellt avloppsvatten.

De stora förändringarna i bl.a. fosfortillförseln inträffade efter 1930-talet, då tätorternas folkmängd och antalet installerade WC började kraftigt öka. Fram till 1930-talet var fosfortillförseln till Vättern förhållandevis oförändrad och har enligt gjorda uppskattningar legat i området 40-50 ton per år. Dagens fosfortillförsel är ca fyra gånger större än den, som rådde före 1930. Om åtgärder för fosforreduktion icke vidtages beräknas tillförseln av fosfor till Vättern omkring år 2000 komma att uppgå till omkring 300 ton per år.

Mot bakgrunden av äldre material framstår dagens fosfornivå i sjön som något högre än på 1930-talet. Genom att Vättern liksom andra sjöar tjänstgör som fosforfälla kan koncentrationsökningar icke förväntas i samma takt som ökningen av fosfortillförseln till sjön.

Dagens syreförhållanden i sjön är bättre än de, som framkom vid 1962 års undersökningar. Jämförelse mellan 1966 och 1967 års augustivärden visar, att förändringar i sjöns innehåll av organiskt material direkt ger utslag i syrebalansen. De goda syrgasförhållanden, som i dag råder i större delen av sjön och då även i djupvatten, kan således snabbt försämrans om sjöns innehåll av organiskt material ökar genom utsläpp av kommunalt och industriellt avloppsvatten eller genom sjöns egen produktion, vilken står i direkt relation till närsalttillförseln, främst fosfor.

Jämförelse med äldre observationer visar, att sommarsiktdjupen i Vättern har radikalt förändrats sedan 1970-talet. Siktdjupen vid jämförbara tidpunkter är nu även sämre än de var 1962. Analysen av de temporala förändringarna visar, att Vättern beträffande siktdjupen är inne i en fas med snabba förändringar per tidsenhet. Dessa förändringar kan ställas i direkt relation till den ökade fosfortillförseln. Om inga förändringar i denna sker kan man förvänta, att siktdjupen ytterligare kommer att försämrans. Därest åtgärder för att reducera fosfor icke vidtages kan Vättern redan inom den närmaste trettioårsperioden nå ett eutroft tillstånd.

Den kvalitativa växtplanktonanalysen har visat att det högsta artantalet förekommer i Vätterns södra del inklusive Visingsöområdet. Noterade arter är i huvudsak att beteckna som renvattensindicerande. Vattenblomningar i större och mera varaktig omfattning har ej rapporterats.

Den totala växtplanktonvolymen är genomgående låg och överensstämmer väl med motsvarande värden från opåverkade klarvattenssjöar. De högsta värdena har observerats i södra delen av Vättern och öster om Visingsö samt i Motalaområdet. Även om skillnaderna är små, tyder de erhållna resultaten på att en långsam förändring är på gång i Vättern. Små förändringar i planktonmängd ger snabbt utslag i form av allt lägre siktdjupsvärden.

Undersökningen av påväxtorganismer visar att Vätterns stränder i huvudsak är att beteckna som renvattensmiljöer. I närheten av större tätorter, Motala, Gränna, Vadstena och Karlsborg, har en eutrofiering av miljön påvisats. I ett begränsat antal områden, vid Jönköping, i Olshamnarsviken och vid Harge bruks hamn, har de eutrofa tillstånden övergått i saproba förhållanden; i något fall har rent abiotiska (döda) miljöer noterats. Bakteriologiska analyser har visat att lokalt även mycket höga colihalter erhållits, bl.a. i Jönköpingsområdet. Bakteriehållten bestämd genom direkt räkning har klart visat att halterna genomgående är högst i Vätterns södra del.

Undersökningarna av bottenfaunan har visat att några större avgörande förändringar ej skett sedan 1910-talet. Dock synes det helt klart att Vättern nått ett utvecklingsskede med ökad sedimentation och gynnsammare betingelser för utveckling av vissa djurgrupper. Avsevärda förändringar i faunans sammansättning och biomassa sker i Jönköpingsregionen, i någon mån i Motalaområdet, medan förändringarna knappt är märkbara i sjöns centralparti, Ombergområdet.

Ett intensivt fiske bedrivs i Vättern, dock är fiskeavkastningen låg. På senare år har rödingens andel i totalfångsten minskat, medan däremot sikavkastningen kraftigt ökat. Naturliga fluktuationer inträffar alltid, vilka för Vätterns vidkommande är belysta genom statistik från och med år 1914. Orsakssammanhangen är ej klarlagda vad beträffar nedgången i rödingfångsterna. Utsläpp av avloppsvatten kan ha en långsamt förödande inverkan på fisket och balansen mellan olika fiskarter, samspelet mellan en rad organismgrupper i näringskedjan är bl.a. avgörande. Förutom förändringar i fråga om plankton och bottenfauna kan påverkan genom nedsatta syrehalter, ökad slamhalt och toxicitet vara förödande.

Inom Kommitten för Vätterns vattenvård pågår arbetet med upprättandet av en vattenvårdsplan för Vättern. Härvid kommer att belysas de olika aktiviteter som har eller förväntas få intressen i Vättern. Med utgång från denna kartläggning och i anslutning till utförda undersökningar kommer att framläggas förslag till åtgärder syftande till att minska föroreningsbelastningen på sjön.

Jönköping i september 1968

Kommitten för Vätterns vattenvård

REDOGÖRELSE FÖR DE KEMISKA UNDERSÖKNINGARNA I
VÄTTERN OCH SJÖNS VIKTIGARE TILFLÖDEN UNDER
TIDEN AUGUSTI 1936 - OKTOBER 1937

FIL. LIC. THORSTEN AHL
MÄLARUNDERSÖKNINGEN
LIMNOLOGISKA INSTITUTIONEN
UPPSALA

Innehållsförteckning

	Sid.
Inledning	1.
Undersökningarnas omfattning	2.
1. Provtagningsstationer och provtagningsstider	2.
2. Analysomfattning och redovisning av primärmaterial	2.
Tillflödernas kemiska beskaffenhet	3.
1. Nederbördsområdenas storlek och sjöprocent	3.
2. Större konstituent	3.
3. Närsalter	6.
4. Organisk substans	12.
5. Syrgas	13.
Tillförsel av närsalter till Vättern	14.
1. Grunddata	14.
2. Regionindelning	15.
3. Nuläget	16.
4. Tidigare och kommande närsalttillförsel	18.
Tillförsel av organisk substans till Vättern	19.
Vätterns kemiska beskaffenhet	20.
1. Större konstituent	21.
2. Siktdjup	22.
3. Grumlighet	25.
4. KMnO_4 -förbrukning och färg	26.
5. Biokemisk syreförbrukning (BS_5)	27.
6. pH	27.
7. Syrgas	28.
8. Närsalter	31.
Sammanfattning	33.
Litteraturförteckning	36.

INLEDNING

Föreliggande rapport om den kemiska vattenbeskaffenheten i Vättern och tolv av sjöns största tillflöden baserar sig på datamaterial insamlat under tiden augusti 1966 - oktober 1967. Kommittén för Vätterns vattenvård har varit huvudman för undersökningarna, som ingår som ett led i arbetet på en vattenvårdsplan för Vättern. En redogörelse för detta arbete har givits av länsingenjör S.Å. Svensson, Jönköping, i tidskriften Vatten, nr. 2 1967 s. 135 - 140.

Bakgrunden till undersökningarna i Vättern var bland annat påtalade förändringar i utbytet av det betydelsefulla rödingfisket och andra iakttagbara förändringar, som till en del var av lokal karaktär. Det är uppenbart, att den ökade mänskliga aktiviteten runt sjön och inom dess nederbördsområde samt en otillfredsställande rening av avloppsvattnet icke hade kunnat ske utan att sätta spår i sjöns vattenbeskaffenhet.

Under sommaren 1962 genomförde dåvarande Statens vatteninspektion en tämligen intensiv engångsundersökning av Vättern, vars väsentligaste resultat har sammanfattats i en rapport av laborator L. Karlgrön daterad den 19/7 1965. I inledningen av rapporten framhåller Karlgrön: "Det är självfallet inte möjligt att en aldrig så intensiv engångsundersökning av det slag, som företogs 1962, skulle kunna ge en verkligt uttömmande diagnos på Vätterns tillstånd i dag. Därtill krävs bl.a. att den kemiska och biologiska årsrytmiken och fluktuationerna under flera år, och då särskilt under vegetationsperioderna belyses."

Karlgrön gör med dessa meningar uttryck för de uppenbara svårigheter, som är förknippade med att beskriva funktionerna och tillståndet i ett akvatiskt system utifrån i tiden alltför begränsade undersökningar. I "Förslag till principprogram för undersökningar i Vättern" framhåller Kommittén för Vätterns vattenvård (Rapport nr. 3, 1967); "Undersökningarna enligt detta program ha föreslagits äga rum under ca 3 år, varefter omprövning av undersökningsprogrammet på basis av då föreliggande erfarenheter bör övervägas." Det skall därför redan nu understrykas, att de beräkningar på bland annat transporter, arealkoefficienter och belastningar, som har gjorts med utgångspunkt från föreliggande datamaterial, är storleksordningar. Detta är viktigt att påpeka, eftersom behandlingen av problematiken i stor utsträckning bygger på kvantitetssiffror. Sådana uppgifter ger mer påtagligt upplysningar om behovet av konkreta åtgärder. Redan rapporten för 1962 års undersökningar utmynnade i rekommendationer på behandlingssidan. "Med tanke på närsaltbelastningens betydelse och den förhållandevis ringa reduktionen även efter genomförd konventionell sanering, bör genomförande av fosforreduktion allvarligt övervägas inom Jönköping - Huskvarna området."

UNDERSÖKNINGARNAS OMFATTNING

1. Provtagningsstationer och provtagningsstider

a) Vätterns tillflöden. Provtagningarna i sjöns tillflöden gjordes för att till storleksordningen kunna uppskatta den nuvarande tillförselein av framförallt närsalter till sjön. Följande år har undersökts. Siffrorna inom parentes anger stationsbeteckning och antalet prov.

Tabergsån (20/6)	Skyllbergsån (24A/4)
Dummeån (21/6)	Mjölneån (24/6)
Hökesån (21A/6, 21D/4)	Orrnäsån (25B/6)
Svedån (21B/6)	Röttleån (26/6, 26B/3)
Hjoån (21C/6)	Edeskvarnaån (26A/4)
Forsviksån (23A/4, 23/5)	Huskvarnaån (27/6, 27A/5)
Ålsundsån (24/6)	

Den sammanlagda arealen uppströms provtagningspunkterna, som i allmänhet låg i nära anslutning till utloppet i Vättern, är ca 2950 km², vilket utgör drygt 65 % av landarealen för Vätterns nederbördsområde. Provtagningar har skett i november 1966, februari, april, juni, augusti och oktober 1967. Vid provtagningarna, som gjordes av Kommittén för Vätterns vattenvård, bestämdes även vattenföringen. Provtagningspunkternas läge framgår av fig. 1.

b) Vättern. Även provtagningarna i Vättern har skett genom Kommitténs försorg och enligt ett på förhand bestämt stationsnät, i vilket även provtagningsdjupen var på förhand fastställda. Stationsnätet framgår av fig. 1 och finnes mer i detalj diskuterat i Kommitténs Rapport nr. 3. Provtagningar har skett i augusti och november 1966 och i mars, maj och augusti 1967. Antalet prov har varierat från drygt 30 till omkring 130 beroende på skiktningförhållandena.

2. Analysomfattning och redovisning av primärmaterial

Huvudundersökningens analysomfattning finnes redovisad i Kommitténs Rapport nr. 3. Analyserna har utvalts så att en bild av den organiska substansen, BS₅-situationen, syrgassituationen och närsalterna skulle erhållas. Övriga regelbundet genomförda bestämningar var pH, specifik ledningsförmåga, grumlighet och siktdjup. I samband med undersökningen har även vissa undersökningar av jonbalansen genomförts, vilka i detta sammanhang kommer att redovisas mycket summariskt.

Analyserna i huvudundersökningen har varit uppdelad mellan Lantbrukskemiska kontrollstationen i Jönköping och Målarundersökningen, Limnologiska insti-

tutionen, Uppsala (närsalter och jonbalans). När det gäller undersökningarna i Vätterns tillflöden har alla analyser utom syrgas utförts i Uppsala.

Olika specialanalyser har utförts av andra laboratorier i samband med undersökningarna i Vättern och kommer icke närmare att diskuteras i denna rapport.

Allt primärmaterial finnes redovisat i Kommitténs Rapporter nr. 3 o 4.

TILLFLÖDENAS KEMISKA BESKAFFENHET

1. Nederbördsområdenas storlek och sjöprocent

De undersökta tillflödenas nederbördsområden utgör som tidigare nämnts drygt 65 % av landarealen för Vätterns nederbördsområde. En översikt av nederbördsområdenas storlek, sjöareal och sjöprocent framgår av tabell 1. Storleken av de undersökta nederbördsområdena varierar från omkring 50 km² till drygt 800 km².

Sjöprocenten inom de undersökta nederbördsområdena varierar från 0,3 till 21,9. Medelsjöprocenten för dessa nederbördsområden uppgår till 11,2.

Av väsentlig betydelse för diskussionen om substanstransporten till Vättern är inte bara nederbördsområdenas sjöprocent utan även sjöarnas läge inom nederbördsområdet. Varje sjö tjänstgör som ett sedimentationsbäcken för många ämnen bland annat närsalter, organisk substans och suspenderade ämnen. Detta innebär att sjöar av större format, som ligger nära åarnas utlopp i Vättern effektivt påverkar storleken av flera ämnens transportvärdon till Vättern. Sådana sjöar är effektiva skydd för Vättern. Flera exempel på detta kommer att givas i denna redogörelse. Påverkan på Vättern från tätorter i nederbördsområdenas perifera delar blir ingen eller ringa i nederbördsområden med hög sjöprocent. Detta skydd kommer att bestå så länge som dessa sjöar har förmåga att kvarhålla eutrofierande substanser.

Av de undersökta åarna har Forsviksån, Mjölneån, Röttleån och Edeskarvnaån stora sjöar i sina nedre delar nämligen Viken-Bottensjön, Tåkern, Bunn respektive Landsjön. Nässjö inom Huskvarnaåns nederbördsområde ligger uppströms ett stort antal sjöar.

2. Större konstituent

Större konstituent är en term, som innefattar jonerna kalcium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), bikarbonat (HCO₃), sulfat (SO₄) och

klorid (Cl). Dessa joner är som regel de enda joner, som bidrager till storleken av den specifika ledningsförmågan. Detta mått är det vanligaste för att uttrycka mängden av de i vattnet lösta jonerna. Mängden större konstituenten i vattnet är beroende av sådana faktorer som nederbördens kemiska sammansättning, de lösa jordlagrens och berggrundens beskaffenhet, förhållandet mellan nederbörd och avdunstning och bidrag från mänsklig aktivitet (handelsgödselmedel, avloppsvatten av olika slag m.m.).

Även i ett arbete, som väsentligen behandlar närsaltproblematiken, är det motiverat att ge en kortare beskrivning av den totala salthaltens variation och sammansättning i de största tillflödena till Vättern.

a) Koncentrationsöversikt. I tabell 2 finnes en sammanställning av vägda medelvärden för specifik ledningsförmåga och större konstituenten. Värdena för de olika provtagningarna har vägts samman med hänsyn till vattenföringen vid de olika provtagningarna. Dessa värden ligger till grund för de i det följande diskuterade arealkoefficienterna.

Värdena för specifik ledningsförmågan varierar från ca 50 till närmare 300. Det lägsta värdet gäller för Svedån på västra sidan om Vättern och det högsta för Mjölnaån på östra sidan om Vättern. Detta ger storleksordningen för den variationsbredd i specifik ledningsförmåga som råder för Vätterns tillflöden. Det utgående vattnet från Vättern (Motala ström) har en specifik ledningsförmåga omkring 100. Variationerna i totalsalthalt återspeglar de olika geologiska förhållandena inom Vätterns nederbördsområde, som finnes beskrivna i "Översiktlig geologisk utredning över Vätterns tillrinningsområde", SGU Stockholm 1968. Karakteristiskt för Vätterns tillflöden är den låga totalsalthalten i tillflödena från väster och de höga totalsalthalterna i flera av de östliga tillflödena; Mjölnaån, Orrnäsaån, Röttleån nedströms Bunn och Edeskarvaån.

Den skillnad mellan de olika tillflödena, som framkommer genom den specifika ledningsförmågan återspeglas i stort även i de större konstituenterna. Huvudorsaken till den stora variationen i specifik ledningsförmåga är den betydande variation, som Ca-, SO₄- och HCO₃-koncentrationerna visar. Skillnaden mellan den högsta och den lägsta koncentrationen för Ca är omkring 50 mg/l, för SO₄ omkring 55 mg/l och för HCO₃ omkring 100 mg/l. Övriga joner visar skillnader mellan högsta och lägsta värdena från ca 3 mg/l till ca 10 mg/l. Skillnaden mellan de östra och sydöstra tillflödenas Ca- och HCO₃-koncentration överensstämmer med förändringarna i de lösa jordlagrens CaCO₃-halt, vilket framgår av den geologiska utredningen.

pH-värdet i vattnet regleras i stor utsträckning av Ca-HCO_3 -systemet. Man finner givetvis därför i stora drag parallella förändringar, när pH och dessa joner jämföres mellan de olika tillflödena. Karakteristiskt för Vätterns tillflöden är således låga pH-värden i de västliga tillflödena och höga pH-värden i de östliga. I de västliga tillflödena ligger pH-värdena under 7, medan de östliga har värden över 7. Det mest alkaliska vattnet förekommer i Mjölinaån, som har de högsta Ca- och HCO_3 -koncentrationerna. De västliga tillflödena är genom sin låga buffertkapacitet känsliga för kraftiga sänkningar av nederbördens pH.

b) Arealkoefficienter. Skillnaden mellan olika nederbördsområden belyses lättast genom arealkoefficienterna för de olika ämnena, eftersom dessa icke påverkas av olikheter i vattenföring. Utgår man från arealkoefficienter, som uttrycker den genomsnittliga transporten av substans från ett nederbördsområde per yt- och tidsenhet, erhålles direkt jämförbara mått. Detta betraktelsesätt är för övrigt direkt nödvändigt vid en diskussion om materialbalansen.

I föreliggande rapport är alla arealkoefficienter uttryckta i kg/ha-år (kg per hektar och år). Värdena är i detta fall beräknade från vägda medelvärden och normalmedelvattenföring (NMQ), som framräknats av SMHI. Anledningen till denna beräkningsmetod, som för övrigt har använts vid alla arealkoefficientberäkningar, är de olika beräkningsförsök, som har gjorts med utgångspunkt från klorid. Inom flera områden kan man nämligen utgå från, att kloriden i avrinningen väsentligen är av atmosfäriskt ursprung. Detta innebär, att det skall råda överensstämmelse mellan tillförd och bortförd kloridmängd. Utgår man från vattenföringsvärdena vid de olika provtagningsstillfällena erhålles värden, som är så stora att det är svårt att ge en logisk förklaring. Anledningen till detta är en dominans av höga vattenföringsvärden i det begränsade materialet. Med det valda beräkningssättet erhålles mer logiska värden. Mot bakgrunden av detta är det fullt klart att alla arealkoefficienter i denna rapport är preliminära, vilket givetvis även gäller för de totaltransportberäkningar, som göres för vissa ämnen i denna rapport. Underlaget för dessa beräkningar är bristfälligt, varför sådana värden får betraktas som den bästa approximation, som kan göras i dag. Användandet av klorid som test på beräkningsmetoden har varit nödvändig för att närsaltberäkningarna skall vara till storleksordningen någorlunda riktiga.

En sammanställning av de större konstituenternas arealkoefficienter återfinnes i tabell 3. Värdena finnes dessutom åskådliggjorda i fig. 2-8. Det bör kanske än en gång påpekas, att dessa värden uttrycker nederbördsområdenas genomsnittliga substansförluster med utgångspunkt från grunddata från provtagningspunkterna i åarnas nedre lopp. För Huskvarnaån gäller provtagningspunkten uppströms Huskvarna.

De skillnader mellan de västliga och östliga tillflödena, som har diskuterats i det föregående framträder även med detta betraktelsesätt klart för flera ämnen. I vissa fall förekommer avvikelser, som väl närmast får tillskrivas den mänskliga aktivitetens inflytande, men som också kan uppstå på grund av ett knapphändigt material. Jämföres exempelvis Tabergsåån med de närliggande vattendragen Huskvarnaån och Dummeån så är arealkoefficienterna genomgående större för Tabergsåån. Denna skillnad gäller för många av de undersökta ämnen, vilket kommer att framgå av det följande. Inom andra åsystem exempelvis Svedån råder det för många ämnen god balans mellan den atmosfäriska tillförseln och bortförseln med avrinningen.

3. Närsalter

Närsalter är numera ett ord i var mans mun och de problem, som skapas genom riklig tillförsel av närsalter till vattensystemen, är också väl kända. Man talar visserligen om närsalterna fosfor och kväve, men egentligen bör man tala om de oorganiska och organiska föreningar som grundämnena fosfor och kväve ingår i.

I föreliggande undersökning har följande bestämmingar gjorts: ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitritkväve ($\text{NO}_2\text{-N}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), organiskt kväve, fosfatfosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$) och totalfosfor. Summan av kvävebestämningarna ger mängden totalkväve och skillnaden mellan totalfosfor och fosfatfosfor ger den mängd fosfor, som huvudsakligen kan anses bunden i biogent material, men också i polyfosfater och ibland bundet till minerogent material. Denna fraktion har här kallats "organiskt fosfor" med den inskränkningen, att allt icke behöver vara bundet till organiskt material. Bättre vore kanske, att benämna denna del övrig fosfor, vilket dock är något ospecifikt om man även på fosforsidan önskar en motsvarighet till det organiska kvävet på kvävesidan.

De till ett vattensystem förda fosfor- och kvävemängderna kommer från 1) nederbörden, 2) den icke odlade landarealen, 3) den odlade landarealen, 4) djurstallar och siloanläggningar, 5) kommunalt avloppsvatten och 6) industriellt avloppsvatten. Den relativa andelen från varje källa i slutpunkten i ett vattendrag är mycket svår att fastställa. Om man summerar den totala tillförseln till vattnen inom ett vattensystems olika delar så finner man, att denna mängd är betydligt större än den mängd, som återfinnes i vattensystemets slutpunkt.

a) Koncentrationsöversikt. I tabell 4 finnas en sammanställning av de vägda medelvärdena för de analyserade fosfor- och kvävefraktionerna. Värdena för de

olika provtagningarna har vägts samman med hänsyn till vattenföringen. Dessa värden ligger till grund för de i det följande diskuterade arealkoefficienterna.

Ammoniumkväve. Mängden ammoniumkväve varierar från mindre än 0,01 mg/l till drygt 0,3 mg/l. Värden omkring 0,1 mg/l och däröver finner man i tabellen för åarna Röttleån (punkt 26), Huskvarnaån (27), Tabergsån, Hökesån och Hjoån. Av de undersökta åarna visar Tabergsån och Huskvarnaån nedströms Huskvarna de högsta koncentrationerna. Koncentrationen nedströms Huskvarna är närmare 10 gånger större än uppströms.

Nitritkväve. Mängden nitritkväve är, som man vanligtvis finner i våra vattendrag mycket låg.

Nitratkväve. Nitratkvävevärdena varierar från omkring 0,04 mg/l till 1,55 mg/l. Båda koncentrationerna gäller för stationerna i Röttleån, där det lägsta värdet representerar det utgående vattnet från Bunn. Värdena från Mjölnaån ger ett medelvärde närmare 0,9 mg/l. I koncentrationsområdet 0,3-0,5 mg/l återfinnes Orrnäsån, Huskvarnaån nedströms Huskvarna, Tabergsån, Hökesån och Hjoån. Det skall påpekas, att det extremt höga värdet i oktober 1967 för Hjoån har uteslutits vid beräkningarna, eftersom det bedömts som orimligt med hänsyn till tidigare funna värden. Inom intervallet 0,1-0,3 mg/l återfinnes Huskvarnaån uppströms Huskvarna, Dummeån, Hökesån (21A), Alssundsån och Skyllbergsån. Svedån och Forsviksån har medelvärden mindre än 0,1 mg/l.

Organiskt kväve. De lägsta medelvärdena ligger mellan 0,3 och 0,4 mg/l, (Röttleån 26B, Svedån och Skyllbergsån) och de högsta värdena omkring 1 mg/l (Mjölnaån, Röttleån 26 och Hökesån 21D). I koncentrationsområdet 0,4-0,6 mg/l återfinnes Edeskyarnaån, Dummeån, Hjoån, Forsviksån och Alssundsån, medan övriga åar - Orrnäsån, Huskvarnaån, Tabergsån och Hökesån - återfinnes i koncentrationsområdet 0,6-0,8 mg/l.

Totalkväve. Medelvärdena varierar från omkring 0,4 mg/l (Röttleån 26B), till närmare 2,7 mg/l (Röttleån 26). Åtta av de undersökta tillflödena har medelvärden över 1 mg/l nämligen Mjölnaån (1,9), Orrnäsån (1,3), Röttleån 26 (2,7), Huskvarnaån nedströms Huskvarna (1,4), Tabergsån (1,4), Hökesån (1,1-1,3) och Hjoån (1,1). I Huskvarnaån ökar totalkvävet från 0,9 mg/l till 1,4 mg/l genom utsläppen från Huskvarna. Övriga tillflöden har värden från 0,5 till 0,9 mg/l.

Fosfatfosfor. Inga medelvärden överstiger 0,1 mg/l. I koncentrationsområdet 0,08-0,1 mg/l återfinnes Röttleån 26, Huskvarnaån nedströms Huskvarna och Tabergsån. Värden av storleksordningen 0,04-0,05 mg/l har Edeskarvaån och Hökesån. Övriga tillflöden har värden från mindre än 0,01 mg/l till omkring 0,025 mg/l.

Totalfosfor. I förhållande till övriga tillflöden har Huskvarnaån nedströms Huskvarna och Tabergsån markant avvikande medelvärden 0,20 respektive 0,28 mg/l. De lägsta värdena ligger omkring 0,03 mg/l. Denna koncentration finnes bland annat i Huskvarnaån uppströms Huskvarna. Utaläppen från Huskvarna innebär således en koncentrationsstegring med 6-7 gånger. Huvudparten av de undersökta tillflödena har medelvärden mindre än 0,05 mg/l. Tillflöden med medelkoncentrationer mellan 0,05 och 0,1 mg/l är Edeskarvaån, Hökesån och Hjoån.

b) Arealkoefficienter. Grunderna för beräkningarna av arealkoefficienterna har diskuterats i samband med de större konstituenterna. Dessa värden har den stora fördelen, att en direkt jämförelse kan göras mellan de olika tillflödenas nederbördsområden. Förhållandena inom Vätterns nederbördsområde kan sedan jämföras med förhållandena inom andra vattensystem. I detta fall ligger det närmast till hands att göra jämförelser med förhållandena inom Mälarens nederbördsområde.

En översikt av de preliminära arealkoefficienterna finnes i tabell 5. Materialet är vidare åskådliggjort i figurerna 9-17. Det skall påpekas, att värdena i figurerna för Röttleån, Huskvarnaån och Hökesån baserar sig på grunddata från stationerna 26B, 27A respektive 21D.

Ammoniumkväve. De värden, som har framräknats, varierar från 0,02 till 0,97 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}\cdot\text{år}$. Arealkoefficienter mindre än 0,1 kg/ha \cdot år har erhållits för tillflödena Mjölnaån, Röttleån, Edeskarvaån, Svedån, Forsviksån, Ålsundsån och Skyllbergsån. Arealkoefficienter mellan 0,1 och 0,2 kg/ha \cdot år har erhållits för Orrnäsån, Huskvarnaån uppströms Huskvarna, Dummeån och Hökesån, mellan 0,2 och 0,3 kg/ha \cdot år för Hjoån. I och med att Huskvarna kommer in i bilden i Huskvarnaån ökar arealkoefficienten mycket kraftigt, från 0,1 till 0,9 kg/ha \cdot år. För Tabergsån har närmare 1 kg/ha \cdot år erhållits för nederbördsområdet uppströms en punkt belägen 100 m före utloppet i Munksjön. Detta visar påverkan från Norrahammar och Taberg.

I jämförelse med Mälarens tillflöden har de flesta av de undersökta tillflödena till Vättern låga arealkoefficienter. Den lägsta arealkoefficienten för Mälarens tillflöden uppgår till 0,17 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}\cdot\text{år}$. Värdena baserar sig på 1965 och 1966 års undersökningar. För Fyrisån vid utloppet i Mälaren har under samma period erhållits värdet 1,65 kg/ha \cdot år, vilket orsakas av Uppsalas avloppsvatten.

Stigande arealkoefficienter för ammoniumkväve visar en allt mer påtaglig förorening genom kommunalt avloppsvatten. I vissa fall kan det även vara fråga om industriell- eller jordbruksförorening (urin).

Nitritkväve. De framräknade arealkoefficienterna för nitritkväve ligger med något undantag omkring 0,01 kg/ha·år. Direkt avvikande är Tabergsåån. Värdena för Mälarens tillflöden är något större än de för Vätterns tillflöden.

Nitratkväve. Arealkoefficienterna för nitratkväve varierar från omkring 0,1 till 1,6 kg/ha·år. Värden mindre än 0,25 kg/ha·år har erhållits för Röttleån, Edeskarvarnaån, Svedån och Forsviksåån, mellan 0,25 och 0,50 kg/ha·år för Alssundsån och Skyllbergsån, mellan 0,50 och 1,0 kg/ha·år för Orrnäsaån, Huskvarnaån, Dummeån, Hökesån och Hjoån, mellan 1 och 2 kg/ha·år för Mjölnaån och Tabergsåån.

För Mälarens tillflöden har för åren 1965 och 1966 erhållits ett lägsta värde för nitratkväve på 0,7 kg/ha·år. Det högsta värdet ligger närmare 2,5 kg/ha·år.

Summa organiskt kväve. Det nämndes redan inledningsvis att sjöarna inom nederbördsområdena tjänstgör som närsaltfällor. Detta innebär, som också nämndes, ett skydd för Vättern. Dessa synpunkter kan belysas med utgångspunkt från summan av det organiska kvävet.

Av de undersökta åarna har arealkoefficienter mindre än 1 kg/ha·år erhållits för sju av dem, nämligen Röttleån (0,1), Edeskarvarnaån (0,2), Huskvarnaån uppströms Huskvarna (0,6), Svedån (0,2), Forsviksåån (0,2), Alssundsån (0,5) och Skyllbergsån (0,4). Provtagningspunkterna för följande åar ligger i nära anslutning till en större sjö eller ett sjösystem: Röttleån - Bunn, Edeskarvarnaån - Landsjön, Forsviksåån - Bottensjön/Viken, Skyllbergsån - Åmmelången. Det är också uppenbart, att tillförseln av organiskt kväve till Vättern från Mjölnaåns vattensystem är mindre än den skulle ha varit om icke Tåkern låg i åns nedre del. Av Mjölnaåns 411 km² ligger 385 km² uppströms utloppet av Tåkern. Åkerarealen inom detta vattensystem utgör närmare 50 %. Det av Mälarens delnederbördsområden som närmast är jämförbart med Mjölnaåns, är Sagåns, som enligt 1965 och 1966 års undersökningar har arealförluster närmare 3 kg organiskt kväve/ha·år mot Mjölnaåns 1,5.

De flesta av Mälarens tillflöden har arealkoefficienter för organiskt kväve, som uppgår till omkring 1 kg/ha·år eller mer. Karakteristiskt för Mälarens tillflöden är, att de saknar större sjöar i nederbördsområdenas nedre delar med undantag för Eskilstunaån.

Organiskt kväve. Arealcoefficiënterna för det organiska kvävet ligger med två undantag, Röttleån och Svedån, mellan 1 och 2,6 kg/ha·år. För Mälarens tillflöden varierar värdena från 1,2 till 2,2 kg/ha·år. Det organiska kvävet visar i förhållande till summan av det oorganiska kvävet en betydligt mindre variation. En av orsakerna till detta synes vara, att man i ytvatten har en fraktion organiskt kväve, som måste vara förhållandevis stabil.

Totalkväve. Arealcoefficiënterna för totalkvävet varierar från 0,9 till 4,8 kg/ha·år. Det förstnämnda värdet har erhållits för Röttleån och det sistnämnda för Tabergsån. Värden mellan 1 och 2 kg/ha·år har erhållits för följande tillflöden: Edesvarnaån, Svedån, Forsviksån och Skyllbergsån, mellan 2 och 3 kg/ha·år för Orrnäsån, Huskvarnaån uppströms Huskvarna, Hjoån och Alssundsån, mellan 3 och 4 kg/ha·år för Mjölnaån, Huskvarnaån nedströms Huskvarna, Dummeån och Hökesån samt mer än 4 kg/ha·år för Tabergsån.

För Mälarens tillflöden varierar arealkoefficiënterna för totalkväve från 2 till 5,6 kg/ha·år. Det senare värdet inkluderar utsläppen från Uppsala.

Betraktar man Vätterns tillflöden och i dessa inkluderar även de tätorter, som har direkta utsläpp i Vättern så finner man en markant koncentrerings av höga arealkoefficiënter inom nederbördsområdets södra del.

Fosfatfosfor. Arealcoefficiënterna för fosfatfosfor varierar från 0,02 till 0,32 kg/ha·år. Det senare värdet gäller för Tabergsån. Av de undersökta tillflödena har mer än 0,1 kg/ha·år endast erhållits för fyra nämligen Edesvarnaån (0,12), Huskvarnaån nedströms Huskvarna (0,22), Tabergsån (0,32) och Hökesån (0,11). Sju av tillflödena har värden i området 0,02-0,04 nämligen Mjölnaån, Orrnäsån, Röttleån, Huskvarnaån, Svedån, Forsviksån, Alssundsån och Skyllbergsån. För Dummeån och Hjoån har värdena 0,08 respektive 0,06 kg/ha·år erhållits.

Arealcoefficiënterna för Mälarens tillflöden varierar från 0,02 till 0,46 kg/ha·år. Det förstnämnda värdet representerar utloppet från Hjälmaron och det sistnämnda Fyrisån nedströms Uppsala.

"Organiskt fosfor". Arealcoefficiënterna varierar från 0,05 till 0,68 kg/ha·år. Värden större än 0,1 kg/ha·år har erhållits för Huskvarnaån nedströms Huskvarna (0,33), Tabergsån (0,68) och Hjoån (0,12).

Arealcoefficiënterna för Mälarens tillflöden varierar från 0,06 till 0,28 kg/ha·år med huvudparten av värdena större än 0,1 kg/ha·år.

Totalfosfor. Arealcoefficiënterna för totalfosfor varierar från 0,08 till 1,0 kg/ha·år. Det förstnämnda värdet har erhållits för tillflödena Orrnäsan, Röttleån, Svedån och Skylbergsån. Värdet omkring 0,1 kg/ha·år har erhållits för Mjölnaån (0,09); Huskvarnaån uppströms Huskvarna (0,09), Forsviksån (0,10) och Alssundsån (0,12). Värdet omkring 0,2 kg/ha·år har erhållits för Edeskvarnaån (0,22), Dummeån (0,17), Hökesån (0,18) och Hjoån (0,18). Inkluderat Huskvarnas fosfortillskott ökar arealkoefficiënterna från 0,09 till 0,55 kg/ha·år för Huskvarnaåns nederbördsområde.

Bortser man från stationen vid Hjälmarens utflöde varierar arealkoefficiënterna för Mälarens tillflöden från 0,16 till 0,74 kg/ha·år.

I samband med det organiska kvävet diskuterades effekten av de i tillflödenas nedre del belägna sjöarna. Samma sak gäller för totalfosfor. De för flera av tillflödena låga arealkoefficiënterna beror på den "närsaltfällning" som förekommer i sjöarna. Betydelsen av denna process, som är biologiskt betingad, framträder klart när Mjölnaån inom Vätterns nederbördsområde jämföres med Sagån inom Mälarens nederbördsområde. Arealcoefficiënterna är 0,09 respektive 0,27 kg/ha·år. I Huskvarnaån kan effekterna av Nässjö icke spåras i åns nedre delar beroende på den serie av sjösystem, som ligger nedströms Nässjö. De strandnära fosforkällorna kommer därför att få en mycket stor procentuell andel i den till Vättern förda fosformängden.

I likhet med vad som framhålls i samband med totalkvävediskussionen finner man en markant koncentrerings av höga arealkoefficiënter till nederbördsområdets södra del.

Medelarealkoefficiënter. För att kunna göra beräkningar av den totala närsalttillförseln till Vättern måste medelarealkoefficiënter beräknas, som gör det möjligt att beräkna den tillförseln, som icke kommer från städer och större tätorter runt Vättern. Härvid uppstår vissa svårigheter med hänsyn till, att de större delnederbördsområdena innehåller sjöar i sina nedre delar, vilket leder till lägre arealkoefficiënter, än de som gäller för sjöfattiga regioner.

Följande stationer har använts vid beräkningarna: Mjölnaån (25), Orrnäsan (25B), Röttleån (26B), Edeskvarnaån (26A), Huskvarnaån (27A), Tabergsån (20), Dummeån (21), Hökesån (21D), Svedån (21A), Hjoån (21C), Forsviksån (23), Alssundsån (24) och Skylbergsån (24A). Med hänsyn till de speciella förhållanden, som råder i Tabergsån, så har beräkningar även utförts för det fall, då Tabergsån icke ingår i beräkningarna.

I den nedanstående sammanställningen göres en jämförelse med medelvärdena för Mälarens tillrinningsområde. Dessa värden inkluderar icke de strandnära städerna. Värdena är uttryckta i kg/ha·år.

	Vättern		Mälaren
	Exkl. Tabergsån	Inkl. Tabergsån	
Organiskt kväve	0.62	0.76	1.44
Organiskt kväve	1.35	1.41	1.48
Totalkväve	1.97	2.17	2.92
Fosfatfosfor	0.04	0.06	0.10
"Organiskt fosfor"	0.06	0.11	0.12
Totalfosfor	0,10	0.17	0.22

Överensstämmelsen med Mälarens tillflöden är relativt god, när det gäller det organiska kvävet. Av sammanställningen framgår, att värdena för Vättern blir lägre, när Tabergsån icke ingår i beräkningarna och att skillnaden då blir större mellan Mälarens och Vätterns värden.

Med hänsyn till att Forsviksån, Mjölån, Röttleån och Huskvarnsån, som tillsammans svarar för nära hälften av hela nederbördsområdets landareal, innehåller stora sjöar i sina nederbördsområden och att de i flera fall ligger nära åarnas utlopp, bör man förvänta sig något lägre medelarealkoefficienter för Vätterns nederbördsområde än för Mälarens. Eftersom nämnda åar svarar för 80 % av de undersökta nederbördsområdenas areal är det knappast troligt att skillnaden mellan Vättern och Mälaren är så stor som den framträder i det fall där Tabergsån icke inkluderas i beräkningarna.

Ett schablonmässigt tilläpande av de lägsta medelvärdena kommer uppenbarligen att ge en tillförsel av närsalter med tillflödena, som måste anses bli i underkant. Vid beräkningarna av tillförseln av totalfosfor och totalkväve till Vättern kommer följande värden att tillämpas för de arealer, som icke har undersökts: 0,17 kg P/ha·år och 2,2 kg N/ha·år.

4. Organisk substans.

Mängden organisk substans i tillflödena har mätts genom att bestämma KMnO_4 -förbrukningen, som inkluderar såväl ofärgad som färgad organisk substans, d.v.s. humusämnen. Mängden sådana ämnen ger den samtidigt utförda vattenfärgsbestämningarna en uppfattning om. I tabell 6 ges en översikt av vägda medelvärden och arealkoefficienter. De senare värdena har beräknats för att belysa de areala förlusterna av organisk substans uttryckta som KMnO_4 -förbrukning eller som färgvärden i Pt-enheter. Härigenom erhålles även en likformighet i framställningen.

a) Koncentrationsöversikt.

KMnO₄-förbrukning. De vägda medelvärdena varierar från 16 till 97 mg/l. Värden i koncentrationsområdet upp till 40 mg/l har erhållits för Mjölnaån (40), Röttleån 26B (21), Edeskvarnaån (16), Forsviksån (23) och Skyllbergsån (33). Mellan 40 och 60 mg/l har erhållits för Huskvarnaån (42 och 49), Tabergsån (58), Hjoån (48) och Alssundsån (44), och mellan 60 och 100 mg/l för Orrnäsån (67), Dummeån (80), Hökesån (97) och Svedån (65).

Vattenfärg. De vägda medelvärdena varierar från 24 till 170 mg Pt/l. Värden under 50 mg Pt/l har erhållits för Mjölnaån (48), Röttleån 26B (24), Edeskvarnaån (24) och Forsviksån (28), mellan 50 och 100 mg Pt/l för Orrnäsån (88), Huskvarnaån (64 och 74), Hjoån (69), Alssundsån (67) och Skyllbergsån (56). Värden över 100 mg Pt/l har erhållits för Tabergsån (119), Dummeån (170), Hökesån (150) och Svedån (103).

De höga koncentrationerna är således koncentrerade till nederbördsområdets södra och sydvästra del.

b) Arealkoefficienter. Översiktsskator framgår av fig. 18-19.

KMnO₄-förbrukning. Fem av de undersökta vattensystemen har arealkoefficienter mindre än 100 kg/ha·år, nämligen Mjölnaån (68), Röttleån (46), Edeskvarnaån (38), Forsviksån (55) och Skyllbergsån (89). Gemensamt för dem är att provtagningsstationerna har legat nära eller relativt nära den nedersta sjön i systemet. Här liksom för närsalterna har man att räkna med ett kvarhållande av organisk substans, som i dessa sjöar oxideras eller bottenfälls. Mellan 100 och 150 kg/ha·år har erhållits för Orrnäsån (126), Huskvarnaån (114 och 133), Svedån (146), Hjoån (114) och Alssundsån (143). De tre återstående av de undersökta tillflödena har värden mellan 200 och 300 kg/ha·år, nämligen Tabergsån (206), Dummeån (297) och Hökesån (266). De högsta värdena hänger givetvis samman med starkt utflöde av humusämnen från myrmarkerna i sydvästra delen av nederbördsområdet.

Färg (Humus). De värden, som har erhållits, varierar från 52 till 631 kg Pt/ha·år. Den regionala variationen överensstämmer i sina huvuddrag med den, som framkommit genom KMnO₄-förbrukningen.

3. Syrgas

I tabell 7 finnas en översikt av de syrgasvärden, som har framkommit vid 1967 års undersökningar av tillflödena. För hela materialet varierar värdena för syrgasmättnadsgraden från 48 % (Tabergsån) och till 109 % (Forsviksån).

Värden över 100 % har förekommit vid ett eller flera tillfällen i följande vattendrag: Röttleån, Huskvarnaån (27A), Hjoån, Forsviksån och Skylbergsån. En viss övermättnad under tiden april - augusti synes enligt detta material vara ofta förekommande i Forsviksån. Värden under 60 % har förekommit i Tabergsån vid två tillfällen och i Dummeån vid ett tillfälle.

Medelvärden lägre än 80 % har erhållits för Tabergsån (68 %), Dummeån (75 %) och Alssundsån (79 %). Värdena i Tabergsån är resultatet av utsläppen från Norrahammar och Taberg. Denna påverkan dokumenteras även av de höga arealkoefficienterna för bland annat närsalterna, vilket har framkommit tidigare i rapporten.

TILLFÖRSEL AV NÄRSALTER TILL VÄTTERN

Beräkningen av tillförseln av fosfor och kväve till Vättern bygger på de från tillflödesundersökningarna erhållna värdena, de för ej undersökta områden beräknade värdena och en uppskattning av kommunala närsaltutsläppen. I detta sammanhang kommer även vissa värden för den direkta atmosfäriska tillförseln på sjöns yta att ges. Det är självfallet, att slutresultatet av dessa beräkningar kommer att vara behäftat med vissa fel med hänsyn till osäkerheten i grundmaterialet. Dessa fel bedömes emellertid icke vara av sådan storleksordning, att de skulle kullkasta riktigheten i den regionala fördelningen och relationen i stort mellan de med åarna tillförda närsaltmängderna och de med kommunalt ursprung.

1. Grunddata

De värden, som har erhållits för de undersökta åarnas nederbördsområden, inkluderar urlakning från odlad och icke odlad landareal, närsalter från den spridda bebyggelsen och jordbrukets förorening (pressaft och urin) samt restmängder från de perifera tätorterna.

Som tidigare omnämnts har arealkoefficienterna 0,17 kg P/ha·år och 2,2 kg N/ha·år använts för beräkning av den icke undersökta arealens bidrag.

Vid beräkningen av de kommunala bidragen från de strandnära regionerna har statistiska uppgifter om folkmängd, speciella anläggningar vars person-ekvivalenter icke ingår i den officiella statistiken samt andra uppgifter använts, vilka har erhållits från Kommittén för Vätterns vattenvård. De personmängder, som har använts är 1,2 kg P/p·år samt 3,5 kg N/p·år. Detta innebär en viss reduktion i förhållande till bruttomängderna. Eftersom det fortfarande släppes ut avloppsvatten, från vissa tätorter, som är dåligt behandlat är dessa

värden i de fallen för gynnsamma. För orter med särskilt goda behandlingsanläggningar kan värdena vara något för höga. Eftersom faktiskt undersökningsmaterial saknas för de olika tätorterna, är detta den approximation, som bedömts ge ett godtagbart slutresultat.

Beträffande nederbördens bidrag är de använda värdena publicerade i olika sammanhang och täcker därför icke den aktuella undersökningsperioden. I varje enskilt fall anges källan.

2. Regionindelning

För att få framställningen överskådlig har nederbördsområdet för Vättern indelats i regioner, som belyser belastningsfördelningen på Vättern. Nederbördsområdet har indelats i följande regioner:

Region 1 Regionen täcker södra delen av nederbördsområdet och sträcker sig på västra sidan upp till och med Svedåns nederbördsområde och på östra sidan upp till och med Röttleåns nederbördsområde. Sammanbindes de två nordgränserna går sammanbindningslinjen över sydspetsen på Visingsö.

Region 2 Regionen gränsar i söder mot Svedåns nederbördsområde och i norr mot Forsviksåns nederbördsområde.

Region 3 Regionen gränsar i söder mot Röttleåns nederbördsområde, i öster mot Mjölnaåns nederbördsområde och i norr mot Motlaviken. I regionen ingår Gränna.

Region 4 Denna region utgöres av Forsviksåns nederbördsområde. I detta område ingår Karlsborg.

Region 5 Denna region omfattar Mjölnaåns nederbördsområde jämte landarealen söder om Motala ström. I området ingår Vadstena.

Region 6 Regionen omsluter norra Vättern med Forsviksåns nederbördsområde som västlig och sydlig gräns på den västra sidan om Vättern och Motala ström som sydgräns på den östra sidan om Vättern.

På en regionindelning kan läggas många synpunkter. Den i detta sammanhang valda indelningen motiveras i hög grad av sjöns egna regioner. Region 1 omsluter praktiskt taget den sydligaste djupbassängen. Regionerna 2 och 3 dränerar till sjöns centrala partier. Region 6 omsluter hela norra Vättern, medan region 4 dränerar till övergångsområdet mellan centrala och norra Vättern. Region 5

dränerar till Motalabukten, som enligt docent Norrman (Rapport angående sedimentfördelningen i Vättern) i den öppna Vättern i viss mån bildar en avskild enhet genom den sydväst-nordostliga öbarriären från Jungfrun till Hals.

3. Nuläget

Fosfor. Den nuvarande fosfortillförseln till Vättern så som den har kunnat bestämmas utifrån tillgängligt datamaterial och statistiska uppgifter framgår av fig. 20. Med fosfor av kommunalt ursprung avses den tillförsel, som kommer från tätorterna i de strandnära regionerna. I region 1 ingår Norrahammar som en strandnära tätort.

Den totala fosfortillförseln uppgår till storleksordningen 200 ton per år med följande fördelning på de olika regionerna:

Region 6	10 %
" 5	7,5 %
" 4	7,5 %
" 3	5 %
" 2	5 %
" 1	65 %

Den tätbefolkade region 1 svarar således för storleksordningen 65 % av all fosfortillförsel till Vättern. Övriga regioner svarar var för sig från ca 5 till ca 10 % av tillförseln.

Betraktar man den procentuella fördelningen mellan tillflöden och kommunalt finner man följande fördelning:

	Tillflöden	Kommunalt
Region 6	65 %	35 %
" 5	40 %	60 %
" 4	55 %	45 %
" 3	30 %	70 %
" 2	60 %	40 %
" 1	20 %	80 %
Region 1 - 6	30 %	70 %

Det är således uppenbart, att det kommunala avloppsvattnet i dag är den dominerande fosforleverantören till Vättern. Av denna fosformängd kommer ca 75 % från region 1 inom vilken givetvis Huskvarna-Jönköping området är huvudleverantören med storleksordningen 90 ton per år då Norrahammar medräknas. Ingenting i detta material tyder på, att jordbruket skulle spela den roll, som många vill göra gällande, när det gäller fosfortillförseln till våra stora sjöar.

Rampl med jordbruket

Beträffande fosfortillförseln direkt på sjöytan med nederbörden är denna mycket svårbedömlig, eftersom det är en påfallande brist på svenskt datamaterial. Detta tycks för övrigt vara en global företeelse. TAMM (1958) har i Stockholm uppmätt en tillförsel av vattenlösligt fosfor motsvarande 0,1 kg P/ha-år, vilket för Vätterns sjöyta skulle resultera i en årlig tillförsel på i runt tal 20 ton. Om den atmosfäriska tillförseln kan anses ha varit konstant under långa tider, behöver man icke draga in denna del i en eutrofieringsdiskussion. Vi saknar tyvärr data för trendberäkningar.

Kväve. Den nuvarande kvävetillförseln till Vättern framgår av fig. 21. Med kväve av kommunalt ursprung avses detsamma som för fosfor.

Den totala kvävetillförseln uppgår till storleksordningen 1300 ton per år och med följande fördelning på de olika regionerna:

Region 6	15 %
" 5	15 %
" 4	10 %
" 3	5 %
" 2	5 %
" 1	50 %

Även för kvävet gäller, att den största mängden kommer från region 1, medan övriga regioner var för sig svarar för från 5 till 15 % av tillförseln.

Betraktar man den procentuella fördelningen mellan tillflöden och kommunalt finner man följande fördelning:

	Tillflöden	Kommunalt
Region 6	90 %	10 %
" 5	90 %	10 %
" 4	85 %	15 %
" 3	70 %	30 %
" 2	90 %	10 %
" 1	55 %	45 %
<hr/>		
Region 1 - 6	70 %	30 %

Till skillnad mot fosfor utgör det kommunala bidraget endast omkring 30 % av den tillförda kvävemängden. För alla regionerna utgör uppenbarligen tillförseln med tillflödena mer än 50 % av regionens totala bidrag till Vättern. Den kommunala andelen är mest betydande för region 1.

Beträffande kvävetillförseln direkt på sjöytan med nederbörden kan denna enligt grunddata från E. BRIKSSON (1961) uppskattas till 300 ton per år i form av oorganiskt kväve. Eftersom det är en klar tendens till ökning av nederbördens koncentration av kväve, torde den i dag tillförda mängden vara större.

Mot bakgrunden av detta kommer den kommunala andelen i totaltillförseln att sjunka.

4. Tidigare och kommande närsalttillförsel

Som har framgått av det föregående, knyter sig intresset i första hand till fosfor när det gäller Vättern i relation till de kommunala utsläppen. En tillbakablick på tidigare närsalttillförsel begränsas därför till att gälla endast fosfor. Den tidpunkt, som har valts bakåt i tiden är 1930, vilket motiveras av det diagram som framgår av fig. 22 och som har sammanställts av Kommittén för Vätterns vattenvård. Om man tar antalet WC som uttryck för en ökad sanitär standard hade denna ännu 1930 icke påtagligt förändrats i förhållande till 1920. Först i början av 1930 börjar kurvan för antalet installerade WC att skjuta i höjden. Från och med denna tidpunkt börjar även en snabb befolkningsökning i tätorterna i nära anslutning till Vättern, fig. 22 och 23. Särskilt markanta är dessa förändringar inom F-län, d.v.s. inom den i detta sammanhang använda region 1.

Med hänsyn till de låga arealkoefficienter, som har erhållits för totalfosfor vid denna undersökning och att jordbruket bedrevs på ett annat sätt än i dag, torde man kunna maximera den med tillflödena tillförda mängden fosfor till 45 ton/år, eftersom man dessutom kan räkna med inga eller mycket måttliga utsläpp av sanitärt avloppsvatten inom nederbördsområdet vid denna tidpunkt.

1930 bodde i tätorterna runt Vättern i runt tal 65.000 personer. I avsaknad av de moderna tvättmedlen torde de fosformängder, som kom med vatten, som använts för disk, tvätt m.m. ha varit av storleksordningen 0,1 kg P/p-år, vilket skulle ge totalt 6,5 ton P/år. I Jönköping med ca 30.000 personer fanns vid denna tidpunkt i runt tal 1000 WC. Antages 2000 WC totalt i tätorterna och 5 personer/WC samt 0,45 kg P/p-år erhålles 4,5 ton fosfor per år till Vättern. Med dessa utgångspunkter skulle det kommunala bidraget från tätorterna runt Vättern omkring 1930 vara av storleksordningen 10 ton P/år. Dagens bidrag är närmare femton gånger större.

Summerar vi tillflöden och kommunalt erhålles storleksordningen 55 ton fosfor, som årligen tillfördes Vättern omkring 1930. Dagens tillförsel är omkring fyra gånger större. Ökningen upp till dagens nivå har givetvis gått mycket snabbt under det senaste årtiondet, under vilket förbrukningen av de syntetiska tvättmedlen har ökat mycket snabbt.

Med all reservation för detaljer i beräkningarna, så skulle enligt de framräknade siffrorna den genomsnittliga ökningen av fosfortillförseln till Vättern under de senaste fyrtio åren ligga mellan 3 och 4 ton/år.

Vad som kommer att ske under den närmaste trettio års perioden är givetvis helt avhängigt av de behandlingsåtgärder, som kommer att vidtagas. Enligt den preliminära prognos för befolkningsutvecklingen i samtliga tätorter med mer än 200 invånare belägna i nära anslutning till Vättern beräknas under perioden 1967-2000 befolkningen öka med i runt tal 70.000 personer. Om vi antar att personmängden 1,5 kg P/p-år kommer att gälla även under denna tid, så innebär detta, att det obehandlade avloppsvattnet kommer att innehålla omkring 100 ton mer per år än vid början av perioden. Med enbart biologisk rening skulle i slutet av prognosperioden det kommunala bidraget i fosfortillförseln till Vättern ha ökat med storleksordningen 70 ton per år. Om man icke vidtagor åtgärder för fosforreduktion, kan den årliga tillförseln av fosfor omkring år 2000 vara av storleksordningen 300 ton, om man även inkluderar vissa öknningar i tillflödenas fosformängder.

TILLFÖRSEL AV ORGANISK SUBSTANS TILL VÄTTERN

Syrgasförhållandena i Vätterns hypolimnion är en funktion av de mängder organiskt material, som tillföres detta skikt. Detta material tillföres från nederbördsområdet i form av humus, ofärgat organiskt material producerat inom nederbördsområdet och organiskt material av kommunalt och industriellt ursprung samt från sjöns trofoga skikt, där nyproduktionen av organiskt material äger rum med de klorofyllbärande organismernas hjälp. Nyproduktion av organiskt material sker också i strandzonerna genom påväxtalger och högre vegetation.

Huvudparten av det organiska materialet i löst form, som tillföres Vättern genom dess tillflöden, utgöres av humusartade substanser, som ger vattnen dess mer eller mindre bruna färg. Detta material är icke syrgaskrävande på samma sätt som det organiska material, som finnes i avloppsvattnet från kommuner och industrier samt det organiska material, som bildas genom de autotrofa växterna. Icke desto mindre orsakar detta en iakttagbar syretäring, eftersom man vid regionala jämförelser har funnit (ÅBERG-RODHE, 1942) att vatt-

nets syrgasmättnad avtar med stigande humushalt. Tillförsel av organiskt material från nederbördsområdet har därför en viss betydelse för syrgasförhållandena i Vättern.

Tillförseln av organiskt material från nederbördsområdet uttryckes här som KMnO_4 -förbrukning och har liksom för närsalterna uppdelats på de sex regioner, som nederbördsområdet har indelats i. Värdena i den följande tabellen är uttryckta i ton KMnO_4 -förbrukning/år. Jämsides med dessa värden gives varje regions andel i totalsumman.

Region 6	10.000	20 %
" 5	3.000	5 %
" 4	5.000	10 %
" 3	2.000	5 %
" 2	5.000	10 %
" 1	23.000	50 %
<hr/>		
Totalt	48.000	100 %

I likhet med närsalterna bidrager region 1 med den största mängden och region 6 med den näst största mängden. Tillförseln av organiskt material med kommunalt- och industriellt avloppsvatten är även den större från dessa regioner än från övriga regioner.

Färdigställda, under byggnad varande och planerade biologiska reningsverk har resulterat eller resulterar i en betydande minskning av det kommunala bidraget till sjön av organiskt material.

Enligt den ovanstående fördelningen har södra delen av Vättern alltid haft en större tillförsel av organiskt material, vilket åtminstone ur bottenfaunistisk synpunkt bör ha resulterat i vissa skillnader i förhållande till övriga delar av sjön om man bortser från de allra nordligaste delarna.

VÄTTERNES KEMISKA BESKAFFENHET

När det gäller bearbetningen av Vätternmaterialet har denna i första hand tagit sikte på att försöka sätta koncentrationerna i sjön i relation till den regionala tillförseln av olika ämnen och då i första hand närsalterna. Alla förändringar i sjön är väsentligen resultatet av mänsklig aktivitet inom sjöns nederbördsområde. Man kan icke komma ifrån det intima sambandet mellan nederbördsområde och sjö vid analysen av föroreningsproblematiken.

1. Större konstituanter

Med hänsyn till sjöns stora volym och vattnets långa uppehållstid i sjön, 50 - 60 år, kan man icke beträffande de större konstituenterna vänta sig några drastiska koncentrationsförändringar från år till år eller under året. Detta till skillnad mot Mälarens grundare fjärdar i sjöns periferi. Av den följande sammanställningen framgår värdena (mg/l) från augusti 1966 och 1967, vilka är medelvärden för 50 respektive 44 prov tagna vid stationer spridda över hela Vättern.

	1966	1967		1966	1967
Ca	12.2	12.9	HCO ₃	31.4	32.1
Mg	1.8	1.8	SO ₄	15.0	14.8
Na	4.9	5.1	Cl	6.3	6.4
K	1.2	1.2			

Uttrycker man dessa värden i ekvivalenter finner man, att HCO₃ och Ca är de dominerande jonerna i Vättern och att Na är större än Mg. Detta är en avvikel-
se från den jonordning, som genomsnittligen råder i världens flodvatten, näm-
ligen Ca>Mg>Na>K och HCO₃>SO₄>Cl. Omkastningen i katjonordningen torde till
stor del kunna förklaras genom nederbördskemin. Samma omkastning finner man
även i de flesta av Vätterns tillflöden. För anjonerna råder i Vättern ordningen
HCO₃>SO₄>Cl. I de västra, norra och nordöstra tillflödena råder anjonordningen
SO₄>HCO₃>Cl eller i något fall SO₄>Cl>HCO₃, medan de flesta av de östra till-
flödena har anjonordningen HCO₃>SO₄>Cl. Den likformighet, som råder för till-
flödenas katjonordning, gäller uppenbarligen icke för tillflödenas anjonord-
ning.

Från 1930-talet finnes en nästan fullständig analysserie för de större konstituenterna, STÅLBERG, 1939. Provet är taget vid Håstholmen. De då rådande koncentrationerna i mg/l framgår av den följande sammanställningen:

Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl
8.9	2.6	4.4	0.9	(29.6)	9.1	6.5

Värdet inom parentes anger, att det är beräknat som skillnaden mellan summa kat-
joner och summan av sulfat och klorid, sedan värdena har omräknats till ek-
vivalenter. Enligt dessa värden skulle Vättern i dag ha en något högre total-
salthalt än under 1930-talet. Förändringen skulle väsentligen betingas av ök-
ningen i Ca- och SO₄-koncentrationen. En viss försiktighet måste givetvis råda
i slutsatsdragningen med hänsyn till analysmetodik och skillnaden i provantal.
Jonbalansproblematiken kommer närmare att diskuteras i ett annat sammanhang.

2. Siktdjup

Vattnets siktdjup påverkas av vattnets innehåll av färgade substanser och partikulärt material. Det partikulära materialet kan vara såväl biogent som minerogent. Siktdjupet mätes med en vit skiva med 25 cm diameter. Ju större detta mått är desto mindre färgade ämnen och partikulärt material innehåller vattnet. Då graden av klarhet dessutom kan användas som en av de känsligare och samtidigt enklaste indikatorerna på sjöns trofiläge, är det givetvis av stort intresse att studera de förändringar i sjöns siktdjup, som har skett och att försöka ställa dessa förändringar i relation till förändringar i substanstransporten till Vättern, vilket i detta fall blir fosfortransporten, eftersom fosfor i Vättern uppenbarligen är den faktor som accelererar produktionen av organisk substans och därmed antalet biogena partiklar. För Vättern har vi siktdjupsvärden bakåt i tiden, som även om de är få nu är utomordentligt värdefulla.

De äldsta siktdjupsvärdena är från 1888, då LUNDBERG (1899) den 28 juli utanför Borghamn uppmätte 17 m och 7 augusti 14,7 m norr om Gränna. 1910 uppmätte EKMAN (1915) den 14 juli NO om Visingsö 16,2 m, 1911 uppmätte EKMAN (1915) den 17 juli i Närkebackenet (in Närke-becken) 17,65 m och den 25 juli 16,6 m utanför ön Erkerna. I sin kommentar till siktdjupsvärdena framhåller Ekman bland annat, "Leider habe ich im Winter keine Beobachtungen gemacht, es ist aber wahrscheinlich, dass zu dieser Jahreszeit noch höhere Werte hätten notiert werden können". De maximala siktdjupen under åren omkring 1910 och tidigare måste således i stora delar av Vättern ha varit större än 17-18 m. Jämföres de siktdjupsdata, som har kommit fram vid 1967 års undersökningar i Vättern, framgår klart, att vårvärdena och höstvärdena är större än sommarvärdena, Rapport nr. 4: Bilaga 5:1. Detta är i överensstämmelse med den årsvariation som man finner i stora sjöar där den biogena grumlingen är den avgörande för variationerna i siktdjupet.

Siktdjupsvärden från 1930-talet visar, att siktdjupet den 6/8 1935 var 17,4 m utanför Håstholmen (THUNMARK, 1937) och i södra Vättern 12,5 m den 4/7 1937 (ÅBERG-RODHE, 1942). Den senare lokalens läge motsvarar området för stationerna 12 och 1.

Dessa två i tiden näraliggande observationer, som har gjorts under en tid med mycket måttliga årliga förändringar i den urbana tillförseln av eutrofierande substanser till Vättern, visar uppenbarligen på det förhållandet, att södra Vättern alltid har haft något lägre siktdjup än de centrala delarna av sjön. Detta är logiskt, när man beaktar hur den totala substanstransporten

till Vättern fördelar sig på Vätterns olika regioner. Den södra regionen har alltid haft en större belastning än övriga regioner av sjön. Med detta betraktelsesätt faller också värdet på 14,7 m norr om Gränna från 1888 naturligt in i det regionala variationsmönstret.

År 1951 uppmätte docent Torbjörn Willén, Uppsala, den 11/7 ett siktdjup på 11,3 m utanför Hästholmen. I samma område (station 2) uppmättes den 22/7 1967 siktdjupet 8,8 m.

Enligt KARLQREN (1965) föravann siktskivan vid 1962 års undersökningar i större delen av sjön vid ett djup av 12-13 m. Undersökningarna gjordes den 17-18 juli. Enligt NORRMAN (1964) var siktdjupet över djupområdena runt Visingsö under sommaren 1962 omkring 13 m. Det råder således god överensstämmelse mellan de två olika undersökningarna.

För att klart belysa de förändringar som har skett i Vätterns siktdjup sammanställs i följande texttabellor äldre och nyare data regionsvis, där siffrorna inom parentes avser stationer i 1967 års undersökningar. Alla jämförelser har begränsats till observationer utförda under tiden 11/7 - 8/8, d.v.s. högsommaren.

<u>Närkebäckenet</u>			<u>Erkerna</u>	
17/7	1911	17,65 m	25/7 1911	16,6 m
17-18/7	1962	13 m	22/7 1967	7,9 m (75, 76)
10 o. 22/7	1967	7,8 m (17)		

<u>Centrala Vättern</u>		
17-18/7	1962	11,6 m
22/7	1967	9,3 m (15A, 70, 71, 2, 3, 70, 16)

<u>Borghamn - Hästholmen</u>			<u>NO Visingsö</u>	
28/7	1888	17 m	14/7 1910	16,2 m
6/8	1935	17,4 m	1962	13 m
11/7	1951	11,3 m	22/7 1967	8,2 m
22/7	1967	8,8 m		

<u>Gränna</u>			<u>S. Vättern</u>	
7/8	1888	14,7 m	4/7 1937	12,5 m
17-18/7	1962	10,0 m	17-18/7 1962	10 m
8/8	1967	9,4 m (14)	10/7 1967	7,0 m (12, 1)

Sammanställningen visar, att sommarsiktdjupen går mot allt lägre värden. Av alla siktdjupsvärden, som har uppmätts under 1966 och 1967 års undersökningar, har inget värde varit större än 12 m. Detta kan icke betyda annat än, att

icke ens dagens max.-värden över djupområdena i de centrala delarna när de min.-värden (sommarvärden), som uppmättes så sent som 1935 (Hästholmen).

Var skall man nu söka orsakerna till förändringarna i sommarsiktdjupen, som onekligen har gått snabbt och då icke minst under den senaste femårsperioden? Det ligger närmast till hands att söka orsakerna i en ökad biogen grumling, d.v.s. planktongrumling. Förändringarna i planktonvolymen behöver icke vara speciellt drastiska för att åstadkomma påtagliga förändringar i de stora siktdjupsvärdena. Vid den kvantitativa fytoplanktonbestämningen räknas normalt alger ned till en storlek på ca 10 μ . Under denna gräns finnes ett stort antal alger som icke kommer med i bestämningarna. En kraftig ökning av dessa, som volymmässigt icke behöver betyda särskilt mycket men partikelmässigt desto mer, kommer att påverka siktdjupen i hög grad, eftersom det är antalet partiklar, som är avgörande. En ökad biogen grumling är resultatet av en ökad tillförsel av närsalter och för Vätterns del i första hand fosfor. Dessa frågor togs även upp av docent Torbjörn Willén i redogörelsen om de biologiska resultaten.

För att belysa siktdjupsförändringarna i relation till fosfor har siktdjupsvärdena från området Borghamn - Hästholmen - station 2 uppritats mot tiden och ställts i relation till beräknade förändringar i fosfortillförseln till Vättern, fig. 24. Fosfortillförselns förändringar har även diskuterats i ett tidigare kapitel. Det aktuella området är ett djupområde med stora djup redan nära stranden och på stort avstånd från de stora befolkningscentra runt södra Vättern.

Av figuren framgår, att sommarsiktdjupen i detta område har minskat kraftigt sedan mitten av 1930-talet. Fram till denna tidpunkt har uppenbarligen sommarsiktdjupen i detta område svängt runt 17 m. Detta understrykes när man också ser värdena mot bakgrunden av Ekmans observationer omkring 1910 i andra delar av Vättern. Förändringarna i siktdjupet börjar, när befolkningskurvan i mitten av 1930-talet börjar skjuta i höjden och den sanitära standarden i bostäderna börjar bli allt bättre. Under de senaste 10-15 åren har det dessutom på grund av de syntetiska tvättmedlen skett en ytterligare ökning av fosforutsläppen från tätorterna. Fram till mitten av 1930-talet förändrades fosfortillförseln mycket långsamt.

Siktdjupsförändringarnas tidsförlopp kan beskrivas med den för tillväxten av en organismpopulation välkända S-kurvan. Det finnes i denna kurvtyp ett inledande skede med mycket små förändringar per tidsenhet. I föreliggande fall motsvaras detta skede av perioden fram till mitten av 1930-talet med stora

sommarsiktdjup. Det inledande skedet efterföljes av ett skede med mycket snabba förändringar per tidsenhet, vilket i föreliggande fall är den period, som vi nu är inne i (mitten av 1930-talet - ?). Skedet med de snabba förändringarna efterföljes sedan av ett skede med per tidsenhet små förändringar. För siktdjupet i Vättern innebär detta så vitt man kan bedöma på förefintligt material, att siktdjupet åtminstone temporärt kommer att stabiliseras på en nivå, som är definitivt skild från nivån i inledningskedet och med sämre siktdjup än dagens, om icke tillförseln av fosfor till sjön strypes.

I den fas, som sjön nu uppenbarligen befinner sig i, synes sommarsiktdjupen i de centrala delarna av sjön minska med 5-15 cm för varje tons ökning av den årliga fosfortillförseln. Detta är visserligen en mycket grov uppskattning men ger dock dimensionen på problemet. När sommarsiktdjupen ånyo kommer att stabilisera sig kommer uppskattningsvis dessa att ligga närmare 5 m än 10 m. Vättern är då definitivt på väg in i ett eutroft stadium. Biologiska behandlingsmetoder för avloppsvattnet, nuvarande personmängder för fosfor och befolkningsprognosen pekar mot en fosfortillförsel omkring år 2000 på storleksordningen 300 ton/år. Detta kan knappast innebära annat än, att Vättern redan under den närmaste trettioårsperioden kan komma att lämna sitt oligotrofa stadium.

För att i den centrala Vättern kunna få bestående sommarsiktdjup på 10 - 15 m måste den årliga fosfortillförseln begränsas till mellan 100 och 150 ton/år, vilket är den approximation som kan göras med dagens kunskap.

3. Grumlighet

Grunlighetsvärdena i denna undersökning är uttryckta i ZP-enheter och har sammanfattats i frekvensdiagram (fig. 25) för provtagningsomgångarna augusti och november 1966 samt maj och oktober 1967. Värdena för bottenvattnet har givits särskild markering i diagrammen. För varje serie finnes medianvärdet beräknat. Med median menas det värde, som delar fördelningen i två lika delar.

Av diagrammen framgår, att antalet observationer med värden större än 180 ZP-enheter är få. Något extremt högt värde har förekommit vid varje provtagningsomgång och har då företrädesvis erhållits för bottenvattnen. Observationer mindre än 60 ZP-enheter är också få. Huvuddelen av dessa förekom i augusti 1966.

Av de fyra provtagningsserierna gav novemberserien 1966 det högsta medianvärdet och augustiserien 1966 det lägsta, 105 respektive 77 ZP-enheter. Av de två augustiserierna erhöles det högsta värdet för 1967 års serie.

4. KMnO_4 -förbrukning och färg

KMnO_4 -värdena för provtagningsserierna i augusti och november 1966 samt i maj och augusti 1967 har sammanfattats i frekvensdiagram, som framgår av fig. 26 och 27. Värdena har uppdelats med hänsyn till djupen, så att det översta diagrammet för varje provtagningsserie representerar värdena t.o.m. 20 m och de undre värdena från djup större än 20 m. Uppdelningen svarar väsentligen mot epilimnion och hypolimnion. Förändringen i sjöns längdriktning framgår av fig. 31, som visar regionsmedelvärden beräknade från data, som gives i Kommitténs Rapport nr. 4: Bilaga 6:4. I samma figur finnas motsvarande för vattenfärgen; data Bilaga 6:2 i Rapport nr. 4.

Med två undantag ligger samtliga KMnO_4 -värden inom intervallet 9-17 mg/l. Av den nedanstående sammanställningen av de erhållna medianvärdena framgår, att värdena för 1966 års serier är lägre än de för 1967 års serier samt att de övre vattenskikten innehåller något mer organiskt material än de djupare vattenskikten.

	1966		1967	
	Augusti	November	Maj	Augusti
0-20 m	11.8	11.7	12.5	12.4
>20 m	11.7	11.3	12.3	12.1

Vid 1962 års undersökningar registrerades i större delen av sjön mycket entonigt 9-10 mg/l för KMnO_4 -förbrukningen (KARLGREN, 1965). Vattnen omedelbart utanför Jönköping hade då värden upp till 22 mg/l. De vid denna undersökning erhållna värdena är således genomsnittligen något högre.

I Kommitténs Rapport nr. 3: Bilaga 6:4 finnes data från vattenverken i Jönköping (1943-1966) och Metala (1947-1966), som visar variationer i Vätterns innehåll av organisk substans under en längre period. Tittar man på trenden i dessa två material är den positiv och styres uppenbarligen icke av färgvärdena (humusinnehållet), Rapport nr. 3: Bilaga 6:3. Med en viss försiktighet i tolkningen med hänsyn till dessa vattenverks läge antyder tidstrenden en ökning av det organiska material, som bildas i sjön genom de klorofyllbärande organismerna. Motsatsen skulle vara ologisk med hänsyn till ökningen av tillförseln av eutrofierande ämnen. I en sjö och speciellt av Vätterns storlek kan man icke förvänta sig koncentrationssökningar i det fria vattnet i samma takt som omsättningshastigheten ökar i det biologiska systemet på grund av en ökad input av näringsämnen.

Koncentrationsfördelningen i sjöns längdriktning visar, att de högsta KMnO_4 -värdena förekommer i sjöns södra del och i området runt Röknen. De

lågsta värdena förekommer i området i höjd med Karlsborg-Motala och i området kring stationerna 19 och 47. Mot bakgrunden av den regionala tillförseln av organiskt material från tillflödena borde det icke finnas någon koncentrationsökning i området runt Röknen. Förhöjningen i detta område bör därför kunna tolkas som en effekt av utsläppen från Aspa bruk.

Färgvärdernas förändring i sjöns längdriktning visar icke samma bild som förändringarna i KMnO_4 -värdena. En genomgång av datamaterialet visar, att de högre värdena i sjöns centralparti orsakats av tillfälligt höga värden i ett par av provtagningsserierna. Vid 1962 års undersökningar varierade färgvärdena mycket litet omkring ett medelvärde av ca 9 mg/l (KARLGREN, 1965). 1966 och 1967 års undersökningar ger ett medelvärde omkring 8 mg/l.

5. Biokemisk syreförbrukning (BS_5)

Frekvensdiagram för BS_5 -värdena för provtagningarna i augusti och november 1966 och maj och augusti 1967 framgår av fig. 28. Av totalt 240 värden har endast 2 varit större än 2,6 mg/l. Medianvärdena för serierna från augusti 1966 och 1967 samt november 1966 är ca 1 mg/l, medan värdena för majserien 1967 ger medianvärdet 1,8 mg/l. BS_5 -värdena för 1966 och 1967 års undersökningar är lägre än de, som erhöles vid 1962 års undersökningar, även om en viss försiktighet bör läggas in i bedömningen med hänsyn till metodiska frågor. Enligt KARLGREN (1965) erhöles 1962 i södra delen av sjön på många håll värden av storleksordningen 3 mg/l, medan de centrala delarna uppvisade 1-2 mg/l. Karlgren påpekar, att planktonalgernas eget BS inkluderats i BS_5 -värdena. Man bör därför betrakta majvärdena från 1967 som en följd av vårens planktonuppgång.

6. pH

I figurerna 29 och 30 framställdes de erhållna värdena för augusti och november 1966 samt maj och augusti 1967 i form av frekvensdiagram, i vilka en uppdelning har gjorts med hänsyn till djupen.

pH-värdena har varierat från 7,0 till 7,9. I marsserien från 1967 varierar värdena från 7,3 till 7,7. Ett värde på 6,5 torde vara analysfel eller skrivfel. Den principiella förändringarna under året framgår av följande sammanställning av medianvärdena.

	1966		1967	
	Augusti	November	Maj	Augusti
0-20 m	7.60	7.45	7.70	7.55
>20 m	7.45	7.40	7.70	7.40

Under den tid, som sjön är termiskt skiktad, förekommer de största skillnaderna mellan pH-värdena i epilimnion och hypolimnion, vilket illustreras av augustivärdena. En viss skillnad mellan de övre och undre vattenskikten synes kvarstå ännu en bit in på hösten. Marsseriens värden ger ett medianvärde nära 7,6. Många stationer hade då något högre pH i bottenvattnet än i ytvattnet. Under våren stiger pH ytterligare något beroende på den tilltagande assimilationen. De vertikala skillnaderna är då uppenbarligen små.

Av undersökningsresultaten framgår, att pH-värdena i Vättern varierar inom en pH-enhet. I de centrala delarna av Mälaren, som har Ca- och HCO_3 -värden av samma storleksordning som Vättern, är variationsbredden två pH-enheter. I samband med massutveckling av alger erhöles pH-värden omkring 9. Jämförelsen visar, att kraftiga pH-ökningar orsakade av massutveckling av alger icke förekommer i Vättern.

En tilltagande variationsbredd beträffande pH i Vättern och en ökad frekvens av pH-värden över 8 kommer att indikera en tilltagande eutrofi-ering.

pH-förändringarna i sjöns längdriktning framgår av fig. 31. Skillnaderna är små men visar en tendens till lägre värden i södra och norra delen av sjön.

7. Syrgas

I figurerna 32 och 33 framställs de erhållna värdena för syrets mättnadsgrad i augusti och november 1966 samt i maj och juni 1967 i form av frekvensdiagram, i vilka en uppdelning har gjorts med hänsyn till djupen. I figurerna 34-36 har syrgasprofiler uppritats, som stationsvis jämför förhållandena i augusti 1966 och 1967. Framställningen bygger på data från stationerna 12, 13, 1A, 2, 14 och 19.

Av värdena i fig. 32 och 33 framgår, att syrets mättnadsgrad har varierat från 77 till 108 %. Värden under 90 % har praktiskt taget helt erhållits vid augustiprovtagningarna. Deras regionala fördelning i sjön framgår av följande sammanställning:

Station	10	12	13	1A	15	2	3	17	18	47
n	1	3	3	7	1	1	1	3	1	1

Ca 65 % av observationerna återfinnes i södra delen av sjön och ca 20 % i området runt Röknen. Vi finner således ånyo indikationer på en påverkan i området runt Röknen från Aspa bruk.

De beräknade medianvärdena sammanställs nedan. Vid marsprovtagningen 1967 varierade mätnadsgraden med ett undantag från 91,7 till 99,2.

	1966		1967	
	Augusti	November	Maj	Augusti
0-20 m	99,1	94,8	105,1	97,6
>20 m	93,8	94,8	102,5	91,7

Som jämförelse med dessa värden kan nämnas, att medianvärdet för marsserien är 96,3.

Under den tid, som sjön är termiskt skiktad, förekommer de största skillnaderna mellan mätnadsgraden i epilimnion och hypolimnion, vilket illustreras av augustivärdena. Medianvärdena för höstserien visar på små eller inga vertikala skillnader vid denna tidpunkt. Denna serie visar också att en viss syrebrist förekommer. Denna blir dock allt mindre under den kalla årstiden, då medianen för marsserien är 96,3. Man torde därför icke kunna räkna med, att Vätterns vatten på fysikalisk väg når full mättnad. Även under mars kan man iakttaga hur belastningen i södra regionen påverkar syrgasförhållandena i sjön, då mätnadsvärdena ökar mot norr, vilket framgår av följande stationsmedelvärden för ytvattnet:

Station	12/1	14/15	15A/2	3/16
O ₂ %	95,6	95,6	96,1	98,2

Värden över 100 % erhålles först då algerna på allvar börjar assimilera under våren, vilket framgår av majserien 1967. Mättnadsvärden över 100 % rådde då onligt de erhållna värdena i praktiskt taget hela vattenmassan.

De syrgasprofiler, som finnes återgivna i fig. 34-36, bekräftar iakttagelser, som gjordes vid 1962 års undersökningar. "Särskilt frepperande är, att ju längre söderut man kommer, desto mer förvirrande ter sig syrets vertikalfördelning. Sålunda karakteriseras kurvorna från sydöstra Vättern av ett flertal separata syremättnadsminima (ända ned till 41 %) mot bakgrunden av en måttligare underskotts nivå.", KARLGRÉN (1965). Detta framkommer klart i augustimaterialet från 1966. Station 2 i centrala Vättern hade en vertikalfördelning utan tvära kast, medan vertikalfördelningen på stationerna 12, 13, 1A och 14 karakteriserades av oregelbundna svängningar genom hela profilen. I bland kan dessa vara mycket kraftiga, vilket framgår av det markanta minimum på 50 m nivån på station 13. Dessa oregelbundna svängningar tycks vara karakteristiskt för södra Vättern, eftersom djupstationen i norra Vättern (19) visade en mer jämn förändring mot botten. Förhållandena i södra Vättern hänger samman med det strömsystem, som finnes i Vättern och som uppenbarligen är speciellt komplicerat i sjöns södra del. Dessa problem belyses i Kommitténs Rapport nr. 4: Bilaga 3:7 och har också diskuterats av KARLGRÉN (1965).

Av syrgasprofilerna framgår skillnader mellan 1966 och 1967, som även framgår av sammanställningen av medianvärdena, som är lägre för augusti 1967 än för augusti 1966. Dessa skillnader är i överensstämmelse med skillnader i andra parametrar, vilket framgår av följande sammanställning av medianvärdena (epilimnionvärden/hypolimnionvärden):

	1966	1967
O ₂ %	99.1/93.8	97.6/91.7
KMnO ₄ -förbr.	11.8/11.7	12.4/12.1
BS ₅	1.0	1.1
pH	7.60/7.45	7.55/7.40

Till detta kan också fogas större grumlighet, mer fytoplankton och mer närsalter 1967 än 1966. Den större mängden organiskt material i augusti 1967 (KMnO₄ och BS₅) bör logiskt sett resultera i lägre syrgasmättnad och lägre pH, eftersom det vid nedbrytningen av detta kräves syrgas och produceras CO₂.

Mot bakgrunden av detta hänger de syrgasmättnadsvärden och BS₅-värden, som framkom vid 1962 års undersökningar väl samman. De syrgasmättnadsvärden, som presenteras av KARLGRÉN (1965), är i jämförelse med nu erhållna värden betydligt lägre. Beräknar man medelvärdena för epilimnion och hypolimnion erhålles 85 respektive 84 %. Dessa kan jämföras med de, som har beräknats av Karlgrön för centrala Vättern nämligen 89 respektive 86 %. Enligt de uppgifter, som lämnas i rapporten över 1962 års undersökningar, låg BS₅-värdena i koncentrationsområdet 1-3 mg/l. Medelvärdet för BS₅ bör därför vara högre för 1962 års undersökningar än det för de senast genomförda undersökningarna, och bör därför kunna påverka syrgasmättnadsgraden i negativ riktning.

Det skall emellertid påpekas, att de två undersökningsresultaten icke är direkt jämförbara, eftersom 1962 års undersökningar utfördes i mitten av juli och de resultat, som diskuteras för 1966 och 1967 års undersökningar är från månadsskiftet augusti/september. Om förändringarna i hypolimnion från mitten av juli fram till slutet av augusti 1962 följde det normala mönstret för syrgasförändringar i hypolimnion under sommarskiktningen, så borde värdena i slutet av augusti ha varit lägre än i mitten av juli. Därför framstår syrgasförhållandena i Vättern 1962 som sämre än dagens situation, som dock kanske kan ligga över genomsnittet för nuläget. Den ovan gjorda jämförelsen mellan augusti 1966 och 1967 visar klart, att syrgasförhållandena i Vättern snabbt påverkas av förändringar i den organiska substansen. Ökad belastning med organiskt material från kommunalt och industriellt avloppsvatten samt det organiska material, som bildas i sjön genom de klorofyllbärande organismerna och som är avhängig av närsalttillförseln till sjön, kan snabbt försämra dagens situation.

8. Närsalter

Närsaltresultaten har sammanfattats i tabellerna 8 och 9. I den senare göres jämförelser med äldre data. I figurerna 37-44 åskådliggöres den regionala variationen med avseende på profilmedelvärden för serierna från augusti och november 1966 samt maj och augusti 1967. I figur 45 illustreras totalkvävet och totalfosforns förändring i sjöns längdriktning. Denna figur är baserad på data, som gives i Kommitténs Rapport nr. 4: Bilaga 6:12 och 6:13.

Närsalter

a) Kväve: Medelvärdena för de olika provtagningarna framgår av tabell 8, som även innehåller medelvärden för 1966 och 1967 års resultat samt medelvärden för hela materialet.

Totalkväve medelvärdena för de olika provtagningarna varierar från 406 $\mu\text{g/l}$. till närmare 525 $\mu\text{g/l}$. Det lägsta värdet erhöles för novemberprovtagningen och det högsta för majprovtagningen. Dessa värden ger i stort också skillnaden mellan 1966 och 1967 års medelvärden, 408 respektive 502 $\mu\text{g/l}$. För båda åren gäller, att de ingående provtagningsomgångarna icke visar allt för stora skillnader. Medelvärdet för hela materialet är 465 μg total N/l.

Huvudparten av det oorganiska kvävet utgöres av nitratkväve, som genomgående har den största andelen i totalkvävet. Av tabellvärdena kan konstateras en stabil nivå från augusti 1966 till mars 1967, 230-240 $\mu\text{g/l}$. Maj- och augustivärdena för 1967 ligger omkring 300 $\mu\text{g/l}$. Medelvärden för hela materialet är 262 $\mu\text{g/l}$.

För det organiska kvävet har erhållits medelvärden för de olika provtagningarna från 141 $\mu\text{g/l}$ (november 1966) till 230 $\mu\text{g/l}$ (mars 1967). Även majserien har ott medelvärde, som är större än 200 $\mu\text{g/l}$. Medelvärdet för hela materialet är 184 $\mu\text{g/l}$.

Totalkväve-nivån är lägre än den, som för närvarande råder i Mälarens centrala delar.

Det äldre material, som finns från Vättern (tabell 9), visar inga större avvikelser i förhållande till dagens nivå boträffande nitratkväve. Medelvärdet för de tre värdena från slutet av 1930-talet är 250 $\mu\text{g/l}$ mot dagens 265 $\mu\text{g/l}$. För totalkväve erhålles medelvärdet 290 $\mu\text{g/l}$ för värdena från 1930-talet mot dagens 465 $\mu\text{g/l}$. Med hänsyn till den på 1930-talet använda analysmetodiken torde dessa värden vara något för låga. Värdena från januari 1938 och april 1939 ger ett medelvärde för det organiska kvävet på endast 40 $\mu\text{g/l}$.

vilket är lågt. Värdet 90 $\mu\text{g/l}$ erhålles om även majvärdet från 1938 inkluderas. Utan att gå allt för långt i slutsatserna ger dessa värden en indikation på, att mängden organiskt kväve i dag är något större i sjön än på 1930-talet. En slutsats som stöds av den ökade närsalttillförseln och förändringarna i siktdjup. Det skulle också påpekas, att ackumulation av organiskt material går långsamt i det fria vattnet med hänsyn till den existerande sedimentationen och nedbrytningen.

De regionala variationerna i Vättern framgår av fig. 37-41. Av dessa figurer kan man konstatera, att huvuddelen av de profimedelvärden, som är större än medelvärdet för sjön, är koncentrerade till södra och norra Vättern, när det gäller nitratkväve, organiskt kväve och totalkväve. För totalkvävet illustreras detta även i fig. 45.

b) Fosfor. Medelvärdena för de olika provtagningarna framgår av tabell 8, som även innehåller medelvärden för 1966 och 1967 års resultat samt medelvärden för hela materialet.

I kapitlet om siktdjupet diskuterades sambandet mellan detta och tillförseln av totalfosfor till sjön, som belyser fosfors stora betydelse för förändringarna i sjön. På grund av den dominerande sedimentationsprocessen i sjön kan icke halterna i sjön förväntas stiga i samma takt som tillförseln. De tillförda mängderna går snabbt in i det biologiska systemet (alger, planktondjur o.s.v.) och undandras därigenom möjligheten att ackumuleras i det fria vattnet.

Den genomsnittliga halten fosfatfosfor har icke vid något tillfälle överstigit 5 $\mu\text{g/l}$. Medelkoncentrationen var störst i mars 1967, d.v.s. under den tid algerna har minimumvärden under året. Hela materialet ger medelvärdet 3,1 $\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$, vilket är mycket lågt jämfört med Mälarens centrala delar.

Medelvärdena för totalfosfor för de olika provtagningstillfällena har varierat från 4,9 till 18,8 $\mu\text{g/l}$. Det lägsta värdet erhöles för augustiserien 1966 och det högsta för augustiserien 1967. I Kommitténs Rapport nr. 3: Bilaga 7:4 diskuteras orsakerna till de låga augustivärdena 1966, där det konstateras, att värdena bedömdes som något för låga. Ser man på de olika medelvärdena har de stigit från provtagningstillfälle till provtagningstillfälle. Särskilt stor skillnad är det mellan maj- och augustiprovtagningarna 1967. Vid det senare tillfället visade värdena en mycket stor variation. Detta påminner om den variation, som erhöles vid 1962 års undersökningar (KARLGREN, 1965). Stora variationer i koncentrationerna vid ett och samma tillfälle kan uppenbarligen uppträda och måste då sättas i samband med sjöns

hydrodynamiska förhållanden. Medelvärdet för hela materialet är 10,2 μg total-P/l och för 1967 års material 12,8 μg P/l, vilket är av den storleksordning, som erhålls vid 1962 års undersökningar.

Jämför man med tidigare värden för Vättern (tabell 9) så skiljer sig de erhållna medelvärdena icke nämnvärt från en del av observationerna på 1930-talets slut. Värdena från 1930-talet ger emellertid ett medelvärde på 7 μg total-P/l, vilket är lägre än det för 1962 års undersökningar och det för 1966 och 1967 års undersökningar. Värdena från 1930-talet ger också en uppfattning om den dåtida variationsbredden, som uppenbarligen var mindre än dagens, vilket icke minst understrykes av 1962 års undersökningar. Man kan icke komma ifrån, att dagens fosfornivå i sjön är högre än för ca 30 år sedan. Den enda möjligheten att bryta en pågående koncentrationstegring är att införa fosforreduktion vid behandlingsverken.

De regionala fördelningarna framgår av fig. 42-45. För fosfatfosfor kan konstateras, att praktiskt taget alla profil-medelvärden över sjöns medelvärde ligger söder en linje Hjo - Ödeshög och att motsvarande värden för totalfosfor är koncentrerade till södra och norra Vättern. Av regionmedelvärdena i figur 45 framgår än tydligare hur den stora fosfortillförseln från region 1 påverkar hela södra Vättern och delar av centrala Vättern.

SAMMANFATTNING

1. De fysikalisk-kemiska undersökningarna i Vättern och dess tillflöden jämfördes utlopp genomfördes under tiden augusti 1966 - oktober 1967. Undersökningarna har som främsta syfte haft att belysa närsaltproblematiken och dess följdverkningar i Vättern. Övrigt material bildar en allmän bakgrund till förhållandena i sjön.
2. Totalsalthalt och jonkoncentration i Vätterns tillflöden varierar med hänsyn till geologiska olikheter mellan de olika nederbördsområdena. De västliga och östliga tillflödena skiljer sig därför beträffande totalsalthalt och jonkoncentration. Dessa skillnader framträder också klart i de beräknade arealkoefficienterna.
3. På grund av avloppsvattenutsläpp och stora sjöar i vissa tillflödens nedre lopp förekommer stora skillnader i närsaltnivån mellan de olika tillflödena. Dessa skillnader kommer framförallt i dagen, när man betraktar arealkoefficienterna för de olika nederbördsområdena. Stora sjöar i

tillflödenas nedre lopp betyder ett avsevärt skydd för Vättern när det gäller närsalttillförseln. Detsamma gäller för nederbördsområden med stor sjöprocent. I dessa när föröroningen från tätorter i områdets periferi icke Vättern eller åtminstone i mycket ringa grad.

4. Den totala närsalttillförseln till Vättern har uppdelats på regioner. Av den totala fosfortillförseln, som uppgår till storleksordningen 200 ton per år kommer 65 procent från region 1, som omsluter södra delen av Vättern och innefattar Jönköping-Huskvarna-området. Ungefär 70 procent av totalfosfortillförseln är av kommunalt ursprung från tätorterna i nära anslutning till Vättern. Av denna fosfor kan ca 75 procent hänföras till region 1. Av den totala kvävetillförseln, som uppgår till storleksordningen 1300 ton per år faller omkring 50 % på region 1. Enbart omkring 30 procent av kvävet kan tillskrivas kommunala bidrag från tätorterna i nära anslutning till Vättern. Även tillförseln av organiskt material är störst från region 1.
5. De stora förändringarna i fosfortillförseln inträffade efter 1930-talet, då befolkningskurvan för tätorterna och kurvan för antalet installerade WC börjar skjuta i höjden. Fram till 1930-talet har den årliga fosfortillförseln till Vättern varit förhållandevis oförändrad och har enligt gjorda uppskattningar legat i området 40-50 ton per år. Dagens fosfortillförsel är av storleksordningen fyra gånger större än den, som rådde före 1930. Om man icke vidtager åtgärder för fosforreduktion kan den årliga tillförseln av fosfor till Vättern omkring år 2000 komma att uppgå till storleksordningen 300 ton per år.
6. Vätterns totalsalthalt synes i dag vara något större än i slutet av 1930-talet.
7. Jämförelse med äldre observationer visar, att sommarsiktdjupen i Vätterns centrala delar har radikalt förändrats sedan 1930-talet. Detta gäller även övriga delar av sjön. Siktdjupen vid jämförbara tidpunkter är nu även sämre än de var 1962. Analysen av de temporala förändringarna visar, att Vättern nu beträffande siktdjupen är inne i en fas med snabba förändringar per tidsenhet. Dessa förändringar kan ställas i direkt relation till den ökade tillförseln av fosfor till sjön. Om inga förändringar i fosfortillförseln kommer att ske, kan man förvänta, att siktdjupen ytterligare kommer att försämrans under somarmånaderna och stabilisera sig på en nivå, som uppskattningsvis kommer att ligga närmare 5 m i den

öppna Vättern. Vättern är då definitivt på väg in i sitt eutrofa stadium. Om icke åtgärder för att reducera fosfor vidtages kan detta komma att ske redan inom den närmaste trettiöårsperioden.

8. Dagens syreförhållanden i sjön är bättre än de, som framkom vid 1962 års undersökningar. Jämförelse mellan 1966 och 1967 års augustivärden visar, att förändringar i sjöns innehåll av organiskt material direkt ger utslag i syrebalansen. Mot bakgrunden av diskussionen om siktdjupets förändringar är det klart, att de goda syrgasförhållanden, som i dag råder i större delen av sjön och då även i djupvattnen, snabbt kan försämrats om sjöns innehåll av organiskt material ökar genom utsläpp av kommunalt och industriellt avloppsvatten eller genom sjöns egen produktion, som står i direkt relation till närsalttillförseln och då främst fosfor.
9. Mot bakgrunden av äldre material framstår dagens fosfornivå i sjön som något större än på 1930-talet. Genom att Vättern liksom andra sjöar tjänstgör som en fosforfälla kan man icke förvänta sig koncentrationsökningar i samma takt som ökningen av fosfortillförseln till sjön. Av undersökningsresultaten framgår också klart hur den södra regionen påverkar stora delar av Vättern.
10. Det undersökningsmaterial, som finnes i dag, visar, att Vätterns vattenbeskaffenhet är stadd i förändring. Sjön kan fortfarande karakteriseras som oligotrof. Men uppenbar risk föreligger, att detta tillstånd snabbt kan förändras till ett eutrofare tillstånd om icke redan vidtagna och planerade saneringsåtgärder kompletteras med fosforreduktion. Graden av fosforreduktion kan bedömas utifrån den regionala belastningsfördelningen, vilket betyder, att man måste gå längst i den södra regionen med de stora befolkningscentra Jönköping och Huskvarna och på en lägre reduktion inom övriga regioner. För att i den centrala Vättern kunna få bestående sommarsiktdjup på 10-15 m måste den årliga fosfortillförseln till Vättern begränsas till mellan 100 och 150 ton per år, vilket är den approximation, som kan göras på basis av dagens material.

Uppsala den 17 juni 1968

Thorsten Ahl

Thorsten Ahl

Litteraturlförteckning

- Ekman, S., 1915. Die Bodenfauna des Vätterns, qualitativ und quantitativ untersucht. - Int. Rev. d. ges. Hydr. und Hydrob. 7. Leipzig.
- Eriksson, E., 1961. Atmosfärisk kemi. (Chemistry of the atmosphere). Statens naturvetenskapliga forskningsråds årsbok, 14. Stockholm.
- Karlgren, L., 1965. Limnologiska observationer i Vättern sommaren 1962. Stencilerad rapport. Statens vatteninspektion. Drottningholm.
- Kommittén för Vätterns vattenvård. Rapport nr. 3 och 4. 1967.
- Lundberg, R., 1899. Några anteckningar om sjön Vättern. Svensk fiskeritidskrift.
- Norrman, J., 1964. Lake Vättern, investigations on shore and bottom morphology. Geografiska annaler.
- Stålberg, N., 1939. Lake Vättern, outlines of its natural history, especially its vegetation. - Acta phytogeogr. suec. 11. Uppsala.
- Svensson, S.Å., 1967. Vattenvårdsplan för Vättern. Vatten Häfte nr 2 1967.
- Sveriges geologiska undersökning 1967. Översiktlig geologisk utredning över Vätterns tillrinningsområden. Sommaren - hösten 1967. Stockholm 1968.
- Tamm, C.O., 1958. The atmosphere. Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV. Berlin.
- Thunmark, S., 1937. Über die Regionale Limnologie von Südschweden. Sveriges geologiska undersökning, årsbok 31 (1937) nr 6.
- Aberg, B. och Rodhe, W., 1942. Über die Milieufaktoren in einigen Südschwedischen Seen. - Symb. Bot. Ups. V:3. Uppsala.

Tabell 1. Vätterns tillflöden; undersökta nederbördsområdets storlek, sjöareal och sjöprocent.

Vattendrag	Nederbörds- område km ²	Sjöareal km ²	Sjö %
Tabergsån	204	2.7	1.3
Dummeån	68	0.2	0.3
Hökesån	69	0.6	0.9
Svedån	49	1.7	3.5
Hjoån	60	4.0	6.7
Forsviksån	824	180.4	21.9
Alssundsån	74	4.3	5.8
Skyllbergsån	187	11.7	6.3
Mjölnaån	411	46.7	11.4
Orrnäsaån	67	1.0	1.5
Röttleån	230	23.3	10.1
Edeskvarnaån	53	5.7	10.8
Huskvarnaån	663	50.2	7.6
Totalt	2959	332.6	11.2

Tabell 2. Vägsa medelvärden för de större konstituenterna och specifik ledningsförmåga i Vätterns tillföden och utlopp, november 1966 - oktober 1967.

Punkt	Vattendrag	pH	Spec. lednf. $\kappa_{20} \cdot 10^6$	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	$\text{K}(\text{HCO}_3)$ mg/l	SO_4 mg/l	Cl mg/l
25	Mjölnån	7,71	298	56,3	4,4	6,9	3,0	111,6	63,4	10,4
25B	Orrnäsan	7,49	243	40,0	2,2	6,6	3,1	79,1	41,9	14,7
26	Röttleån	7,67	110	27,3	5,1	8,8	4,5	53,6	44,0	14,6
26B	Röttleån	7,26	210	15,9	2,1	4,5	1,4	36,4	20,2	6,5
26A	Edeskvarnaån	7,69	215	28,4	6,7	7,5	3,6	89,2	34,6	9,3
27	Huskvarnaån	6,96	105	12,5	2,9	6,0	2,0	29,0	22,0	8,1
27A	Huskvarnaån	7,21	91	10,7	2,5	5,0	1,5	23,2	20,1	6,6
20	Tabergsån	7,05	112	14,0	2,9	6,0	2,3	36,2	20,5	8,2
21	Dummeån	6,62	65	6,9	1,6	4,8	1,4	16,0	12,1	6,4
21A	Hökesån	6,63	68	6,8	1,6	5,0	2,4	9,1	16,2	7,3
21D	Hökesån	6,66	69	6,8	1,6	4,8	2,5	9,4	16,3	7,2
21B	Svedån	6,66	47	4,4	1,1	3,7	1,0	6,8	10,6	4,2
21C	Hjoån	6,67	99	10,9	1,8	5,5	2,7	12,9	21,6	9,8
23	Forsviksån	7,05	57	5,1	1,4	3,9	1,2	10,5	12,2	5,4
24	Alssundsån	6,75	76	11,1	1,4	3,1	1,0	16,2	20,8	4,1
24A	Skyllbergsån	7,15	86	13,0	1,5	3,3	1,3	20,8	21,4	4,5
25A	Metala ström	7,59	98	13,3	1,9	5,1	1,3	33,4	15,9	6,6

Tabell 3. Preliminära arealkoefficienter för de större konstituenterna för Vätterns tillflöden.

Vattendrag	kg/ha·år							
	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl	Summa
Mjölnaån (25)	95.0	7.5	11.0	5.1	188.3	107.0	17.5	432.0
Orrnäsaån (25B)	75.2	4.0	12.5	5.9	148.9	78.9	27.6	353.0
Röttleån (26B)	34.4	4.5	9.8	3.1	78.9	43.8	14.1	188.6
Edesvarnaån (26A)	67.5	15.9	17.9	8.6	212.2	82.4	22.2	426.7
Huskvarnaån (27A)	29.0	6.9	13.6	4.1	63.2	54.7	18.0	189.5
" (27)	33.9	7.9	16.3	5.3	78.7	59.7	22.0	223.8
Tabergsaån (20)	49.8	10.3	21.4	8.1	128.8	72.9	29.1	320.4
Dummeån (21)	25.4	6.0	17.7	5.1	55.7	44.9	23.8	178.6
Hökesån (21D)	18.7	4.4	13.1	6.7	25.7	42.0	19.9	130.5
Svedån (21B)	9.8	2.4	8.3	2.2	15.3	23.9	9.4	71.3
Hjoån (21C)	25.8	4.3	13.1	6.5	30.4	51.0	23.1	154.2
Forsviksaån (23)	12.5	3.5	9.5	3.0	25.7	29.8	13.1	97.1
Ålssundsån (24)	36.0	4.4	10.1	3.3	52.7	67.5	13.4	187.4
Skyllbergsån (24A)	34.9	4.0	8.9	3.6	56.1	57.8	12.1	177.4

Tabell 4. Vägsda medelvärden för kväve- och fosforföreningar i Vätterns tillflöden och utlopp, november 1966 - oktober 1967.

Punkt	Vattendrag	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	Org. N mg/l	Total N mg/l	PO ₄ -P mg/l	Total P mg/l
25	Mjölneån	0.038	0.008	0.866	0.970	1.882	0.017	0.052
25B	Orrnäsan	0.065	0.005	0.462	0.779	1.311	0.012	0.044
26B	Röttleån	0.007	0.004	0.037	0.362	0.410	0.008	0.037
26	Röttleån	0.698	0.011	1.550	1.014	2.673	0.085	0.130
26A	Edeskvarnaån	0.019	0.003	0.050	0.424	0.495	0.051	0.091
27A	Huskvarnaån	0.039	0.004	0.190	0.622	0.855	0.015	0.033
27	Huskvarnaån	0.322	0.008	0.358	0.717	1.405	0.081	0.204
20	Tabergsån	0.274	0.017	0.460	0.611	1.352	0.091	0.281
21	Dummeån	0.054	0.005	0.211	0.578	0.848	0.022	0.045
21A	Hökesån	0.149	0.009	0.289	0.693	1.140	0.047	0.083
21D	Hökesån	0.057	0.011	0.308	0.945	1.321	0.040	0.065
21B	Svedån	0.016	0.003	0.080	0.331	0.430	0.010	0.037
21C	Hjoån	0.108	0.005	0.378	0.589	1.081	0.026	0.076
23	Forsviksån	0.026	0.003	0.062	0.413	0.503	0.011	0.042
24	Alssundsån	0.018	0.004	0.138	0.474	0.634	0.009	0.036
24A	Skyllbergsån	0.019	0.003	0.140	0.396	0.558	0.008	0.028
25A	Motala ström	0.011	0.003	0.237	0.270	0.521	0.008	0.024

Tabell 5. Preliminära arealkoefficienter för kväve och fosfor för Vätterns tillflöden.

Vattendrag	Kg/ha.år								
	Kväve						Fosfor		
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Org. N	Org. N	Total-N	PO ₄ -P	"Org" P	Total-P
Mjölneån (25)	0.06	0.01	1.46	1.53	1.64	3.17	0.03	0.06	0.09
Orrnäsaån (25B)	0.12	0.01	0.87	1.00	1.47	2.47	0.02	0.06	0.08
Röttloån (26B)	0.02	0.01	0.08	0.11	0.78	0.89	0.02	0.06	0.08
Edesvarnaån (26A)	0.05	0.01	0.12	0.18	1.01	1.19	0.12	0.10	0.22
Huskvarnaån (27A)	0.11	0.01	0.52	0.64	1.69	2.33	0.04	0.05	0.09
Huskvarnaån (27)	0.87	0.02	0.97	1.86	1.94	3.80	0.22	0.33	0.55
Tabergsaån (20)	0.97	0.06	1.60	2.63	2.17	4.80	0.32	0.68	1.00
Dummeån (21)	0.20	0.02	0.78	1.00	2.14	3.14	0.08	0.09	0.17
Hökesån (21D)	0.16	0.03	0.84	1.03	2.59	3.62	0.11	0.07	0.18
Svedån (21B)	0.04	0.01	0.18	0.23	0.75	0.98	0.02	0.06	0.08
Hjoån (21C) ¹⁾	0.26	0.01	0.89	1.16	1.39	2.55	0.06	0.12	0.18
Forsviksaån (23)	0.06	0.01	0.15	0.22	1.01	1.23	0.03	0.07	0.10
Alssundsån (24)	0.06	0.01	0.45	0.52	1.54	2.06	0.03	0.09	0.12
Skyllbergsån (24A)	0.05	0.01	0.38	0.44	1.07	1.51	0.02	0.06	0.08

1) Kvävevärdena inkl. ej oktoberprovtagningen 1967.

Tabell 8. Vägsda medelvärden för KMnO_4 -förbrukning och vattenfärg i Vätterns tillflöden och utlopp, november 1966 - oktober 1967 samt preliminära arealkoefficienter.

Vattendrag	Medelvärden		Arealkoefficienter	
	KMnO_4 -förbr. mg/l	Färg mg Pt/l	KMnO_4 -förbr. kg/ha-år	Färg kg Pt/ha-år
Mjölnaån (25)	40	48	67.5	81.0
Orrnäsaån (25B)	67	88	126	166
Röttleån (26B)	21	24	45.5	52.0
Edeskarvaån (26A)	16	24	38.1	57.1
Huskvarvaån (27A)	42	64	114	174
Huskvarvaån (27)	49	74	133	201
Tåbergsån (20)	58	119	206	423
Dunnaån (21)	80	170	297	631
Hökesån (21D)	97	150	268	411
Svedån (21B)	65	103	146	232
Hjoån (21C)	48	69	114	163
Forsviksaån (23)	23	28	55.1	67.3
Alssundsån (24)	44	67	143	218
Skyllbergsån (24A)	33	56	89.3	151
Motala ström (25A)	9	12	-	-

Tabell 7, Syrgasvärden för Vätterns tillflöden och utlopp, februari - oktober 1967.

Vattendrag	Syre, mg/l					Syre, mättnadsgrad, %				
	Febr.	April	Juni	Aug.	Okt.	Febr.	April	Juni	Aug.	Okt.
Mjölnaån (25)	12,6	11,4	7,8	9,5	12,0	86	89	89	96	91
Orrnäsaån (25B)	12,9	11,4	8,3	9,2	12,1	88	95	88	89	91
Röttleån (26B)	-	12,6	-	8,4	10,6	-	102	-	86	91
Röttleån (26)	13,1	13,1	9,9	10,1	12,7	90	105	95	95	97
Edeskarvaån (26A)	-	11,4	9,6	7,0	10,2	-	94	99	70	86
Huskvarvaån (27A)	11,9	12,6	8,4	8,3	10,6	83	106	92	83	82
Huskvarvaån (27)	13,0	11,4	7,6	7,7	10,6	90	99	80	77	94
Tabergsaån (20)	12,0	10,4	5,3	5,1	8,2	85	89	52	48	65
Dummeån (21)	12,7	11,0	5,3	7,3	9,4	89	86	53	70	75
Hökesån (21A)	13,4	11,7	8,9	9,2	9,1	92	92	86	86	68
Hökesån (21D)	-	11,9	9,6	9,7	12,8	-	97	92	92	93
Svedån (21B)	13,3	12,2	9,7	9,4	11,6	94	99	90	88	85
Hjoån (21C)	13,3	12,2	8,2	9,8	12,0	94	103	87	97	91
Forsviksaån (23A)	-	12,5	10,0	10,1	7,9	-	106	107	105	66
Forsviksaån (23)	13,0	-	10,1	10,1	11,3	92	-	109	106	94
Ålssundsån (24)	11,6	10,2	7,3	6,2	10,4	80	93	79	63	79
Skyllbergsån (24A)	12,5	12,2	9,6	7,1	10,4	89	101	104	73	88
Motala ström (25A)	14,3	13,3	11,4	9,9	11,4	98	106	115	101	96

Tabell 8. Medelvärden för kväve och fosfor i Vättern, augusti 1966 - augusti 1967.

Provtagning	$\mu\text{g/l}$										n
	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	Org. N	Tot. N	$\text{PO}_4\text{-P}$	"Org." P	Tot. P			
Augusti 1966	7.7	5.2	228.5	168.8	410.2	1.3	3.6	4.9	130		
November 1966	21.3	3.5	239.4	141.4	405.6	3.1	4.6	7.7	70		
Mars 1967	29.4	2.0	241.2	230.1	502.7	4.8	4.4	9.2	33		
Maj 1967	7.0	2.5	298.1	215.7	523.2	2.8	7.7	10.5	71		
Augusti 1967	11.7	2.2	303.5	164.1	481.4	3.5	15.3	18.8	121		
Medelvärde 1966	14.6	4.4	234.0	155.1	407.9	2.2	4.1	6.3	200		
Medelvärde 1967	16.0	2.3	280.9	203.3	502.4	3.7	9.1	12.8	225		
Medelvärde 1966, 1967	15.4	3.1	262.1	184.0	464.6	3.1	7.1	10.2	425		

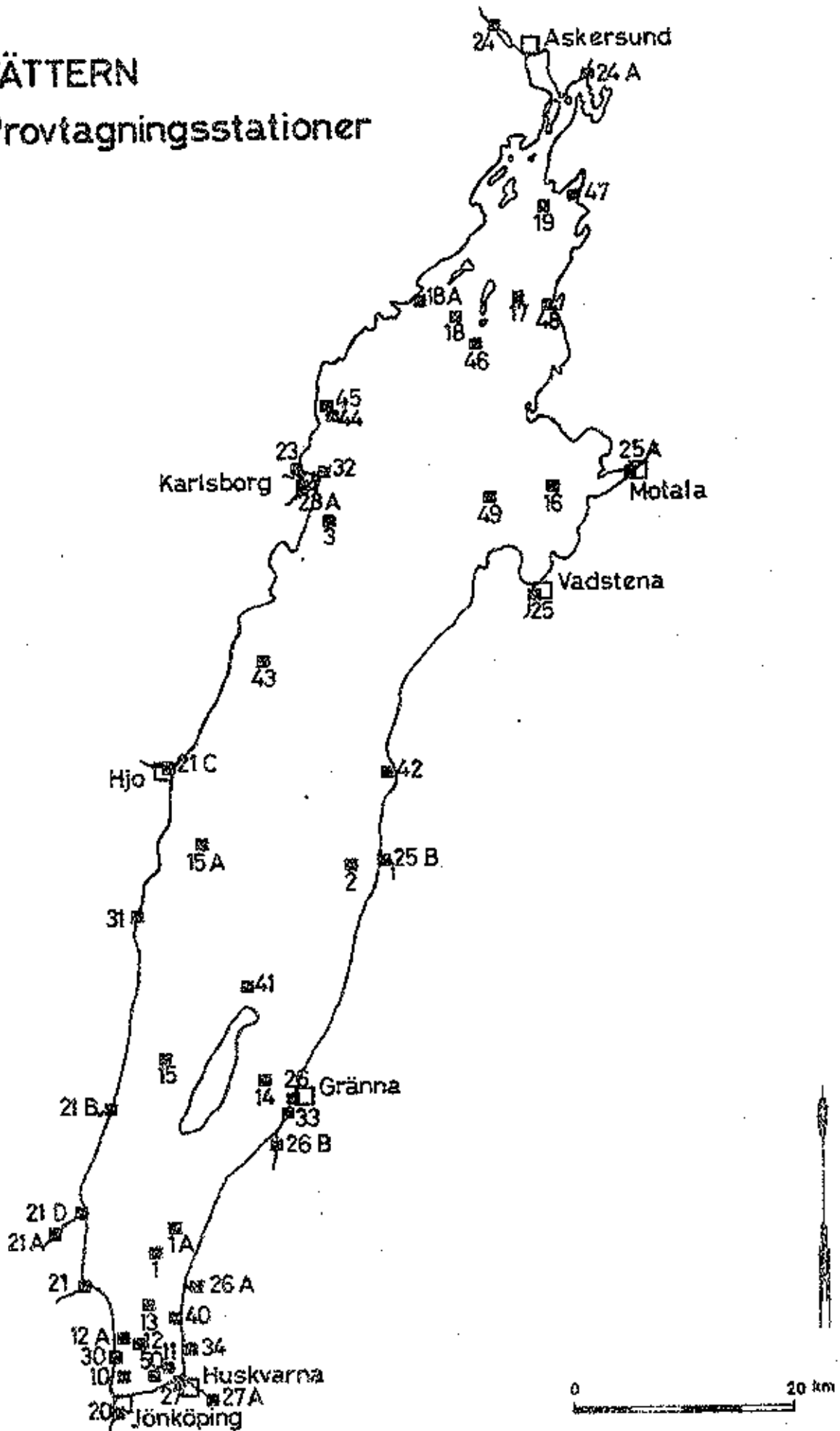
Tabell 9. Kväve och fosfor i Vättern 1938 - 1967.

Datum	NO ₂ -N+NO ₃ -N	Total-N	Total-P	Anmärkning
7.1.1938	250	300	4	Bankeryd, STÅLBERG (1937)
17.5.1938	245	440	6	"
19.6.1938	-	230	11	S. Vättern, ÅBERG-RODHE (1942)
14.8.1938	-	200	10	"
17.4.1939	260	290	4	Hästholmen, STÅLBERG (1937)
	250	290	7	Medelvärden 1938-39
17-18.7.1962	-	-	6-30	Variation i epilimnion medelv. KARLGRÉN (1965)
"	-	-	8-27	Variation i hypolimnion medelv. KARLGRÉN (1965)
1966	238	408	6.3	Medelvärde aug., nov. 1966
1967	283	502	12.8	Medelvärde mars, maj, aug. 1967
1966 - 1967	265	465	10.2	Medelvärde aug., nov. 1966, mars, maj, aug. 1967

Fig. 1

VÄTTERN

Provtagningsstationer

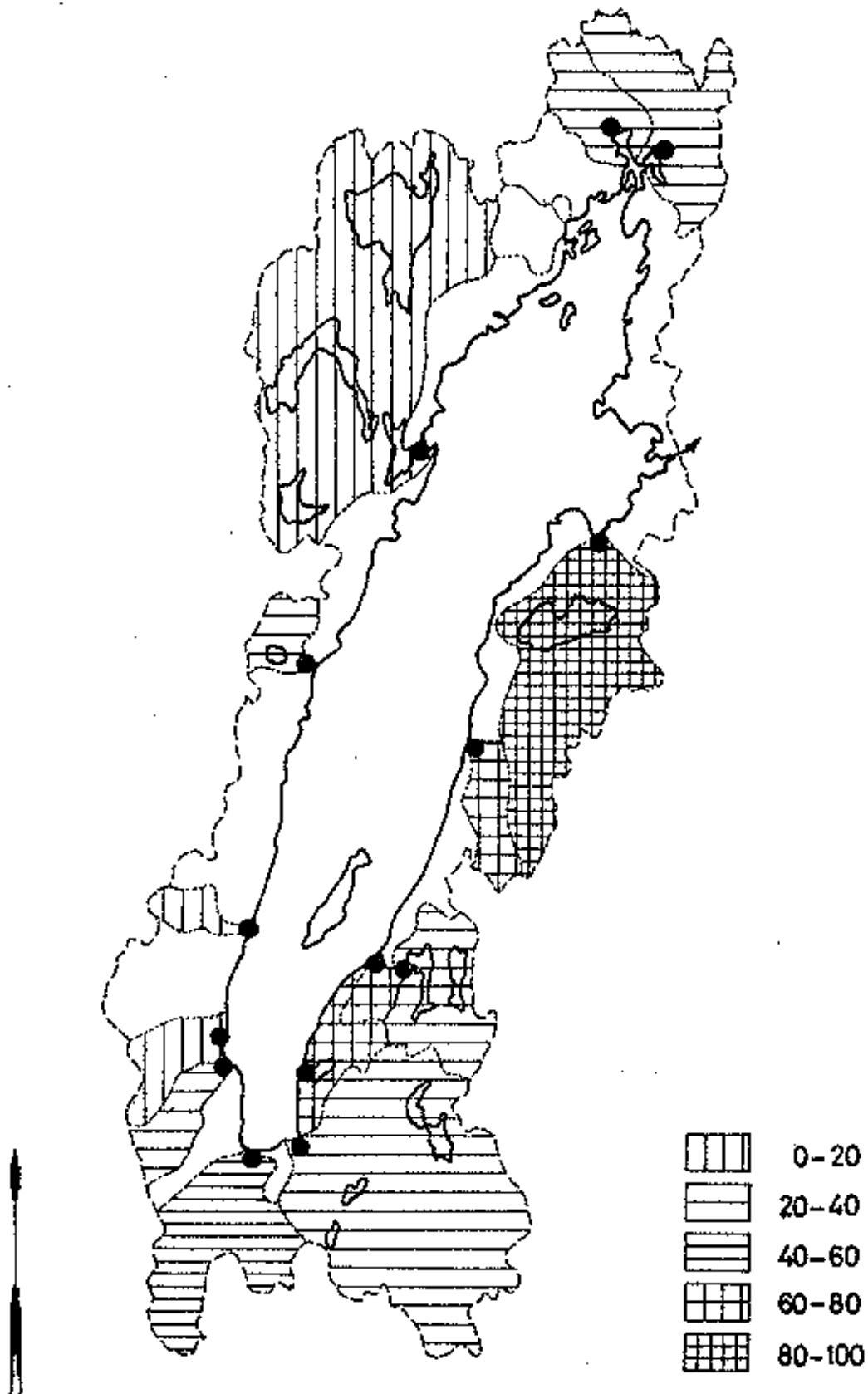


VÄTTERNNS TILLRINNINGSSOMRÅDE

Fig. 2

Ca

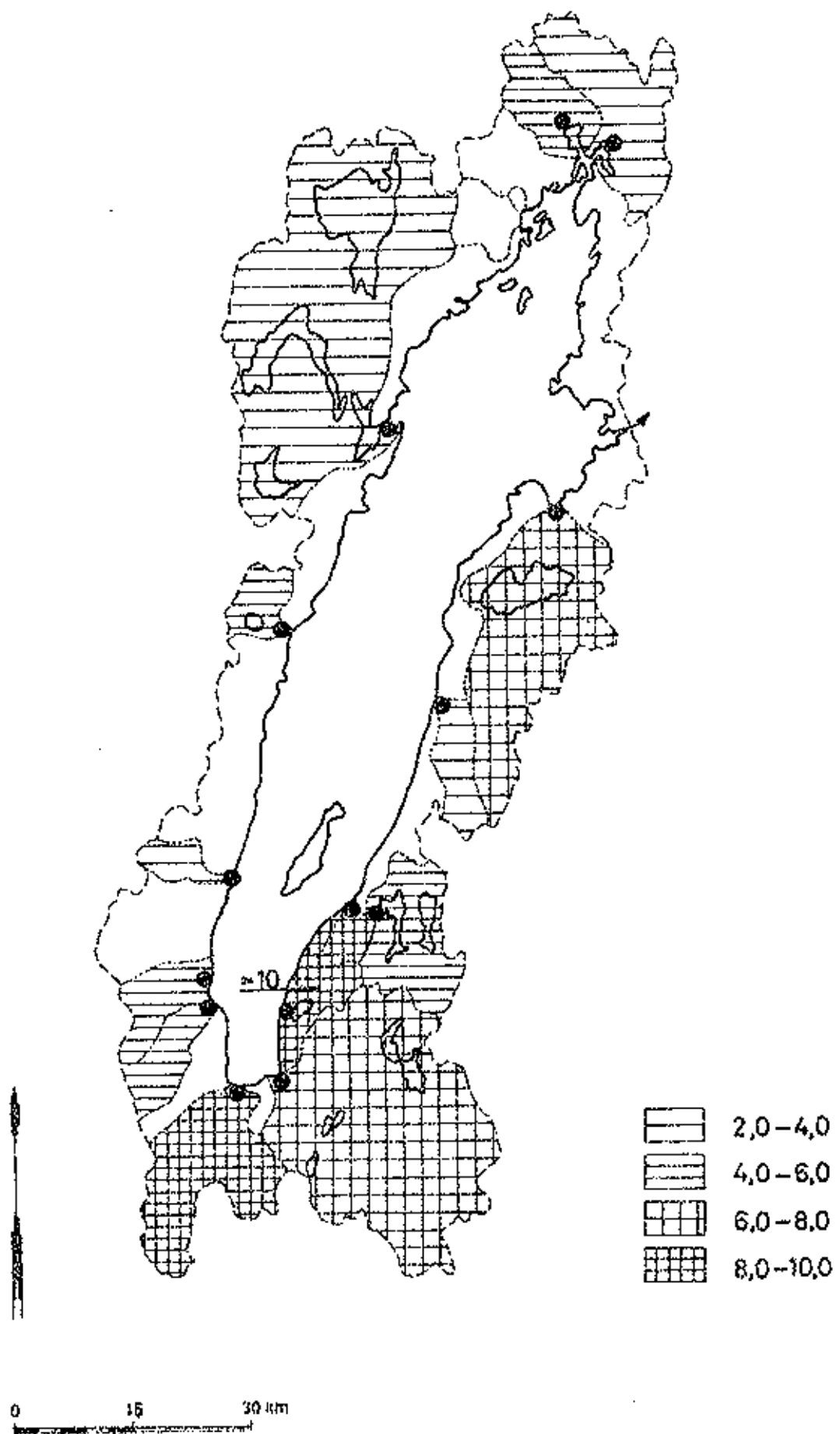
Preliminära arealkoeff. kg/ha·år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Mg

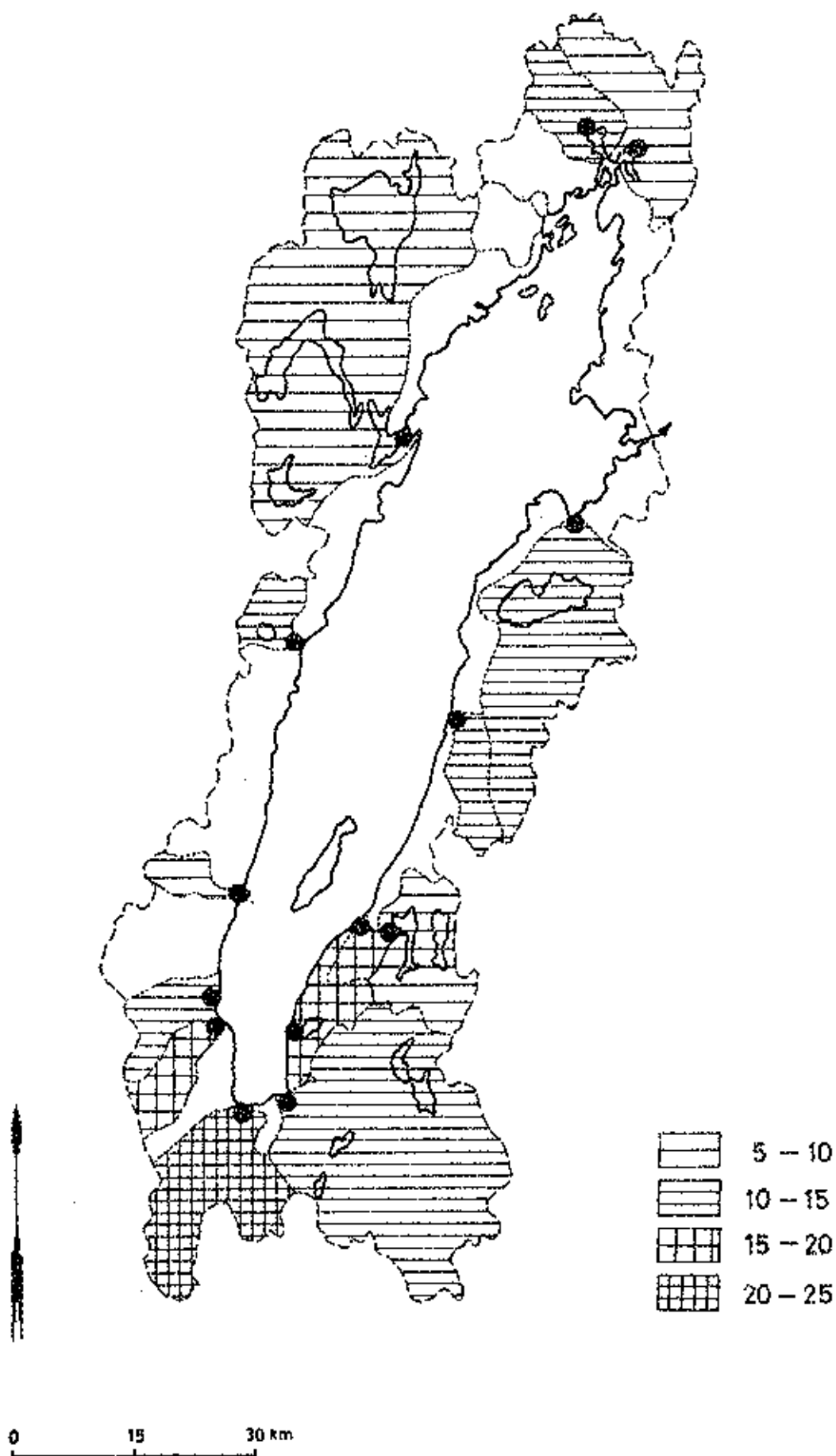
Preliminära arealkoeff. kg/ha·år



VÄTTERNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Na

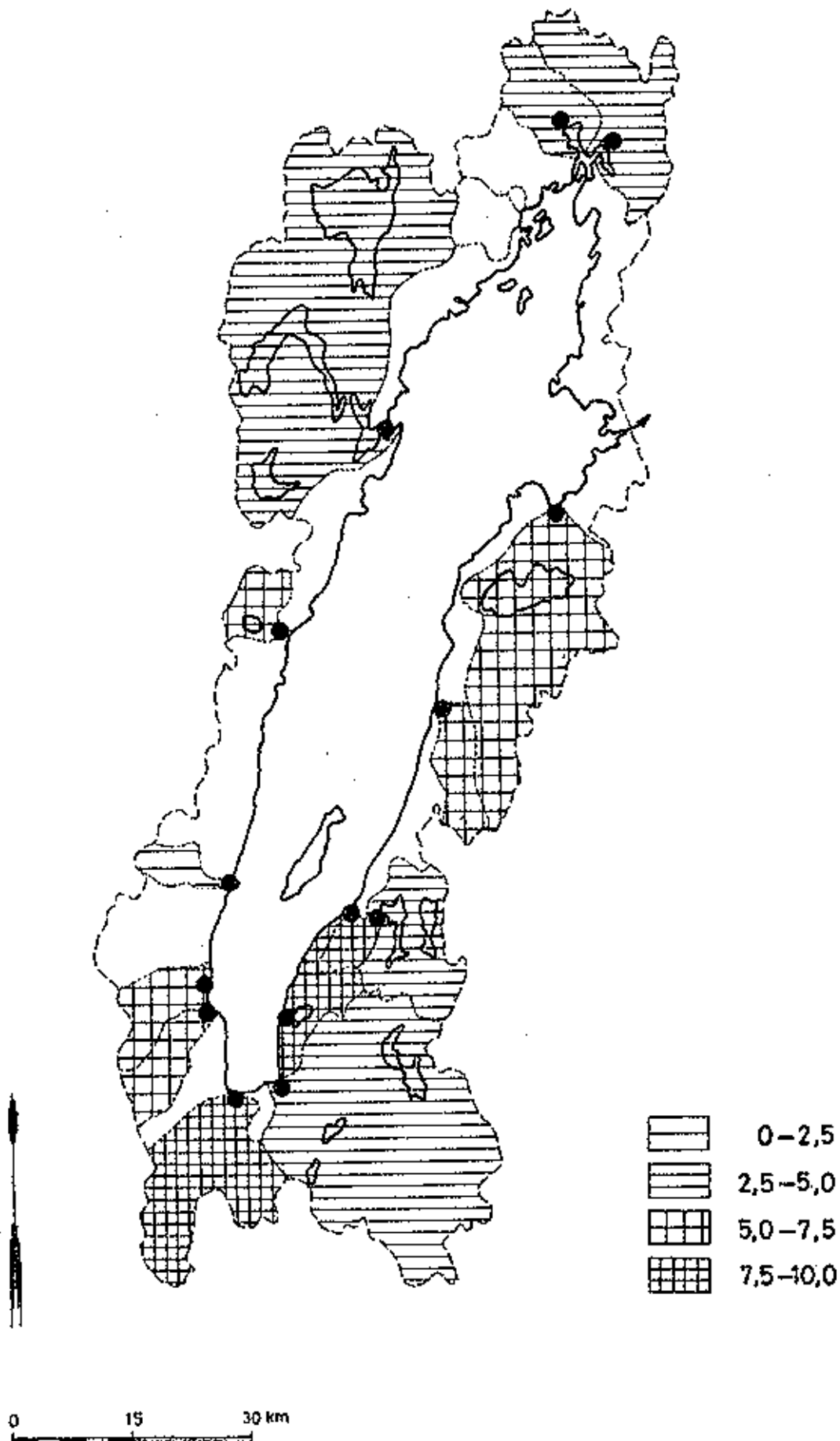
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



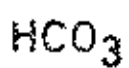
VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

K

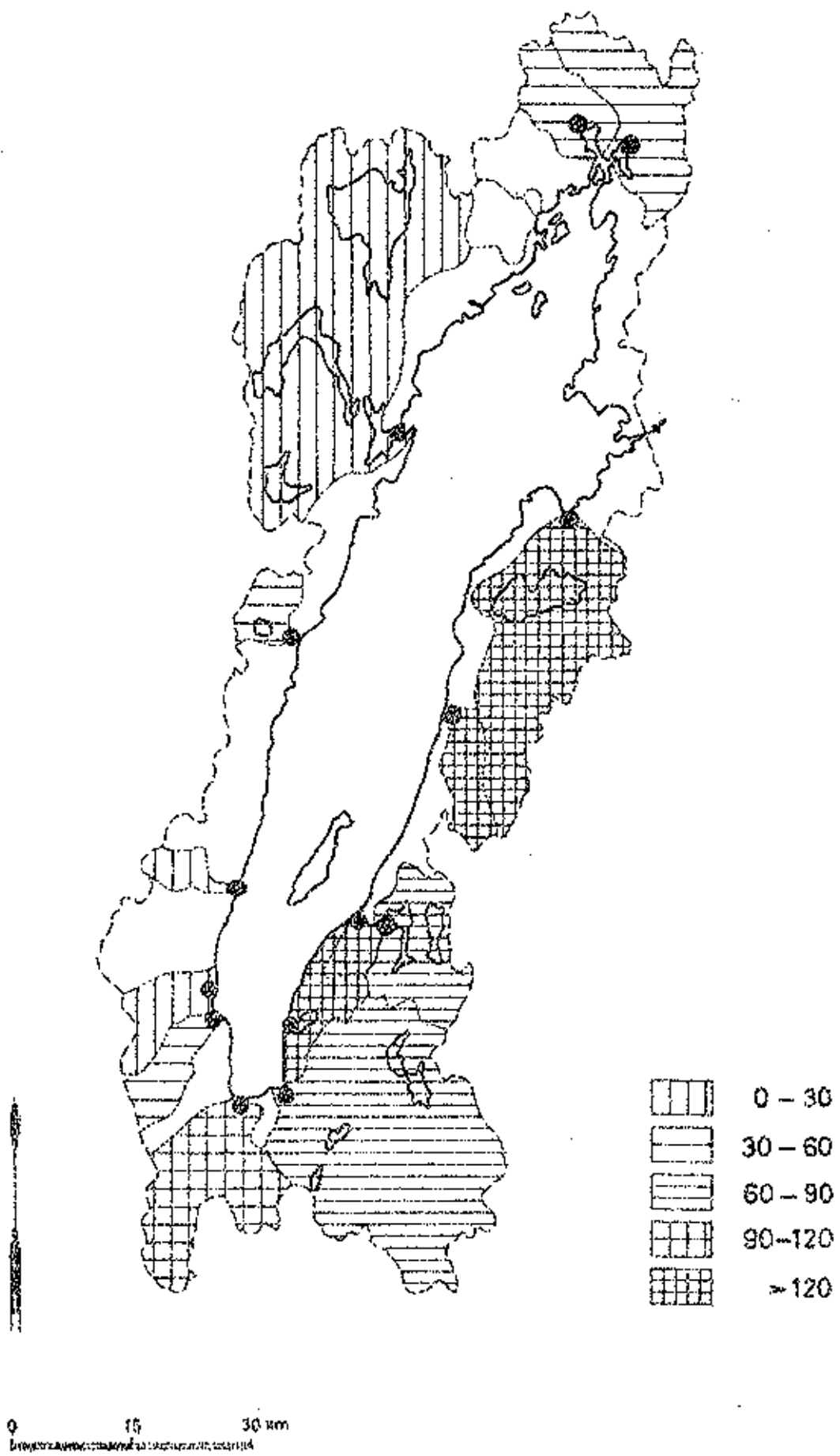
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSSOMRÅDE



Preliminära arealkoeff. kg / ha-år

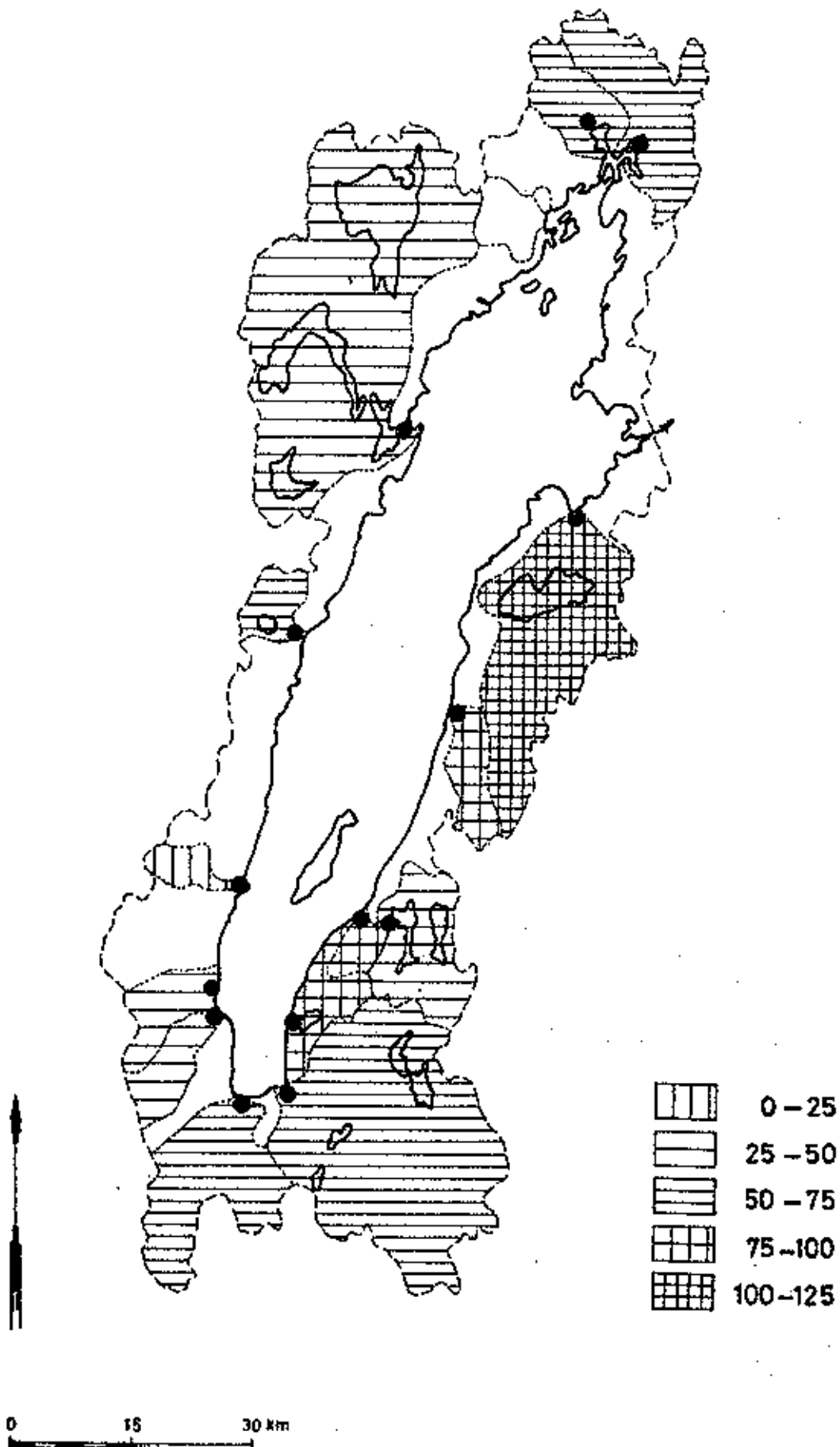


VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Fig. 7

SO₄

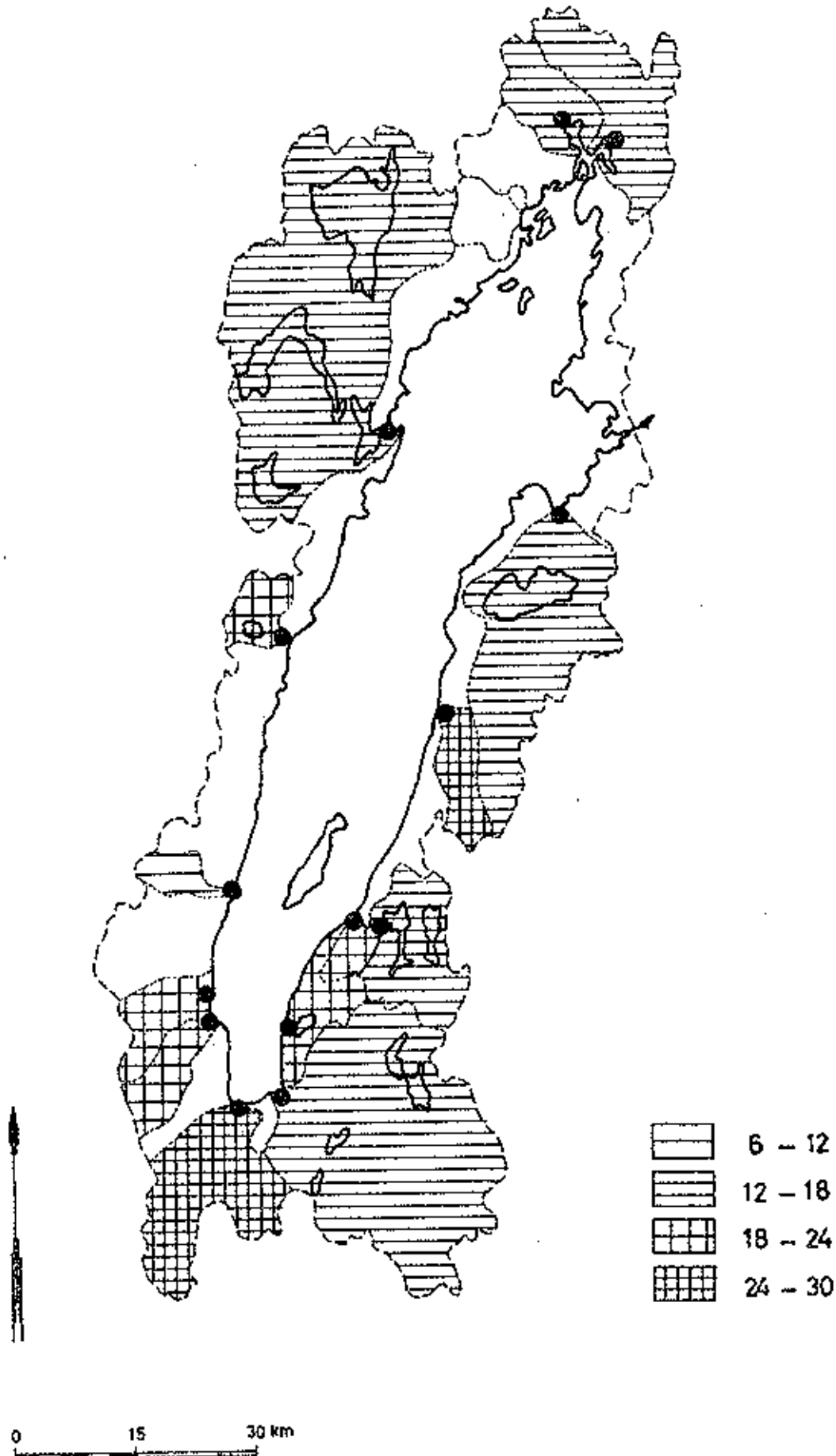
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

C1

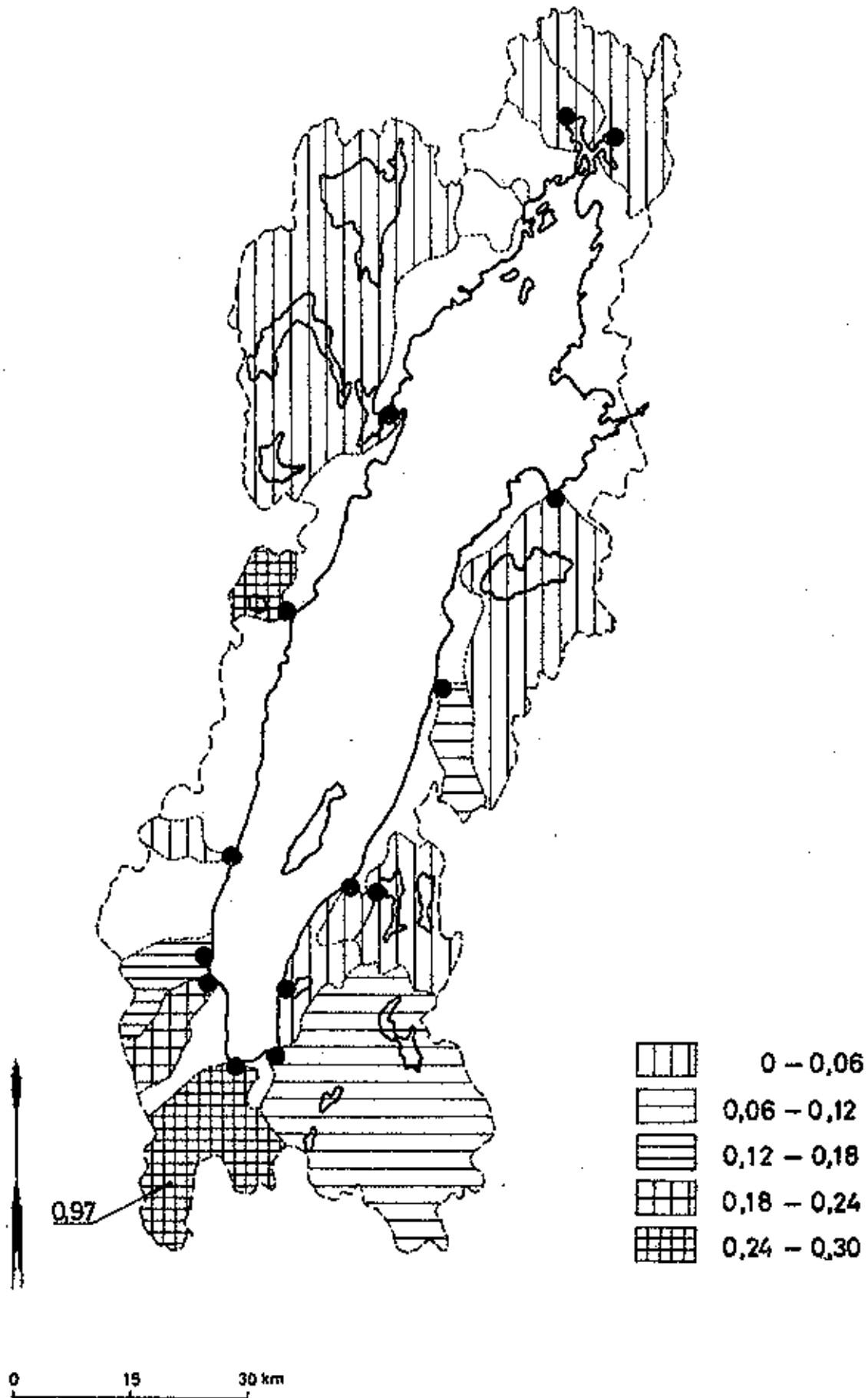
Preliminära arealkoeff. kg/ha·år



VÄTTERNES TILLRINNINGSOMRÅDE

NH₄-N

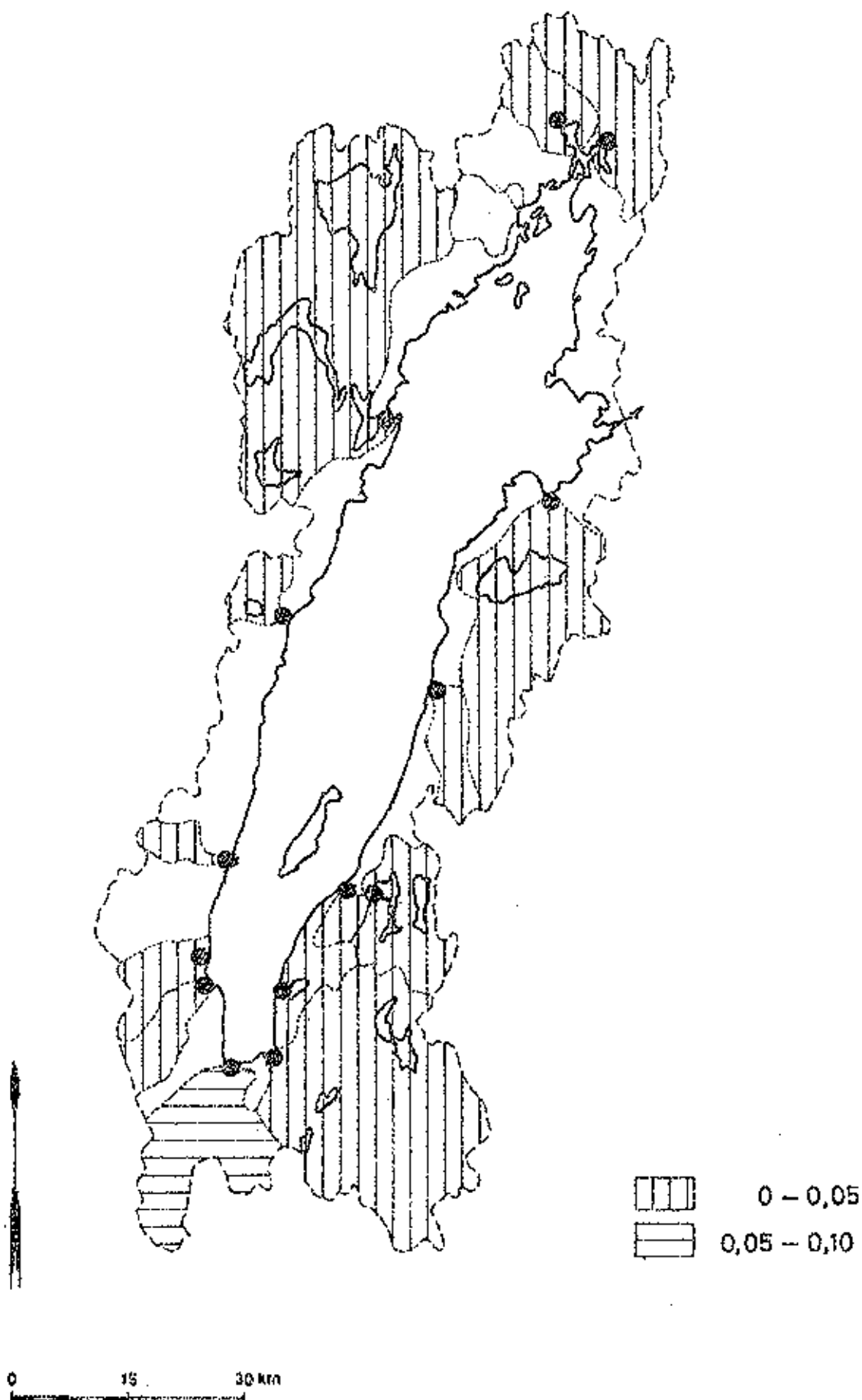
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

NO₂-N

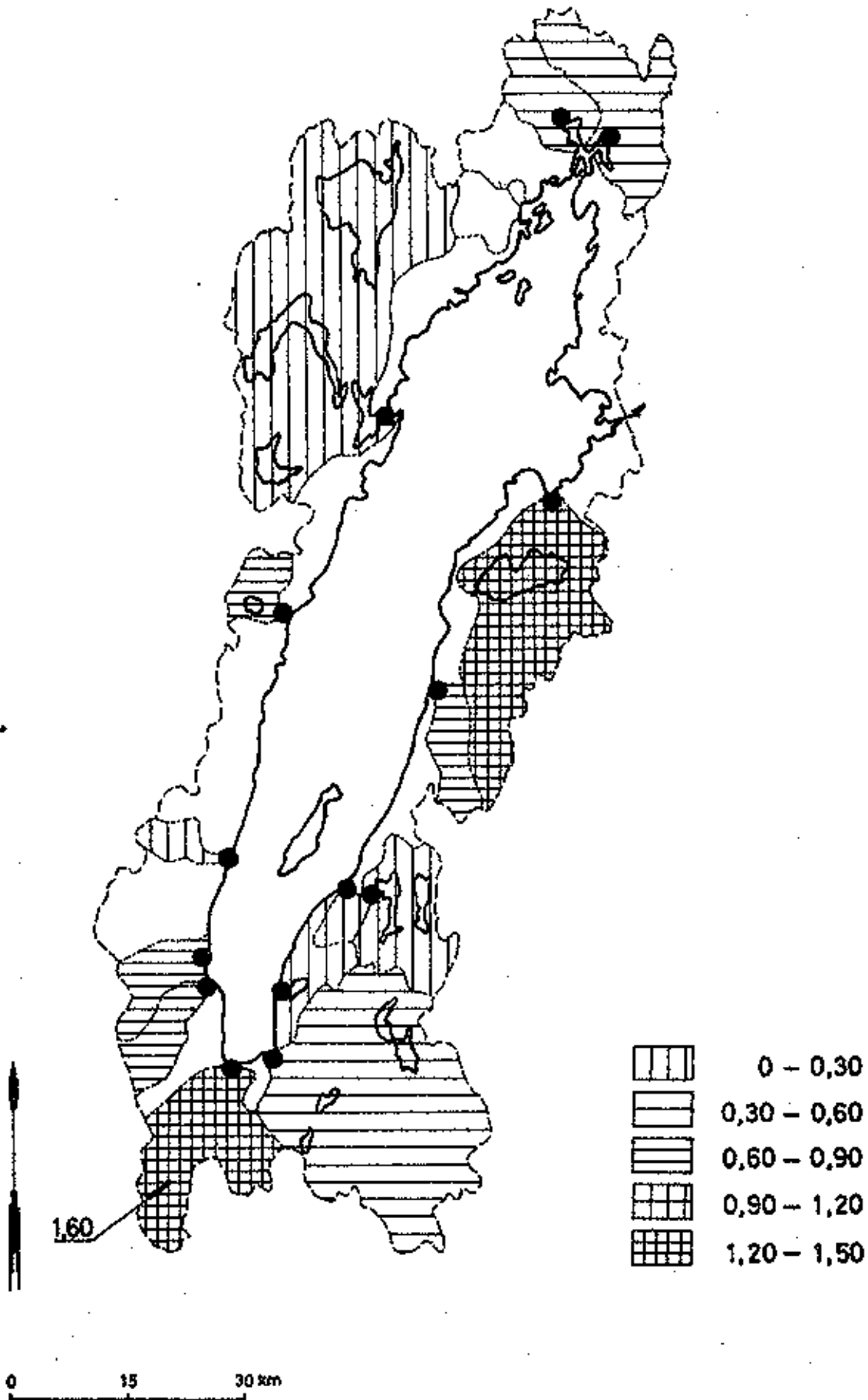
Preliminära arealkoeff. kg/ha-år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

 $\text{NO}_3\text{-N}$

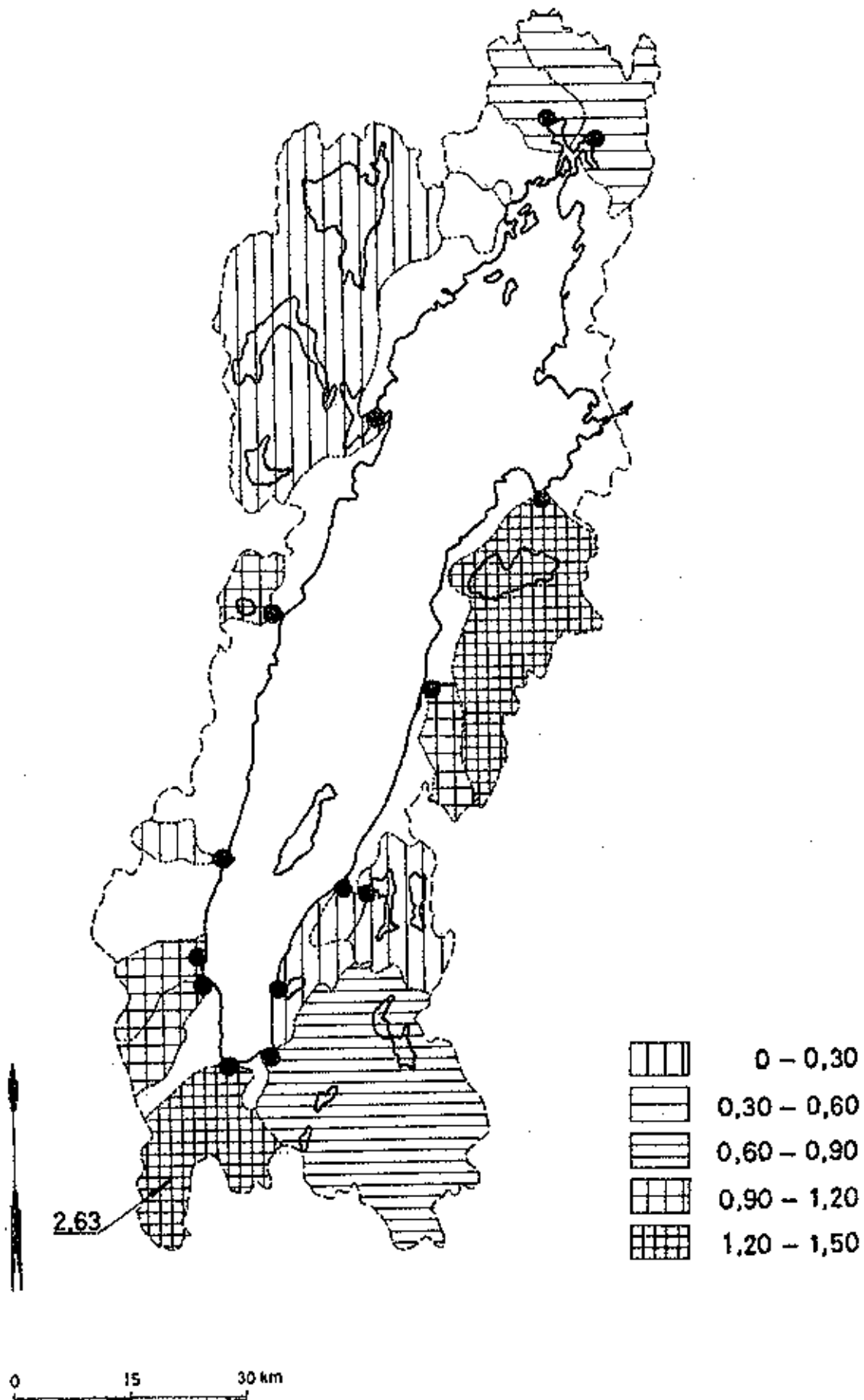
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Oorg. N

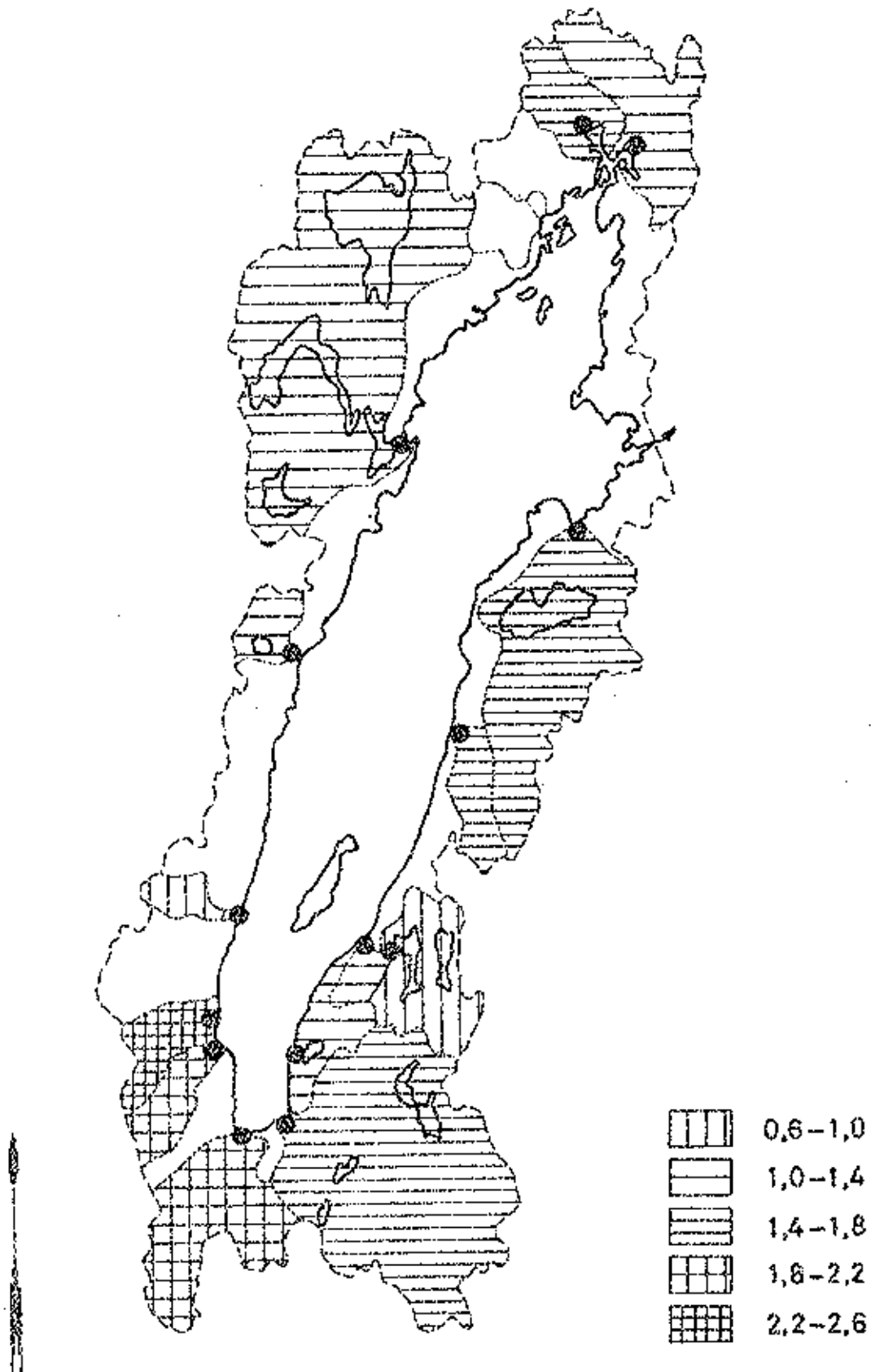
Preliminära arealkoeff. kg / ha · år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSSOMRÅDE

Org. N

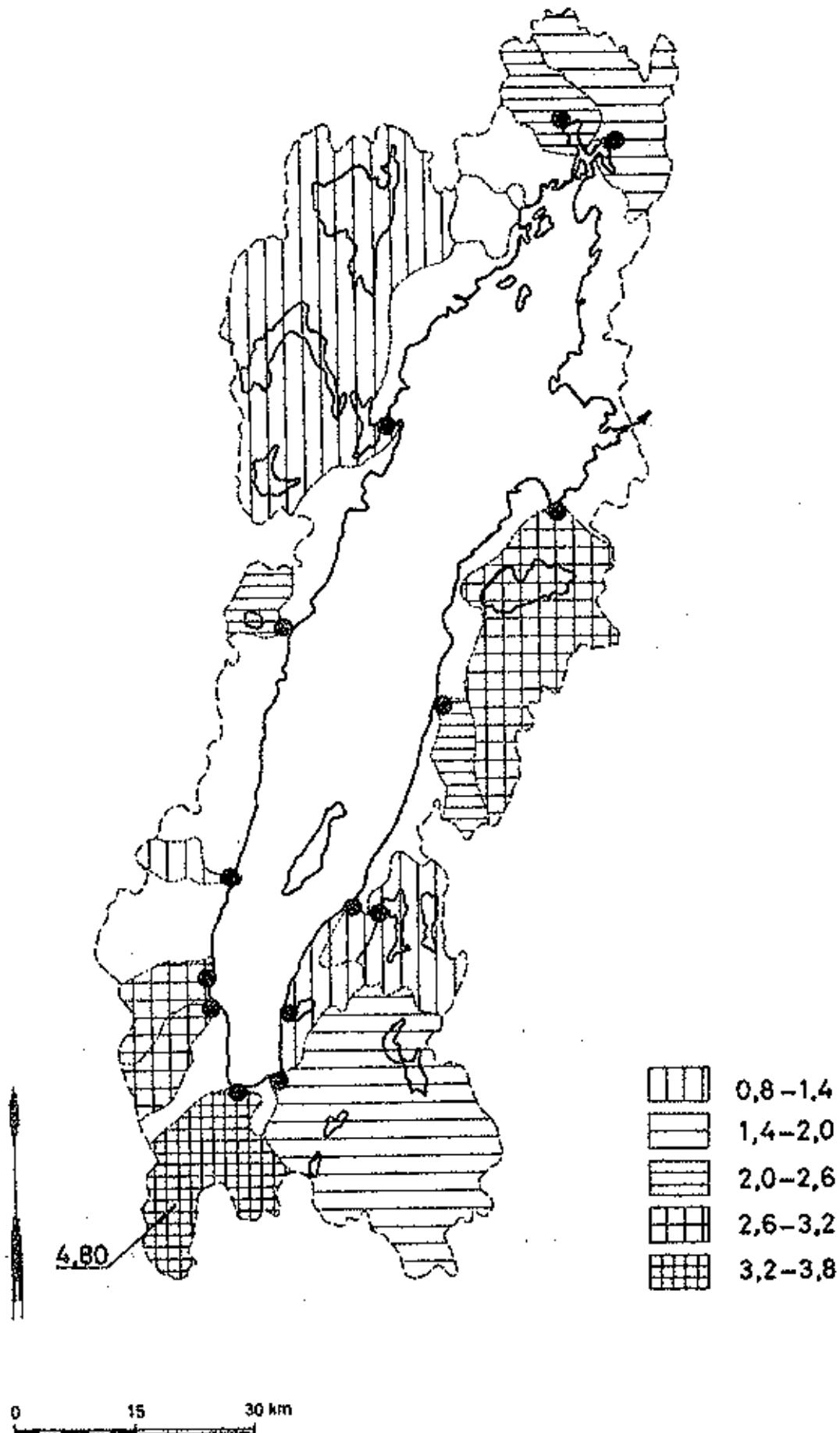
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



VÄTTERNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Total - N

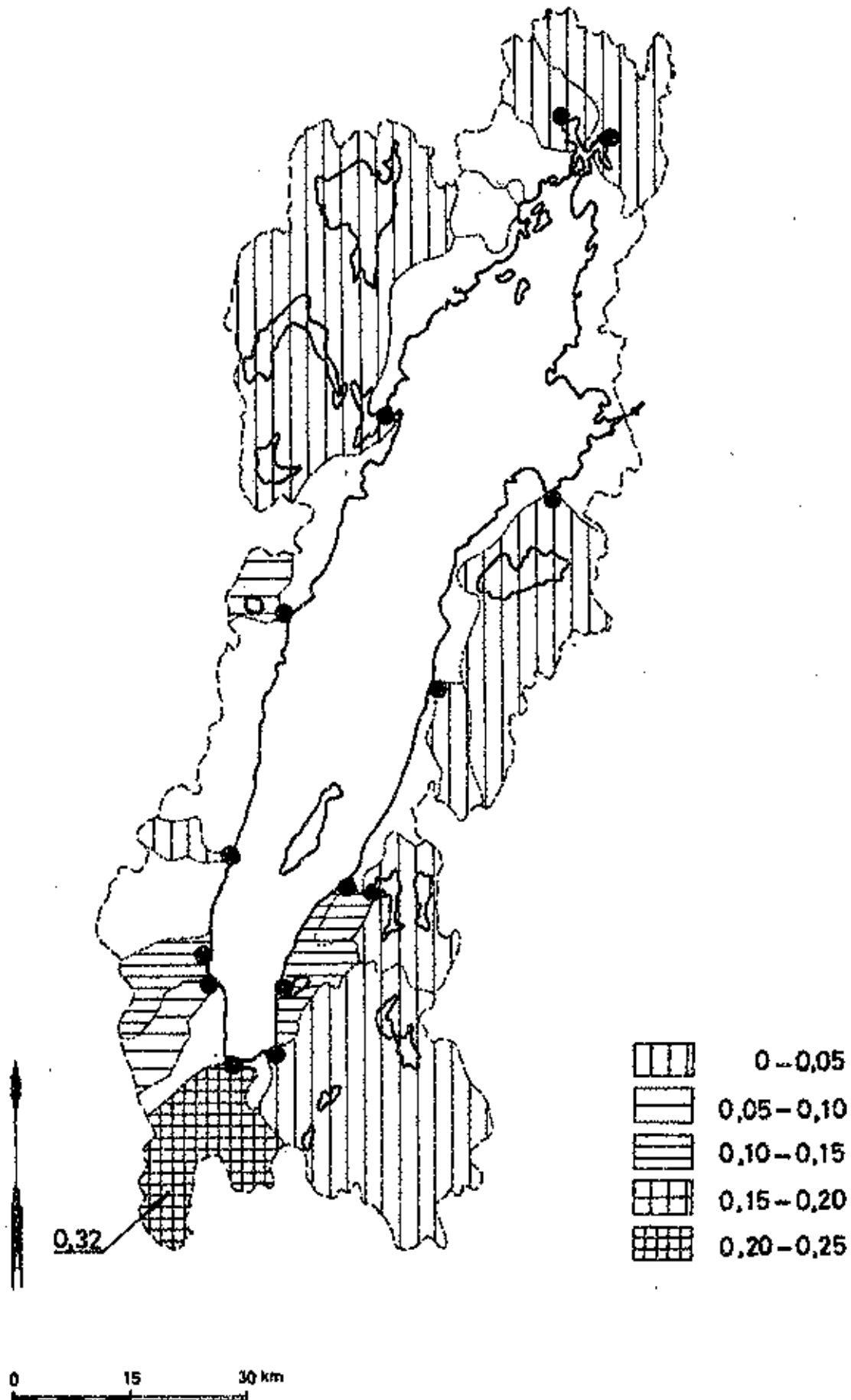
Preliminära arealkoeff. kg / ha · år



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

 $\text{PO}_4\text{-P}$

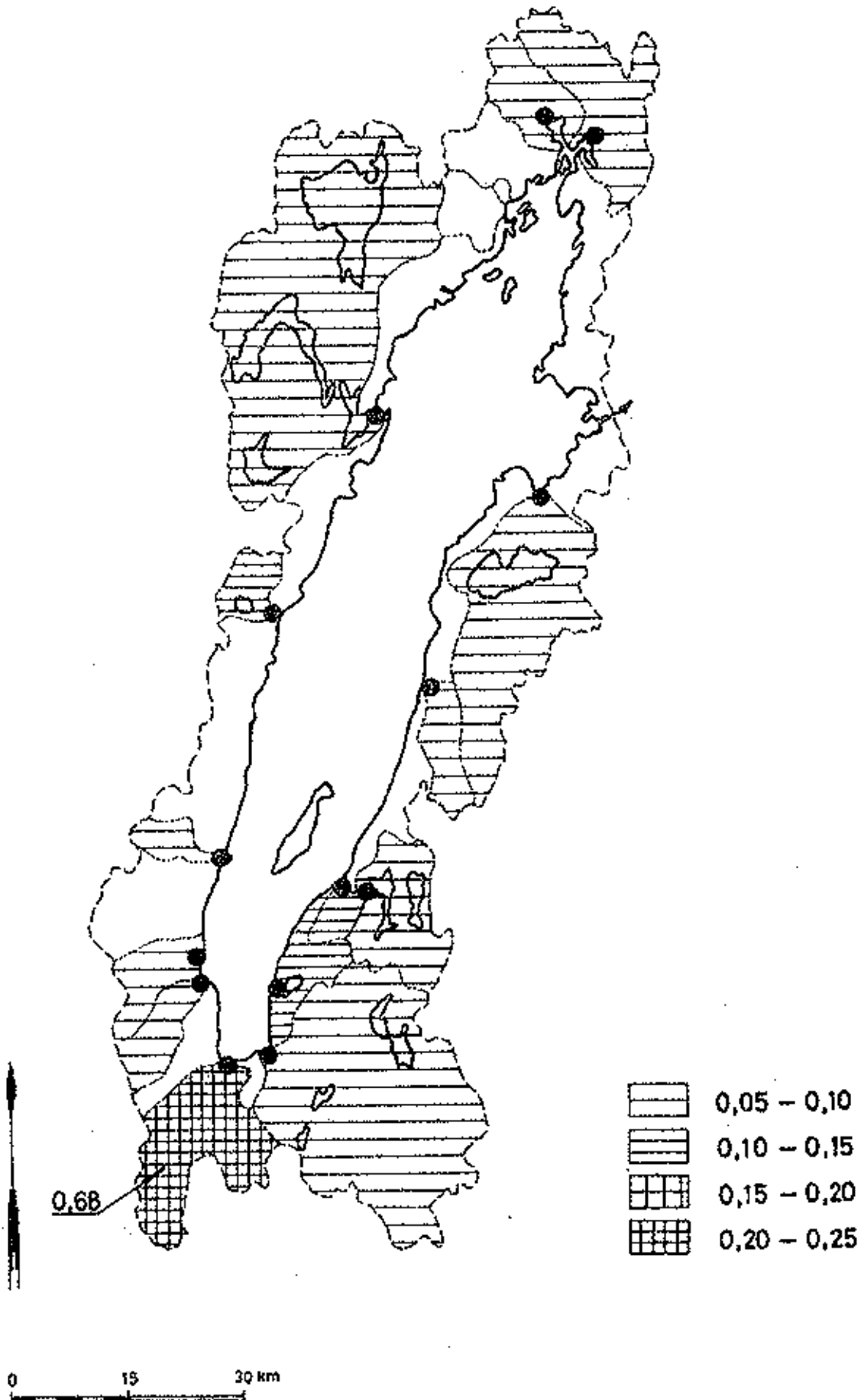
Preliminära arealkoeff. kg / ha-år



VÄTTERNS TILLRINNINGSSOMRÅDE

Org. P

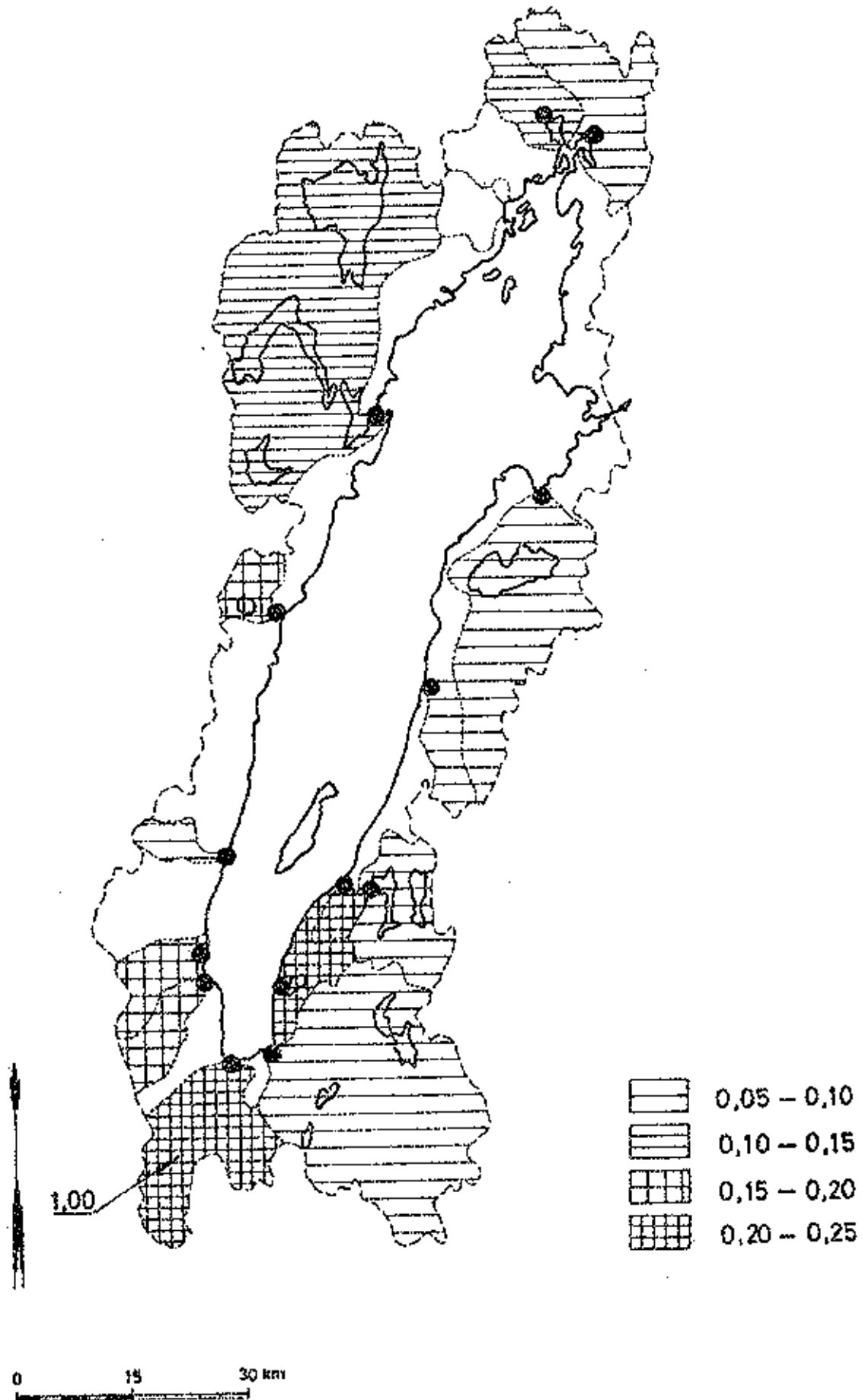
Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



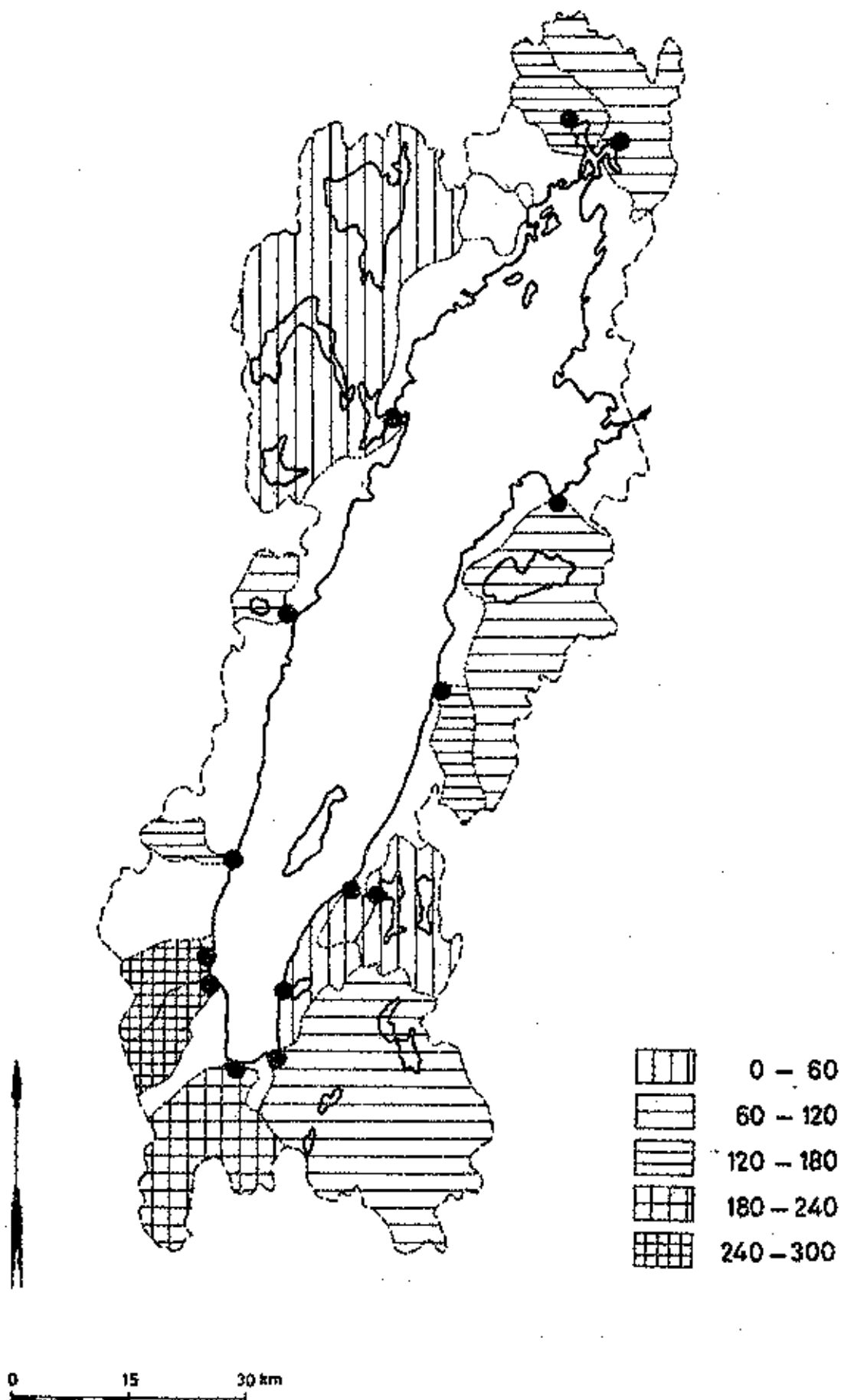
VÄTTERNNS TILLRINNINGSSOMRÅDE

Total - P

Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



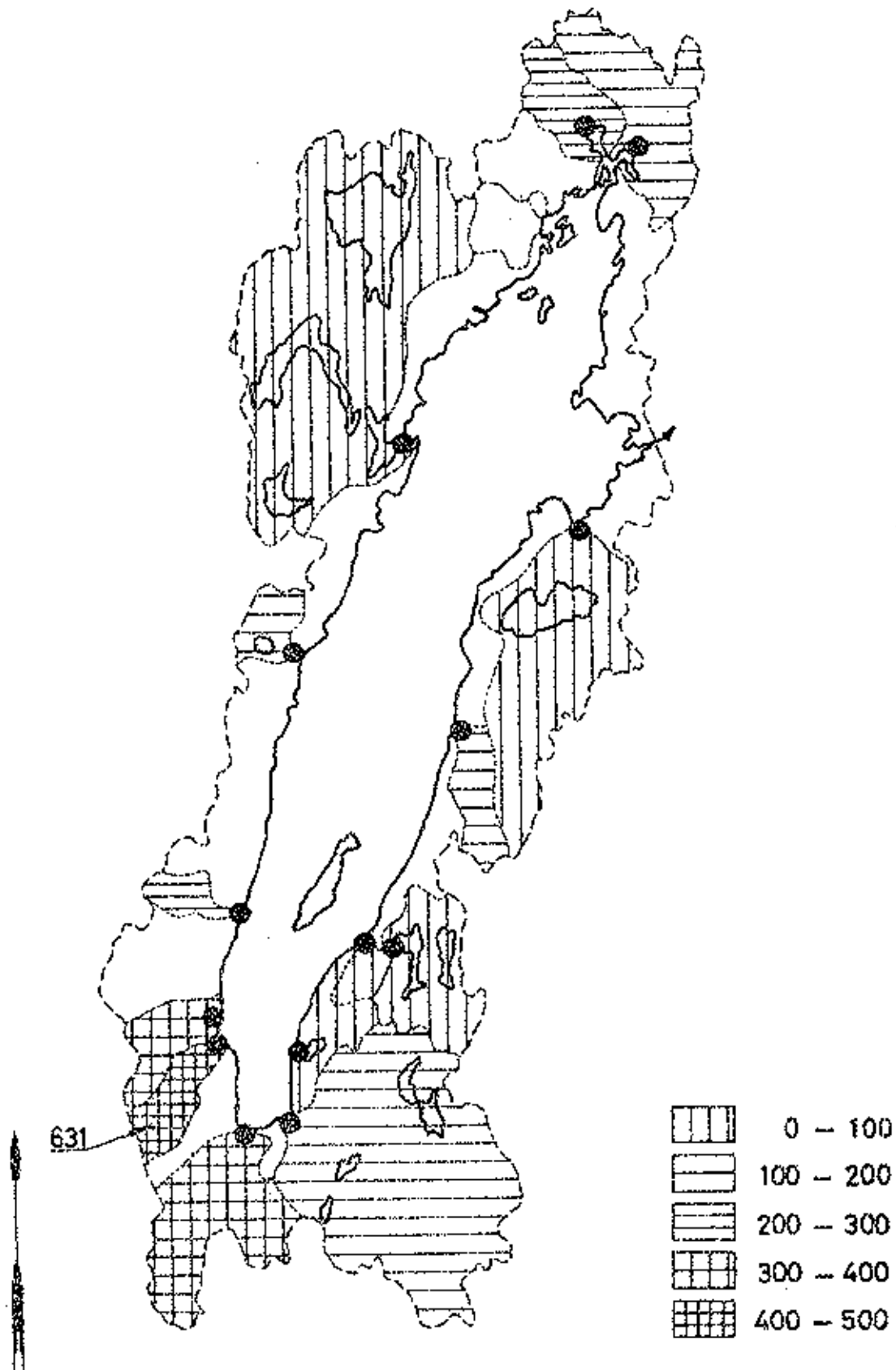
VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

 KMnO_4 Preliminära arealkoeff. $\text{kg} / \text{ha} \cdot \text{år}$ 

VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

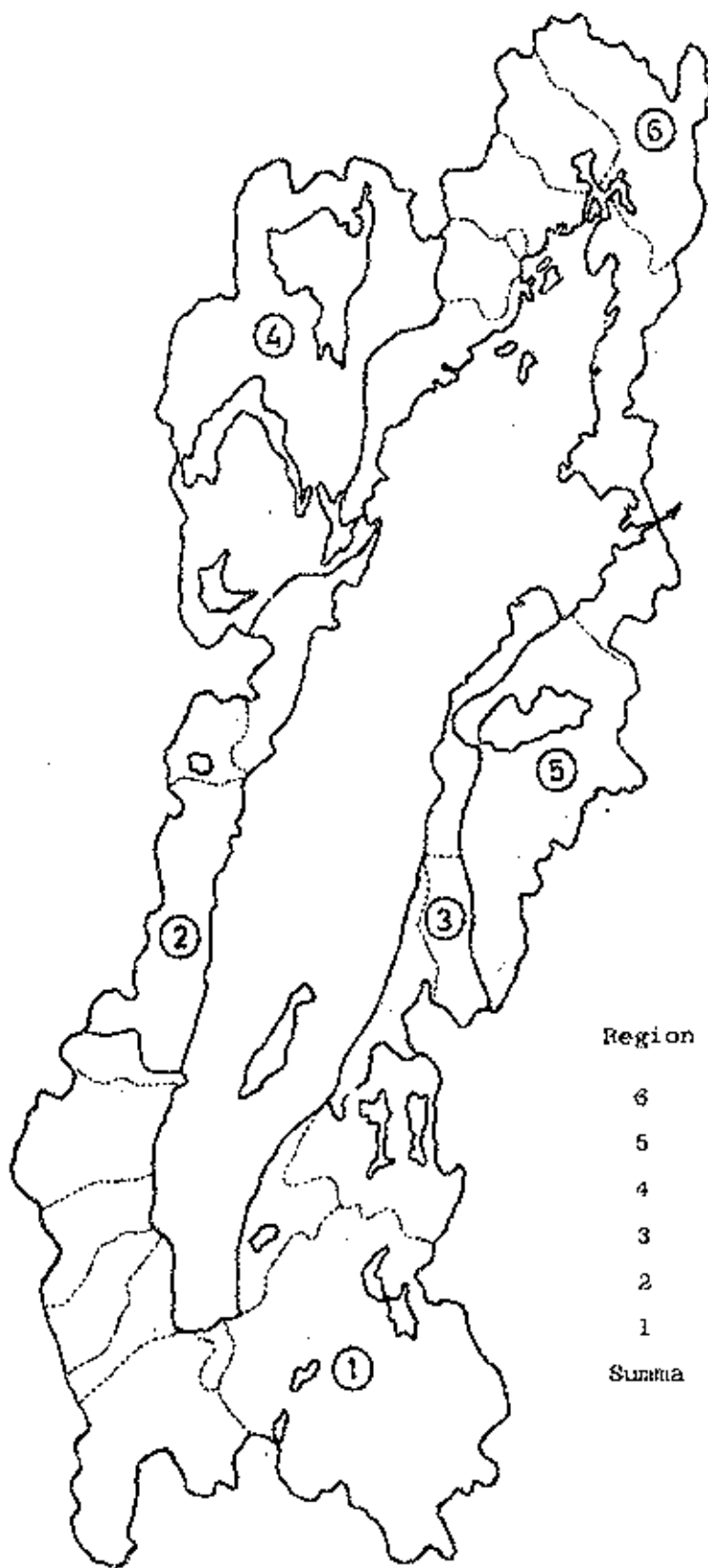
Färg (Pt)

Preliminära arealkoeff. kg / ha·år



VÄTTERNS TILLRINNINGSSOMRÅDE
 Totalfosfor till Vättern, ton/år

Fig. 20

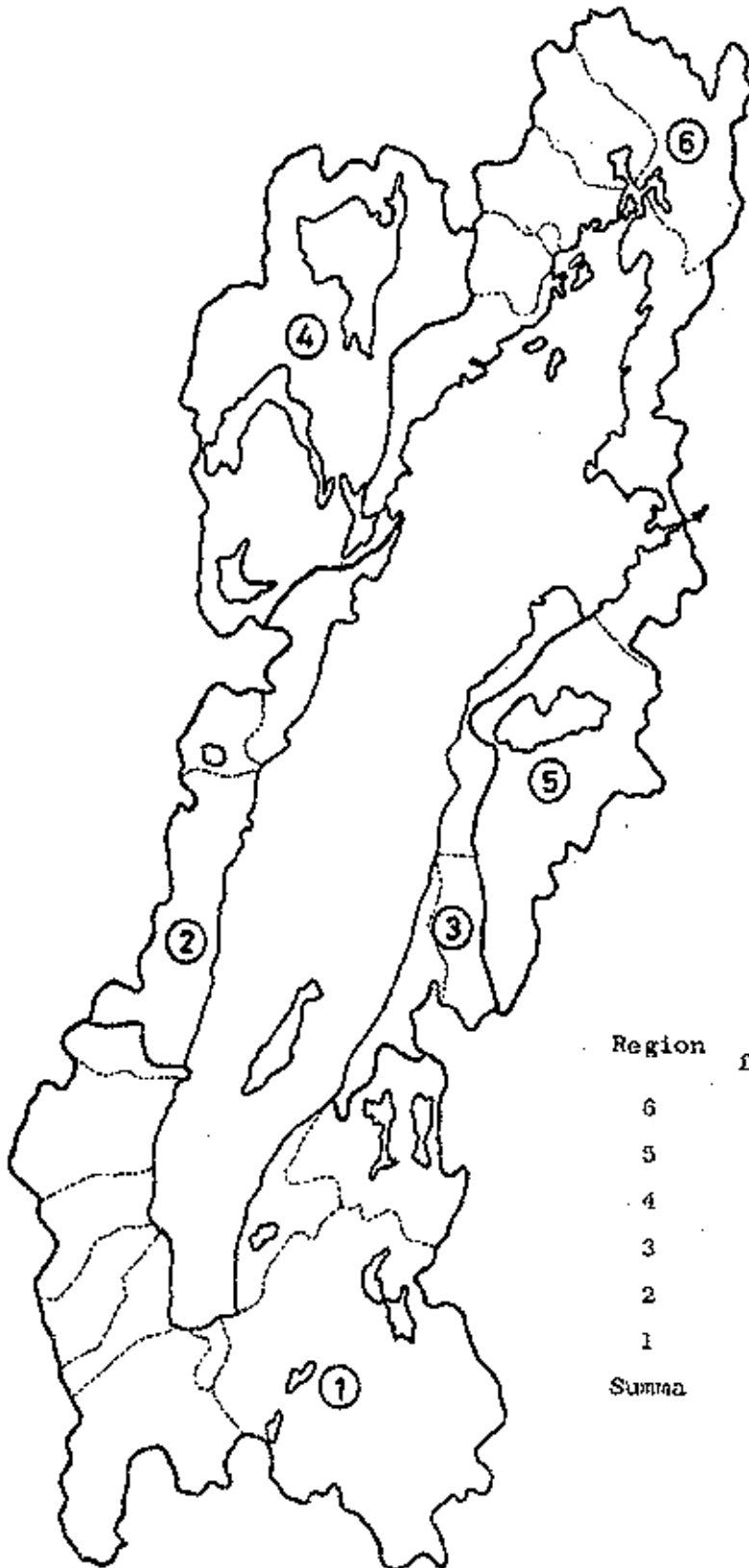


Region	Tillflöden	Kommunalt	Summa
6	12	6	18
5	5	7	12
4	8	7	15
3	3	7	10
2	6	4	10
1	25	105	130
Summa	59	136	195

0 15 30 km

VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE
 Totalkväve till Vättern, ton/år

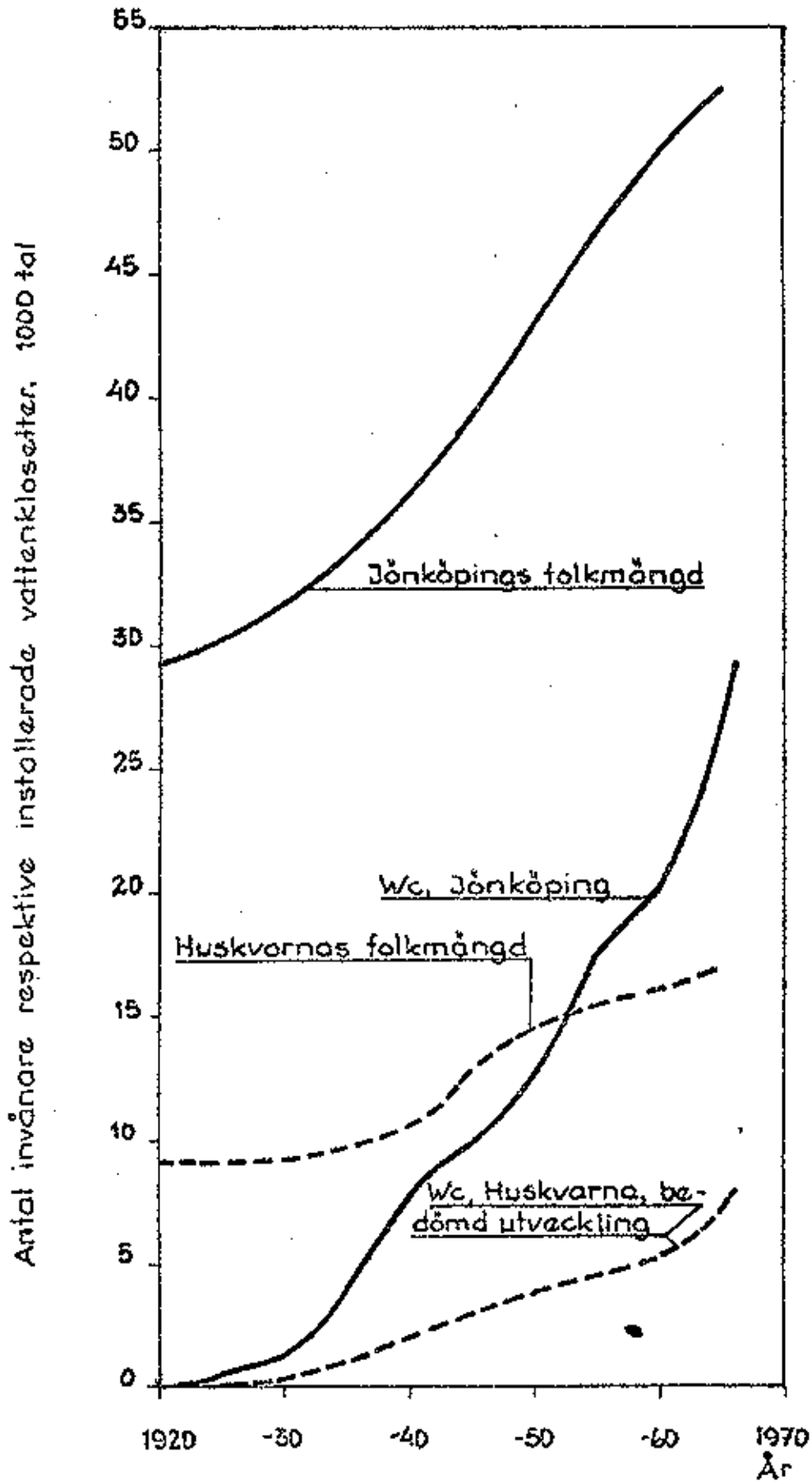
Fig. 21



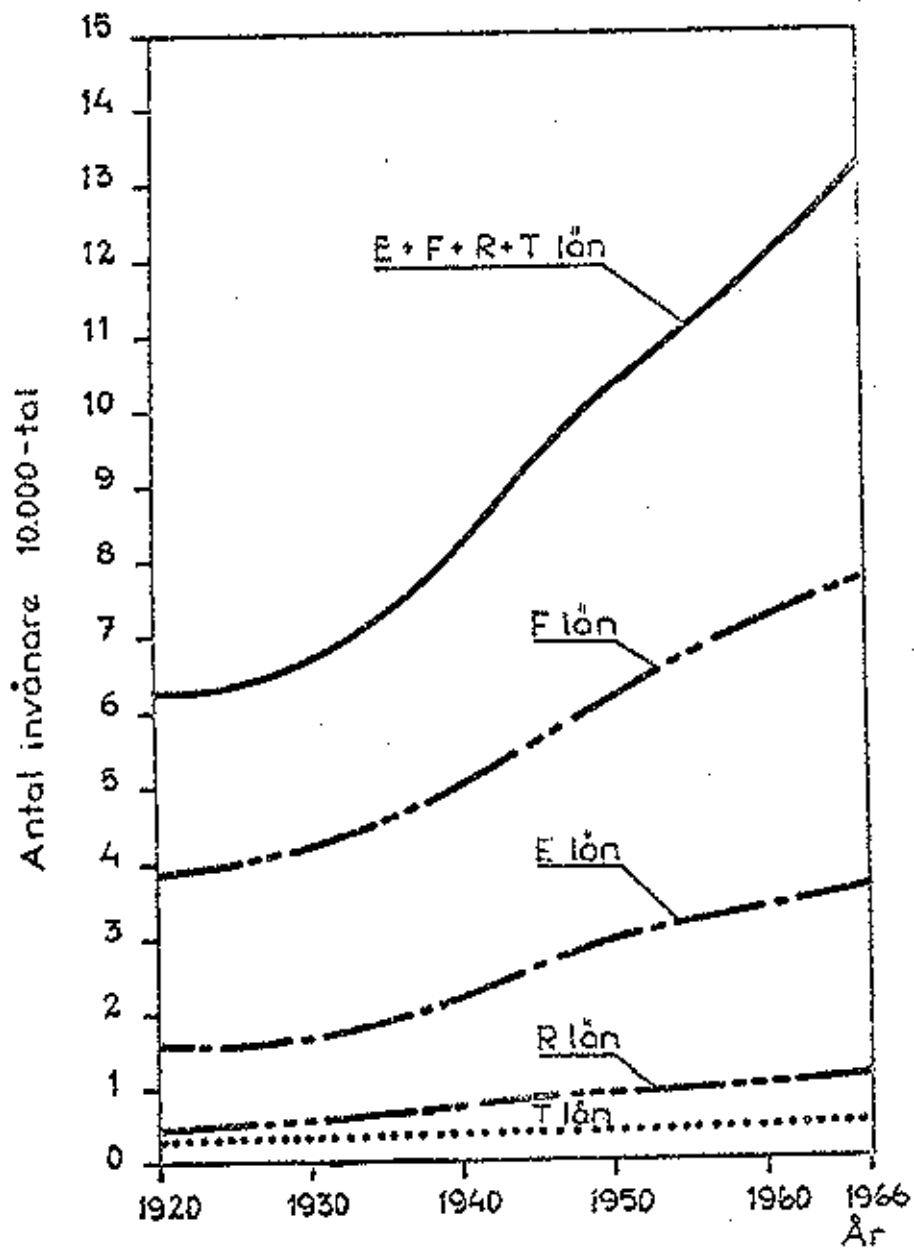
Region	Tillflöden	Kommunalt	Summa
6	160	15	175
5	146	20	165
4	105	20	120
3	45	20	65
2	85	10	95
1	370	310	680
Summa	905	395	1300



Vattanklosetter
 Antalet installerade vattanklo-
 setter och befolkningsutveckling-
 en i Jönköping och Huskvarna

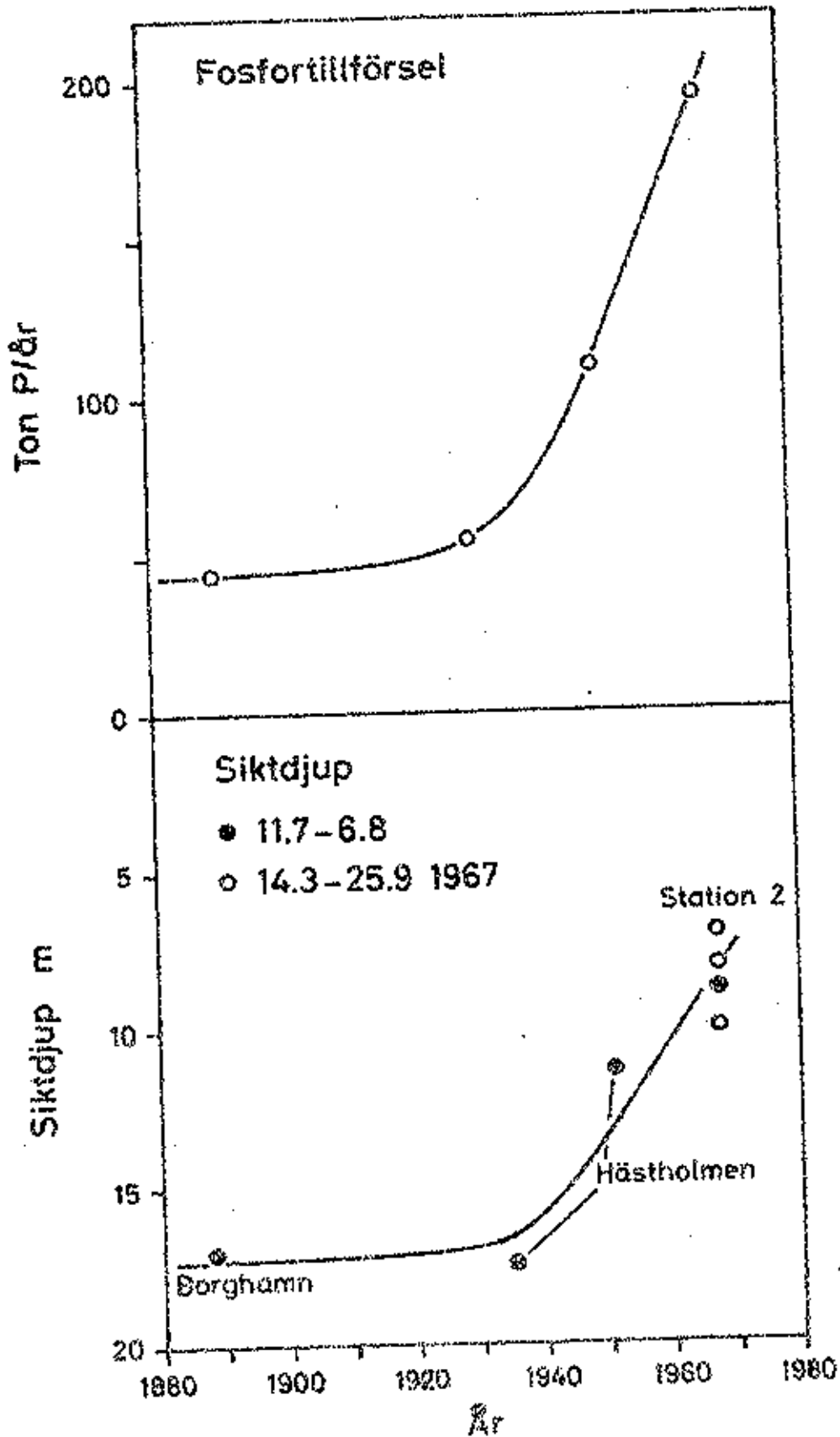


Befolkningsutvecklingen
i samtliga tätorter med mer än 200
invånare belägna i nära anslutning
till Vättern under perioden 1920-1966



VÄTTERN

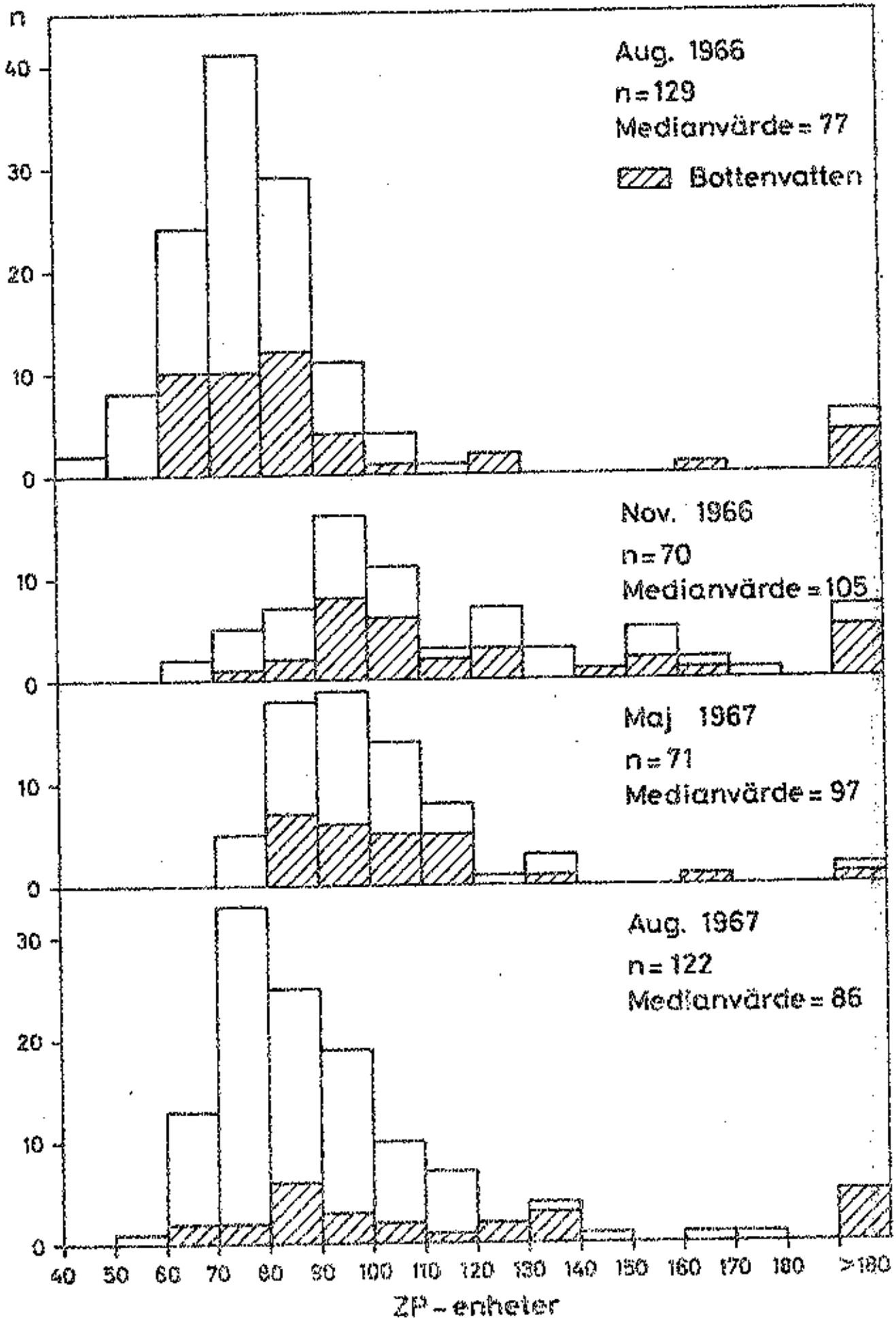
Fosfortillförsel - Siktdjup

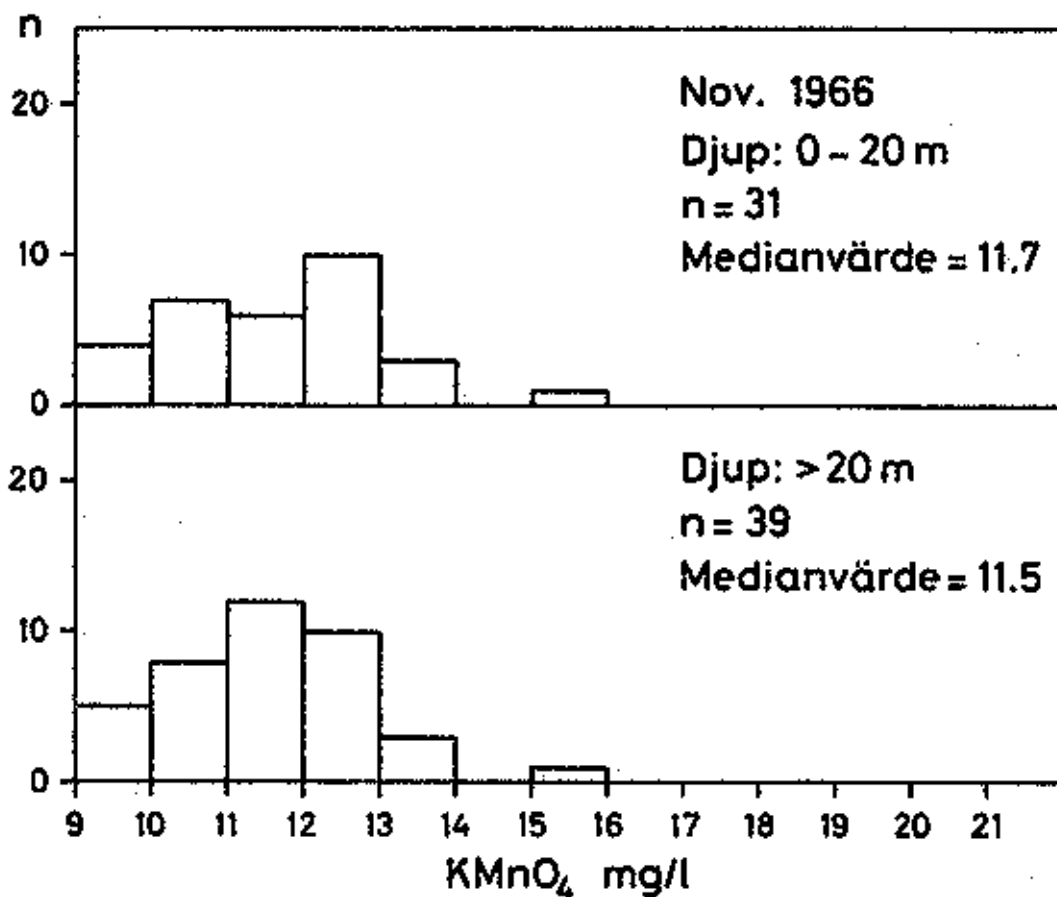
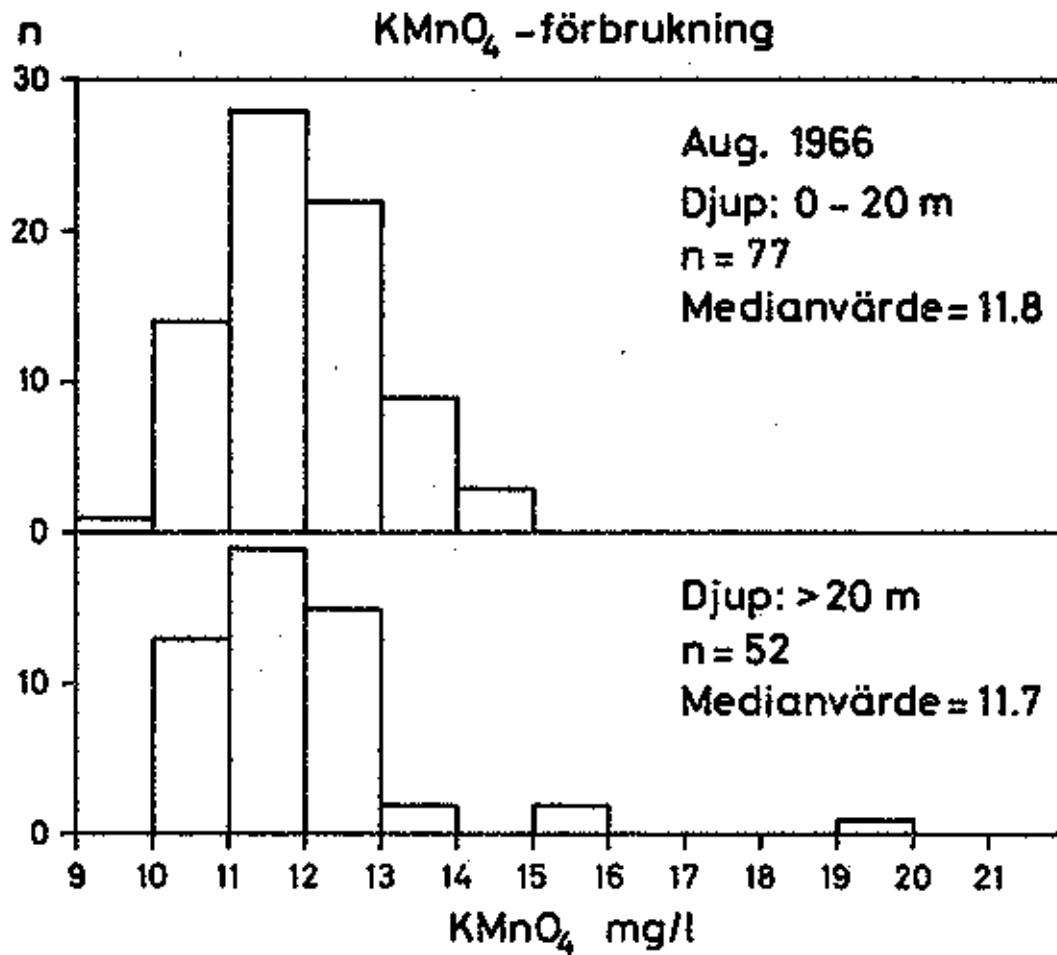


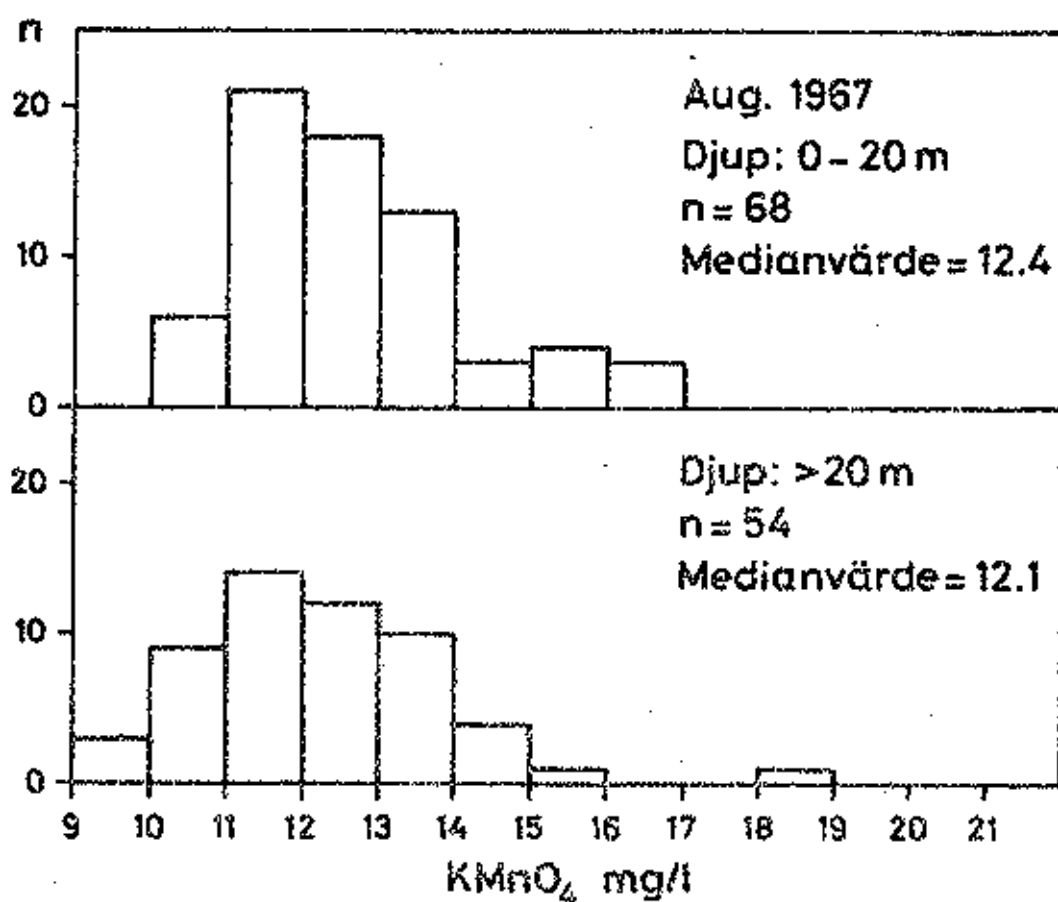
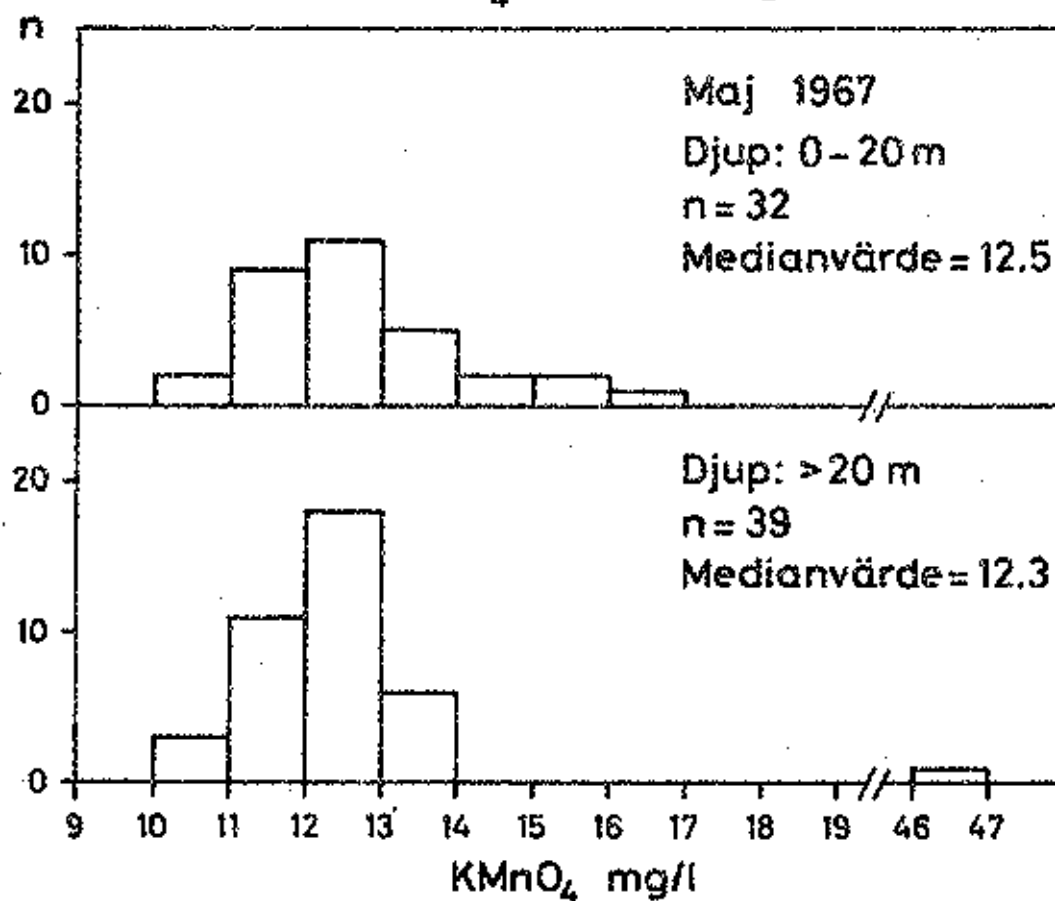
VÄTTERN

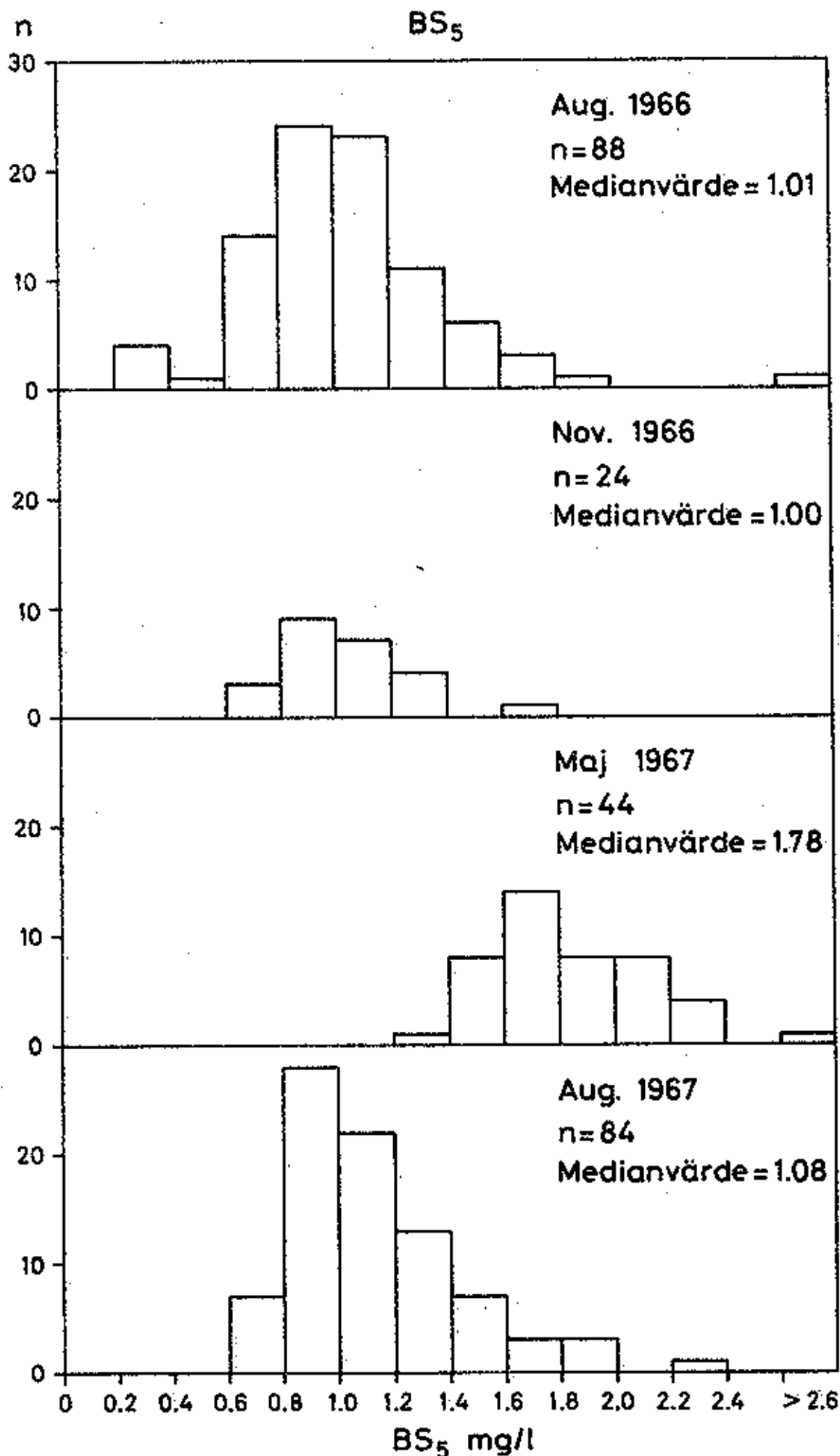
Fig. 25

Grumlighet



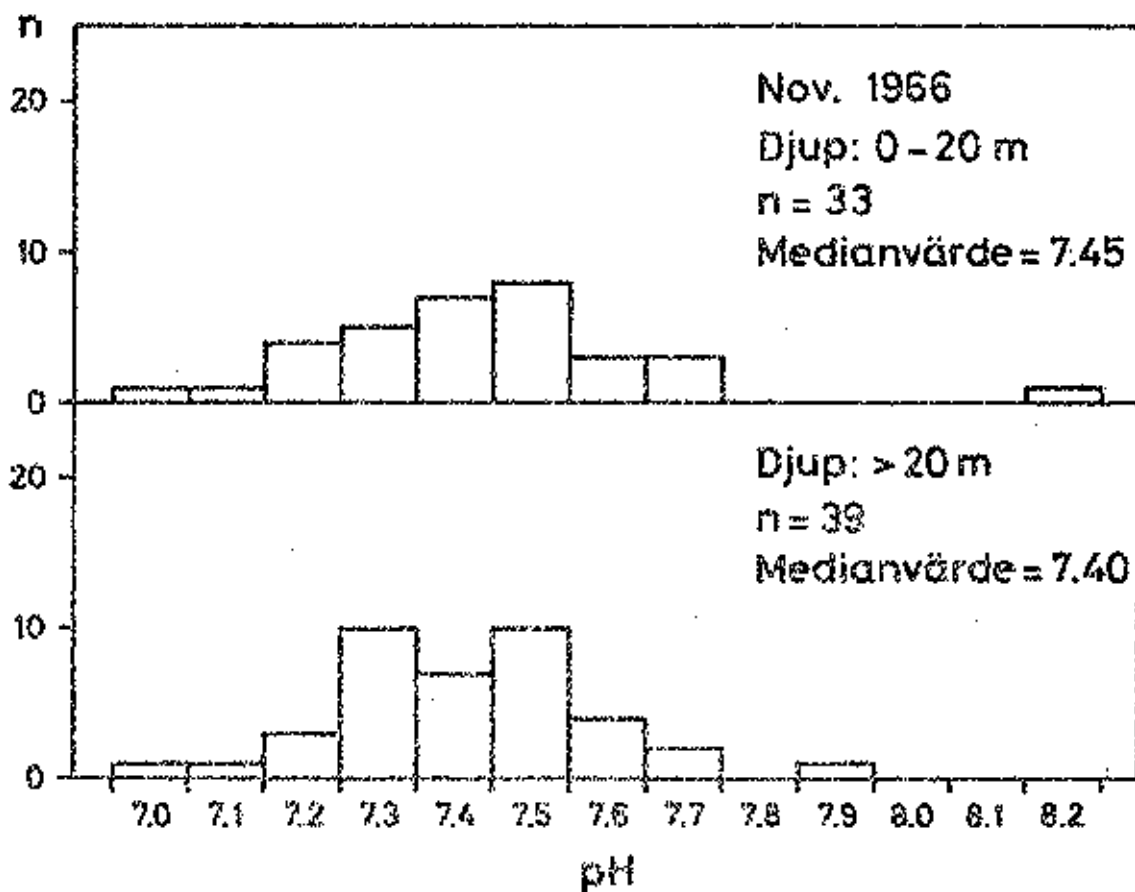
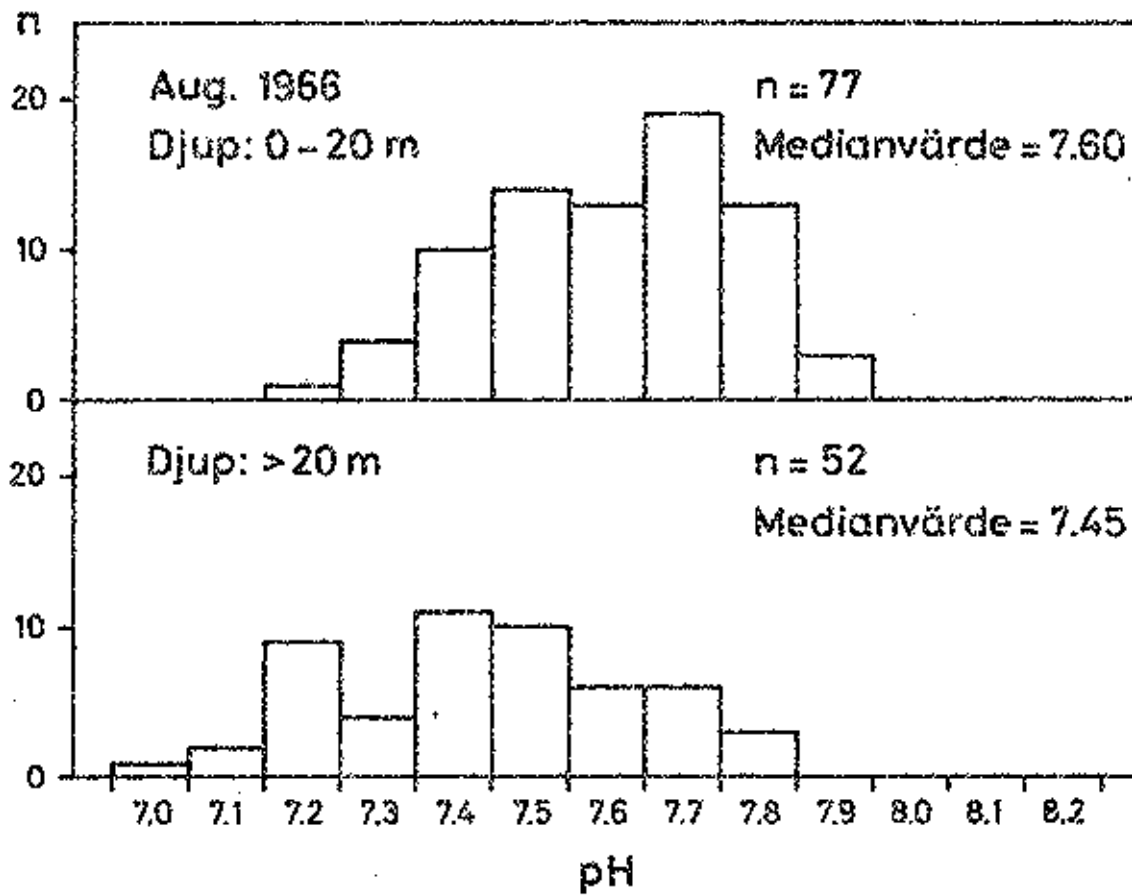


KMnO₄ -förbrukning



VÄTTERN

pH



VÄTTERN

pH

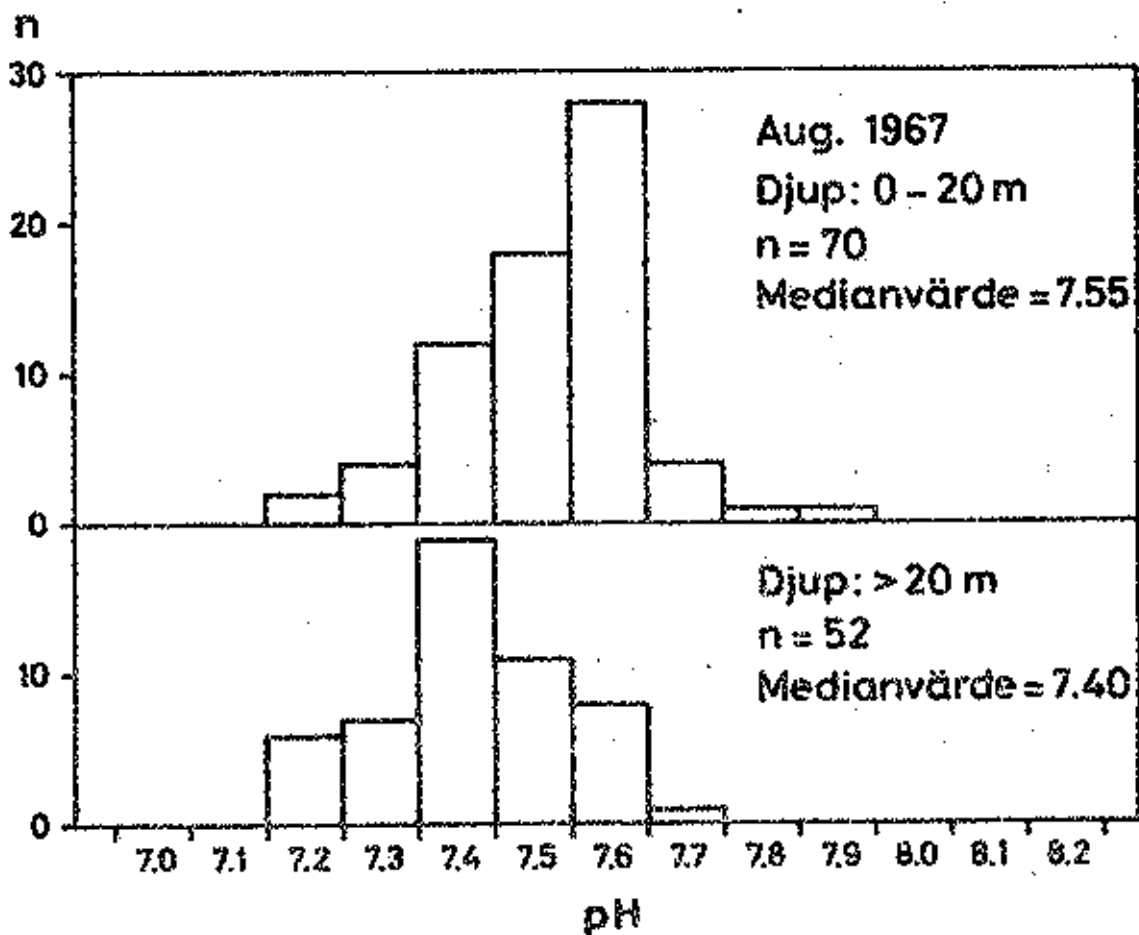
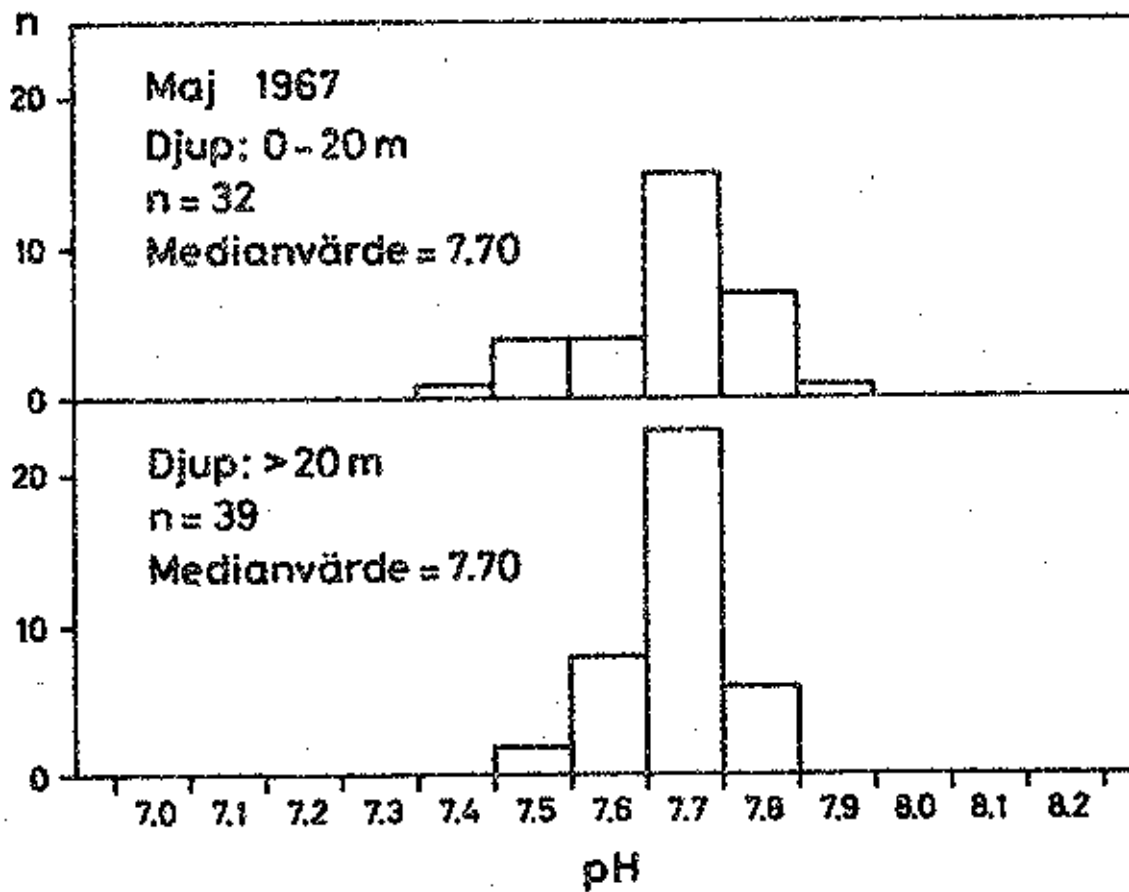
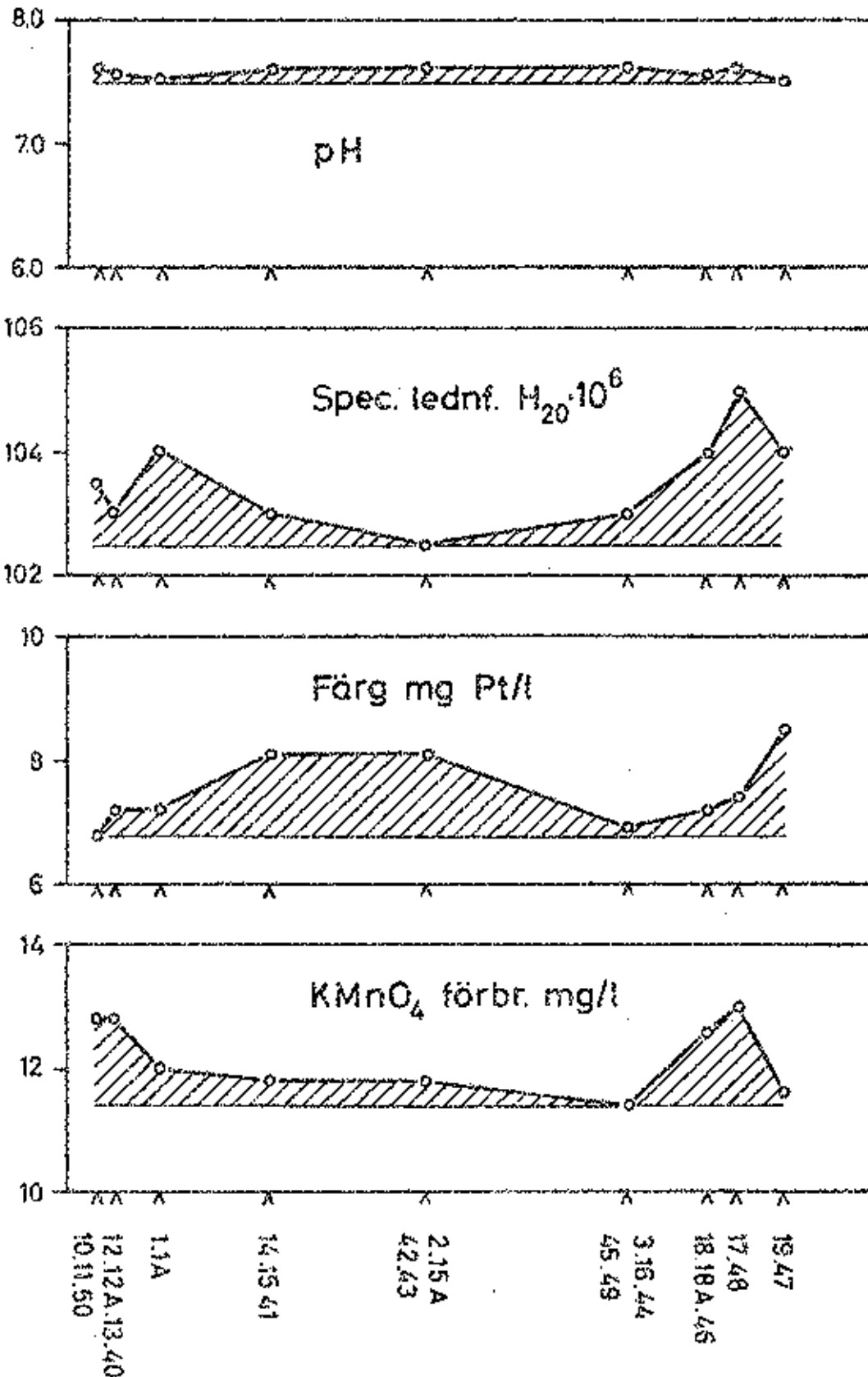
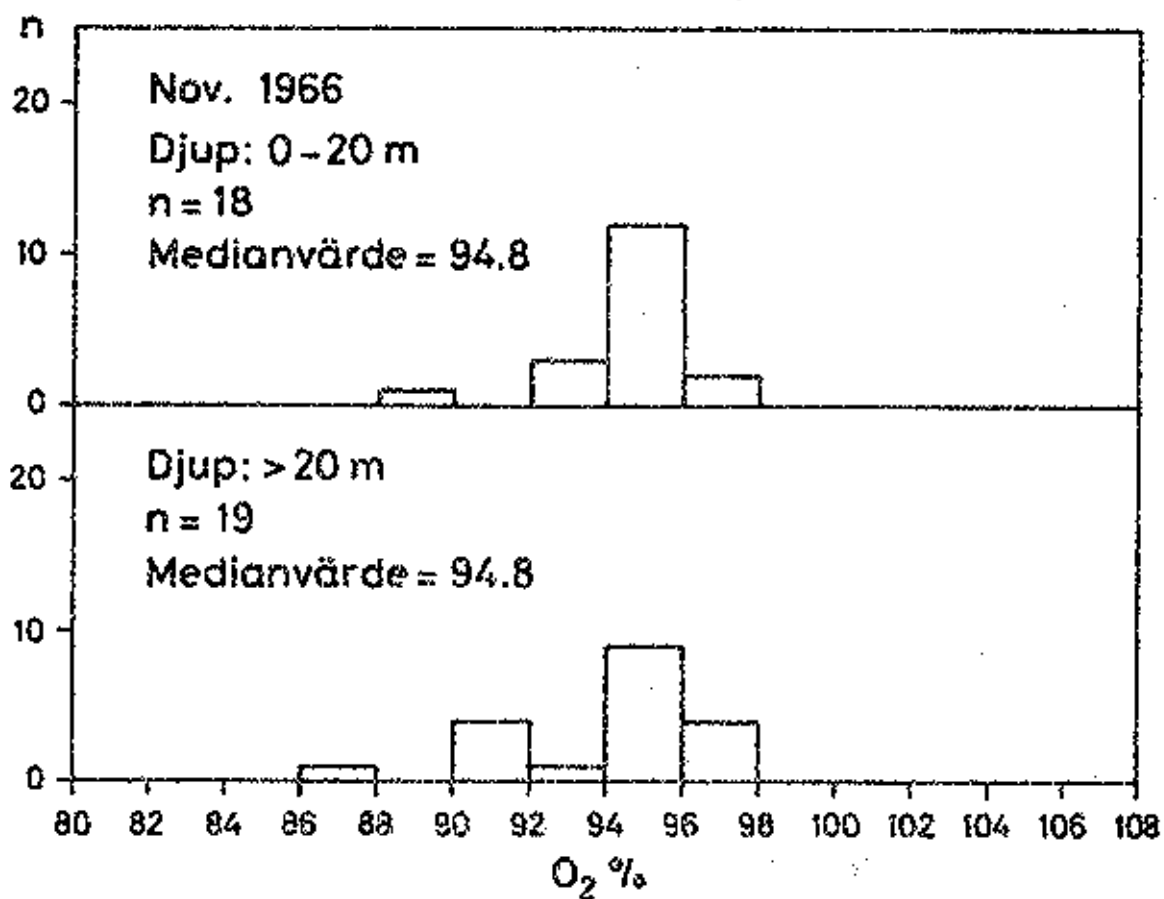
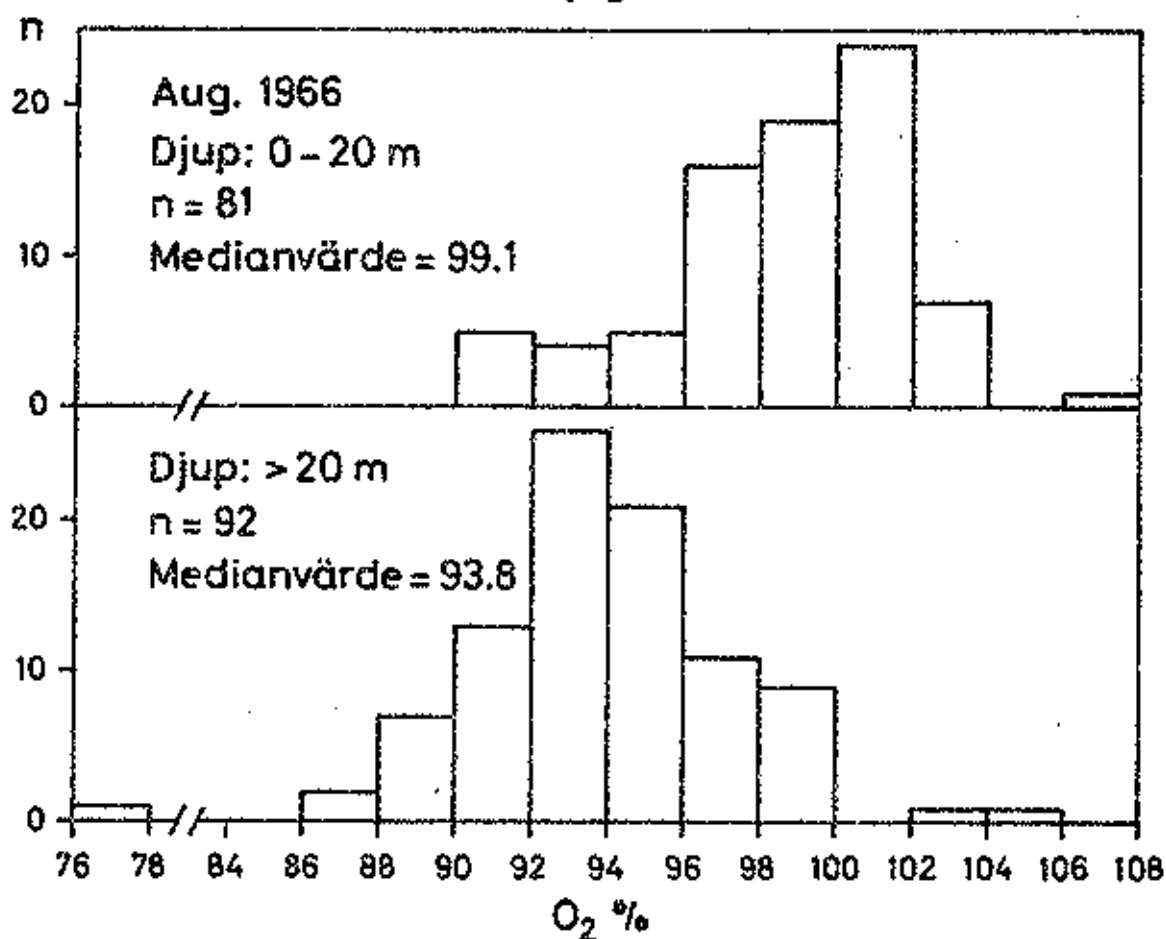


Fig. 31

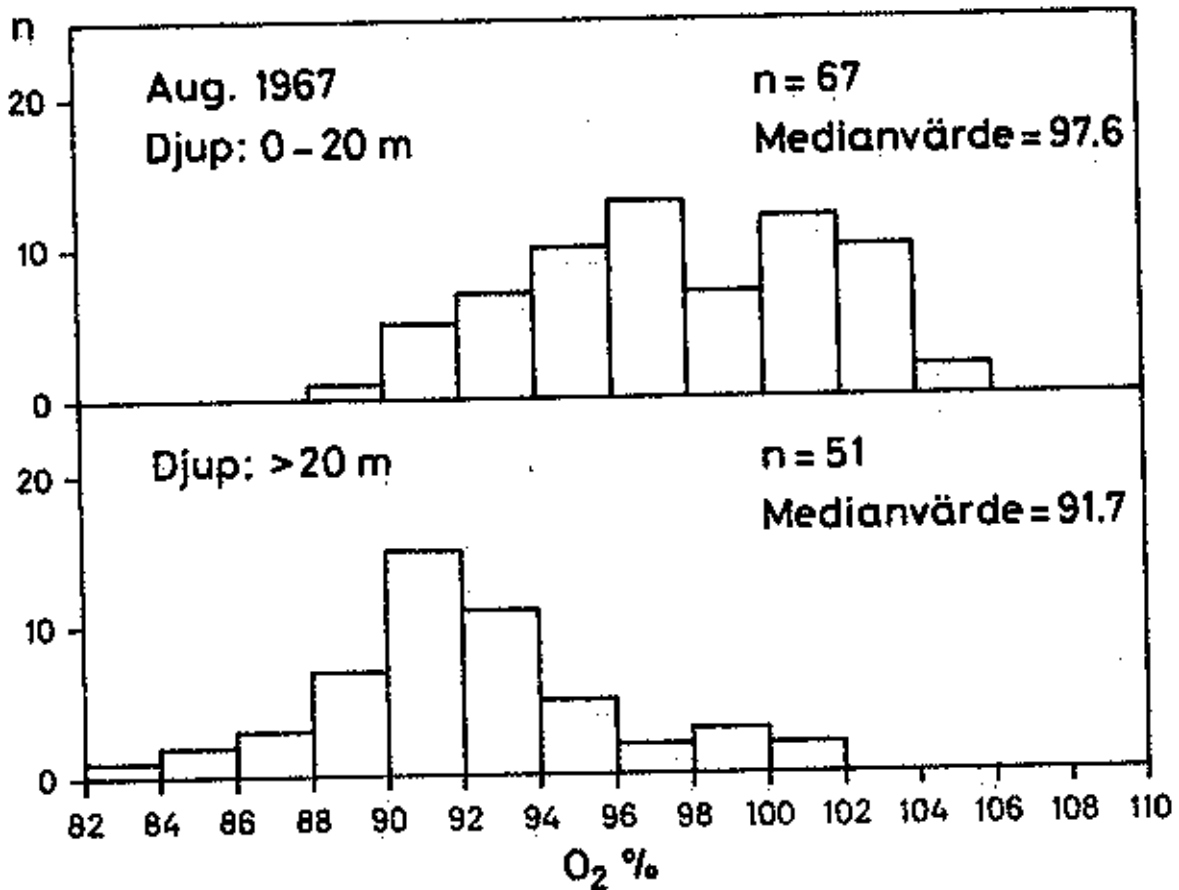
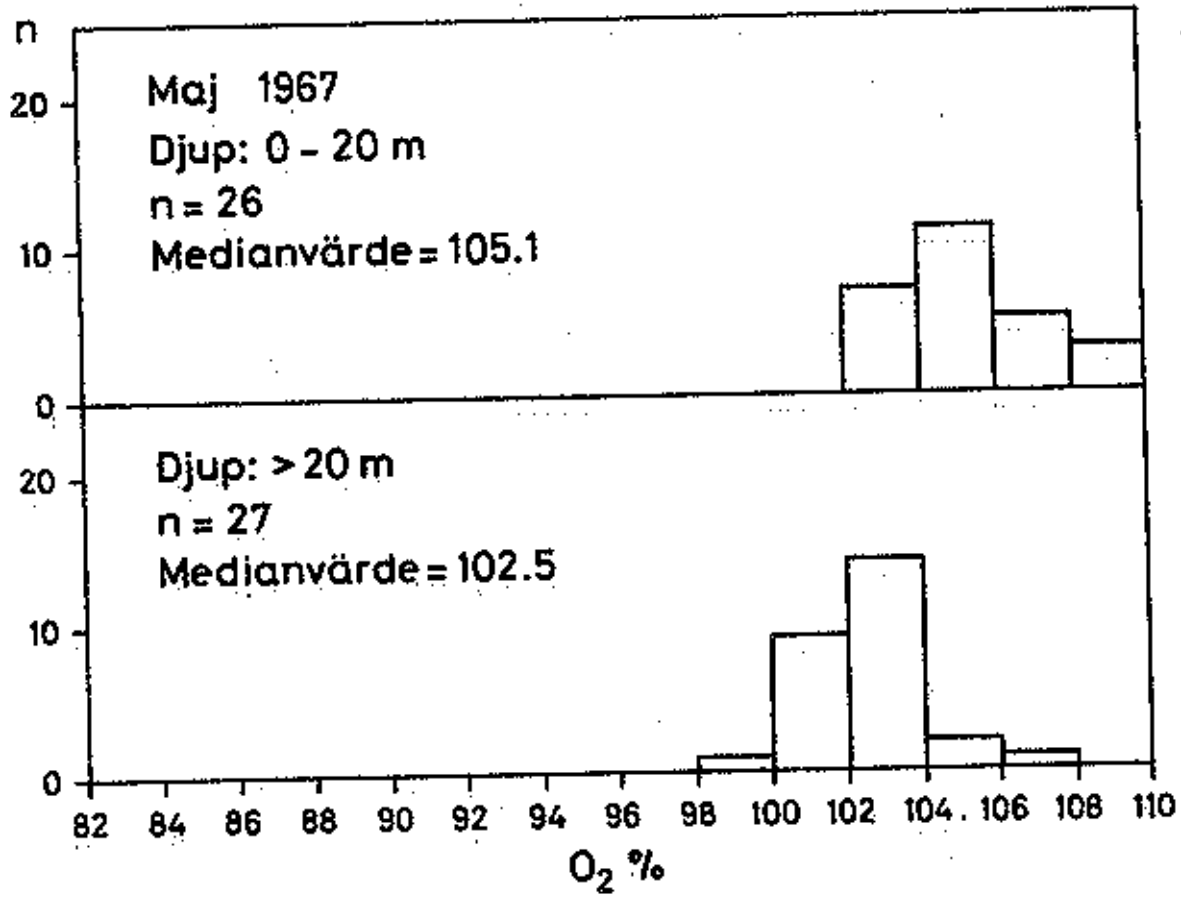
VÄTTERN 1966-1967
Regionsmedelvärden



Syrgas



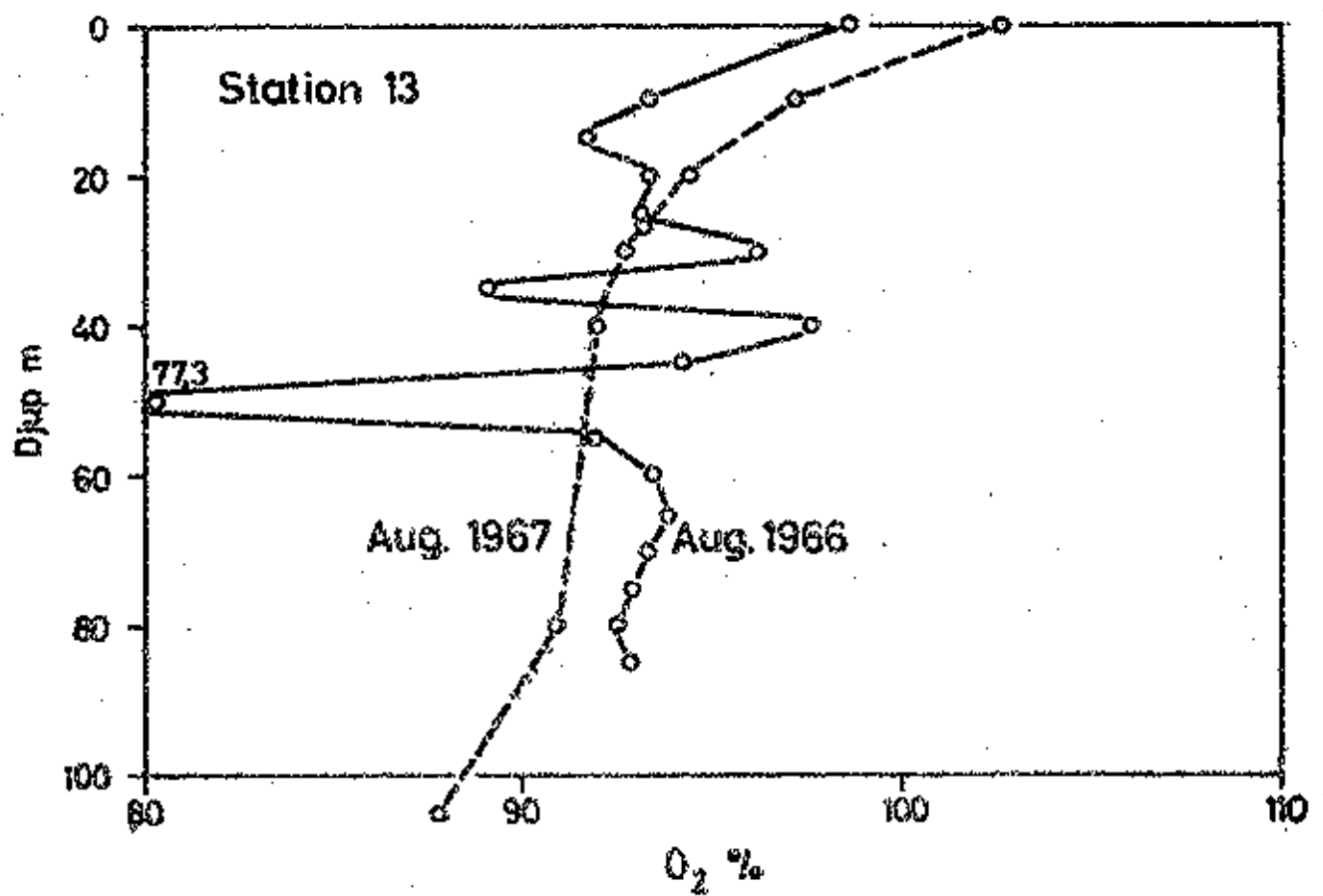
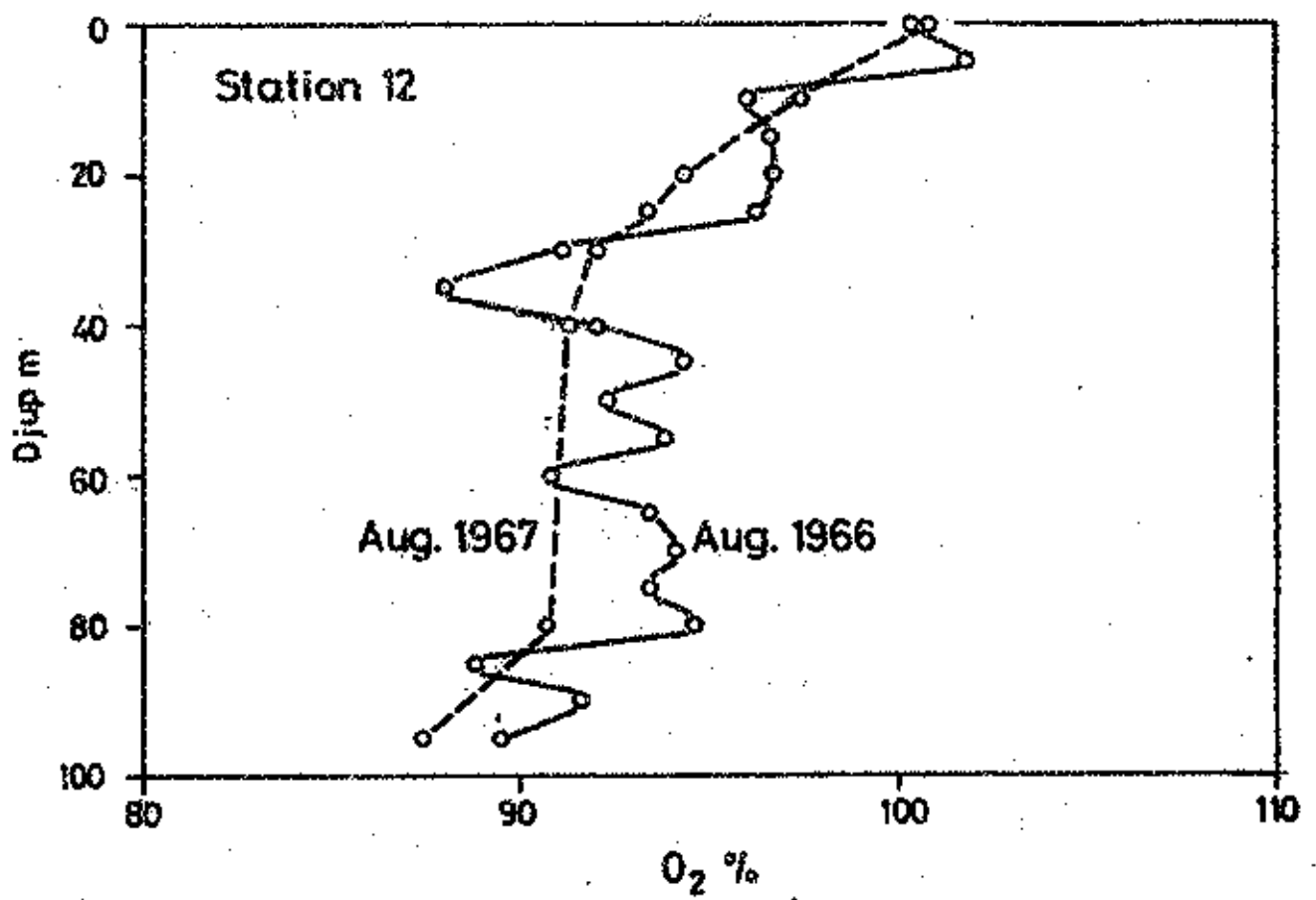
Syrgas



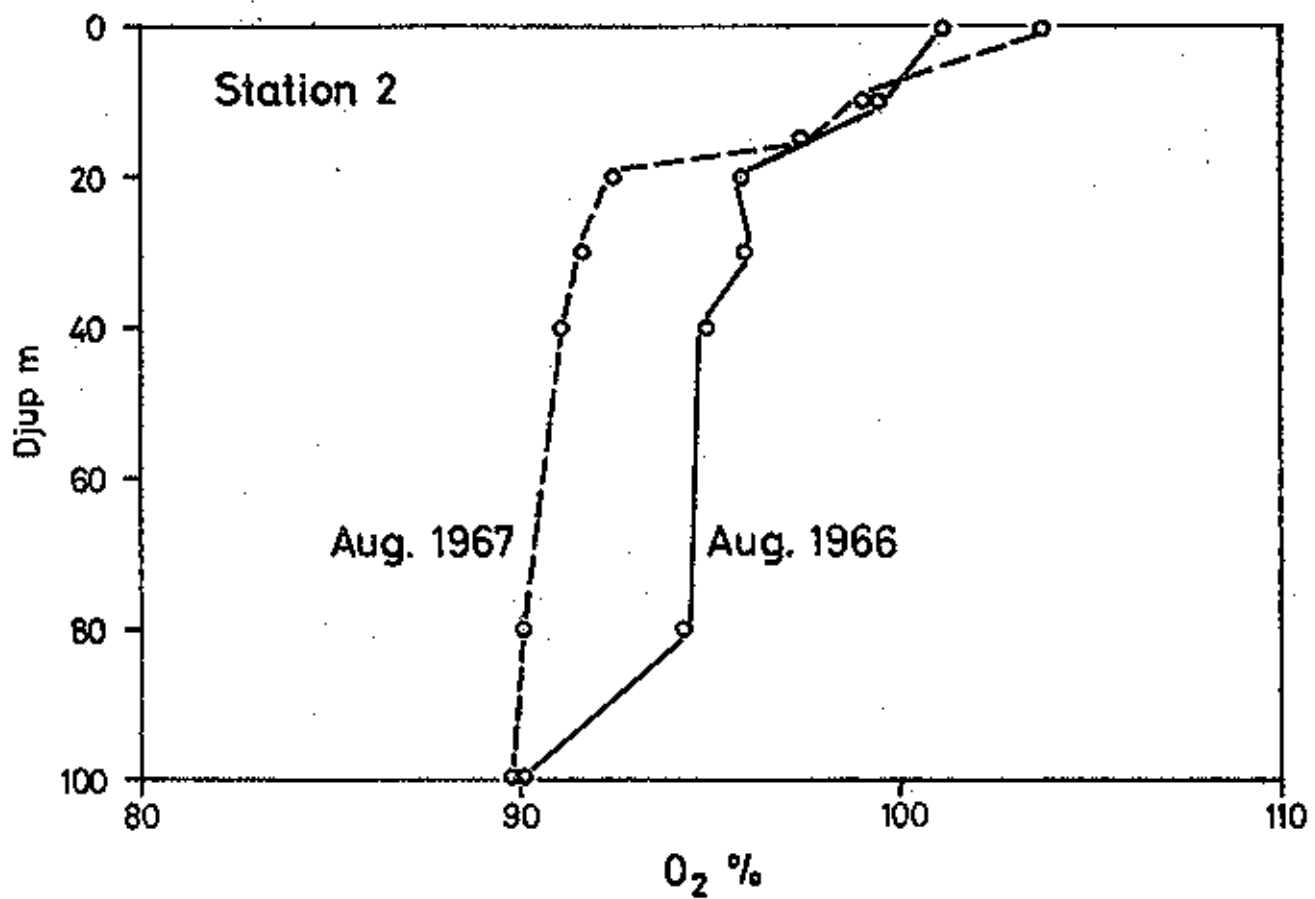
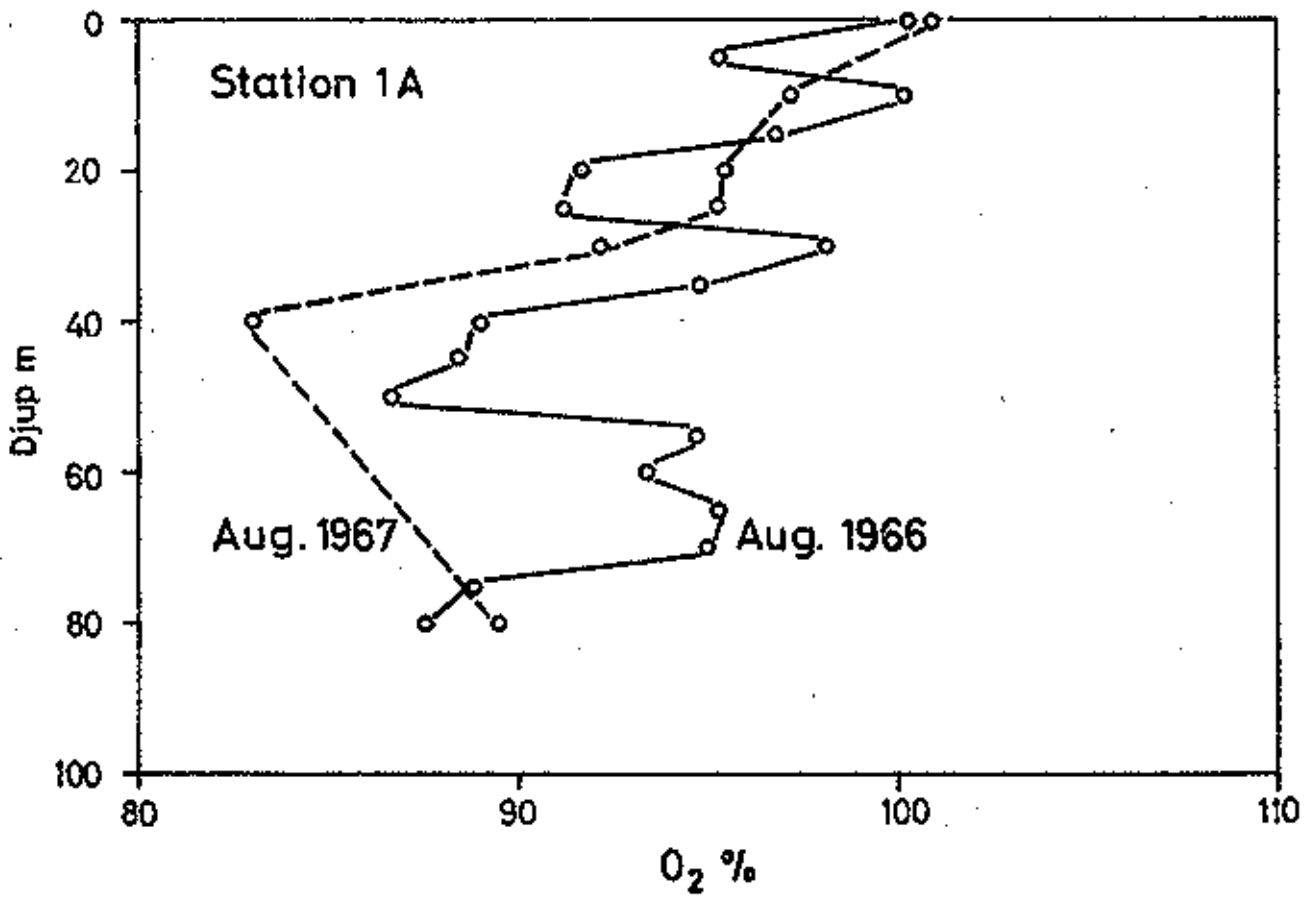
VÄTTERN

Fig. 34

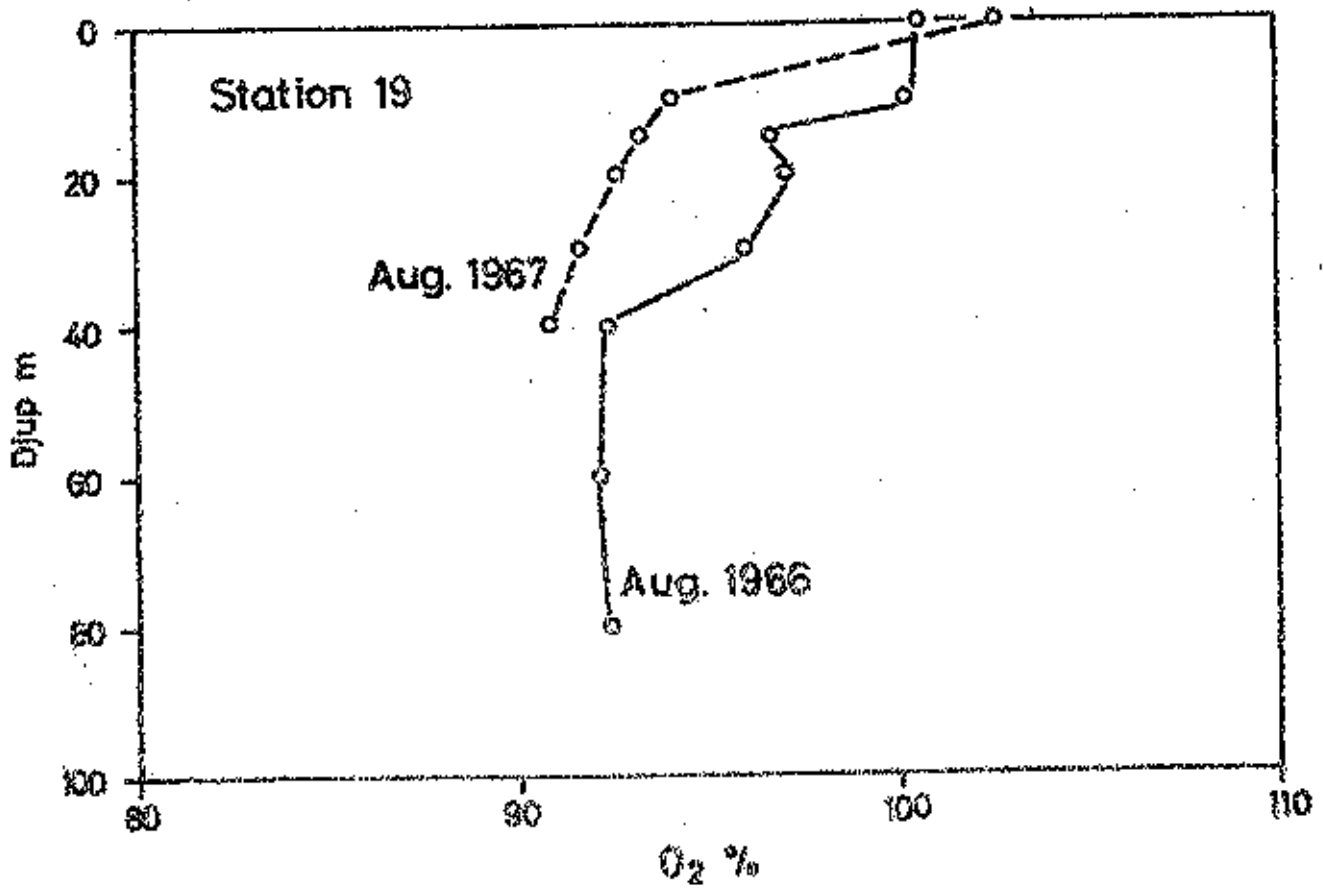
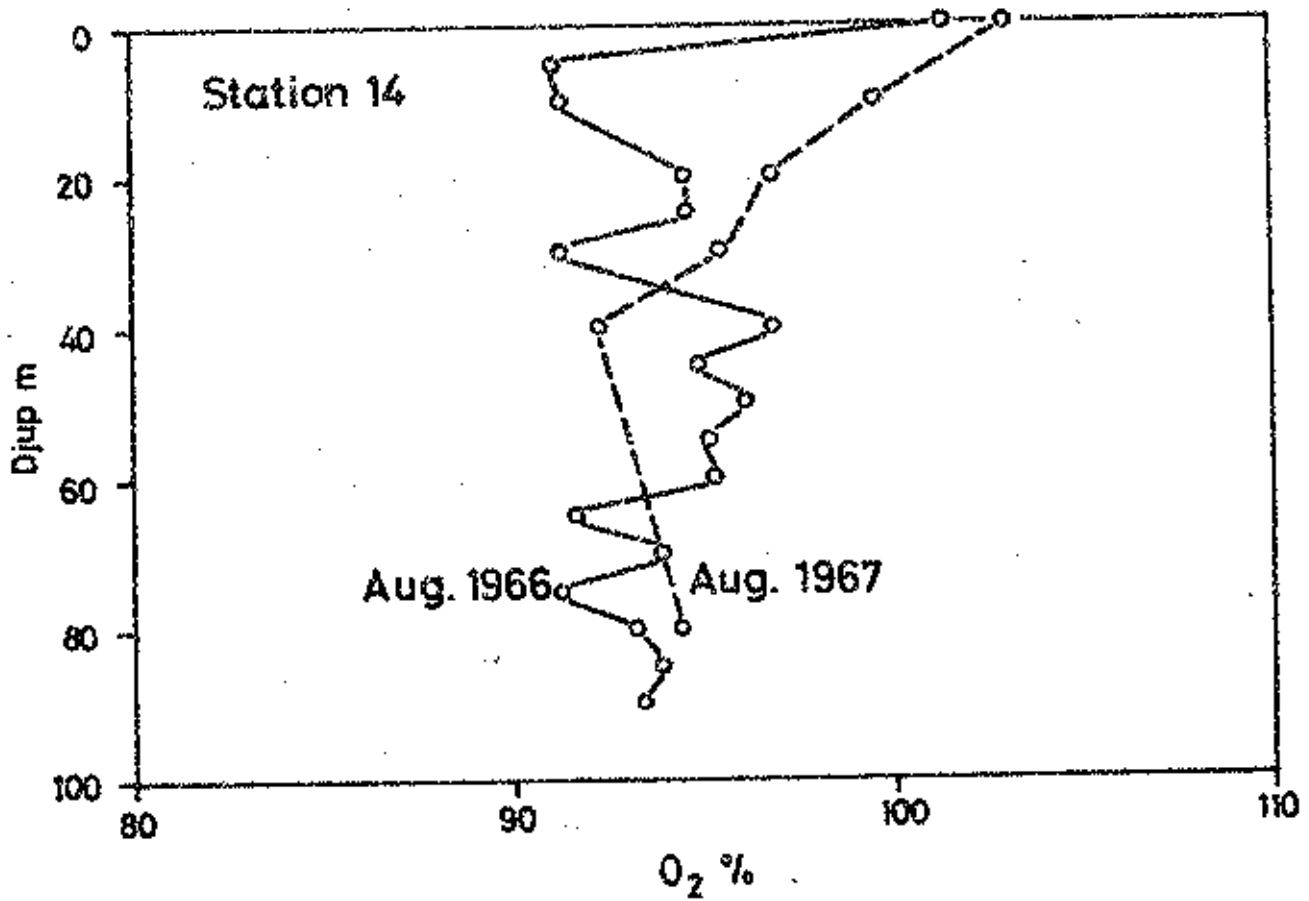
Syrgasprofiler



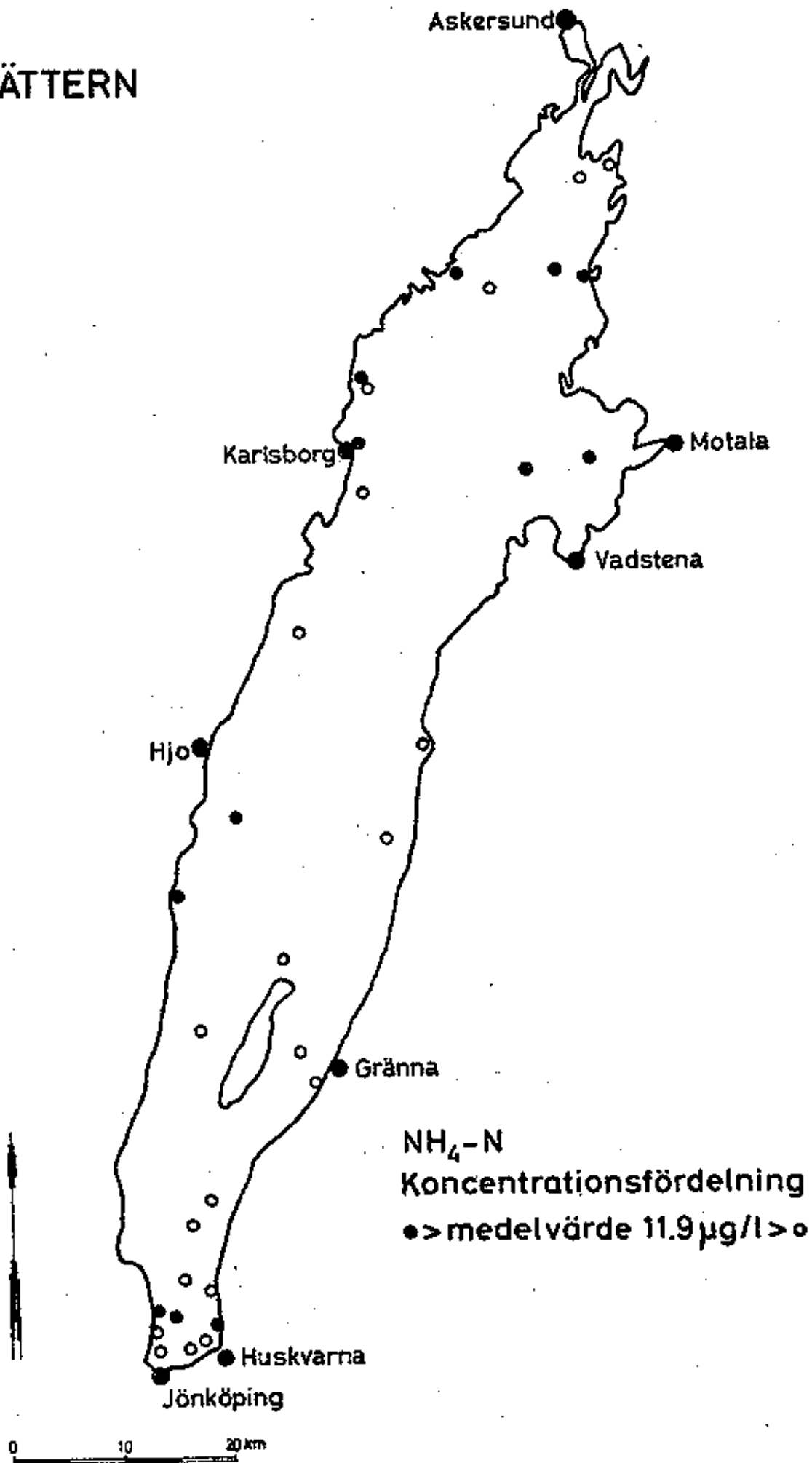
VÄTTERN
Syrgasprofiler



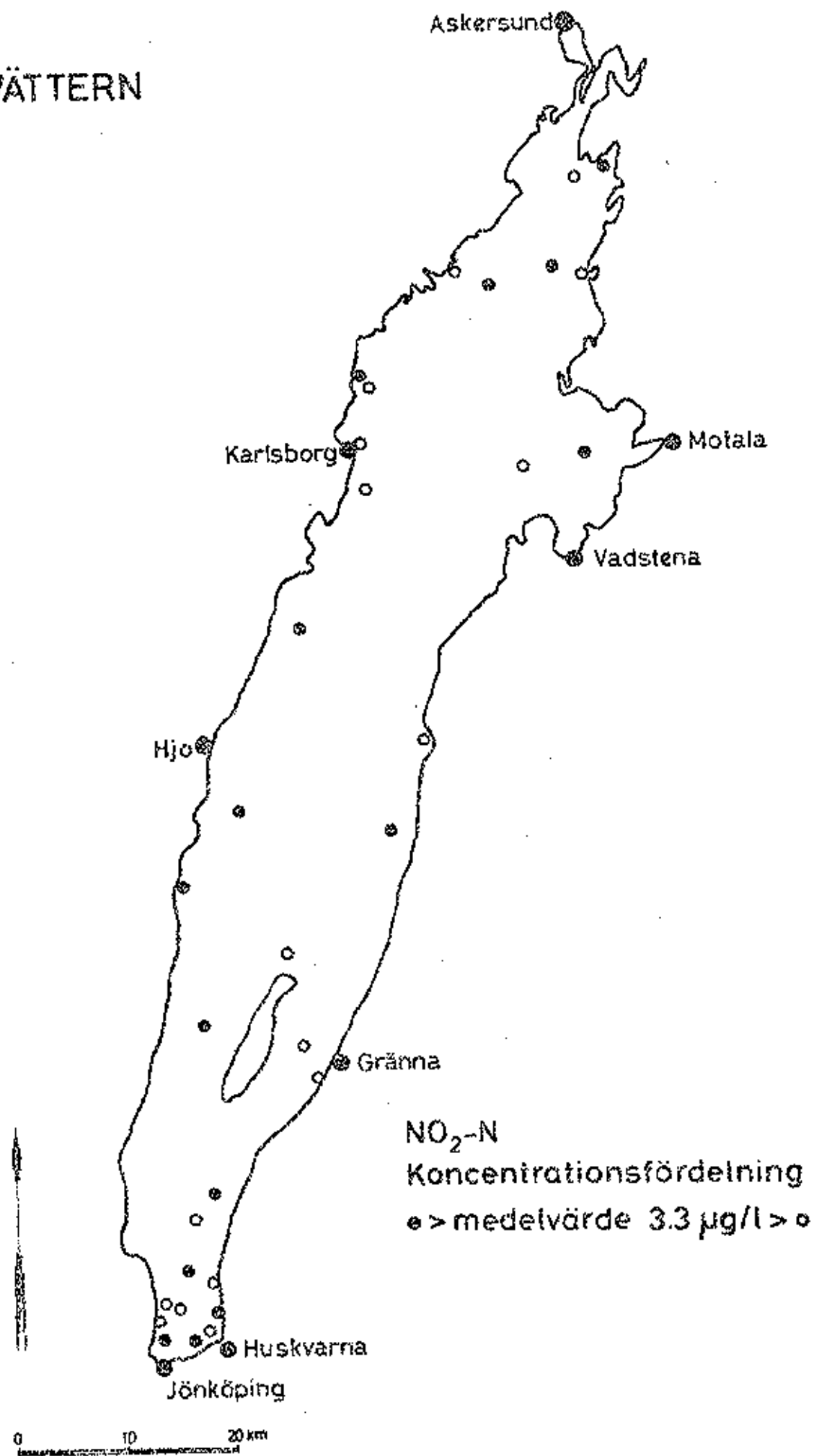
VÄTTERN
Syrgasprofiler



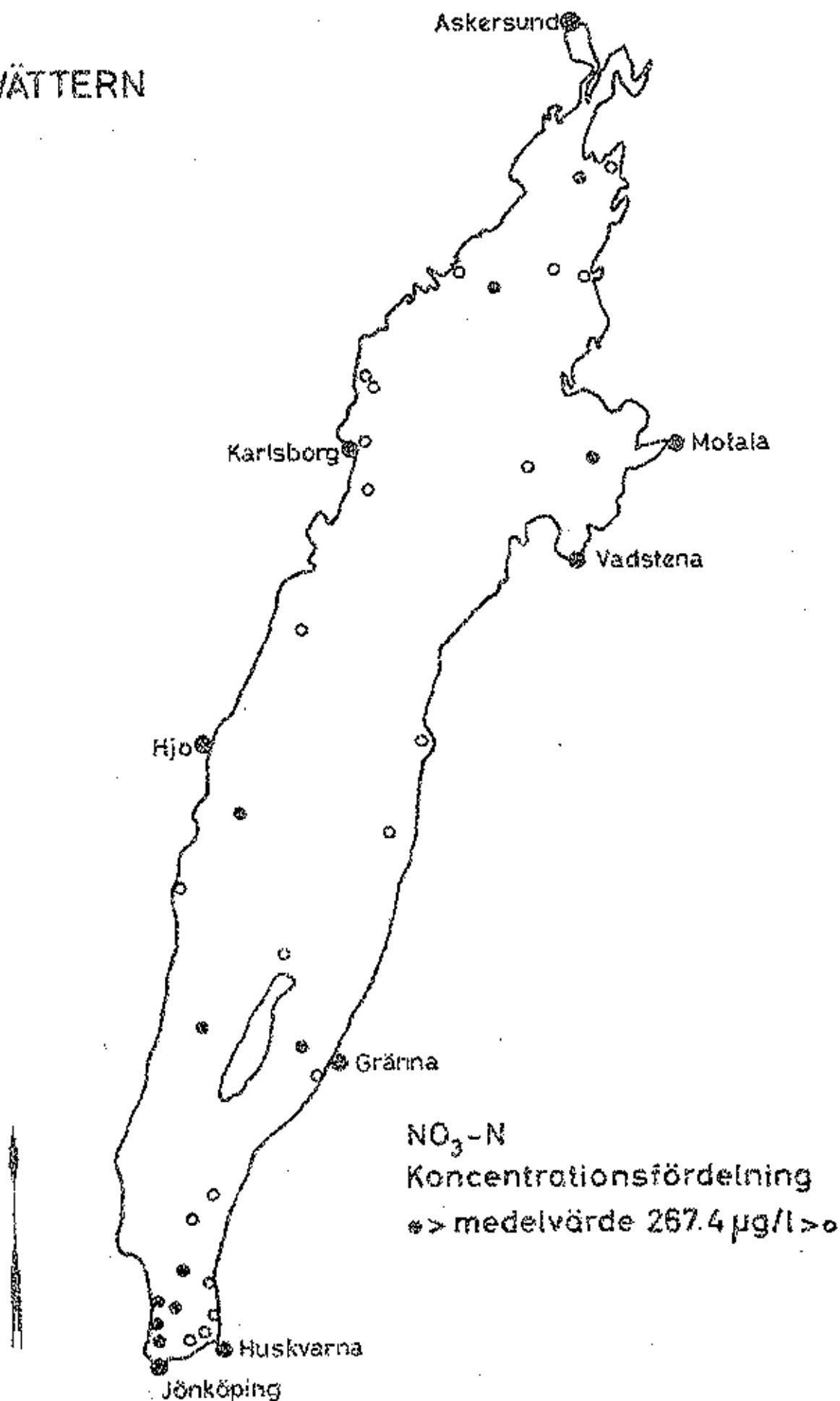
VÄTTERN



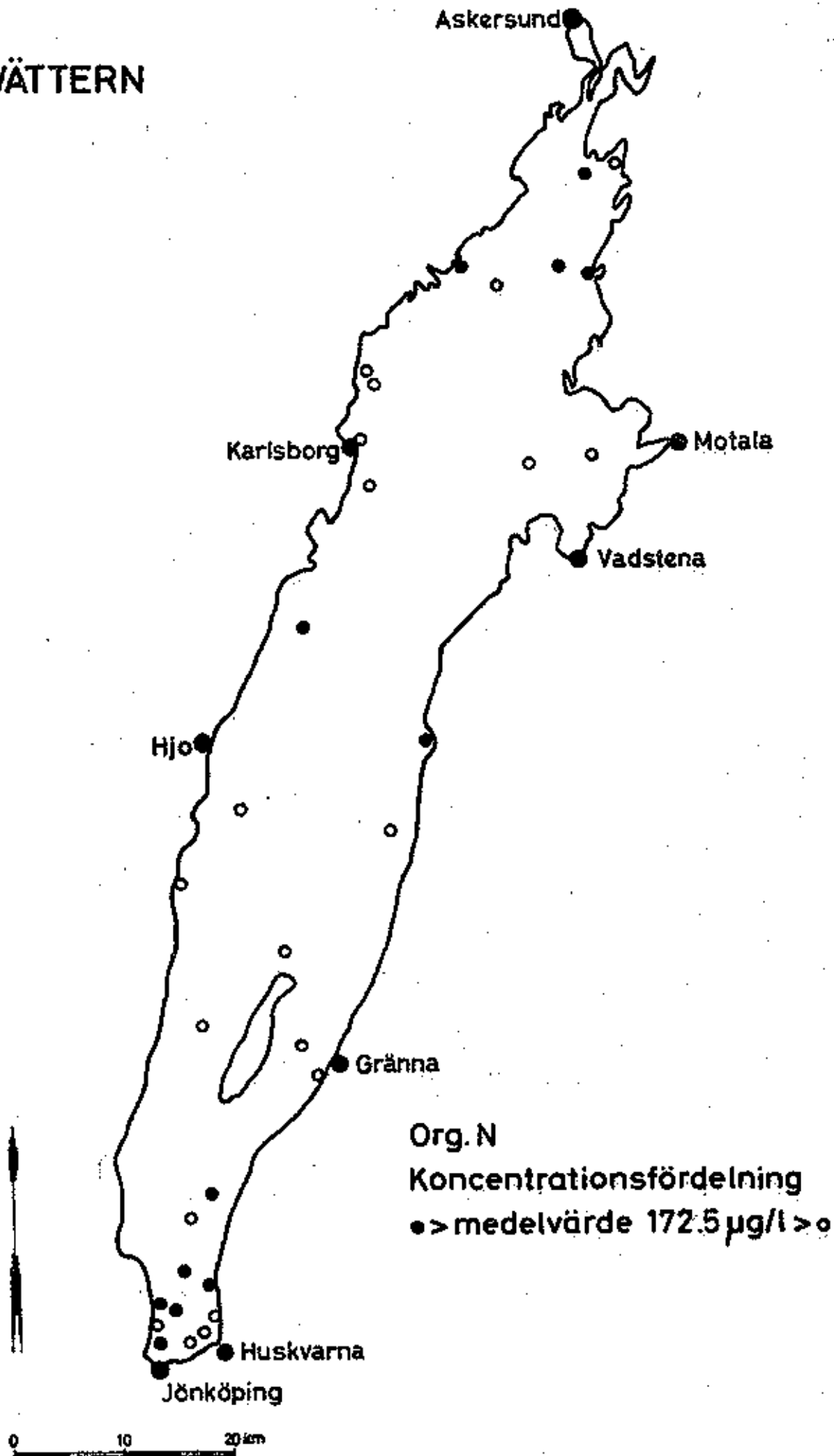
VÄTTERN



VÄTTERN



VÄTTERN



VÄTTERN

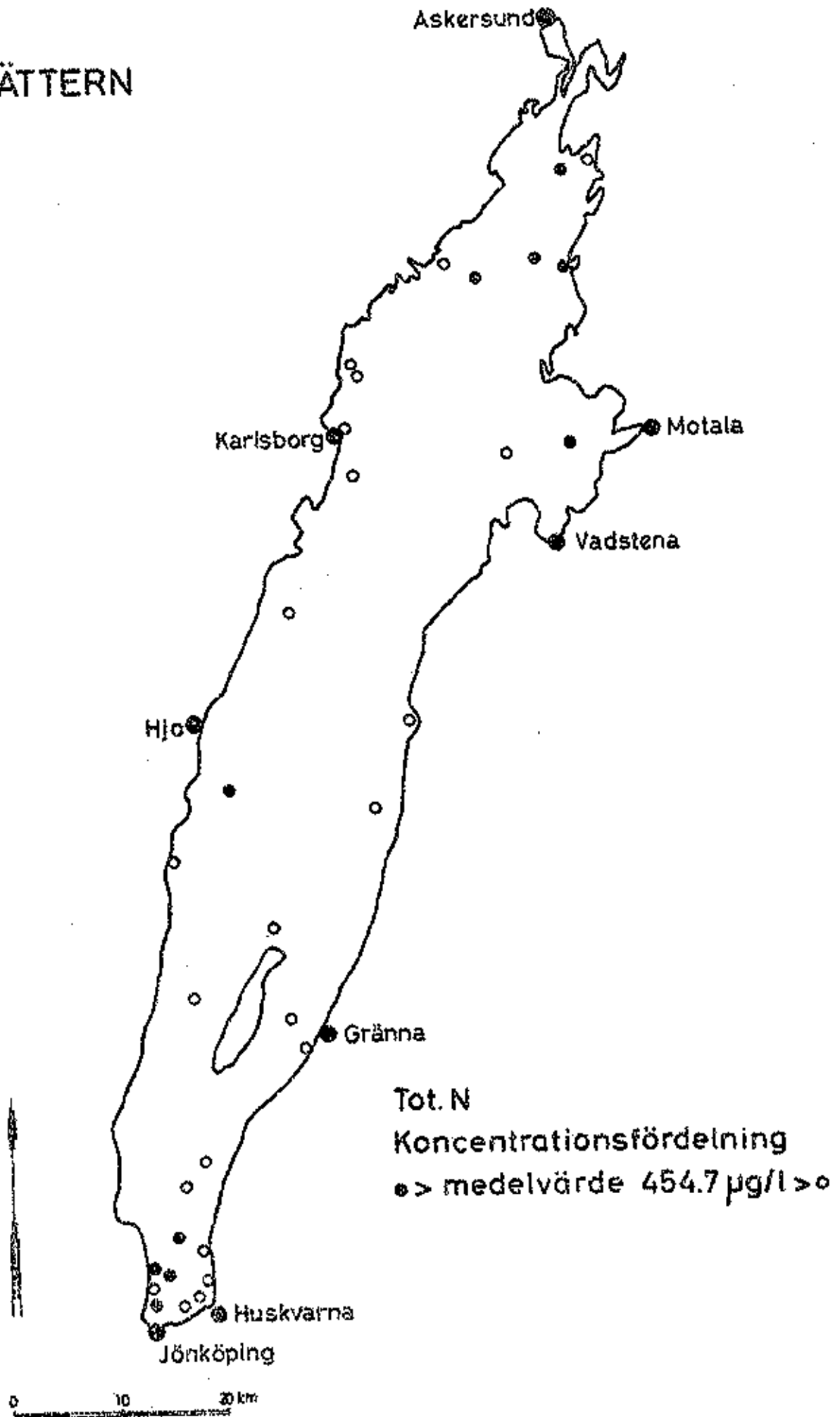
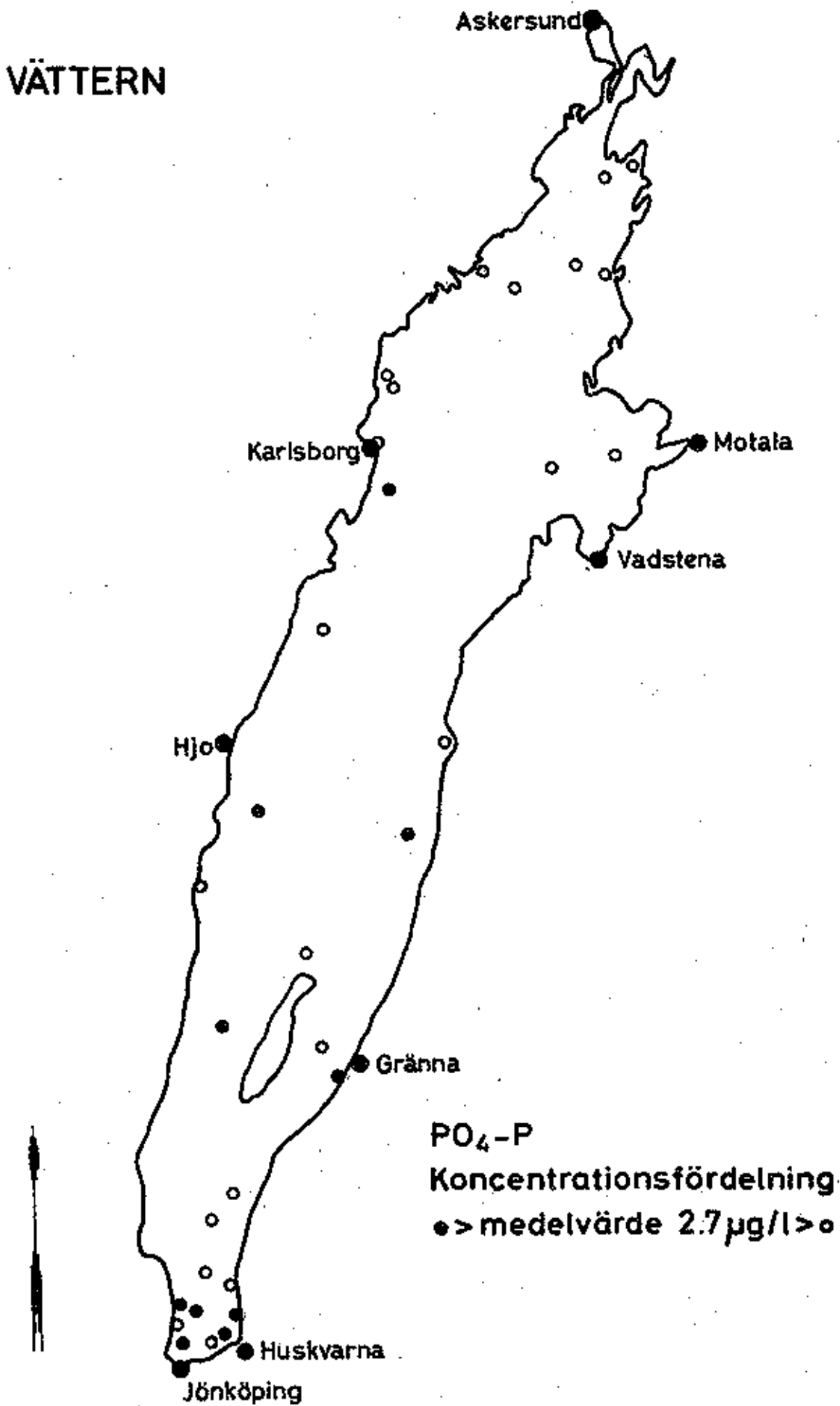
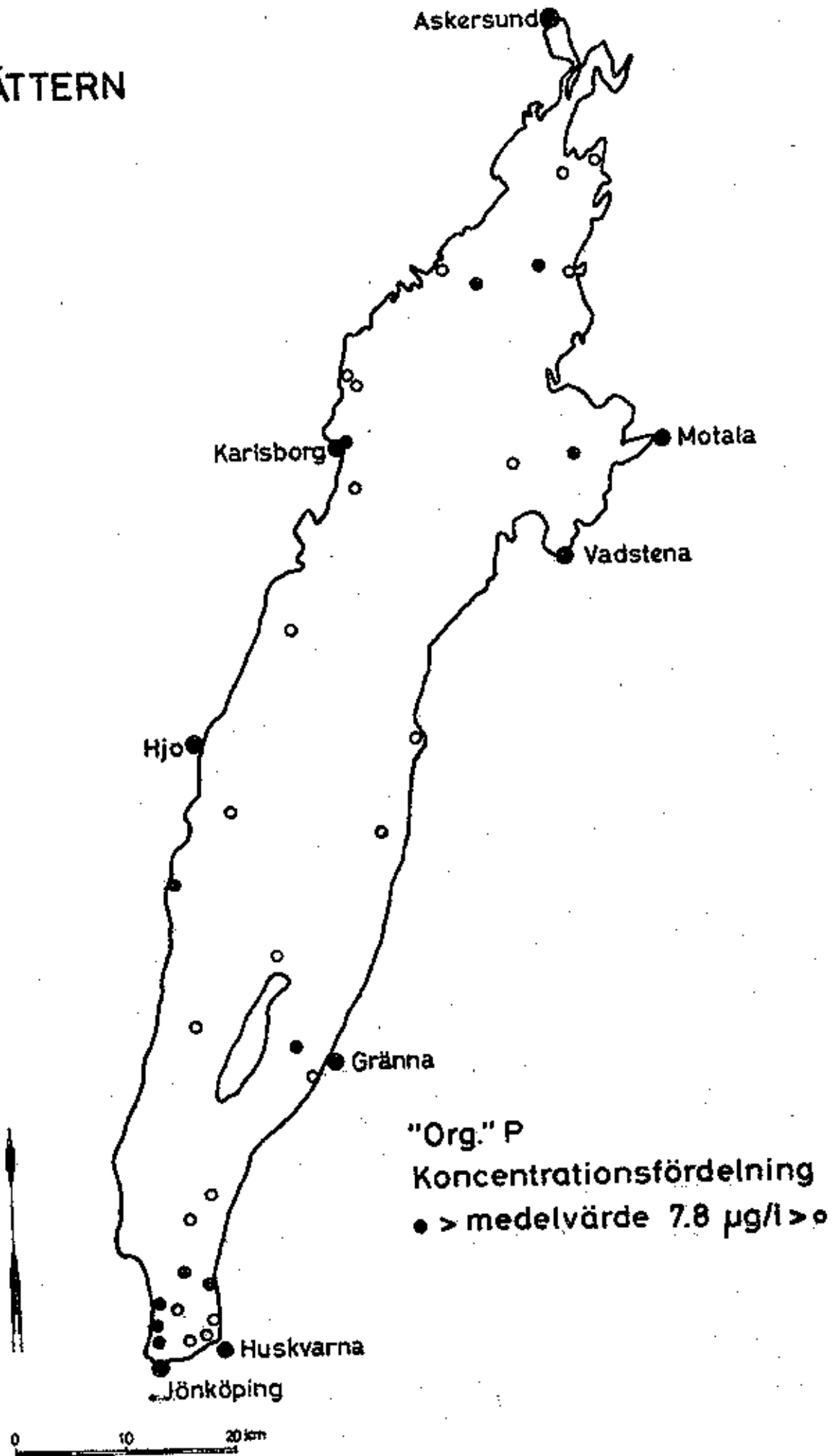


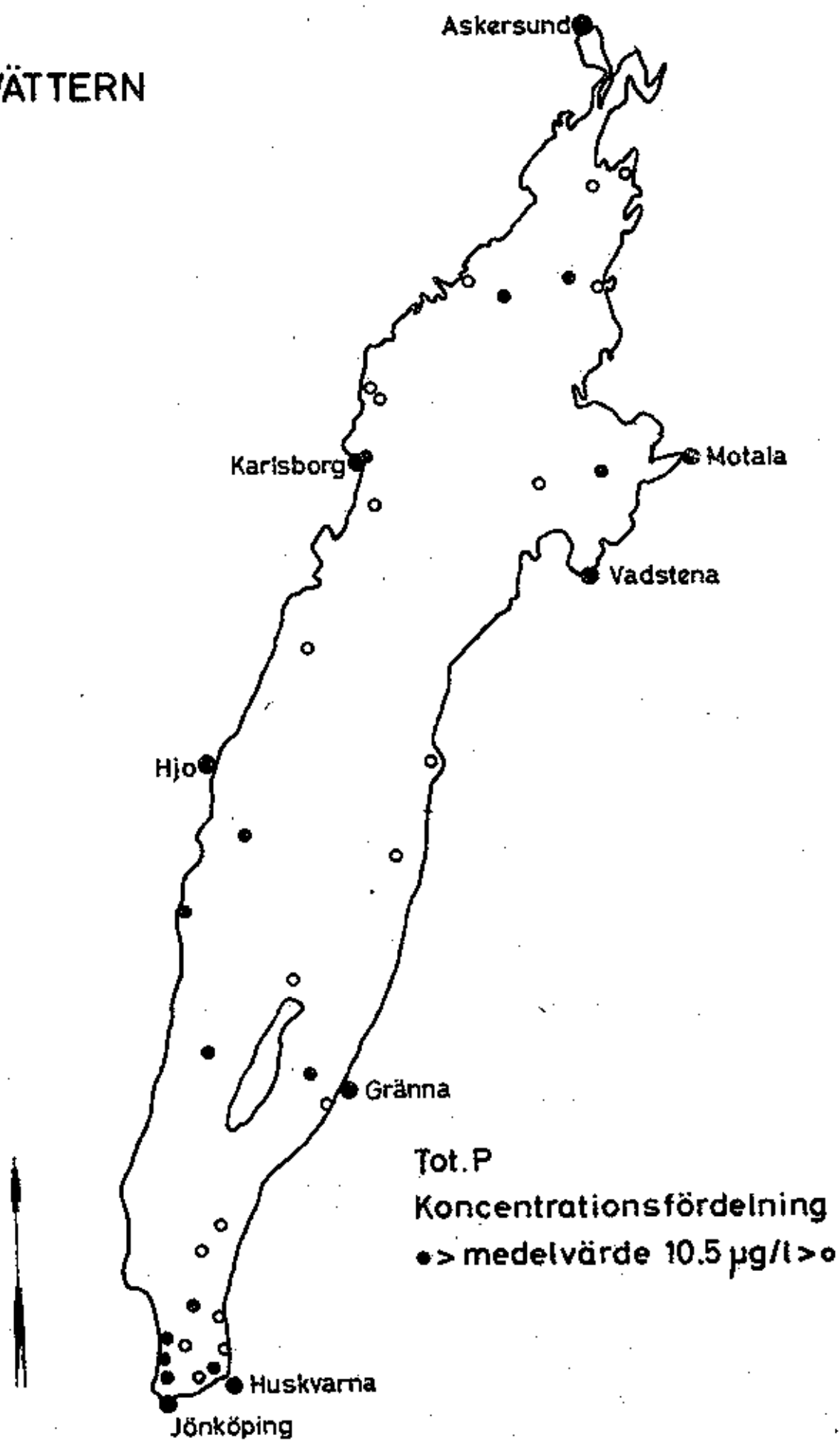
Fig. 42



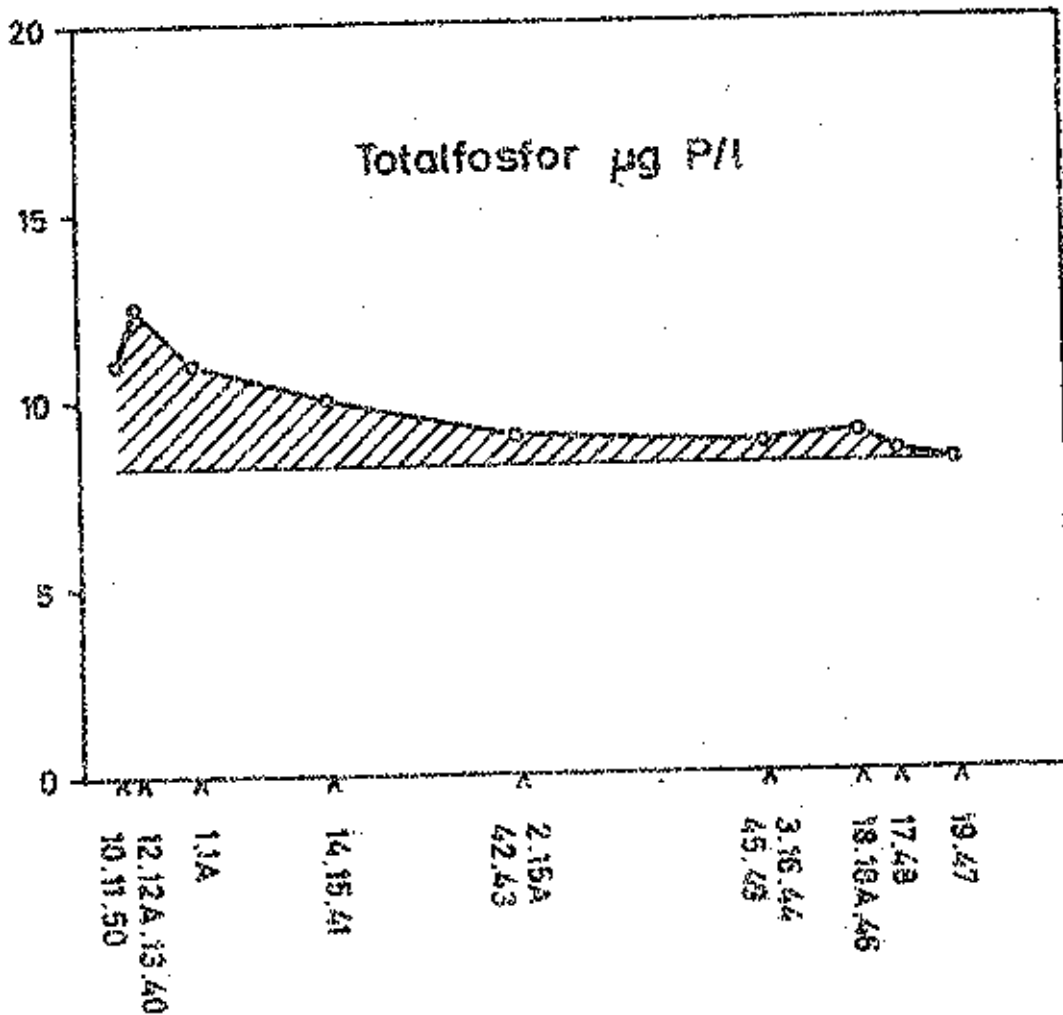
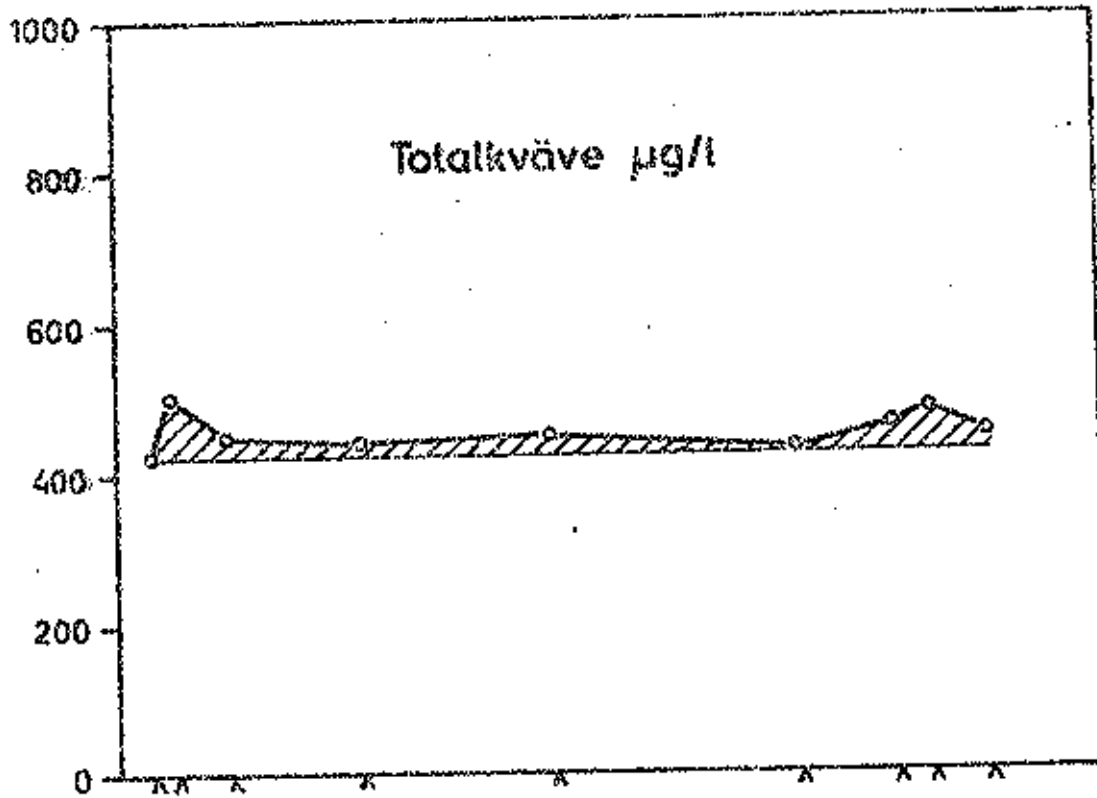
VÄTTERN



VÄTTERN



VÄTTERN 1966-1967
Regionsmedelvärden



Biologiska undersökningar i Vättern 1966 - 1967

Torbjörn Willén

Mälarundersökningen, Limnologiska institutionen,

Uppsala

Innehållsförteckning

	Sid.
I. Uppdrag	1.
II. Provtagningar	1.
III. Delrapporter	3.
IV. Bakteriologi	6.
1. Lokala bakteriologiska undersökningar	6.
2. Målarundersökningens analyser	6.
V. Växtplankton	12.
1. Totalvolym	13.
2. Totalvolym i förhållande till fosfor- och kvävehalter	19.
3. Artförekomst; äldre undersökningar	21.
VI. Klorofyll a	24.
VII. Bentos	30.
VIII. Bottenfauna	33.
IX. Fiskefrågor	38.
1. Uppdrag	38.
2. Allmänna synpunkter	39.
3. Lekområden	40.
4. Fiskfångsten	41.
a. Fångstplatser; fångsternas storlek och värde	41.
b. Fiskredskapen	46.
5. Fisket i Vättern samt synpunkter på fiskets framtid	48.
X. Sammanfattning	49.
XI. Referensen	51.
XII. Bilaga: H. Rundberg. Vättern. Fiskeribiologisk litteratur	

I. Uppdrag

Vid sammanträde med utredningsorganet inom Kommittén för Vätterns vattenvård i Jönköping 7-9 februari 1968 erhöll undertecknad uppdraget att sammanställa och bedöma resultaten av de biologiska undersökningar som utförts i Vättern under 1966 och 1967 och att i samråd med laborator Lars Karlgren och fil.lic. Thorsten Ahl bedöma samtliga under nämnda period utförda undersökningar. Samråd har dessutom skett med bl.a. fil.kand. Rängne Fondén, docent Ulf Grimås, fil.kand. Barbro Grönberg, fil.mag. Anna Tolstoy, samtliga Uppsala samt byrådirektör Curt Wendt, Göteborg, vilka samtliga utfört delundersökningar.

II. Provtagningar

Statens vatteninspektion utförde under sommaren 1962 i samarbete med Kommittén för Vätterns vattenvård en undersökning av Vättern omfattande fysikalisk-kemiska analyser, kvalitativ och kvantitativ analys av växt- och djurplankton, analys av bottenfaunan, primärproduktionsbestämningar enligt kol-14-tekniken samt bakteriologisk analys. Resultaten av dessa undersökningar redovisades i juli 1965 av laborator Lars Karlgren. Detta material - jämte vissa äldre undersökningar, vilka nedan refereras - utgör ett mycket värdefullt bakgrundsmaterial.

Vid överläggningar i oktober 1964 mellan kommittén och professor Wilhelm Rodhe, Limnologiska institutionen, Uppsala, samt laborator Lars Karlgren, Statens vatteninspektion, Drottningholm, diskuterades omfattningen av förnyade och intensifierade undersökningar. I januari 1966 diskuterades ytterligare ifrågasatta undersökningar med olika representanter och myndigheter. Det principprogram som utformats ingår i Kommitténs för Vätterns vattenvård rapport nr 3:2 och 3:3. I detta redogörs för målsättning, provtagningsplatsernas läge samt undersökningens omfattning. De biologiska undersökningar som kommittén fann vara av värde att utföra var:

1. Kvalitativ och kvantitativ bestämning i alla stationer av fytoplanktons biomassa samt klorofyllanalys. I södra Vättern samt i ytterligare två stationer bestämning av nybildad organisk substans med användande av C₁₄-metodik.
2. Påväxt
3. Bottenfauna".

Synpunkter på provtagningsfrekvensen framfördes även. I praktiken har omfattande provtagningar skett i fem omgångar, nämligen i augusti och november 1966

samt i mars, maj och augusti 1967. Påväxt och bottenfauna har analyserats oberoende av ordinarie provtagningsomgångar. Vad beträffar fytoplankton (växtplankton) föreslogs av undertecknad efter samråd med vatteninspektör Göran Rosén, Statens vatteninspektion, att de ordinarie provtagningarna under 1967 skulle kompletteras med provtagningar på ett begränsat antal lokaler var fjortonde dag under perioden maj t.o.m. september. Vad beträffar ytterligare detaljer och modifieringar i det ursprungliga programmet hänvisas till tidigare avgivna rapporter samt till kommentarer nedan under respektive ämnesområde.

Enligt principprogrammet skulle de föreslagna undersökningarna utföras under en period av ca 3 år. Undersökningar har emellertid endast utförts under drygt ett år, augusti 1966 - augusti 1967, varför någon egentlig bild av variationen år från år ej har skapats. Genom Vatteninspektionens undersökningar 1962 tecknas - med undantag för vissa biologiska faktorer - en bild av förhållandena under högsommaren (juli), genom de nu utförda undersökningarna erhålles en gles årscykel med möjlighet till jämförelse mellan två augustisituationer. Kravet på fortlöpande undersökningar kvarstår.

Genom de utförda undersökningarna har ett omfattande datamaterial skapats och en grund lagts för bedömning av nuläge och för viss prognos för framtiden. För en fullständig bedömning av näringskedjan producenten (alger, högre växter) - konsumenter på skilda nivåer (djurplankton, botten djur, fisk) - destruerer (bakterier) saknas i första hand i det närmaste alla uppgifter om djurplanktons kvalitativa och kvantitativa sammansättning. Endast glacialrelikterna behandlas översiktligt i en uppsats av fil.lic. Magnus Furst, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (se nästa kapitel). Vid Vatteninspektionens undersökningar 1962 insamlades djurplanktonprov, men dessa var ej färdigbearbetade då Karlgren avgav sin rapport 1965. Furst påpekar i sin rapport angående glacialrelikternas ställning i ekosystemet (sid. 6): "Det förekommer en stark påverkan mellan arterna från fisk ner till plankton. Detta är oftast den närmaste orsaken till svängningar i individantal." Fursts önskemål om särskilda undersökningar rörande glacialrelikterna då det gäller att få ett grepp om Vätterns ekosystem kan starkt understrykas med utvidgningen att dessa analyser måtte omfatta ett allmänt studium av djurplankton på skilda lokaler. Vad beträffar övriga önskemål om fortsatta undersökningar lämnas ytterligare kommentarer nedan.

Av ovan uppräknade biologiska analyser har produktionsbestämningar med användande av C_{14} -teknik ej kommit till utförande.

En rad forskare, myndigheter och institutioner har varit inkopplade för att

utföra ovan nämnda biologiska analyser närmast under ledning av utredningsorganet inom Kommittén för Vätterns vattenvård:

bakteriologi

fil.kand. Rangne Fondén, Mälarundersökningen, Limnologiska institutionen, Uppsala

växtplankton

vatteninspektör Göran Rosén, Statens vatteninspektion, Drottningholm (t.o.m. 1956)

fil.kand. Barbro Grönberg, Mälarundersökningen, Uppsala (1967)

klorofyllanalys

fil.mag. Anna Tolstoy, Mälarundersökningen, Uppsala

påväxt (bentos)

vatteninspektör Ingeborg Stjerna-Pooth, Statens naturvårdsverk, undersökningslaboratoriet, Drottningholm

bottenfauna

docent Ulf Grimås, Zoologiska institutionen, Uppsala

fil.mag. Göran Milbrink, Zoologiska institutionen, Uppsala

fiskeribiologi

byrådirektör Curt Wendt, Kungl. Fiskeristyrelsen, Göteborg

speciella undersökningar

fil.lic. Gunnar Lysén, Göteborg

fil.lic. Magnus Furst, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm

fil.lic. Thorsten Ahl, Mälarundersökningen, Uppsala

En förteckning av hittills avgivna rapporter från ovannämnda forskare har uppställts i kapitel III.

Undertecknad har sedan den 17 januari 1967 deltagit i vissa sammanträden angående de då pågående undersökningarna och har under 1967 lett arbetena beträffande bakteriologi, växtplankton och klorofyll.

III. Delrapporter

Följande delrapporter har tidigare avgivits och ligger till grund för nedanstående sammanfattning (siffror inom parentes anger rapport från Kommittén för Vätterns vattenvård, 1, 3 resp. 4, samt bilagenummer i nämnda rapporter):

Bakteriologi

Sammanställningar och diagram från skilda bakteriologiska undersökningar, 1:9, 11, 17 och 19.

Vissa fysikaliska, kemiska och bakteriologiska undersökningar utförda av kommunalförbundet Jönköping - Huskvarna avlopprensingsverk och Jönköpings stad, 3:15.

Bakteriologiska undersökningar utförda av Kommittén för Vätterns vattenvård, Skaraborgs vattenverksförbund och vid vattenverken i Ödeskög, Hästholmen, Vadstena och Motala, 3:16.

R. Fondén: Bakteriehållten bestämd med direkt räkning i Vättern 29-30 augusti och 14-17 november 1966, 3:10.

R. Fondén: Bakteriehållten i Vättern bestämd med direkt räkning 1967, 4:7:2.

Växtplankton

G. Rosén: Ang. resultatet av fytoplanktonproverna från augustiprovtagningarna i Vättern 1966; delrapport 21 april 1967, ej ingående i Kommitténs rapporter.

B. Grönberg: Växtplankton i Vättern, 4:7:1.

Klorofyll

A. Tolstoy: Klorofyll a i Vättern 29-30 augusti och 14-17 november 1966, 3:11.

A. Tolstoy: Klorofyll a i Vättern 14-20 mars, 22-23 maj och 28-29 augusti 1967, 4:7:3.

Bentos

I. Stjerna-Pooth: Undersökning av bentos (alger och djurformer) vid Vätterns stränder den 8-9/9 1966 och den 28/6 1967, 4:7:5.

Bottenfauna

U. Grimås: Preliminär redogörelse över undersökningar av bottenfaunan i Vättern, 3:14.

U. Grimås: Undersökningar över bottenfaunan i Vättern. Delrapport 2 och 3, 4:7:4.

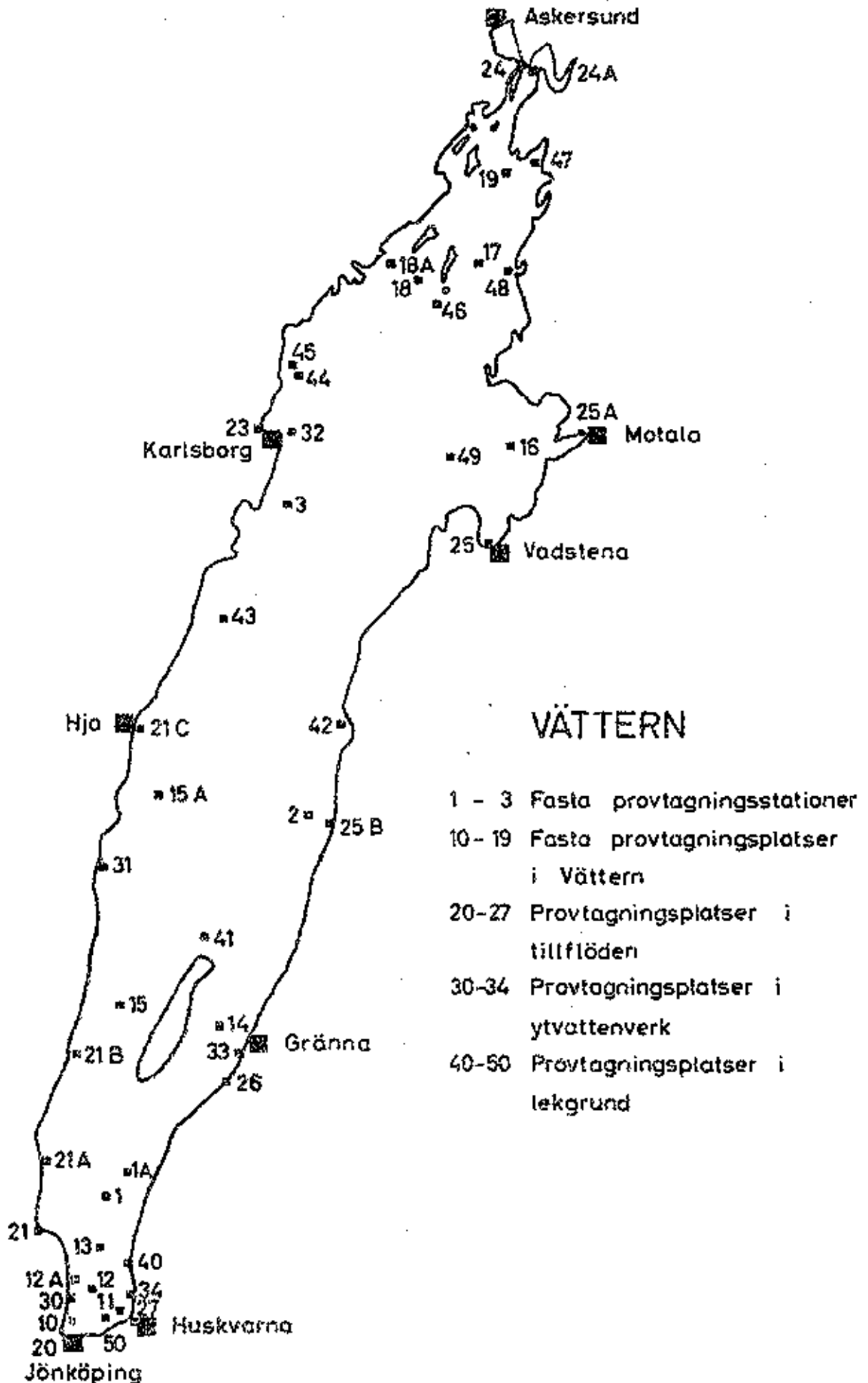
G. Milbrink: En preliminär rapport angående oligochaeternas utbredning och sammansättning i Vättern 1966-1967 och en jämförelse med prof. S. Ekmans värden från 1911 och 1912; delrapport 1 februari 1968, ej ingående i Kommitténs rapporter.

Fiskeribiologi

C. Wendt: Utredning av fiskefrågor av betydelse för Vätterns utnyttjande, delrapport i januari 1968, ej ingående i Kommitténs rapporter.

H. Rundberg: Sammanställning av litteratur angående fiske i Vättern, utförd inom Målarundersökningen och bilagd denna slutrapport.

Fig. 1.



Speciella undersökningar, allmänna rapporter

G. Lysén: (Utdrag ur) Redogörelse över av fil.lic. G. Lysén utförda limnologiska undersökningar i Bottensjön åren 1960 och 1962, 1:12.

M. Fürst: Glacialrelikterna i Vättern, 4:8:1.

T. Ahl: Analysprotokoll för "slam"-prover från Vättern 18.5.1967, 4:8:5.

S.Å. Svensson: Vattenvårdsplan för Vättern, VATTEN 1967:2.

Vättern ska räddas, Råd och Rön 1968:4.

IV. Bakteriologi

1. Lokala bakteriologiska undersökningar

Bakteriologiska undersökningar har dels utförts sedan flera år tillbaka av kommunalförbundet Jönköping - Huskvarna avloppsreningsverk och Jönköpings stad, Kommittén för Vätterns vattenvård, Skaraborgs vattenverksförbund och vid vattenverken i Ödeshög, Hästholmen, Vadstena och Motala, dels av Mälarundersökningen (1966 - 1967). De förstnämnda undersökningarna omfattar bl.a. gelatin 20°, kongoagar 45° samt termotabila coli, medan den sistnämnda undersökningen omfattar direkt räkning av bakterierna.

De resultat som nåtts vid de lokala undersökningarna (alltså ej Mälarundersökningens analyser 1966 - 1967) samt vid Vatteninspektionens analyser (Karlgrén 1965, sid. 17) pekar på att mycket höga bakteriehalter vid vissa tillfällen förekom i södra delen av Vättern. Under 1963, 1964 och 1965 var halten colibakterier sålunda på vissa lokaler i regionen närmast Jönköping tidvis så hög att vattnet var otjänligt eller med tvekan tjänligt för bad.

2. Mälarundersökningens analyser

Bakteriehalten bestämd med direkt räkning. - Vattenbakterier utgörs normalt av heterotrofa bakterier, vilka får för sina livsprocesser nödvändig energi genom nedbrytning av organisk substans. Även om den vid analyserna använda metodiken är behäftad med vissa fel har goda resultat nåtts vid undersökningar i ett stort antal svenska vatten och klara samband erhållits mellan bakteriehalt, växtplankton- och närsaltmängd.

Fullständig resultatredovisning lämnas i Fondéns rapporter (se ovan). I tabell 1 har värden från ett mindre antal stationer sammanställts från vilka prov vid samtliga fem provtagningsstillfällen erhållits. Resultaten har även åskådliggjorts på fig. 2 och 3, där variationen under den aktuella perioden direkt kan avläsas.

Tabell 1. Antalet bakterier i Vättern 29-30/8 och 14-17/11 1966, 14-20/3, 22-23/5 och 28-29/8 1967 bestämt med direkt räkning på membranfilter. Beteckningen y anger att provet tagits i ytan; s i språnghöjden. Beteckningen + anger att provet förolyckats.

Stationsnummer	Djup m	Antal bakterier tusental/ml				
		Augusti 1966	November 1966	Mars 1967	Maj 1967	Augusti 1967
1	y	-	-	200	360	320
	40	-	-	160	-	-
	80	-	-	170	-	-
	110	-	-	160	-	-
1A	y	310	280	-	270	270
	10	280	-	-	-	280
	20	220	-	-	-	230
	25 (s)	-	-	-	-	270
	30	170	-	-	-	240
	40	160	120	-	250	220
	80	130	120	-	250	220
2	y	230	250	200	340	320
	10	190	-	-	-	310
	15 (s)	-	-	-	-	340
	20	190	-	-	-	310
	30	180	-	-	-	290
	40	160	130	190	220	270
	80	130	120	-	170	240
	100	190	110	160	170	230
10	y	410	350	-	580	510
	10	360	-	-	-	490
	20	310	-	-	-	480
	25 (s)	290	-	-	-	500
	30	280	150	-	420	440
11	y	380	330	-	480	440
	10	340	-	-	-	410
	15	290	-	-	-	-
	17	180	100	-	-	-
	20	-	-	-	-	400
	24 (s)	-	-	-	400	370

Stations- nummer	Djup m	Antal bakterier tusental/ml				
		Augusti 1966	November 1966	Mars 1967	Maj 1967	Augusti 1967
3	y	-	200	140	240	240
12	y	360	320	280	550	450
12A	y	-	260	-	350	320
13	y	310	250	-	390	260
14	y	220	200	190	400	370
15	y	200	170	140	220	250
15A	y	-	220	200	260	280
16	y	260	240	210	340	320
17	y	210	170	160	260	250
18	y	220	-	170	330	270
19	y	+	180	180	330	340
30	y	-	280	-	490	480
34	y	-	310	-	480	450
40	y	+	230	-	490	420
44	y	320	240	170	460	330
50	y	360	280	-	430	400

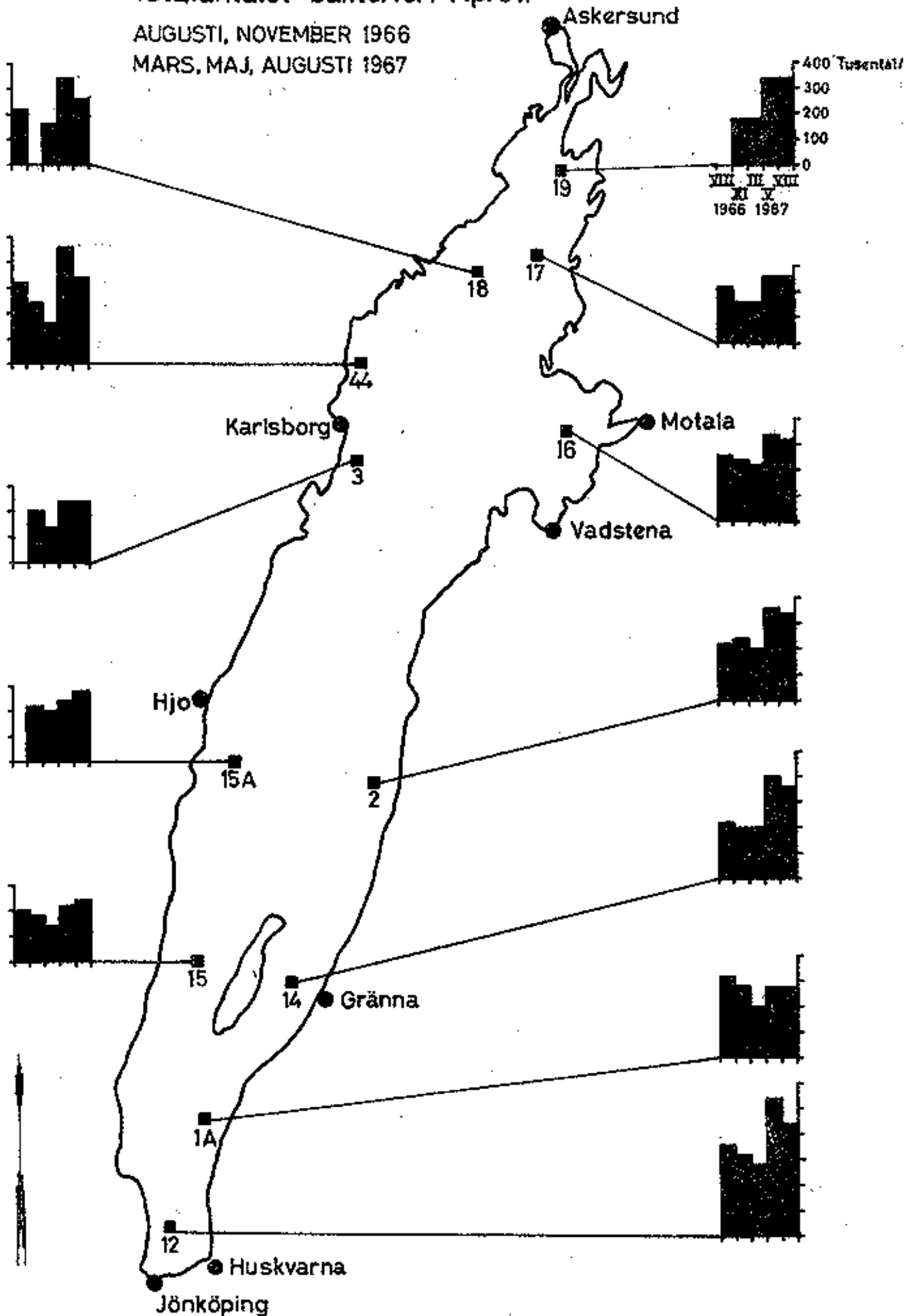
Fig. 2

VÄTTERN

Totalantalet bakterier. Ytprov.

AUGUSTI, NOVEMBER 1966

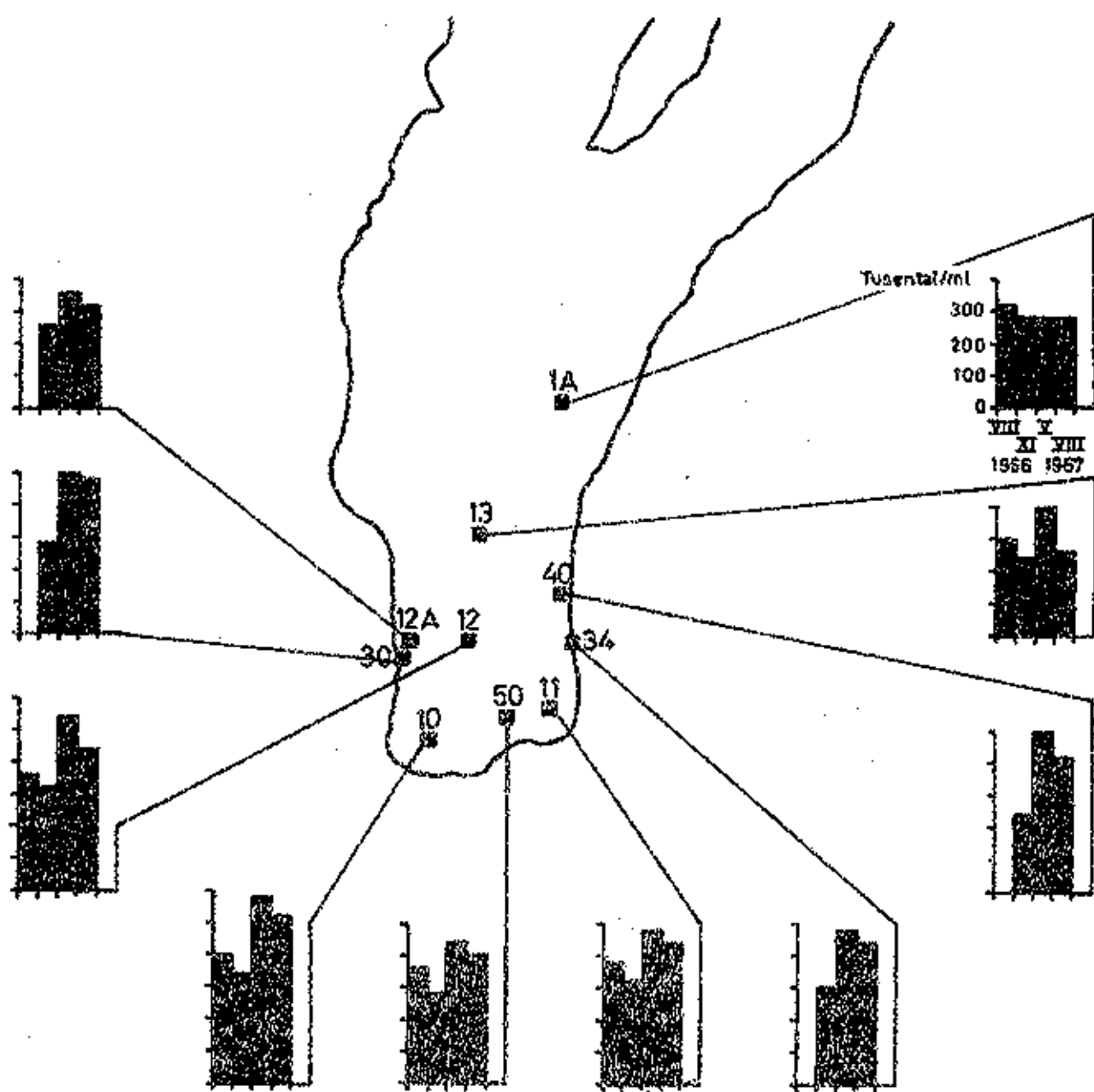
MARS, MAJ, AUGUSTI 1967



SÖDRA VÄTTERN

Totalantalet bakterier. Ytprov.

AUGUSTI, NOVEMBER 1966
 MAJ, AUGUSTI 1967



Bakteriehalten är genomgående högst i Vätterns södra del. Skillnaden uppgick 1966 till ca 100 000 bakterier per ml vid jämförelsen södra delen contra mellersta och norra delarna. Jämföres lokal 10, utanför Jönköping finner man att halten där under 1967 var dubbelt så hög som vid lokal 1-1A belägen mellan Jönköping och Visingsö. I egentliga Vättern erhöles 1966 och än mera markant 1967 förhöjda värden dessutom i Karlsborgsområdet (lokal 32, 44 och 45); erhållna värden var dock ej lika höga som de i södra Vättern noterade. Allra högsta värdena har emellertid noterats i vissa tillflöden: Tabergsån (lokal 20), Mjölnaån (lokal 25), samt Skyllbergsån (lokal 24A). Vad beträffar de två sistnämnda lokalerna rör det sig emellertid om en engångsprovtagning (från lokal 20 finns 2 värden) utförd i november 1966, varför några slutsatser knappast kan dragas. I övrigt varierar värdena från tillflödena kraftigt även om de flesta visar låga bakteriehalter.

Den naturliga årstidsvariationen är i någon mån belyst genom de fem provtagningsomgångarna (fig. 2 och 3); lägst värden erhöles i mars 1967. I stort kan sägas att variationen mellan ytvärdena är mycket liten, vilket framgår av tabell 2 och 3. De lägsta värdena erhöles i mars och de högsta i maj. En jämförelse mellan augustivärden 1966 och 1967 visar att värdena 1967 var ca 20 % högre. Detta innebär dock knappast att bakterienivån ökat, utan är närmast att tolkas som ett utslag av den naturliga variationen i halterna.

Tabell 2. Bakteriehaltens variation vid de olika provtagningsstillfällena.

Beräknat på ytprov från lokalerna 1, 2, 3, 12, 14, 15, 15A, 16, 17, 18, 19 och 44.

Tid	8/66	11/66	3/67	5/67	8/67
Tusental bakterier/ml	260	220	190	340	310
Biovolym mm ³ /l	0,13	0,11	0,10	0,17	0,16
Antal prov	10	12	12	12	12

Tabell 3. Bakteriehaltens variationsbredd vid de olika provtagningsstillfällena. Samtliga ytprov från egentliga Vättern (ej tillflöden). Tusental bakterier/ml.

Tid	8/66	11/66	3/67	5/67	8/67
Högsta värde	420	410	210	580	510
Lägst värde	180	160	140	220	240
Antal prov	22	31	12	32	32

Vid vissa lokaler har vertikalsprover insamlats (lokal 1, 1A, 2, 10, 11 och 18A). Resultaten visar en minskad bakteriehalt med tilltagande djup, vilket normalt är fallet. I augusti 1967 togs i varje vertikalserie ett extra prov i språngskiktet. Resultaten visade att bakteriehalten i detta var något högre än i vattnet strax ovan- eller nedanför (epi- resp. hypolimnion). Skillnaderna är små men dock tydliga och beror på den ökade biologiska aktiviteten just i detta vattenskiikt.

Genom att omvandla antalet bakterier per volymsenhet till biovolymen bakterier per volymsenhet erhålles en uppfattning om bakteriernas andel i den totala biovolymen. Normalt varierar skilda bakteriers volym kraftigt och vidare kan samma bakteries volym även variera vid olika tillfällen. Särskilda studier att bestämma de enskilda bakteriernas volym har ej varit möjliga att genomföra i samband med denna undersökning. De värden som kan hämtas ur litteraturen och som beräknats för bakterieprov från insjöar ligger mellan 0,5 och $1,5 \mu^3$. Fondén har bedömt det lägsta värdet såsom mest rimligt då det gäller en ren sjö med låga bakteriehalter. Erinras bör om att vissa fel behäftar den använda metodiken vid direkträkning; angivna totalvolymmer torde därför vara lägre än de verkliga. Biovolymen (mm^3/l) anges i tabell 2.

Jämföres bakteriehalten i Vättern med motsvarande värden från Mälaren och Hjälmarén finner man att värdena i Vättern dels är lägre dels att variationsbredden är betydligt mindre. I augusti 1965 låg Mälarens värden mellan 300 000 - 3 030 000 bakterier per ml och i september 1965 låg Hjälmarens värden mellan 1 180 000 - 2 300 000 bakterier per ml. De högsta halterna som noterats i södra Vättern är tidvis något högre än motsvarande som erhållits från Mälarens minst påverkade partier - Björk- och Prästfjärdarna.

V. Växtplankton

Såväl den kvalitativa sammansättningen som kvantiteten är av indicerande värde då det gäller att med utgångspunkt från växtplanktonförekomsten karakterisera ett vatten. Vissa arter förekommer främst i näringsfattiga sjöar - även sjöns storlek är av betydelse - medan andra arter har högre näringskrav. Även i näringsfattiga sjöar kan ofta måttliga vattenblomningar konstateras, men de är i regel av tämligen kort varaktighet. Det normala mönstret för en stor klarvattensjö i södra Sverige torde närmast vara: riklig förekomst av kiselalger på våren samt på hösten i samband med vår- resp. höstcirkulationen, en tämligen riklig förekomst av skilda chrysophyceer (guldalger) samt en mycket måttlig förekomst av vissa blågröna och gröna alger under sommaren.

1. Totalvolym

Av insamlade prov augusti 1966 har följande analyserats: lokal 1A - 1, 2, 10, 11, 12, 15 och 41. Dessa lokaler är samtliga belägna i Vätterns södra hälft med lokal 2 nordligast, utanför Ödeshög. Någon större skillnad i artförekomst kunde ej noteras. Dominerande bland de blågröna algerna var *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae* och *Oscillatoria agardhii*, bland grönalgerna *Scenedesmus* sp. och *Ankistrodesmus nannoselene*, bland desmidiacéerna *Closterium aciculare* var. *subpronum* och några *Cosmarium*- och *Staurodesmus*arter, bland kiselalgerna *Asterionella formosa*, *Synedra acus* samt centriska arter, bland chrysophycéerna *Dinobryon divergens*, *Erkenia subaequiciliata* samt diverse små flagellater, bland cryptophycéerna *Cryptomonas erosa*, *Rhodomonas minuta* och *Katablepharis ovalis* samt bland poridinéerna *Ceratium hirundinella*.

De beräknade totalvolymerna var genomgående mycket låga: endast i enstaka fall erhöles värden över $0,1 \text{ mm}^3/\text{l}$. Under 10-meters nivån var volymerna obetydliga. Endast en lokal, nr 11 belägen utanför Huskvarna, skilde sig markant från alla övriga genom totalvolymen $0,96 \text{ mm}^3/\text{l}$. Värdet orsakades av en större förekomst av blågrönalgen *Anabaena flos-aquae*, $0,9 \text{ mm}^3/\text{l}$.

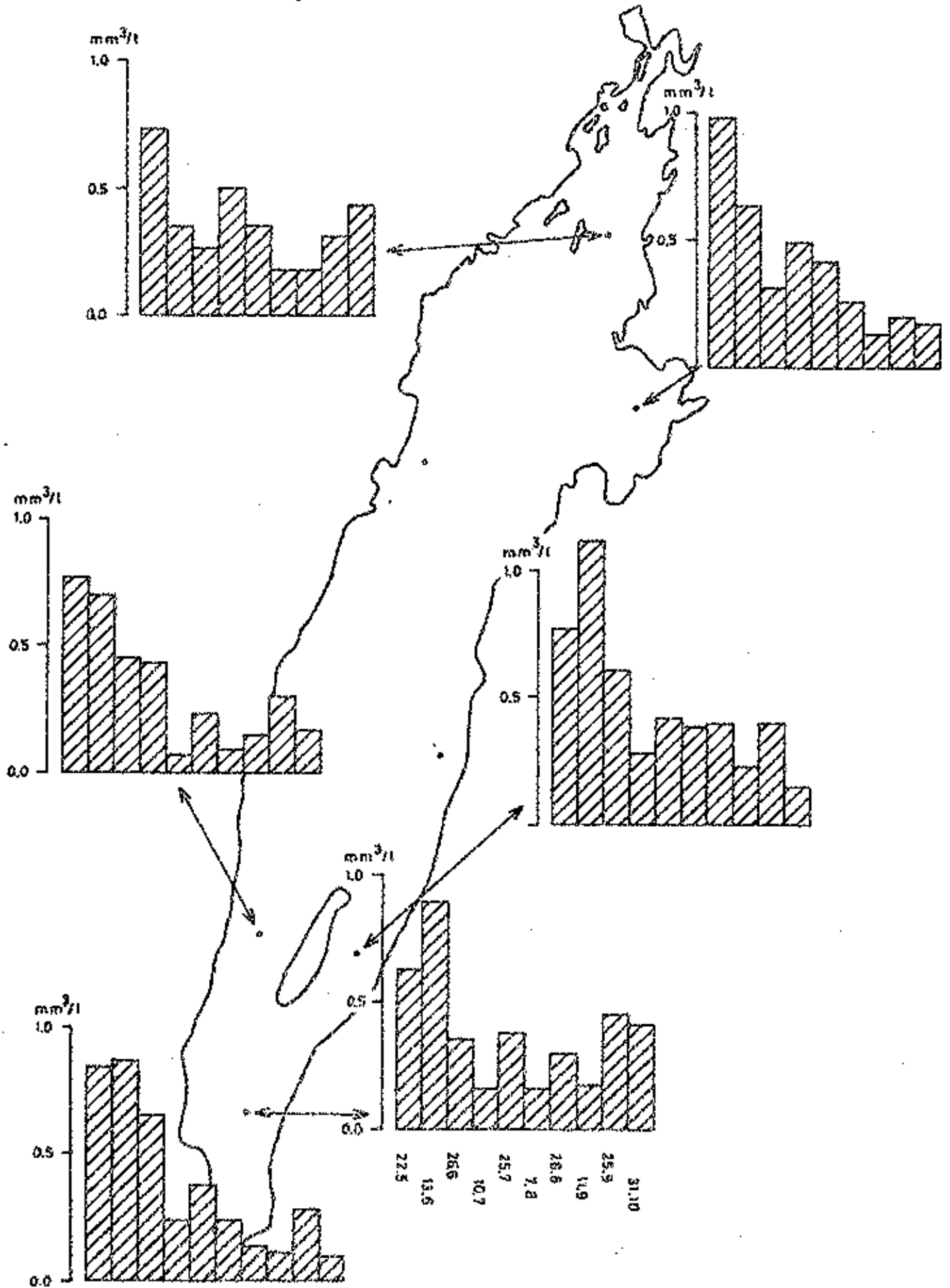
Vatteninspektör G. Rosén, som svarade för analyserna under 1966, anförde i skrivelse av den 21 april 1967 bl.a. "Provtagningarna har skett alltför rutinmässigt utan hänsyntagande till språngskiktets läge eller fytoplanktons fördelning. Med erfarenhet från SVI:s provtagning 1962 vet vi, att fytoplankton i Vättern har produktionsmaximum på ca 5 m djup och att fördelningen under språngskiktet är likartad. Därför torde resultaten från höstprovtagningarna 1966 inte ge en rättvisande bild av Vätterns fytoplanktonbiomassa och vertikalfördelning."

Provtagningarna 1967 koncentrerades till lokalerna 1, 2, 3, 10, 14, 15, 16 samt 17 och vid dessa lokaler togs prov vid de ordinarie provtagningarna i maj och augusti. För att belysa säsongvariationen utfördes emellertid kompletterande provtagningar två gånger per månad från juni t.o.m. september. Dessutom togs några prov under mars och oktober månader. De för lokalerna normala vertikalserierna insamlades. På grund av tidsbrist och begränsade ekonomiska resurser har dock alla insamlade prover ej analyserats. Totalt redovisas 259 analyserade prover. - Den i och för sig önskvärda vertikala provtagningen i förhållande till rådande temperaturförhållanden kunde av skilda skäl tyvärr ej förverkligas.

VÄXTPLANKTON

Fig. 4

Totalvolymen i ytvattnet
maj - oktober 1967

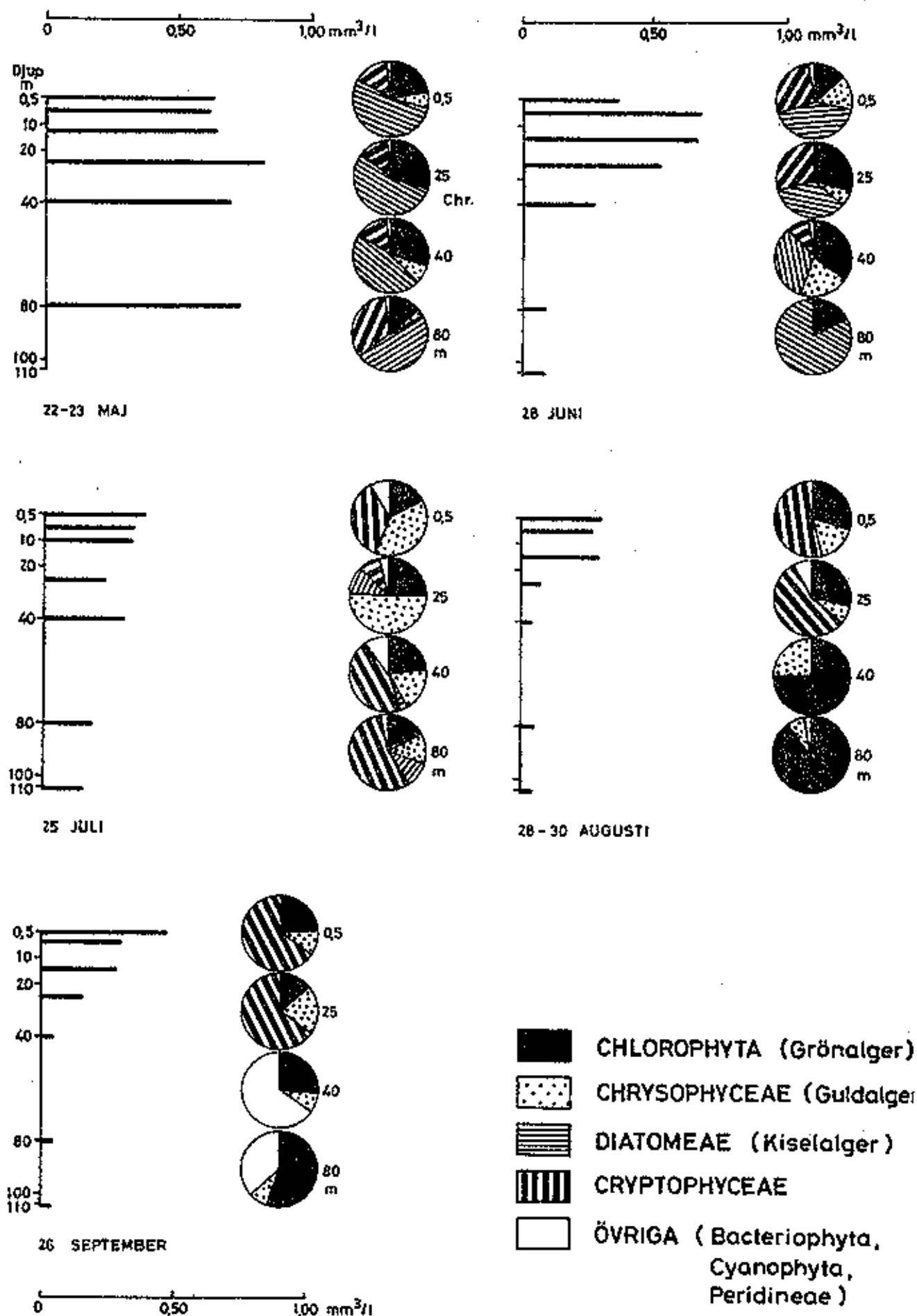


Växtplankton 1967

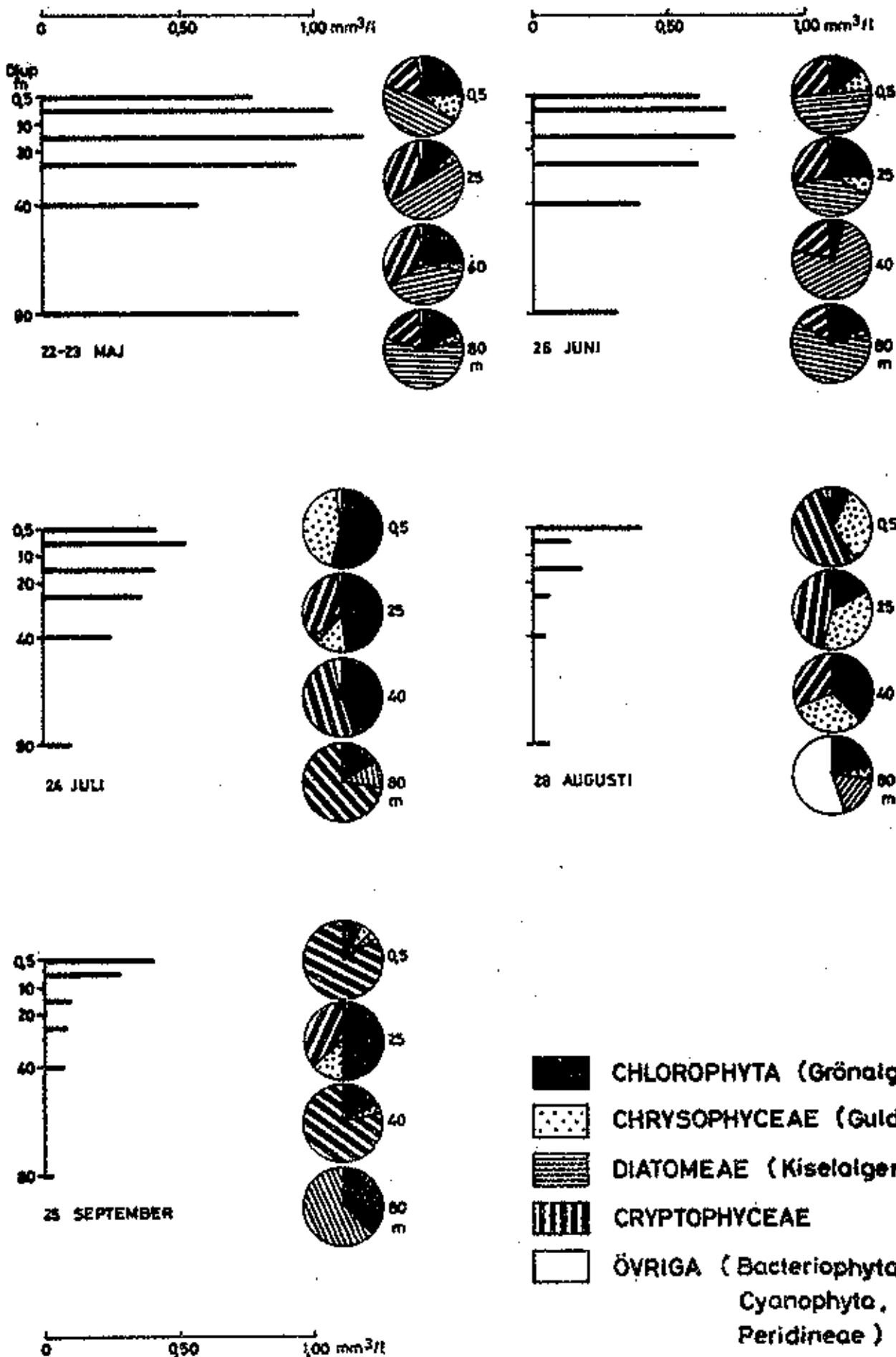
Fig. 5

Volymer i vertikalled

Station 1



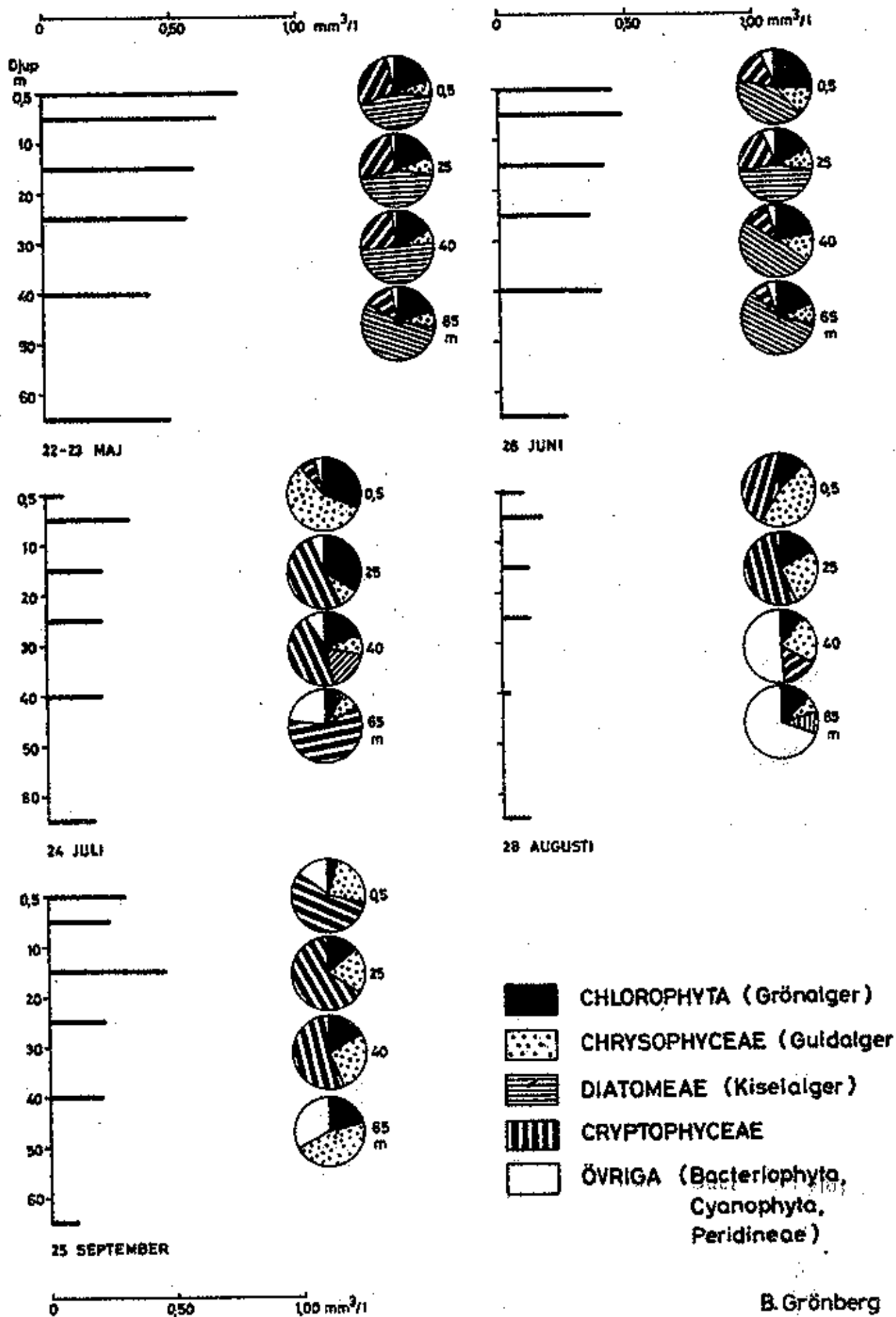
Växtplankton 1967
 Volymmer i vertikalled
 Station 14



Växtplankton 1967

Volym i vertikal

Station 15



De högsta totalvolymerna uppmättes i maj och början av juni. Efter en markant nedgång kunde en mycket svag ökning noteras på flertalet lokaler i juli. Eftersom den sista provtagningen i september tydde på något ökande totalvolymerna gjordes en kompletterande provtagning i slutet av oktober, då emellertid på de flesta lokalerna ånyo låga volymvärden erhöles. Hittills erhållna resultat visar således att den egentliga planktontoppen i Vättern inträffar under vår-försommar och att något förhöjda värden erhålls under högsommaren och under hösten (fig. 4). Noterade värden är emellertid genomgående mycket låga. Endast enstaka värden är högre än $1,0 \text{ mm}^3/\text{l}$ och i regel är totalvolymerna mindre än $0,5 \text{ mm}^3/\text{l}$. Som jämförelse till dessa resultat kan motsvarande värden från Mälaren och Hjälmaren anföras. Jämförelsen utfaller avgjort till Vätterns förmån vad beträffar låga volymvärden. De ursprungliga betingelserna är givetvis helt skilda för dessa sjöar, de är av olika morfometri, har helt olika typ av nederbördsområden o.s.v. Såväl Mälaren som Hjälmaren är dessutom splittrade i ett flertal bassänger, varför något genomsnittligt värde för dessa sjöar knappast kan anges. I tabell 4 har värden från de tre sjöarna sammanställts, varvid Mälaren och Hjälmaren representeras av några typområden.

Tabell 4. Högsta funna växtplanktonvolym (mm³/l) i Vättern 1967, Mälaren 1964-1966 och Hjälmaren 1966, opubl. data B. Grönberg, K. Söderqvist resp. E. Bonthron.

	Maj	Augusti
Vättern	0,93	0,4
Mälaren:		
Ekoln-Stäket	10,3	4,5
Präst- och Björkfjärdarna	2,5	4,2
Strängnäsregionen	14,6	6,4
Galten	22,2	13,5
Hjälmaren:		
Hemfjärden	8,9	16,9
Mellanfjärden	8,3	16,5
Storhjälmaren	9,1	13,6
Östra Hjälmaren	0,2	4,1

Tabellen fordrar knappast några ingående kommentarer: värdena från Vättern är klart de lägsta och ligger betydligt under motsvarande halter från Präst- och Björkfjärdarna, vilka kan betraktas som Mälarens ännu minst påverkade partier.

För att illustrera vertikal fördelningen återges här som figur 5-7 resultaten från lokal 1, södra Vättern, djup 110 m, lokal 14, öster Visingsö, djup 80 m, och lokal 15, väster Visingsö, djup 65 m. Visserligen förekom väl utbildade skiktningbilder, t.ex. på lokal 1 och 14 i augusti och september, men påfallande är den relativt jämna fördelningen genom hela vattenmassan, ofta noterades något lägre värden i ytvattnen i jämförelse med 5-meteranivån.

2. Totalvolymner i förhållande till fosfor- och kvävehalter

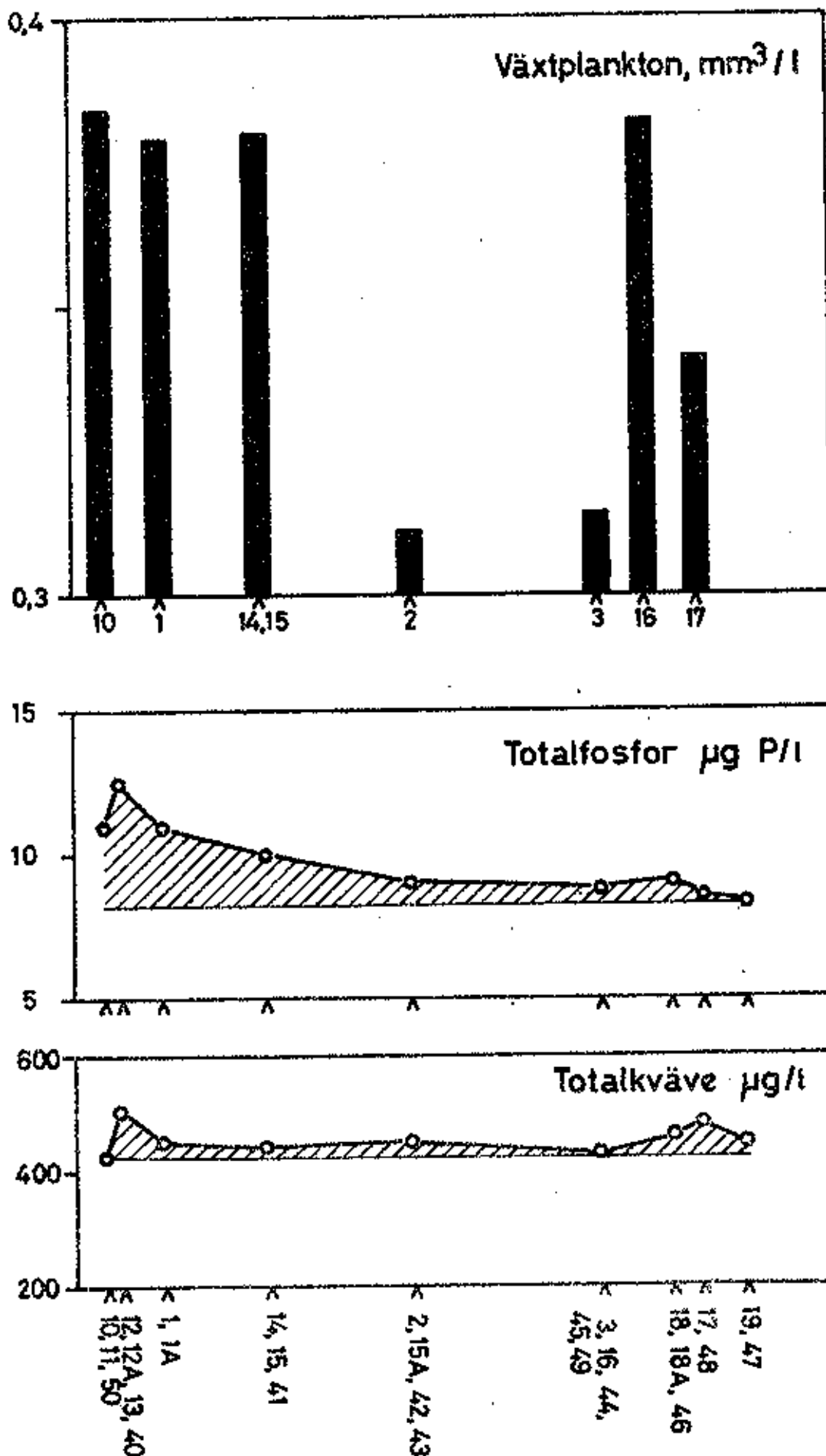
Vad gäller växtplanktonfördelningen i Vättern ger det föreliggande materialet inga kraftiga utslag, men vissa tendenser kan dock spåras. Erinras bör att lokala skillnader i vikar, utanför städer etc. alltid förekommer; de valda provlokalerna är belägna så att de knappast i nämnvärd grad påverkas av eventuella lokala effekter. Volymsmässigt finns en klar tendens att lokalerna 3, söder Karlsborg, 2, Ödeskog, och 15, väster Visingsö, genomsnittligt har lägre volymer än övriga lokaler. De nämnda lokalerna tillhör alla Vätterns centrala och västra parti. Lokalerna 10 och 1 i södra delen av Vättern samt lokal 15 mellan Gränna och Visingsö uppvisar definitivt högre volymer. Ungefär till samma nivå når ytterligare en lokal, nämligen lokal 16 i Motalaområdet. En rad faktorer pekar på att närlingsituationen även i detta område är relativt gynnsam.

Stort intresse knytes till de eventuella sambanden mellan växtplanktons biomassa och halterna av fosfor- och kväveföreningar. Sambanden illustreras genom fig. 8; figuren är tänkt som en profil i syd-nordlig riktning genom sjön. Klart framgår att de förhöjda närsalthalterna i södra Vättern resulterar i en förhöjd planktonproduktion, vilken förekommer t.o.m. Visingsöregionen. En viss skillnad föreligger dock på båda sidor om Visingsö vilket ovan påpekats: växtplanktonhalten är lägre på västra sidan. Centralpartiet (lokal 2 och 3) visar avgjort lägst planktonhalter, medan däremot Motalalokalen har en högre halt och på diagrammet särskilts i planktondiagrammet i motsats till vad som skett vid närsaltsberäkningarna. En viss förhöjning noteras även på den nordligaste lokalen i jämförelse med värdena från centralpartiet. För övrigt är den nordliga delen av Vättern föga känd ur biologisk synpunkt.

Jämförelser har ovan gjorts mellan totalvolymerna av växtplankton i Vättern, Mälaren och Hjälmaren. I detta sammanhang kan ytterligare en jämförelse anföras. I Assjön, belägen i norra Småland (N Eksjö), utfördes 1961-1962 planktonundersökningar med provtagningar var 14. dag kompletterade med vissa kemiska analyser. Sjön är ca 5 km², är relativt djup: 26 m, siktdjup ca 7 m och

VÄTTERN

VÄXTPLANKTON: totalvolymer i ytvatten, medelvärden 1967 samt totalfosfor och totalkväve.



färg 10-12 $^{\circ}$ Pt/l. Specifika ledningsförmågan var $^{\circ}$ ₂₀ · 10⁶ 70; totalfosforhalten i juli 1966 li μ g/l (Willén opubl. data). Sjön är givetvis ur storlekssynpunkt ej jämförbar med Vättern men kan dock sägas representera ett exempel på en nästan opåverkad klarvattenssjö från samma region. Högsta totalvolymsvärde för växtplankton var ca 0,44 mm³/l; det erhöles i juli månad med chrysophyceer som dominanter. Måttliga bestånd av kiselalger observerades i samband med vår- och höstcirkulationerna. Uppmätta värden från Vättern ligger alltså obetydligt över värdena från en i det närmaste opåverkad klarvattenssjö.

Små ökningsar i växtplanktonhalten har en omedelbar inverkan på siktdjupet i en sjö. Det har klart visats genom fil.lie. T. Ahls sammanställning av fosforhalt och siktdjup i Vättern, att stora förändringar under relativt sen tid har skett. Till stor del svarar de svagt ökande mängderna biogen substans för siktdjupsförändringen: en ökande fosfortillförsel till Vättern kommer oundvikligen att resultera i ökad planktonhalt och därmed nedsatt siktdjup. Den utveckling, som redan börjat, bör snarast hejdas.

3. Artförekomst; äldre undersökningar

Bacteriophyta. - Endast ett litet antal bakterier har kunnat identifieras med använd analysmetodik. Vanligast förekommande var *Sarcina tetras*. *Planctomyces bekefi* noterades på några lokaler. Totalvolymerna var genomgående obetydliga. Cyanophyta (blågröna alger). - *Coelosphaerium naegelianum*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Rhabdodorma* sp., *Anabaena flos-aquae*, *Oscillatoria agardhii* och *Achroonema loutum* observerades på de flesta lokalerna. Någon massförekomst noterades ej under den aktuella perioden och volymsprocenten blågröna alger översteg sällan 10. På lokal 1 och 10 påträffades flest arter, vilket ytterligare markerar den sydligaste delen av Vättern såsom den mest påverkade. Allmänt tyder emellertid den ringa förekomsten av blågröna alger på att sjön som helhet är mycket obetydligt påverkad.

Chlorophyta: Euclorophyceae (gröna alger). - Dessa representerades av ett relativt stort antal arter av vilka de vanligaste var *Ankistrodesmus falcatus*, *Chlamydomonas* spp., *Scenedesmus* spp., *Selenastrum minutum* samt *Tetraëdron minimum* var. *tetralobatum*. Volymmässigt dominerade gröna algerna ej, men de nådde ofta en högre volymsandel än de blågröna algerna.

Chlorophyta: Desmidiaceae (okalger). - Denna andra gröna algsgrupp var representerad på samtliga lokaler och de drygt 10 noterade arterna var jämnt förekommande i hela sjön. Volymmässigt spelade de trots sin avsevärda volym ingen roll, då i regel endast enstaka exemplar förekom. Vanligast var arterna *Closterium aciculare* var. *subpronum*, *Cosmarium depressum* var. *achondrum*, *Spondy-*

losium planum, *Staurastrum pingue*, *Staurodesmus mamillatus* och *St. patens*.

Chrysophyta: Chrysophyceae (guldalger). - Till stor del kan arter tillhörande denna grupp räknas som renvattenindikatorer. Ett avsevärt antal arter förekom under hela undersökningsperioden, men volymmässigt spelade de störst roll under augusti, då speciellt vissa Dinobryon-arter massutvecklades. De utgjorde då 50-90 % av totalvolymen. Förutom ett större antal små flagellater var följande allmänt förekommande Dinobryon *cylindricum*, *D. divergens*, *D. sertularia*, *D. sociale*, *Erkenia subaequiciliata* och *Kephyriopsis ovum*. Dominansen av denna grupp utgör ytterligare ett bevis för att Vätterns vatten är föga förorenat.

Chrysophyta: Diatomeae (kiselalger). - Vissa arter av denna grupp bildar i de flesta sjöar mycket stora bestånd, de kan försäkra besvär vid vattenverkens intag av råvatten och de bildar ofta kraftig påväxt på fisknät. I Vättern var följande arter allmänt förekommande och noterades på samtliga lokaler: *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus astraea*, *S. hantzschii* (inkl. var. *pusillus*), *Asterionella formosa*, *Cymatopleura soloa*, *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Nitzschia acicularis*, *Synedra acus* var. *angustissima* samt var. *radians*, *Synedra uina* och *Tabellaria flocculosa*. Av dessa utbildade följande de största bestånden: *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Diatoma elongatum*, *Nitzschia acicularis*, *Stephanodiscus hantzschii* samt *Synedra*-arterna. Den maximala utvecklingen inträffade i maj och början av juni och utgjorde då mer än 50 % av totalvolymen. Fördelningen i vertikallod var likartad. Senare under året återfanns rester av populationen på lägre nivåer. Någon massutveckling under hösten, vanlig i många andra sjöar, kunde ej observeras.

Pyrrophyta: Cryptophyceae. - Volymmässigt dominerade *Cryptomonas* spp. jämte *Rhodomonas minuta*. Den sistnämnda arten var rikt representerad på alla lokaler under hela provtagningsperioden. Gruppen var talrikast företrädd i mars samt under hösten. Med undantag för de djupaste skikten var vertikal fördelningen påfallande jämn.

Pyrrophyta: Peridineae (pansarflagellater). - *Gymnodinium*-arter noterades från alla lokaler, vanligast var *G. helveticum*; likaså var *Ceratium hirundinella* vanlig. I regel påträffades mycket måttliga bestånd; vissa *Gymnodinium*-arter var dock talrika på djupare nivåer.

Totalt upptar den redovisade artlistan 125 arter; antalet är givetvis större, då en fullständig artlista baserad även på levande planktonmaterial ej kunnat upprättas. De noterade arterna är emellertid nästan uteslutande att betrakta som renvattenarter. Någon egentlig vattenblomning konstaterades ej vid de undersökta lokalerna; detta utesluter givetvis ej att lokala blomningar kunnat uppträda och ej heller att massutvecklingar kan ske andra år.

Påväxt på fisknät, flytande "växtlighet" och påväxt mellan Gränna-Visingsö insändes för analys 18 maj 1967 (Abi, rapport 4:8:5). på fisknätet hade kiselalgen *Diatoma vulgare* utvecklats i mycket stor mängd, den flytande "växtligheten" bestod av grönalgen *Ulothrix zonata*, *Diatoma vulgare* jämte diverse djurplankton samt påväxten i huvudsak av *Ulothrix zonata*.

I korthet kan slutligen erinras om att Vättern varit föremål för många tidigare växtplanktonstudier. Redan 1898 publicerade de Toni en lista omfattande 57 arter. 1904 angav Lemmermann 28 arter. Ytterligare kan nämnas Cleve-Eulers arbete om kiselalger (1911), Gessner (1934) samt framförallt Stålbergs omfattande studie (1939). Det sistnämnda arbetet är det enda som ger några kvantitativa uppgifter vad beträffar växtplankton med samma metodik som använts vid de senaste analyserna. Tre prover redovisas: två insamlade mellan Visingsö och Jönköping (ungefär = lokal 1) den 23 juli 1936, det tredje utanför Hästholmen (ungefär = lokal 2) den 17 april 1939. De två förstnämnda proven visade på 1 m en dominans av *Tabellaria fenestrata* f. *asterionelloides*, *Asterionella gracillima* och *Synedra* spp. På ett djup av 50 m dominerade *Tabellaria* och *Asterionella*. Aprilprovet från Hästholmen (ytvatten) innehöll främst nämnd *Tabellaria*-art, *Asterionella gracillima*, centriska kiselalger samt *Synedra* spp. Artsammansättningen avviker ej från den nu konstaterade: de fåtaliga proven från 1930-talet medger ingen ytterligare jämförelse. Vad Stålbergs övriga artlistor beträffar existerar givetvis skillnader i detalj mellan dem och de senast upprättade; i stort kan emellertid inga påfallande skillnader utläsas. Av intresse är Stålbergs påpekande att vattenblomning i egentlig mening ej konstaterats i Vättern, men att man under lugna dagar kan urskilja ytanhopningar av vissa alger, t.ex. *Botryococcus braunii* och *Sorastrum* sp.

Gessner (1934) utförde vissa fysikalisk-kemiska och biologiska analyser (växt- och djurplankton) på prov insamlade den 24 augusti 1933 på en lokal ca 7 km norr om Jönköping. Hans resultat och slutsatser syns ej motiverade till närmare jämförelse i detta sammanhang.

Inom Unden-Vätterns vattenvårdsförbunds verksamhetsområde utfördes limnologiska undersökningar bl.a. i Unden, Viken, Örlon och Bottensjön 1960 och 1962 av fil.lic. Gunnar Lysén, Göteborg. Resultaten redovisas delvis i Kommitténs för Vätterns vattenvård rapport 1:10-12. Bilaga 12 innehåller kvalitativa och kvantitativa uppgifter om växtplankton i Bottensjön.

Fil.dr. Einar Teiling har slutligen expertgranskat material inom Unden-Vätterns vattenvårdsförbunds verksamhetsområde 1958-1959 samt SVI:s material 1962. Teiling har avgivit omdömet om det sistnämnda materialet (Karlgrén 1965, sid. 12)

"att detta uppvisade en likformig, kvalitativt mager planktonuppsättning i jämförelse med vad han under de senaste två decennierna funnit växa fram i sjön. Detta vill han återföra på ogynnsam väderlek detta år. I artsammansättningen skönjdes en tendens till större rikedom (eutrofi) i sjöns södra del."

Teilings synpunkter beträffande artrikedomen i södra Vättern kan bekräftas genom resultaten av de senaste undersökningarna. På lokalerna belägna söder om och i anslutning till Visingsö erhölls högst artantal, 78-88 arter, med de flesta på lokal 1. På lokalerna norr om Visingsö erhöles 63-70 arter med lägst antal på lokal 3, söder Karlsborg.

Växtplanktonsituationen visar att en långsam förändring, eutrofieringsprocess, är på gång i Vättern. Ökande närsaltmängder har orsakat små förändringar i artsammansättningen i vissa delar, och att totalvolymen av plankton likaledes är förhöjd i vissa regioner; siktdjupsvärdena tenderar att bli avsevärt lägre. Små förändringar i planktonmängd ger snabbt utslag i form av allt lägre siktdjupsvärden. Ett för sjön i dess helhet avgörande och ödesdigert skede har inletts. Förutom ett krav på åtgärder måste med skärpa framhållas behovet av långsiktiga fortlöpande undersökningar med jämförbar metodik så att dessa tendenser kan studeras och fastläggas.

VI. Klorofyll a

Klorofyllbestämningar har i Vättern utförts 1966 och 1967 i samband med ordinarie provtagningar med avsikt att få en uppfattning om primärproduktionen och växtplanktontätheten i sjön då mängden klorofyll står i ett visst positivt samband med mängden växtplankton i vattnet. Tidigare synes likartade undersökningar ej ha utförts varför något jämförelsematerial ej står till buds.

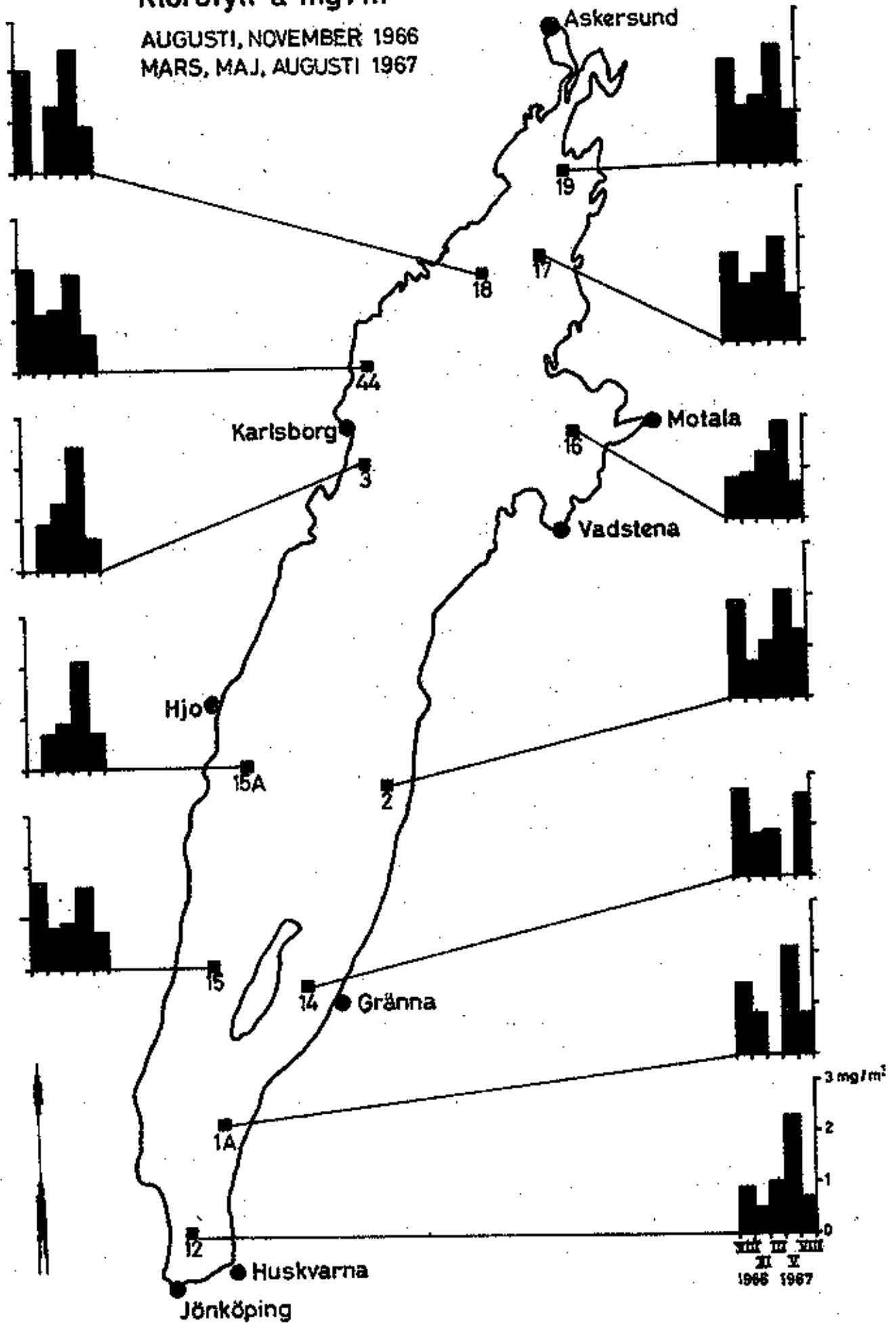
Resultaten har sammanställts i fig. 9-11 och i tabell 5. Genomgående låga värden har erhållits. Parsons and Strickland (1963:156) påpekar, att resultaten alltid skall tolkas med försiktighet, särskilt när låga extinktionsvärden uppmätts. Det är därför ofta svårt att fastslå huruvida någon verklig skillnad föreligger mellan olika delar av Vättern.

Figur 9 ger de erhållna resultaten från samma lokaler som redovisats för växtplankton. Det är knappast möjligt att utläsa klara tendenser utöver vad som framkommit vid växtplanktonundersökningens redovisning. I augusti erhöles högre värden än i november 1966. Medelvärdena för ytproven var 1,6 resp. 1,1 mg/m³. På lägre nivåer, fr.o.m. 40 m och ner mot botten på de djupa lokalerna 1A och 2 var koncentrationen i det närmaste oförändrad beroende på förekomsten av sedimenterande växtplankton. I maj 1967 erhöles de högsta värdena, 2,3

VÄTTERN

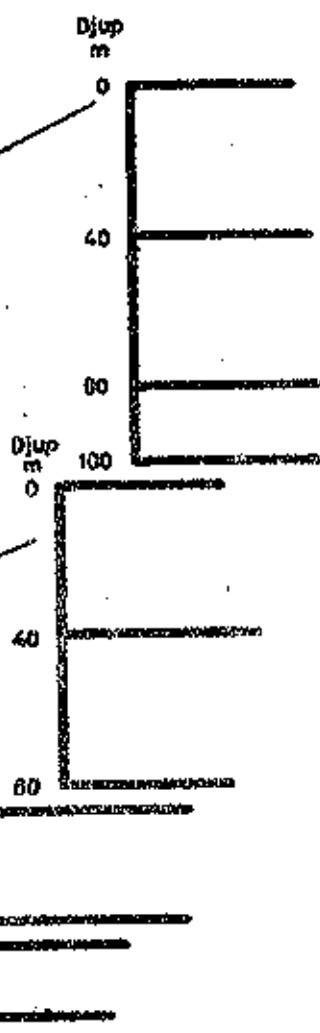
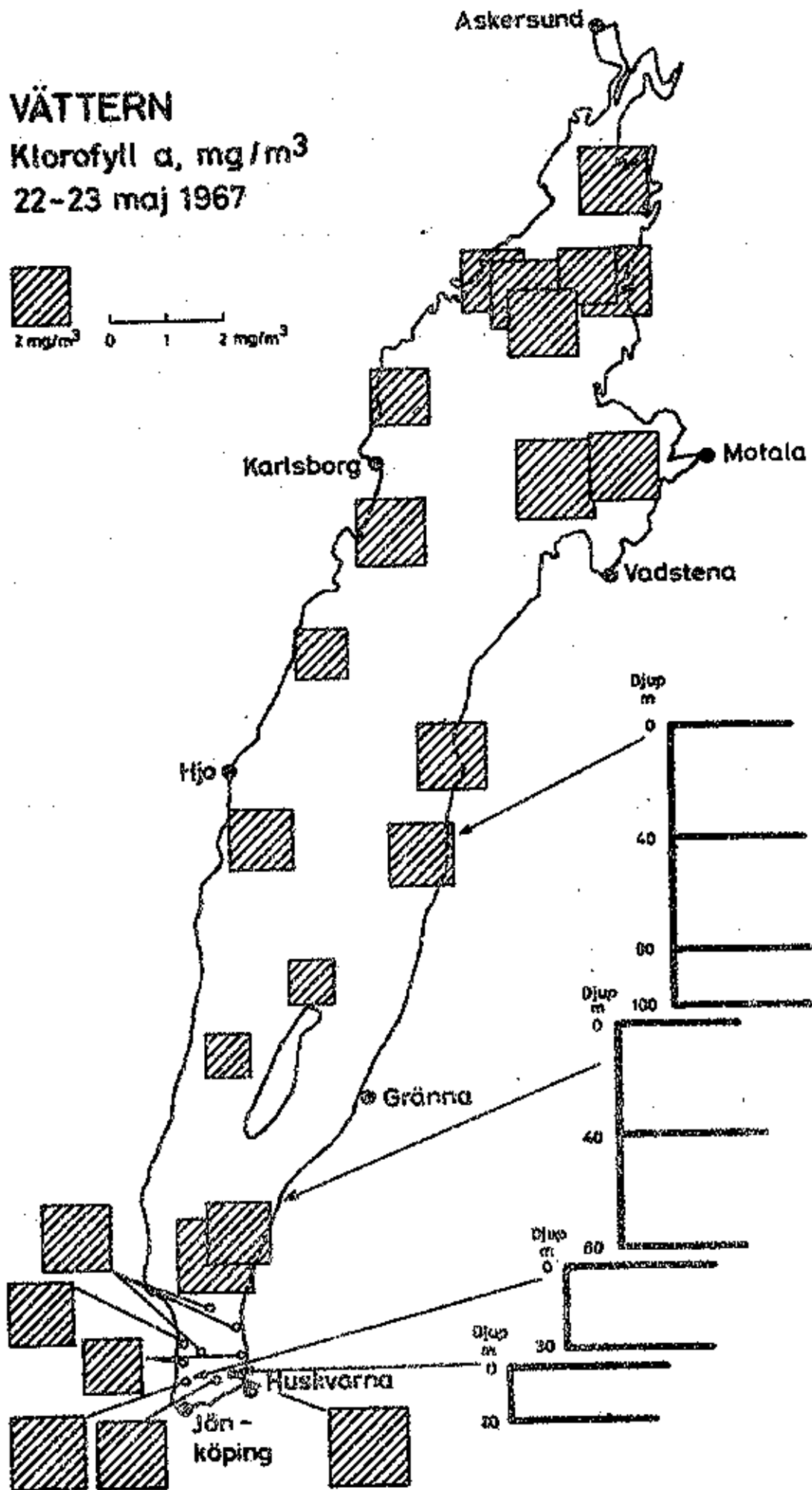
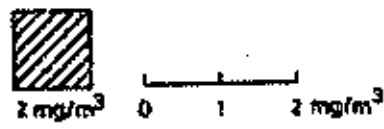
Klorofyll a mg/m³

AUGUSTI, NOVEMBER 1966
MARS, MAJ, AUGUSTI 1967



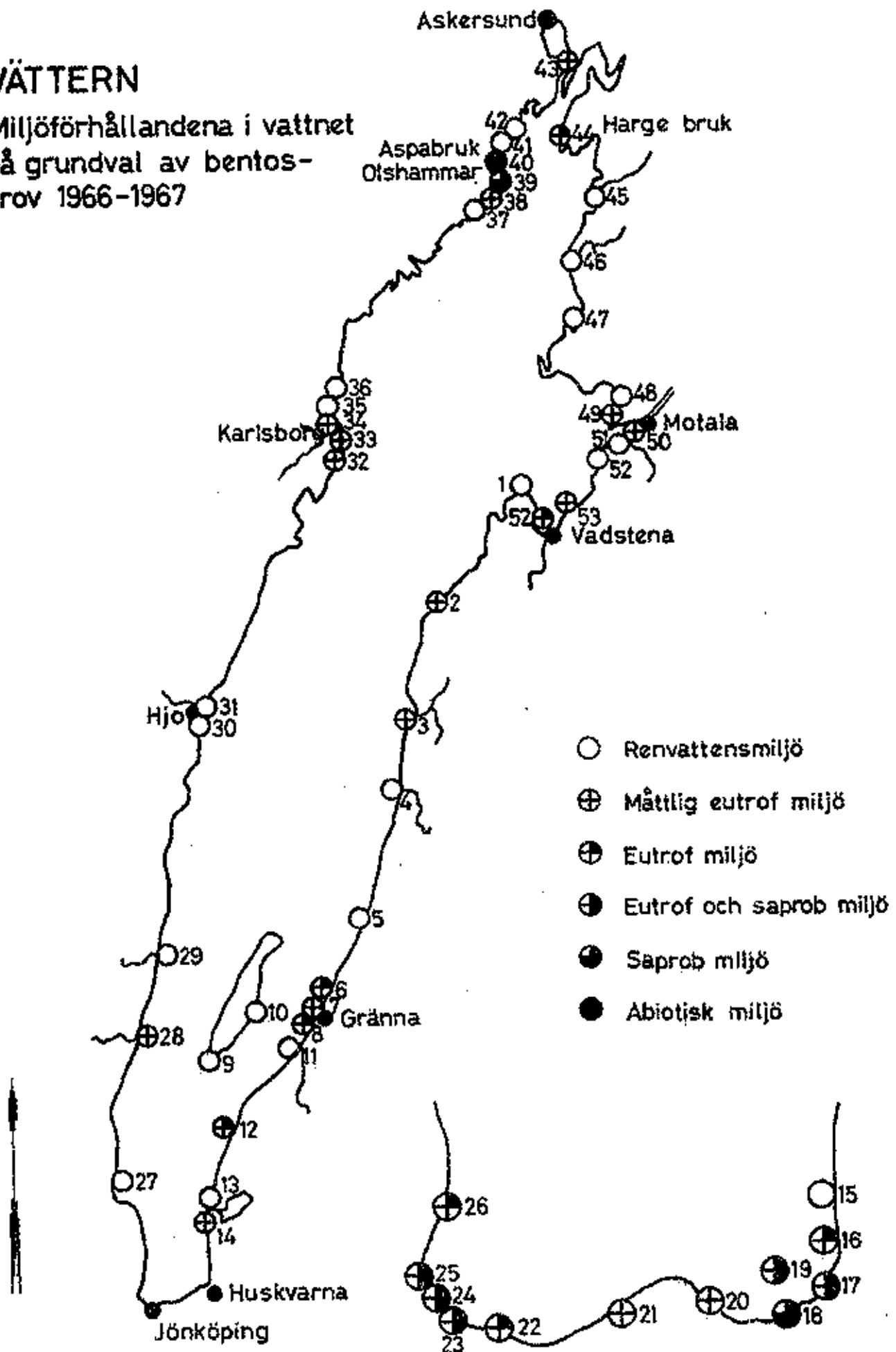
VÄTTERN

Klorofyll a, mg/m³
22-23 maj 1967

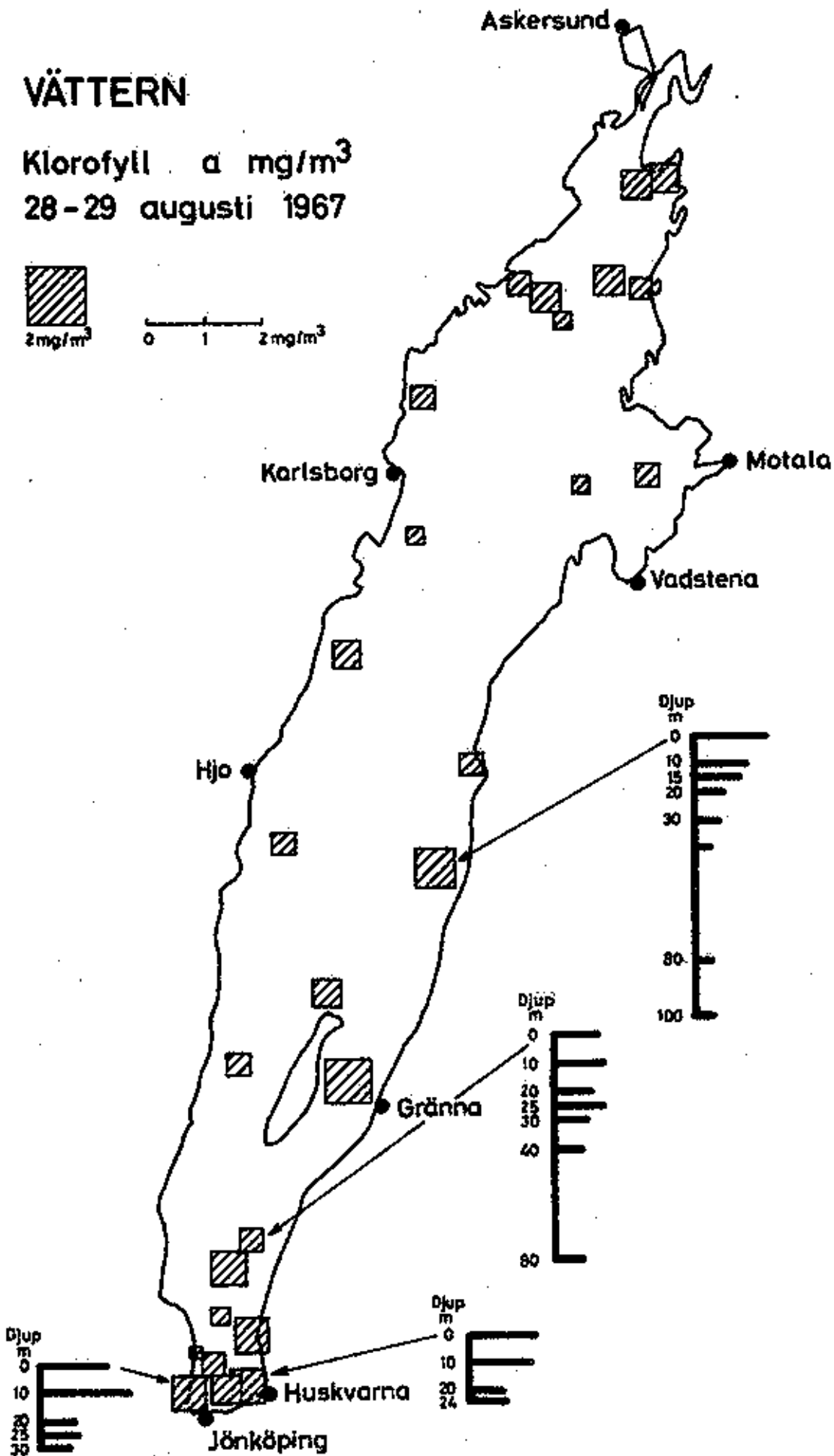


VÄTTERN

Miljöförhållandena i vattnet
på grundval av bentos-
prov 1966-1967



Efter Stjärna-Pooth
1968.



Tabell 5. Vättern. Klorofyll a-bestämningar 1966 - 1967 (A. Tolstoy).

Stations- nummer	Djup m	Klorofyll a mg/m ³				
		Augusti 1966	November 1966	Mars 1967	Maj 1967	Augusti 1967
1A	y	1,4	0,8	-	2,1	0,8
	10	1,7	-	-	-	0,9
	20	0,9	-	-	-	0,7
	25	-	-	-	-	0,9
	30	0,8	-	-	-	0,6
	40	0,6	0,7	-	2,6	0,5
	80	0,5	0,4	-	2,2	0,5
	2	y	1,9	0,7	1,1	2,1
10		2,2	-	-	-	0,9
15		-	-	-	-	0,8
20		1,1	-	-	-	0,5
30		0,9	-	-	-	0,4
40		0,9	0,9	1,1	2,3	0,3
80		0,5	0,6	-	2,4	0,3
100		0,6	0,6	1,9	2,4	0,3
3	y	-	0,9	1,3	2,4	0,6
	25	-	-	1,2	-	-
12	y	0,9	0,5	1,0	2,3	0,7
14	y	1,7	0,8	0,9	+	1,6
15	y	1,7	0,8	0,9	1,6	0,7
15A	y	-	0,7	0,9	2,1	0,7
16	y	0,8	0,9	1,3	2,4	0,7
17	y	1,7	1,1	1,3	2,0	0,9
18	y	2,0	-	1,3	2,4	0,9
19	y	2,0	1,1	1,3	2,3	1,0
44	y	2,0	1,1	1,2	1,9	0,7

mg/m^3 i medeltal, medan såväl mars- som augustivärdena var betydligt lägre: 1,1 resp. 0,9 mg/m^3 som medelvärden. Variationen mellan de olika ytvärdena var 1967 liksom 1966 mycket liten: 0,9 - 1,3 i mars, 1,6 - 2,8 i maj och 0,4 - 1,6 mg/m^3 i augusti. För att belysa två provtagningsituationer har värden från maj resp. augusti 1967 valts (fig. 10 och 11).

Det högsta värde som erhållits, 4,5 mg/m^3 , härstammar från lokal 34, Huskvarna vattenverks intagsledning, november 1966. Värdet är svårtolkat och kan bero på någon tillfällig lokal algupplöslighet.

Vertikalfördelningen visade i regel ett maximum i ytan eller på 10-metersnivån, t.ex. på lokalerna 1A och 2 i augusti 1966. Enstaka förhöjda värden mot botten kan med säkerhet förklaras genom förekomsten av sedimentterande plankton.

Två augustiserier från 1966 resp. 1967 kan jämföras. Medelvärdet 1966 var 1,6 mg/m^3 och betydligt högre än motsvarande värde 1967, 0,9 mg/m^3 . Då växtplanktonserien från augusti 1966 ej komplett räknats, är sambandet klorofyll/växtplankton tyvärr omöjligt att studera. Jämförelsematerial föreligger endast från lokalerna 1 - 1A, 10 och 16, och på dessa lokaler var växtplanktonvolymen genomgående större 1967.

Trots det tämligen omfattande materialet är det enbart med lodning av detta svårt att peka på definitiva skillnader i växtplanktonmängd i olika delar av Vättern. Orsaken har delvis ovan berörts, nämligen att den ringa växtplanktonförekomsten ger mycket låga extinktionsvärden vid klorofyllbestämningen och att denna därigenom behäftas med viss osäkerhet. I mars 1967 filtrerades större vattenmängd än normalt: upp till 5,0 liter, men av praktiska skäl reducerades provvolymen ånyo i maj och augusti till 1,0 liter. Olika alggrupper innehåller vidare klorofyll a, b och c i skilda proportioner; försök till utvärdering av gruppernas andel pågår för närvarande på material från Mälaren.

För att belysa förhållandena i Mälaren, Hjälmaren och Vättern har följande tabell sammanställts motsvarande den för växtplanktonvärdena.

Tabell 6. Högsta funna klorofyllhalter (mg/m^3) i Vättern 1966-1967, Mälaren 1965-1967 och Hjälmaren 1966-1967; samtliga data A. Tolstoy.

	Maj	Augusti
Vättern	3	2
Mälaren:		
Ekoln-Stäket	114	39
Präst- och Björkfjärdarna	17	8
Strängnäsregionen	68	47
Galten	67	115

Hjälmaren:	Maj	Augusti
Hemfjärden	87	402
Mellanfjärden	43	232
Storhjälmaren	26	36
Östra Hjälmaren	13	27

VII. Bentos

Undersökningen av bentos, d.v.s. påväxten, omfattar en analys av såväl växt- som djursamhällena. Dessa påväxtorganismer är ofta mycket goda indikatorer på skilda slag av förorening. Organismsamhällenas karaktär bestäms i första hand av vattnets fysikalisk-kemiska egenskaper, men även en rad andra faktorer: underlag, exposition, djupförhållanden, etc. är av stor betydelse. Lokala utsläpp av skild art ger i regel genast effekt. En mycket svag allmän eutrofieringsprocess kan dock vara svår att tolka allra helst som kvantifieringen av påväxten ofta är svår att göra. I regel får man lita till en subjektiv uppskattning och därmed blir resultaten svåra att jämföra med undersökningsresultat vunnna av andra specialister.

Här aktuella analyser har utförts på prov från 54 lokaler insamlade i september 1966 och juni 1967. Resultaten framgår av fig. 11 A samt är i detalj redovisade i text samt i fyra omfattande artförteckningar där proven sammanförts till regionala grupper (Stjerna-Pooth, 4:7:5). Samtidiga kemiska analyser föreligger ej. De använda termerna 'eutrof' betyder näringsrik, 'saprobi' nersmutsningsgrad: ett vatten blir saprobt då det tillföres organiska ämnen som befinner sig i nedbrytningsstadium, varvid förruttnelseämnen bildas och vattnets syrehalt avsevärt nedsättes. Olika grader av saprobi brukar urskiljas karakteriserade av förekomsten av skilda organismsamhällen. Saprobi kan uppstå primärt vid avloppsvattenutsläpp, men även sekundärt till följd av stark eutrofiering (vid nedbrytning av organismer i massutveckling). En 'renvattensmiljö' råder på en naturstrand som är opåverkad av eutrofieringsprocesser.

A. Området från Vadstena till Huskvarna

Inom området är 14 provpunkter belägna. Av dessa karakteriserades 8 såsom renvattensmiljöer, medan en betecknades som eutrof och övriga som måttligt eutrofa. Den eutrofa lokalen är belägen 1 km söder om Gränna hamn; förekomst av bl.a. *Ulothrix zonata*, *Phormidium* spp. och *Rotifer vulgaris*:

B. Huskvarna-Jönköpingsområdet

De 12 lokalerna inom området var av skiftande karaktär; de flesta visade tecken på stark påverkan. Endast en, punkt 15 "nedanför radhusen i Huskvarna" kunde betecknas som en renvattenlokal. Samtliga övriga var av eutrof till saprob karaktär. Området har detaljritats på fig. 11 A. Den på flera lokaler mycket rika påväxten bestod av en rad eutrofi- och saprobiindicerande växt- och djurformer gynnade av avloppsvattenutsläppen inom regionen. Pappersfiberförorening noterades på flertalet Jönköpingslokaler.

C. Västra området från Jönköping t.o.m. Olshammar.

De 14 lokalerna var av skild karaktär: 6 av dem var av övervägande renvattenskaraktär, medan de övriga i huvudsak var måttligt eutrofa. Lokal 40, mitt emot Aspa bruk, var helt död ur organismsynpunkt: provet 1966 innehöll ett brunsvart oljebemängt flyt- och bottenlam, som i huvudsak bestod av fiber och fiberavfall. Även provet från lokal 39, Olshammarvikens mynning mot Vättern, innehöll organismer indicierande en stark organisk förorening: proven var av saprob karaktär. Proven från Karlsborgsregionen innehöll organismer indicierande måttlig eutrofi - eutrofi.

D. Nordöstra området från Olshammar t.o.m. Vadstena

7 av de undersökta lokalerna var av renvattenskaraktär. Måttligt eutrofa och eutrofa miljöer fanns vid Stjärnsund i norr och vid Motala och Vadstena. Lokal 44, Harge bruks hamn, hyste såväl 1966 som 1967 en rad organismer som indicerar eutrofi och begynnande saprobi.

Redovisade analyser visar att Vätterns östra strand inklusive Visingsö, i stort sett uppvisade renvattensmiljöer. Undantag fanns vid Harge bruks hamn, Motala, Vadstena och Gränna, men avvikelserna var genomgående att beteckna som lokala. Den västra stranden visade från Jönköping till Olshammarområdet även i stort sett renvattensförhållanden med undantag för Karlsborgsregionen där en svag eutroflering var vid handen. Norr om Olshammar var förhållandena likaledes goda. Olshammarviken utgjorde fram till mynningen ett klart undantag med organismsamhållen av rent saprob natur. "Längst in i viken mitt emot Aspa bruk är t.o.m. varje tillstymmelse till liv i vattnet utplånat" (Stjärna-Pooth, sid. 11). Det är föroreningen från Aspa bruk, som helt har förändrat karaktären inom området. Lokalerna inom Huskvarna - Jönköpingsområdet slutligen var i stor utsträckning påverkade av skilda utsläpp av avloppsvatten inom regionen och de hyste organismer som indicerar eutrofi och i vissa fall saprobi.

Stålborg (1939) redovisar vissa påväxtundersökningar utförda i mitten av 1930-talet omfattande prov enbart från Ömbergstrakten. Föreliggande undersökningar har omfattat prover av påväxten i ytvattnet intill stranden, i några fall ner till ett djup av 1 m. De är endast jämförbara med zon 4 och delvis zon 5 i Stålborgs undersökning. Det är i stort sett samma algarter som just i motsvarande område dominerar nu som för 30 år sedan. "Denna omständighet är en bidragande orsak till att man i Vättern kan beteckna den biologiska miljö, vari även den ofta eutroflindikerande arten *Ulothrix zonata* ingår som dominant för en renvattensmiljö" (Stjerna-Pooth, sid. 13).

Genom påväxtanalysen kan givetvis en eventuell förorening endast i begränsad omfattning spåras ut i sjön; förändringar längs strandkanten och ner till måttligt djup studeras i första hand. Det är därför på grundval av detta material endast möjligt att uttala sig om de lokala förändringar som på vissa håll konstaterats. Därvid har alltså framkommit "att bentosproven kring Vätterns stränder med undantag av områdena i söder kring Huskvarnaåns utlopp och strax V om Munksjöns utlopp i Jönköping samt Olshammarviken i norr är av renvattenskaraktär. I närheten av större samhällen som Karlsborg, Motala, och Gränna samt på ett fåtal andra punkter, influerade av bebyggelse, råder en mer eller mindre tydlig eutrofiering av miljön. Proven från de nämnda undantagsområdena i söder och norr har en tydlig till starkt saprob karaktär" (Stjerna-Pooth, sid. 13).

VIII. Bottenfauna

Bottenorganismerna är i flera hänseenden känsliga för föroreningseffekter bl.a. beroende på att de förekommer koncentrerade till gränzonen mellan vatten och sediment, där föroreningar lätt påverkar viktiga processer som t.ex. syrehushållning och ev närsaltutflöde. Förändringar inträffar i antal och biomassa men också i faunans kvalitet: balansförskjutningar sker mellan olika arter.

De begränsade bottenfaunistiska undersökningarna koncentrerades till två områden där förorening kunde förväntas, nämligen Jönköpings- och Motalaområdena, samt till sjöns centrala parti, Ömbergsområdet, för att belysa den regionala variationen och erhålla resultat från ett icke påverkat område. Inalles har 137 kvantitativa bottenhugg tagits med sammanlagt 7.682 individer botten djur. Jönköpings- och Motalaområdena undersöktes såväl hösten 1966 som våren 1967, medan dessa områden jämte Ömbergsområdet var föremål för analys i augusti 1967.

Vunna resultat framgår av tabellerna 7, 8 och 9, vilka visar bottenfaunans djupfördelning, fördelningen på de olika stationerna samt faunans procentuella sammansättning i huvudgrupper. Dessas djupfördelning åskådliggöres även på fig. 12.

Erinras kan om att de av Ekman (1915) tidigare utförda undersökningarna av bottenfaunan i Vättern är av utomordentligt värde som jämförelsematerial.

Karakteristiskt för Vättern är bl.a. förekomsten av kraftiga strömsystem samt att stränderna är öppna och exponerade och i regel branta. Organogent material forslas därför relativt snabbt ut till djupare partier, där det sedimenterar. Även om de skilda djurgrupperna har en olikartad djupfördelning sker dock en tydlig koncentration mot djupare nivåer. Med undantag för Motalaområdet, där de högsta värdena erhöles på nivån 20-40 m, var antalet individ/m² avgjort högst på nivån 30-100 m: 3,470 resp. 4,064 ind/m² i Jönköpings- resp. Motalaområdet. Sjön kan alltså sägas ha en väl utbildad profundalfauna med höga värden vad beträffar såväl antalet individ som biomassa. Under 40 m dominerade inom samtliga områden de stora relikta kräftdjuren (jfr även Fürsts redogörelse angående glacialrelikterna 4:8:1). I sjöns djupaste delar tillkom dessutom en rik oligochaetafauna. Ur regionalsynpunkt var den kvalitativa variationen liten. Ombergssområdet hade dock en mycket hög biomassa orsakad av den höga koncentrationen av stora kräftdjur. Även antalet små kräftdjur var påfallande högt i nämnda område. Nämnda djurgrupper kräver för sin trivsel god tillgång på syre. De noterade stora kvantiteterna tyder även på god näringstillförsel. Bottenfaunan i profundalzonen kan alltså sägas indicera fullt tillfredsställande förhållanden med ett syrgasrikt och ej förorenat vatten.

Granskas litoralfaunan (ner till 40 meters djup) finner man emellertid delvis andra indikationer. Som inledningsvis nämndes valdes Jönköpings- och Motalaområdena för att där konstatera en eventuell förändring i faunan på grund av förorenning (Jönköpingsområdet) och studera förhållandena nära Vätterns avlopp (Motalaområdet). En väl utvecklad litoralfauna förekom inom dessa områden, medan den däremot var påfallande fattig i Ombergssområdet. I detta område var antalet individ mycket lågt och biomassan endast en niodel av motsvarande värde från Jönköpingsområdet (0-20 meter). I litoralen förekom främst musslor, insekter och oligochaeter. I Motalaområdet erhöles högst värden i zonen 20-40 m med dominans av musslor och små kräftdjur. I Jönköpingsområdet observerades maximal koncentration av organismer på nivån 0-20 m med oligochaeter och insekter såsom talrikast förekommande. På nivån 20-40 m var oligochaeterna helt dominerande.

Tabell 7. Bottenfaunans djupfördelning

Djup, m	antal hugg	biomassa g/m ²	abundans ind/m ²
0 - 20	38	3,0	1.778
20 - 40	46	2,2	2.070
40 - 60	43	7,5	2.739
80 - 100	10	9,4	3.759
0 - 100	137	8,5	2.587

Tabell 8. Bottenfaunans djupfördelning på olika stationer

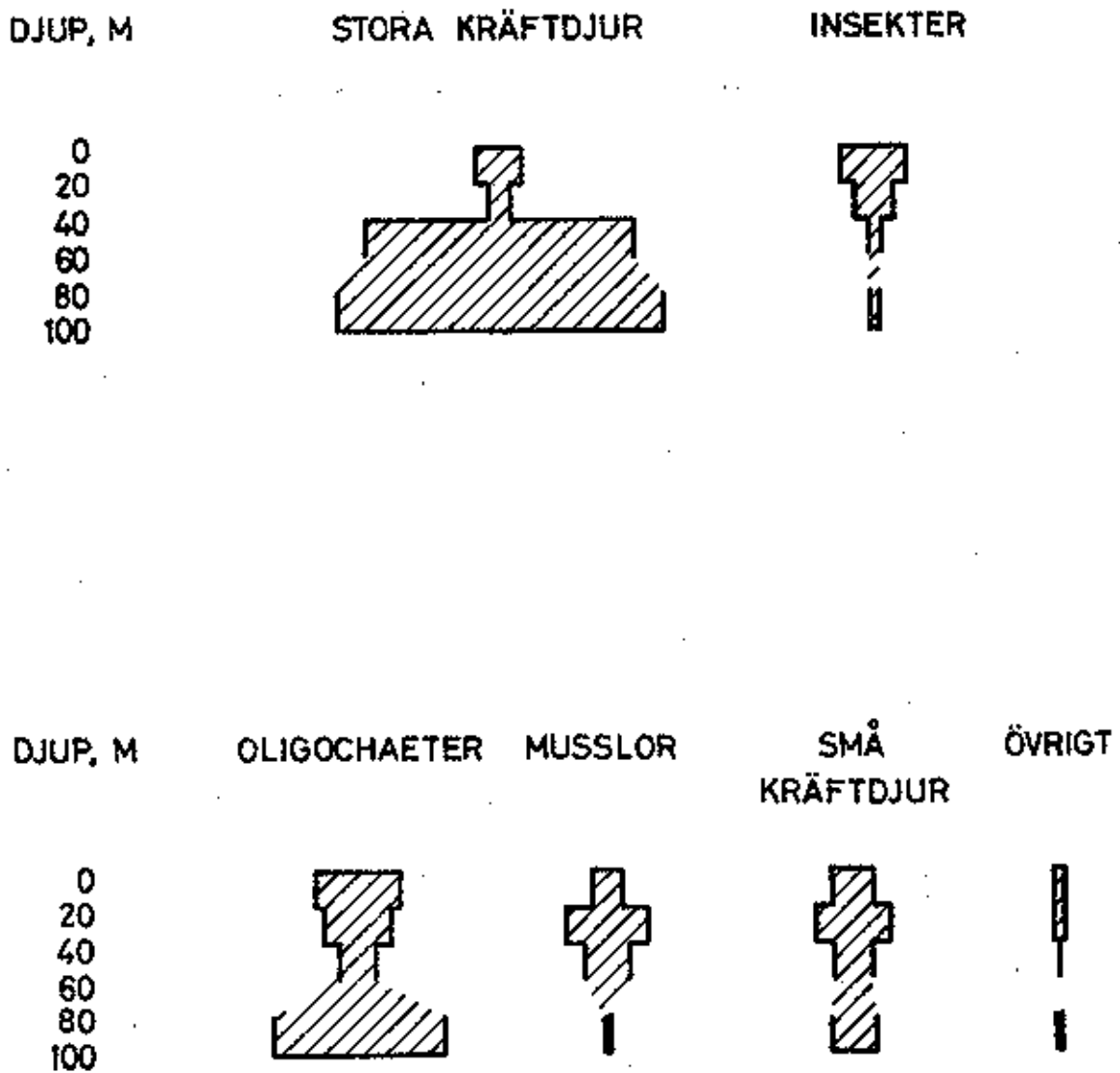
Djup, m	Motala		Jönköping		Omberg	
	g/m ²	ind/m ²	g/m ²	ind/m ²	g/m ²	ind/m ²
0 - 20	2,0	2.798	6,3	3.015	0,7	520
20 - 40	3,0	3.356	2,7	1.983	1,0	872
40 - 60	6,0	2.358	5,1	2.361	11,5	3.498
80 - 100			6,2	3.470	12,6	4.064

Tabell 9. Faunans procentuella sammansättning i huvudgrupper

	stora kräft- djur	små kräft- djur	insekter	oligo- chaeter	musslor	övrigt
Totalt	41,3	13,9	8,7	22,3	12,1	1,6
Motala	26,6	22,7	9,2	16,7	23,1	2,7
Jönköping	32,4	15,6	12,2	30,9	7,9	1,0
Omberg	64,6	4,4	4,1	17,6	8,0	1,3

VÄTTERN

Bottenfauna. Huvudgruppernas fördelning.



1000 ind./m²

Den låga koncentrationen i Ombergssområdets litoral kan delvis förklaras genom att denna har ett begränsat omfång och att bottenarna är exponerade. Motalaområdet torde erbjuda något avvikande förhållanden i jämförelse med de övriga partierna av centrala och norra Vättern. Växtplanktonvolymen var på lokal 16 att jämföra med motsvarande värden från södra Vättern (fig. 8). Huruvida de dock ringa växtplanktonmängderna och av dessa bildat detritusregn har någon betydelse för filtrerande botten djur är dock osäkert. Snarare föreligger ett samband till mängden suspenderat material som förs fram nära bottenarna och som är tillgängligt för organismerna. Musslor och små kräftdjur förekom rikligt just i detta område, och detta förhållande kan stå i samband med rik tillgång på suspenderat material i Vätterns utloppsområde. Den högre koncentrationen jämförd med Ekman's undersökningar 1911 kan tyda på en något höjd trofistandard i sjön.

Oligochaeterna är beroende av tillgång på avlagrat, organogent material i sedimenten. Den rika oligochaetfaunan i Vätterns profundal är alltså förklarlig liksom den ringa förekomsten i Ombergssområdets litoral. Däremot är den rika förekomsten i övriga litoralområden anmärkningsvärd. Dominansen tillsammans med insäckter i Jönköpingsområdets litoral tyder på tillskott av främmande tillfört material, d. v. s. en klar lokal eutrofieringseffekt. Vissa komponenter i insektsfaunan, arter tillhörande fjärdermyggorna (chironomiderna), har visat sig speciellt lämpade som miljöindikatorer. En del Chironomus-arter indikerar således förorening; dessa arter har dock ej påträffats vid företagna undersökningar.

Jämförelser har kunnat göras med resultat från de ovan omnämnda undersökningarna av Ekman. Grimås har sammanfattat de skedda förändringarna och beräknat att totalfaunan genomsnittligt ökat med omkring en tredjedel: 2,300 individer/m² till 3,017 individer/m² och att i profundalen delvis avsevärda öknings skett, nämligen större kräftdjur ökning 50 %, musslor (pisidier) 100 % och små kräftdjur 150 %. Grupperna insekter, oligochaeter och övriga organismer är i stort oförändrade till sin sammansättning. Några större, avgörande förändringar synes dock ej ha skett. De relikta kräftdjuren, som är känsliga för syredficit på djupare områden, har ej visat några tendenser till reduktion. Dessa liksom även de små kräftdjuren är av största betydelse som fiskföda. Den senare gruppen visar en klar tendens till ökning, vilket kan bero på gynnsammare näringsförhållanden. Detta är ett bevis för att produktiviteten åtminstone i vissa områden ökar; musslorna (pisidierna) har ökat sin relativa andel i faunan väsentligt och likaså oligochaeterna i vissa zoner. De variationer som konstaterats föreligger mellan de tre undersökta områdena tyder på att en långsam förändring av Vätterns vatten och miljöer är på gång.

Erhållna resultat och gjorda jämförelser med Ekmans material tyder klart på att Vättern har "nått ett utvecklingskede med högre omsättning av närämnena i sjön och därmed en ökad sedimentation av organiskt material till bottenarna" (Grimås, delrapport 2:3). Av de tre undersökta områdena visar resultaten att den pågående förändringen är mest markant inom Jönköpingsområdet, mindre utpräglad i Motalaområdet samt knappt märkbar i Örnbergsregionen.

Grimås sammanfattar sina undersökningsresultat i "On the bottom fauna of Lake Vättern" (i manuskript).

I en särskild rapport redovisar fil.mag. Göran Milbrink resultaten av sina studier beträffande oligochaeternas utbredning och sammansättning i Vättern. Jämförelser har kunnat göras med undersökningar av Ekman utförda 55 år tidigare. Särskild uppmärksamhet har ägnats tubificidfaunans sammansättning (en grupp inom oligochaeterna). Profundalens artsammansättning och individantal per ytenhet var tämligen likformig i hela Vättern och skilde sig ej nämnvärt från de värden som Ekman erhöll. Mer varierande var dock förhållandet i sjöns olika delar vad beträffar 20-40 meterszonen. Vissa arter har ökat i antal i sjöns södra del vilket tyder på en gödningseffekt i detta område. Antalet arter är även högst i denna region, vilket utmärker ett näringsfattigt vatten under gödning. Milbrink anför att spår av denna effekt redan kan skönjas i Ekmans material 1911. "Anhopningen av alloktont, organiskt material har sannolikt pågått under lång tid". - Vid undersökningen har påträffats minst fyra för Vättern nya oligochaeter.

IX. Fiskefrågor

1. Uppdrag

Kommittén angav i promemoria i september 1967 de frågor rörande fisket i Vättern som närmare borde utredas. Byrådirektör Curt Wendt, som utfört utredningen, redovisade uppdraget i januari 1968. Utredningsfrågorna grupperades under rubrikerna: allmänt, lekomyråden, fiskare, fångsten samt utveckling. Denna disposition följs i huvudsak nedan. Vissa kompletterande uppgifter har av Wendt lämnats senare. Till denna sammanfattning bifogas en sammanställning av fiskerikonstulent Hugo Rundberg, Målarundersökningen, rörande tidigare fiskelitteratur från Vättern (bilaga).

Utredningen av fiskefrågorna måste betecknas som preliminär, då viktiga undersökningar fortfarande pågår. Sålunda utreder Kungl. Fiskeristyrelsen, Göteborg, skjutningarnas från västra stranden inverkan på rödingbeståndet,

varvid även eventuella föroreningars inverkan beaktas. Denna utredning startade 1965 och skall pågå under 10 år. Vidare och intimt sammankopplade med dessa undersökningar bedrivs med för varje år uppgjorda program en rad fiskvårdande åtgärder i Vättern, såsom fiskutsättning, romtäkt och reproduktionsbiframjande åtgärder. Finansieringen sker i huvudsak genom vattenavgiftsmedel.

2. Allmänna synpunkter

Vättern är ur fiskeribiologisk synpunkt att betrakta som tämligen unik såväl ur miljösynpunkt som vad gäller befintligt fiskbestånd. Det är en djup klarvattensjö med tämligen kallt vatten och goda syrgasbetingelser. Lekplatser av olika beskaffenhet står till förfogande. Av de 27 fiskarter som anges förekomma tilldrar sig de s.k. relikterna stort intresse, främst rödingen, vilken tillsammans med sikken svarar för det största utbytet såväl i vikt som i värde. Föreliggande utredning behandlar huvudsakligen de ekonomiskt betydelsefulla fiskarterna, röding, sik, siklöja, öring, lake, abborre och gädda. Av stort värde hade varit om i denna liksom i liknande utredningar även övriga fiskarters betydelse hade kunnat belysas. I den biologiska cykeln spelar några ur människans synpunkt värdelösa arter en stor roll.

De fysikalisk-kemiska betingelserna ges utförligt i annat sammanhang. Här må erinras om Vätterns siktdjup som i regel något överstiger 10 m, att sommartemperaturen i regel stannar vid +16-18 °C, vilket gynnar alla laxfiskar, vilka räknas till "kallvattensfiskarna". Dessa ställer även krav på hög syrgashalt. Denna torde i Vättern vara helt tillfredsställande; dock vet vi föga om syrets mikroskiktning i bottenens omedelbara närhet, där rodden läggs och utvecklas. Lokala effekter kan därvidlag spela in och kanske spoliere begränsade lekogränder. En begränsad syretillgång medför måhända ej fiskdöd men kan kraftigt nedsätta konditionen hos fiskbestånden.

Huruvida vattnets mineralhalt direkt kan inverka skadligt på ett fiskbestånd är ofullständigt känt. Indirekt har dock många ämnen stor betydelse på grund av ökad planktonproduktion, sedimentation, etc. Giftämnen, som i regel sprids genom olika avloppsutsläpp, är av många olika slag och kan ofta ha en direkt dödande effekt.

Förekomsten av växtplankton och bottenfauna i Vättern har ovan redovisats. Vissa uppgifter om den högre vegetationen återfinns hos Stålberg (1939), där även vissa djurplanktonprov redovisas.

Vätterns laxartade fiskar äter som yngel rena planktonformer men övergår snart till smådjur av olika slag. Tre till fyra år gammal börjar rödingen äta siklöja, nors och storspigg. Siklöjan livnar sig helt på plankton. Av Vätterns båda sikar har den ena (näbbtiken eller den s.k. aspstiken) en planktonbetonad diät, medan den andra vid tilltagande ålder äter mera bottendjur än plankton. Abborren äter under sina två första år mest plankton, övergår vid ca 11 cm storlek till bottendjur och fiskyngel och vid 20 cm längd till allehanda småfisk, mört, spigg, kvidd, nors, m.m. Gäddan är att betrakta som rovfisk; laken föredrar fisk, kräftdjur och musslor. Den s.k. "djuplaken" i Vättern lever i stor utsträckning på de relikta kräftdjuren *Mysis*, *Pontoporeia*, *Pallasea*, *Gammaracanthus* och *Mesidothea*.

Den ökning av vissa djurgrupper som omnämnts i kap. VIII Bottenfauna och som kan förklaras genom ökad näringshalt i sjön gynnar otvivelaktigt vissa fisksorter och ökar fiskavkastningen; miljöförändringen medför samtidigt ökad planktonutveckling och sedimentation med bl.a. åtföljande syrebehov vid nedbrytningen i bottenskiktet, vilket kan innebära fara vid rom- och yngelutveckling. Att siffer- och värdemässigt precisera förhållandena är knappast möjligt; visserligen kan en ökande fiskavkastning erhållas, men samtidigt försämras betingelserna på lekområdena - en utveckling som på lång sikt icke är önskvärd.

3. Lekområden

De viktigaste lekområdena är markerade på en karta, upprättad av Wendt 1968. De utgör i första hand lekplatser för rödingen, men även andra områden har markerats. Detaljer vad beträffar de olika fiskarternas lektider och -platser framgår av Wendts utredning. Här skall endast behandlas rödingens lekförhållanden samt vissa försök med s.k. romlådor.

Storrödingen leker från början av oktober till mitten av november på grovsteniga bottnar. Bestånden av röding i Vättern är troligen lokala; skilda bestånd uppträder i olika delar av sjön. Kända lekplatser är t.ex. grundområdet Flisen öster om Hjo och Karlsborg, grundbankarna omkring Röknen - öarna Fjuk, Erkerne och utmed Medevilandet och Örnberg. Huruvida dessa lekområden nu utnyttjas är emellertid ej känt. Vid de tidigare angivna lekplatserna Höjen utanför Karlsborg samt Rosenlundsgrundet utanför Huskvarna pågår provfiskeri och försöksverksamhet, vilken nedan skall redovisas. - Vid rödingens lek täcks rommen av sten och grus; den kommer alltså att ligga tämligen väl skyddad. För den fortsatta utvecklingen krävs riklig syrgastillförsel; eventuell slambeläggning förhindrar gasutbytet och kan åstadkomma att rommen dör.

Efter kläckningen stannar ynglet bland stenarna till dess gulsäcken förbrukats, d.v.s. i minst en månad.

Försök med s.k. romlådor har utförts 1966 och 1967 vid Rosenlundsgrundet, Huskvarna. Sammanlagt utsattes 5 lådor med vardera 150 nybefruktade romkorn nedlagda bland sten och grus i en rät linje från 600 till 1000 m från stranden. I april 1967 avslutades försöket. Då var samtliga romkorn i lådan närmast land döda, och lådan var kraftigt slambemängd. Lådorna längre ut innehöll mellan 20 och 30 levande yngel jämte ett antal döda romkorn.

Motsvarande försök 1967, som avslutades den 20 april 1968, missgynnades genom tidig kläckning p.g.a. varm väderlek i april. Endast i lådan längst ut (1000 m från stranden) påträffades ett 20-tal yngel plus ett antal döda romkorn. I nästa låda (800-900 m från stranden) fanns tomma romskal; i övriga lådor fanns varken yngel eller romkorn. De lådor som låg närmast stranden var starkt slambemängda, och näten över lådorna hade en kraftig påväxt av grönalger. Slammet torde dels härröra från föroreningar, dels bestå av erosionsmaterial från strandkanten.

Motsvarande lådförsök utfördes 1967-1968 i Höjenområdet. Lådorna försågs hösten 1967 med ca 200 romkorn. Lådan belägen längst ut från stranden var i april helt tom och tydligt påverkad av vågorna. En låda SV Höjen hade 6 levande yngel, 5-10 döda romkorn och 1 simpa; en låda SV Höjen och mycket nära stranden (5 m djup) hade 18 levande yngel, 11 döda romkorn och 1 simpa. En låda NV Höjen (8 m djup) innehöll 15-20 levande yngel jämte döda embryoner i olika utvecklingsstadiet, en del helt gröna - svartgröna till färgen, en del gula, tydligt ögonpunkterade. Även helt obefruktade romkorn påträffades. - Det i lådorna påträffade materialet är föremål för fortsatt analys.

De kemiska analyserna visar bl.a. att totalfosforhalten i regel är lägre nära botten på lekgrunden. Bottenpåväxten på dessa relativt grunda områden är riklig; den biologiska omsättningen är livlig. Det har ovan påpekats vikten av lämpliga miljöförhållanden på lekplatserna: låg syrgashalt, ökad sedimentation, förekomst av toxiska substanser, etc. kan menligt inverka på romutvecklingen.

4. Fiskfångsten

a. Fångstplatser; fångsternas storlek och värde

På samma karta som visar lekplatsernas lägen har även de mest betydande fångstplatserna markerats. Fisk fångas för övrigt i hela sjön. Fiskeavkast-

Tabell 10. Fiskfångsten i ton. Medeltal för 5-årsperioder (C. Wendt)

År	Röding	Laxöring	Sik	Siklöja	Abborre	Gädda	Lake	Summa
1915-19	41,0	13,2	45,0	44,4	11,6	12,6	21,4	189,2
1920-24	51,8	11,3	47,0	23,0	13,0	11,8	31,8	189,7
1925-29	58,2	6,6	38,8	26,4	12,2	13,2	27,8	183,4
1930-34	65,2	6,2	44,8	27,2	11,6	10,8	28,0	193,8
1935-39	64,5	6,6	45,4	19,4	15,8	11,2	36,8	199,7
1940-44	62,8	6,8	55,4	35,2	16,2	13,2	35,4	215,0
1945-49	59,4	6,6	49,8	33,4	18,8	8,8	30,6	207,4
1950-54	59,7	11,4	67,3	42,4	14,7	7,5	40,8	243,6
1955-59	40,0	11,2	130,0	57,2	16,0	9,8	43,0	307,2
1960-64	44,6	6,4	111,0 ¹⁾	43,8 ¹⁾	9,0 ¹⁾	7,0 ¹⁾	21,8	302,6 ¹⁾

1) Utom R-län:

ningen i Vättern är låg. "Från den första 5-årsperioden, 1915-1919, t.o.m. den sista helt fullständiga perioden, 1955-1959, ökade dock fångstmängden från 189 till 307 ton ... och hektaravkastningen steg från 1,0 till 1,6 kg. Ökningen torde sannolikt bero på ett intensivare fiske snarare än på ett större fiskbestånd" Wendt 1968:15. Fiskfångsten i ton framgår av tabell 10.

Rödingfångsten uppgick under perioden 1915-1959 till i medeltal 50 ton per år. Sämsta året, 1915, erhöles endast 24 ton, medan de bästa åren, 1935 och 1948, gav 75 ton vardera. Totalfångsten åskådliggörs på fig. 13 och 14; den senare figuren visar fångstens fördelning länsvis. Nämnas kan ytterligare att under den senaste 10-årsperioden, 1955-1964, erhöles låga fångster 1956 och 1963, medan däremot 1961 var ett toppår med en fångst av 62 ton.

Sikfångsten (fig. 13) var under 10-årsperioden 1937-1947 i medeltal 45 ton. Under nästa 10-årsperiod skedde en markant uppgång i fångsterna under slutet av perioden. 1956 fångades 112 ton och 1959 150 ton sik. Efter en tillfällig nedgång under början av 1960-talet ökade fångsterna ånyo och år 1964 fiskades ej mindre än 164 ton. Därmed överträffades också för första gången rödingfångstens värde (393 000 kr) av värdet för sikfångsten (422 000 kr). Det framgår klart av fig. 13 dels hur markant rödingfångstens nedgång har varit, dels hur kraftigt sikfångsten har ökat.

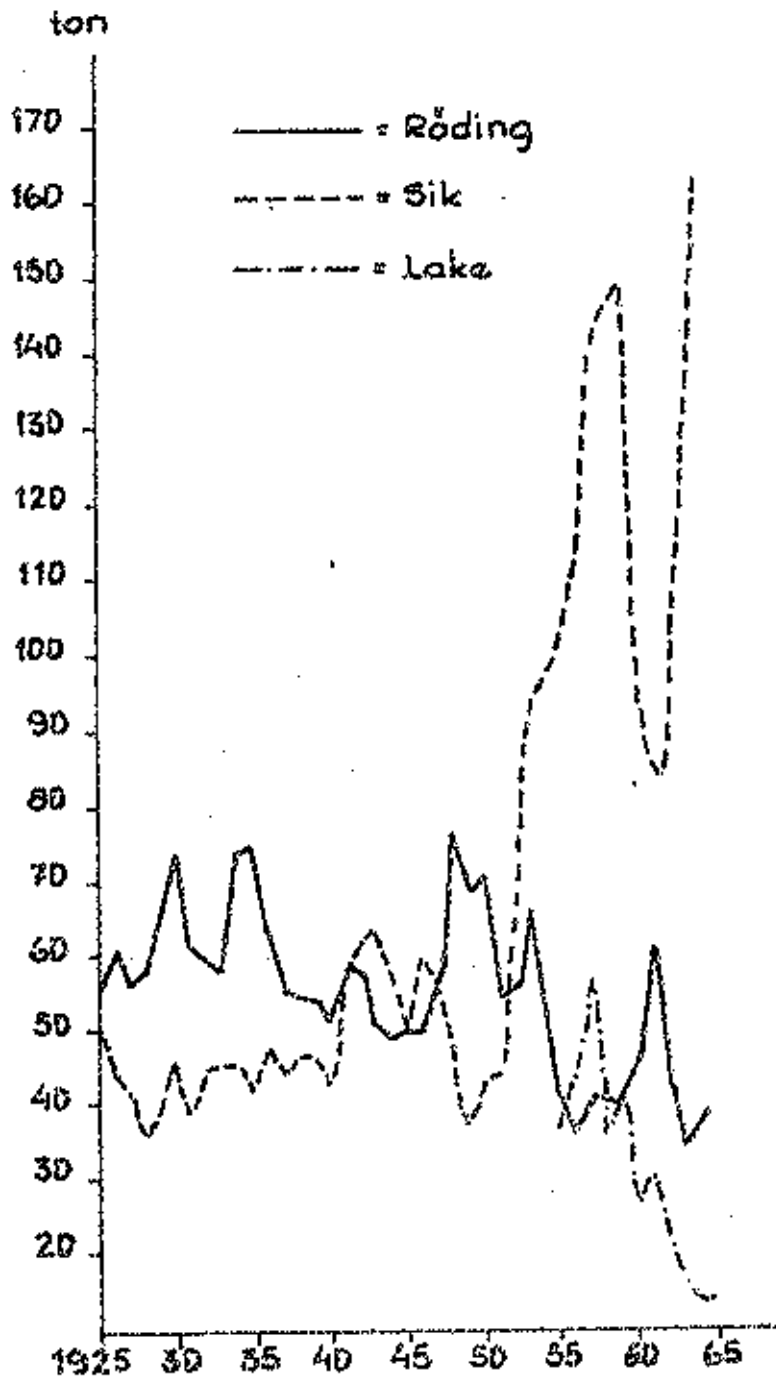
Siklöjefångsterna brukar normalt variera kraftigt och detta är förhållandet också i Vättern. Under åren 1960-1963 fångades i medeltal 44 ton, ett värde som även erhöles under perioden 1915-1919. Under mellanperioden har såväl lägre som högre årsavkastningar registrerats.

Öringfångsten låg under 1960-talets första år på omkring 6 ton per år; den var tidigare - före utbyggnaden av Motala ström - ungefär dubbelt så stor.

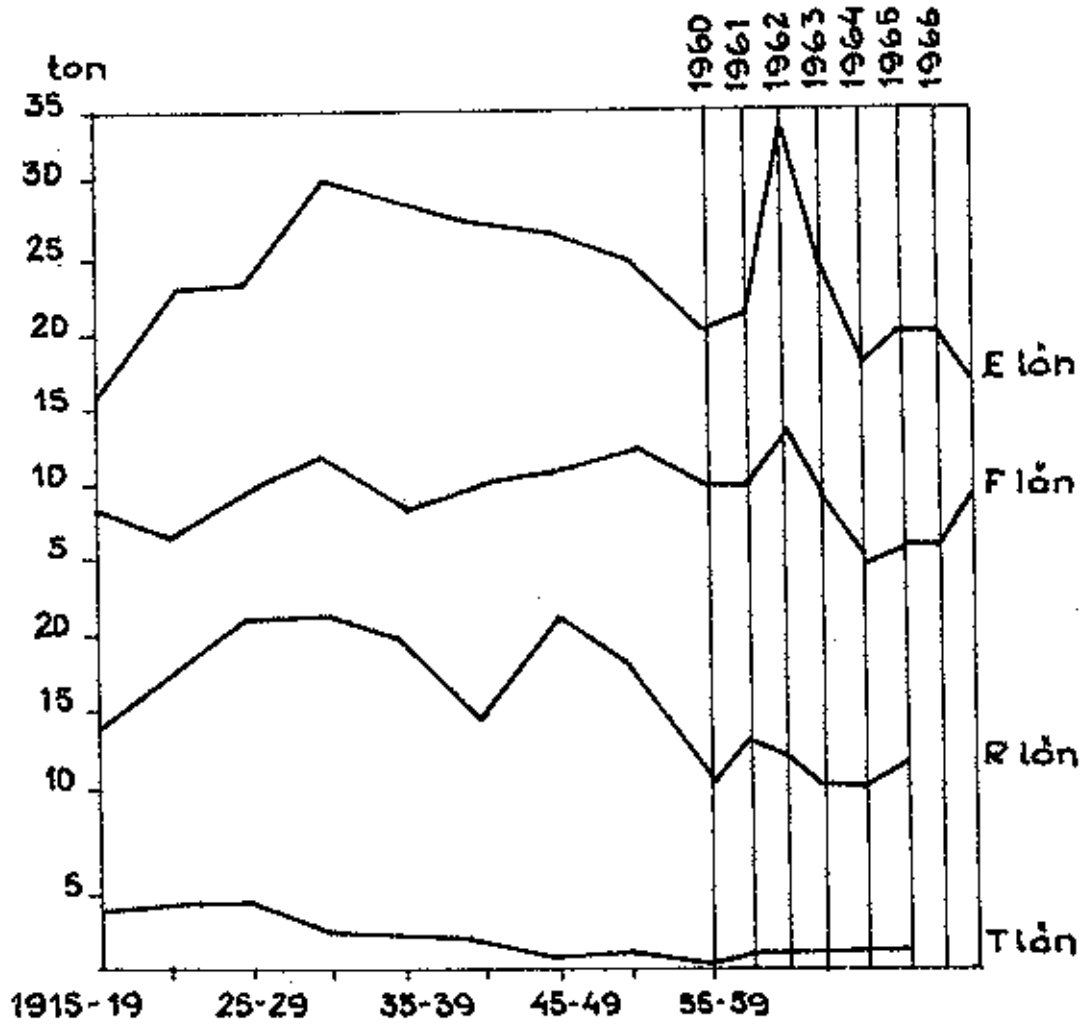
Lakfångsten har under 1960-talet minskat kraftigt. Från 21 ton under perioden 1915-1919 steg den till 43 ton under perioden 1955-1959 (tabell 10) för att under åren 1960-1964 sjunka till 22 ton per år. Denna nedgång synes ytterligare ha accentuerats under de senaste åren. Det är närmast "djuplaken" som kraftigt minskat; någon förklaring synes svår att finna.

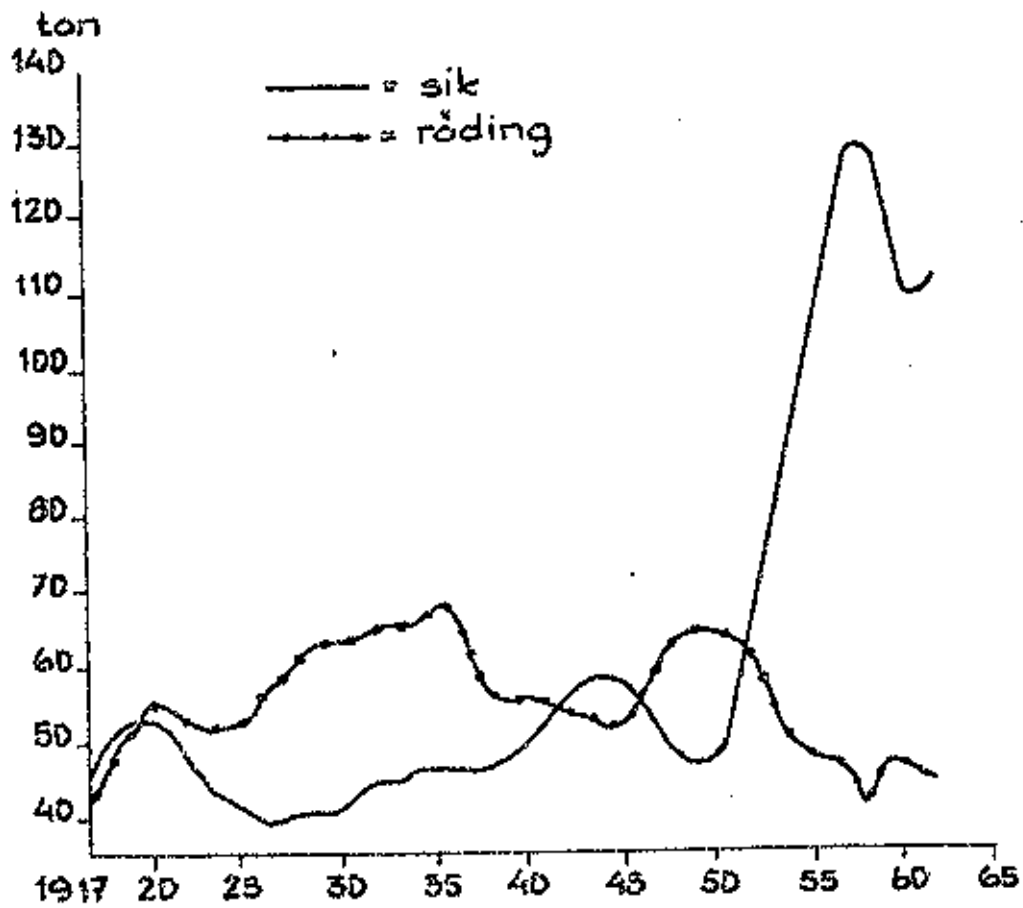
Fångsterna av abborre och gädda har ej nämnvärt fluktuerat; båda fiskarterna fångas i måttlig mängd. Av abborre har i genomsnitt erhöles ca 14 ton per år; gäddfångsten var före 1945 ca 12 ton per år men har senare minskat till ca 8 ton.

Totolfångst av röding, sik och lake



Fångst av röding lånsvis



Utjämnade fångstkurvor för
röding och sik

"Som sammanfattning kan sägas att fångstvärdet under den senaste 10-årsperioden hållit sig omkring 800 000 kr med en tendens till ökning. Härvid har dock ingen hänsyn tagits till det förändrade penningvärdet. Av stor vikt är de stora förändringar som under motsvarande tid inträffat beträffande de olika fiskarternas inbördes betydelse. Före 1950 låg rödingen främst och svarade för ca 28% av den totala fångstmängden. Siken följde närmast med ca 25 %. Under perioden 1950-1954 var förhållandet omvänt. Siken svarade för 28 % och rödingen för 25 %. På grund av att rödingen emellertid betingade ett högre pris, så var värdet av rödingfångsten fortfarande högre än värdet av sikfångsten. Under de bägge senaste 5-årsperioderna överflyglades rödingfångsten ytterligare av sikfångsten. 1955-1959 svarade rödingfångsten för 13 % och sikfångsten för icke mindre än 43 %. 1960-1964 var motsvarande siffror för röding ca 18 % och för sik ca 48 %. 1964 var dessutom värdet av sikfångsten för första gången större än värdet av rödingfångsten sedan statistikinsamlingen började 1914. Även siklöjefångsten har fångstmässigt under senare år varit i paritet med rödingfångsten. Lakfisket synes ha drabbats av en kraftig tillbakagång" (Wendt 1968:17). - Tilläggas kan att fångstvärdet nu torde uppgå till ca 1 milj. kronor per år.

b. Fiskredskapen

Antalet använda fiskredskap och båtar framgår av nedanstående tabell 11.

Tabell 11. Antalet fiskeredskap och båtar; (Medeltal för 5-årsperioder; Wendt 1968).

År	Notar	Nät	Ryssjor	Krokredskap	Båtar	
					med motor	utan motor
1915-19	85	8.120	1.410	3.270	55	444
1920-24	103	8.300	1.670	2.820	91	468
1925-29	88	9.503	1.430	3.904	152	324
1930-34	89	11.280	1.470	4.070	193	341
1935-39	93	14.480	1.320	5.300	247	342
1940-44	111	15.000	1.480	6.260	210	336
1945-49	89	14.090	-	7.430	250	252
1950-54	71	14.380	-	7.470	313	219
1955-59	60	13.482	-	5.211	283	172
1960-63 ¹⁾	49	11.640	-	-	285	93

1) Ej fullständig 5-årsperiod.

"Nätantalet steg kraftigt fram till 1940-talet och räknade som mest 15 000 nät under perioden 1940-1944. Samtidigt uppgick antalet fiskare som bedrev

yrkesmässigt fiske till 526 st. Under perioden 1960-1963 bedrevs yrkesmässigt fiske av 364 fiskare, som fiskade med totalt 11640 nät. Om man med utgångspunkt från dessa siffror grovt uppskattar antalet nät per fiskare finner man att nätinnehavet ökat från 28 till 32. .. En annan mycket viktig förändring inträffade i början av 1950-talet. Från att tidigare ha använt bomullsnät övergick man till nylonnät, som var både hållbarare och fiskligare än bomullsnäten. De kunde stå ute längre tider men samtidigt var risken större för sämre fisklighet genom ökad beläggning eller påväxt på näten" (Wendt 1968: 17-18).

5. Fisket i Vättern samt synpunkter på fiskets framtid

"En av grundförutsättningarna för ett givande fiske är förekomsten av goda fiskbestånd. I Vättern är fiskeavkastningen låg, men förekomsten av främst röding har givit upphov till ett omfattande fiske. Under den senaste 10-årsperioden har betydande förändringar inträffat i den årliga fiskfångstens sammansättning... Rödningens andel i totalfångsten har minskat och det är en allmän uppfattning att beståndet decimerats kraftigt" (Wendt 1968:20).

Fisket i Vättern måste betecknas som intensivt. Det yrkesmässiga fisket har tidigare spelat stor roll; rödingen var länge huvudobjektet för fångsten. Antalet yrkesfiskare har emellertid markant minskat från ett i slutet av 1910-talet ha varit ca 170 till siffran 56 för perioden 1960-1964. Idag är antalet förmodligen 30 à 35. Särskilt markant har nedgången varit i Skaraborgs län.

En faktor som haft stor inverkan på det yrkesmässiga fisket är att en stor del av Vättern används för militära ändamål främst i form av skarpskjutningar. Denna omständighet har skapat stora problem och inom Skaraborgs län direkt bidragit till nedgången i antalet yrkesfiskare.

"Om man jämför fångstutbytet per fiskare under perioden 1955-1959 med perioden 1960-1964 finner man, att under den förra fångade var och en av i medeltal 313 fiskare 4,28 ton fisk och under den senare fångade i medeltal 244 fiskare 4,36 ton fisk vardera. Fångstmängden per fiskare som bedrivit yrkesmässigt fiske var således oförändrad trots en intensifiering av fisket och det totala utbytet av det yrkesmässiga fisket hade minskat... En allmän tendens under senare år har varit ett alltmer tilltagande fritidsfiske från vilket ingen statistik för närvarande finns tillgänglig" (Wendt 1968:19).

Något som helt saknas från Vättern är uppgifter om utbytet i kilo per fångststrängning. En statistik av detta slag har emellertid nu börjat insamlas.

*Vanligt är att fiskfångsterna fluktuerar vilket beror på ett samspel av en rad skilda faktorer: klimatologiska, hydrologiska, näringsbetingelser o.s.v. Isläggning, temperatur och andra faktorer inverkar på lek och kläckning; födotillgång och konkurrens är andra avgörande detaljer för beståndens utveckling. Intensiteten i själva fisket är även avgörande. "Det ökade sikfisket återspeglas i lägre fångstålder och en förbättrad tillväxt hos sikon. Förändringar har även inträffat i rödingbeståndet. Tidigare fångades rödingar av storleksordningen 40-45 cm. För närvarande fångas huvudsakligen rödingar på 36-40 cm. Medelvikten hos röding ... sjönk från 1,16 kg 1954 till 0,70 kg 1961. Fångsten av sådan mindre röding sänker givetvis de samlade utbytet i vikt" (Wendt 1968:21).

Orsakssammanhangen är ej klarlagda vad beträffar nedgången under senare år i rödingfångsterna. Utsläppen av kommunalt och industriellt avloppsvatten kan ha en långsamt förödande effekt på fiskbestånden. I vad mån ovan nämnda skarpskjutningar dessutom inverkar är under utredning.

Skilda fiskevårdande åtgärder i Vättern pågår. Sådana kan alltid anses motiverade; vissa åtgärder såsom kompensationsutsättningar är däremot att betrakta som provisoriska.

I denna sammanfattning bör slutligen ånyo erinras om fritidsfiskets alltmer ökande betydelse. Ökad rörlighet och införandet av nylonnät har stimulerat till ett mycket intensivt fiske på de s.k. frivattnen. Utvecklingen för framtiden kommer med största sannolikhet att fortsätta mot ett ökat fritidsfiske.

X. Sammanfattning

Under perioden augusti 1966 - augusti 1967 har med vissa kompletteringar biologiska undersökningar utförts i Vättern omfattande analyser av bakteriologiska förhållanden, växtplankton, klorofyllhalt, bentos, bottenfauna samt fiskeribiologiska problem. Undersökningarna har letts av utredningsorganet inom Kommittén för Vätterns vattenvård, finansierats genom nämnda kommitté samt utförts av skilda forskare, myndigheter och institutioner.

Delrapporter rörande vunna resultat har tidigare utgivits som rapporter från Kommittén för Vätterns vattenvård, 1 - 4. Föreliggande redogörelse utgör en sammanfattning och totalbedömning av redovisade resultat.

Jämförelser med tidigare utförda undersökningar i Vättern har i vissa fall kunnat göras. Detta gäller i första hand avsnitten fisk och bottenfauna samt i begränsad omfattning växtplankton och påväxtorganismer.

De bakteriologiska analyserna har givit vid handen att mycket höga coli-halter lokalt noterats vid skilda tillfällen på vissa lokaler, bl.a. i Jönköpingsområdet. Bakteriehållningen bestämd genom direkt räkning har klart visat att halterna genomgående är högst i Vätterns södra del. I jämförelse med motsvarande halter i Mälaren och Hjälmaren finner man dels att värdena från Vättern är lägre dels att variationsbredden är betydligt mindre. De högsta halterna i södra Vättern är tidvis något högre än motsvarande värden som erhållits från Mälarens minst påverkade partier.

Den kvalitativa växtplanktonanalysen har visat att det högsta artantalet förekommer i Vätterns södra del inklusive Visingsöområdet. Noterade arter är i huvudsak att beteckna som renvattensindicerande. Vattenblomningar i större och mera varaktig omfattning har ej rapporterats.

Den totala växtplanktonvolymen är genomgående låg och överstiger undantagsvis $1 \text{ mm}^3/\text{l}$; i regel ligger värdena under $0,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ och överensstämmer i detta fall väl med motsvarande från opåverkade klarvattenssjöar. De högsta värdena har observerats i södra delen av Vättern och öster om Visingsö samt i Motalaområdet. Även om skillnaderna är små, tyder de erhållna resultaten på att en långsam förändring är på gång i Vättern. Små förändringar i planktonmängd ger snabbt utslag i form av allt lägre siktdjupsvärden. Att siktdjupet under de senaste decennierna kraftigt minskat är ett faktum. Det är de ökande närsaltmängderna som satt i gång denna utveckling mot försämrade tillstånd.

Erhållna resultat vid klorofyll a-analysen understryker de tendenser som framkommit vid växtplanktonanalysen.

Undersökningen av påväxtorganismer visar att Vätterns stränder i huvudsak är att beteckna som renvattenmiljöer. I närheten av större samhällen: Motala, Gränna, Vadstena och Karlsborg har en eutrofiering av miljön påvisats. I ett begränsat antal områden: vid Jönköping, i Olshammarviken och vid Hargebruks hamn har de eutrofa tillstånd övergått i saproba förhållanden; i något fall har rent abiotiska (döda) miljöer noterats.

De bottenfaunistiska analyserna har visat att några större avgörande förändringar ej skett sedan 1910-talet. Dock synes det helt klart att Vättern nått ett utvecklingsstadium med högre omsättning av närsalter i sjön, därmed ökad sedimentation och gynnsammare betingelser för utveckling av vissa djurgupper. Avsevärda förändringar i faunans sammansättning och biomassa sker i Jönköpingsregionen, i någon mån i Motalaområdet, medan förändringarna knappt är märkbara i sjöns centralparti, Ombergsområdet.

Ett intensivt fiske bedrivs i Vättern; dock är fiskeavkastningen låg. Fisket har i stor utsträckning inriktats på röding. På senare år har rödingens andel i totalfångsten minskat, medan däremot sikavkastningen kraftigt ökat. Naturliga fluktuationer inträffar alltid; dessa är för Vätterns vidkommande väl belysta genom anförd statistik från 1914. Orsakssammanhangen är ej klarlagda vad beträffar nedgången i rödingfångsterna. Utsläppen av avloppsvatten av skilda slag kan ha en långsamt förödande inverkan på fisket och balansen mellan olika fiskarter: samspillet mellan en rad organismgrupper i näringskedjan är bl.a. avgörande. Därvidlag har redan vissa förändringar skett i fråga om plankton och bottenfauna. En påverkan kan även direkt verka förödande genom nedsatta syrehalter, ökad slamhalt och toxicitet.

Utredningar angående vissa fiskefrågor pågår alltjämt, bl.a. beträffande skarpskjutningarnas eventuella effekt på fisket.

Det under senare år ökande fritidsfisket torde för framtiden få allt större omfattning. För närvarande saknas statistiska uppgifter angående intensitet och fångstmängd.

Vättern är ur flera synpunkter att betrakta som unik, den är ovärderlig som råvattentäkt och är ur rekreationssynpunkt utomordentligt värdefull. Den har fortfarande ett stort siktdjup, låga när-salthalter och låg planktonproduktion. Klara tendenser till förändringar har dock kunnat påvisas. Sjön är i ett begynnelseskede mot en förändrad, produktivare nivå ur vilken ingen återvändo sedermera ges. Effektivast möjliga åtgärder bör därför vidtagas för att hejda denna utveckling.

XI. Referenser

Förutom till de källor som anförts under III. Delrapporter har hänvisning skett till följande arbeten:

Cleve-Euler, A., 1911. *Cyclotella bodanica* i Ancylussjön. - Geol. Fören.

Stockh. förh. 33. Stockholm.

De Toni, G.B., ed. Forti, A., 1898-99. Contributo alla conoscenza della Flora pelagica del Lago Vetter. - Bull. Soc. Bot. Ital. 1899. Firenze.

Ekman, S., 1915. Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. - Int. rev. Hydrobiol. 7. Leipzig.

Gessner, F., 1934. Die chemische und biologische Schichtung im Vätternsee. - Int. rev. Hydrobiol. 31. Leipzig.

- Lemmermann, E., 1904. Das Plankton schwedischer Gewässer. - Arkiv för Botanik 2:2. Stockholm.
- Parsons, T.R. and Strickland, J.D.H., 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. - J. mar. Res. 21. New Haven.
- Stålberg, N., 1939. Lake Vättern. Outlines of its natural history, especially its vegetation. - Acta phytogeogr. suec. 11. Uppsala.

Uppsala den 17 juni 1968

Torbjörn Willén

Torbjörn Willén

Bilaga

Hugo Rundberg

Vättern. Fiskeribiologisk litteratur;

sammanställning 1968.

V Ä T T E R N

FISKERIBIOLOGISK LITTERATUR

Sammanställning 1968

av

Hugo Rundberg

Mälarundersökningen

SFT = Svensk Fiskeritidskrift

A., G. 1944. Stor röding i Vättern. SFT 53:169.

A., I. 1954. Notiser från Vättern. SFT 63:122.

Adolfsson, G. 1937. Om utplantering av fiskyngel av sjöns egen fiskstam och uppkomst av nya lekplatser. SFT 46:87-90.

Alm, G. 1928. Sigmärkningar i Vättern. SFT 37:209.

- 1929. Undersökningar över Laxöringen i Vättern och Övre Motala ström. Medd.K.Lantbruksstyrelsen (276):1-68.
- 1929. Vätter- och strömöringen. SFT 38:221-223.
- 1934. Om rödingfisket i Vättern. SFT 43:245-247.
- 1934. Vätterns röding. Medd.Undersökn.Anst.Sötvattensfisk. (2), 26 pp.
- 1936. Huvudresultaten av fiskeribokföringsverksamheten. Medd.Undersökn.Anst.Sötvattensfisk. (11), 64 pp.
- 1936. Laxöringsuppfoäning vid Borenhults fiskodlingsanstalt. SFT 45:28.
- 1942. De stora sjöarnas betydelse för sötvattensfisket. SFT 51:137-140.
- 1950. The tagging of char, *Salmo alpinus*, Linné, in Lake Vättern. Rep. Inst.Freshw.Res.Drottningholm (32):15-31.
- 1950. Vätterns storöring eller silverlax. Sportfiskaren 16(1):3-5.
- 1956. Fiskare, fiskredskap och fiskfångst i Vättern under 40-årsperioden 1915-1954. SFT 65:90-95.
- 1960. Rödingfisket i Vättern och orsakerna till dess fluktuationer. SFT 69:82-87.

Andersson, O. 1932. Angående fisket i Vättern. SFT 41:287-288.

Arpi, B. 1958. Om vätterfiskets regionala fördelning. SFT 67:6-9.

Arvidsson, G. 1924. Statens fiskodlingsanstalt vid Borenhult år 1923. SFT 33:82-84.

- 1934. Fiskodlingsanstalten i Borenhult. SFT 43:161-162.
- 1935. Märkning av laxöring i Vättern. Medd.Undersökn.Anst.Sötvattensfisk. (4), 16 pp.

- Arvidsson, G. 1935. Vid Borenhults fiskodlingsanstalt. SFT 44:200.
- 1942. Från Borenhults fiskodlingsanstalt. SFT 51:119.
- 1942. Leker lax och laxöring i regel mer än en gång. SFT 51:6-8.
- 1942. Norsvakar. SFT 51:69.
- 1942. Notdragning på fiskens lekplatser. SFT 51:55-56.
- ? . Några ord om Motala ströms fiske. ?.
- B., L. 1939. Fisket i Vättern. SFT 49:229.
- 1944. Vätternsvirvlare. SFT 53:154-155.
- Bergman, L. 1907. Vätternfiske. SFT 16:24-27.
- 1932. Angående fisket i Vättern. SFT 41:286-287.
- 1938. Fisken i Vättern, vart tog den vägen. Insjöfiskaren 2:40.
- 1942. Från Vätternstranden. SFT 51:173-174.
- Bergsten, F. 1926. The seiches of Lake Vetter. Geogr. Ann., Stockh. (102), 73 pp.
- Bohman, J. 1840. Vättern och dess kuster. Örebro. 312 pp.
- Dahr, E. 1942. Fiskerintendentens årsberättelse. SFT 51:135.
- Eckerbon, N. 1935. Vad kan göras för förbättrande av Vätterns rödingstam.
SFT 44:77-79.
- Ekman, S. 1914. Sedimentering, om sedimentering och vattenströmningar i Vättern.
Ymer (4):346-366.
- 1915. Die Bodenfauna des Vättern. Int. Rev. Hydrobiol. u. Hydrogr. 7, 275 pp.
- 1916. Om Vätterns näbbsik. SFT 25:101-106.
- 1949. Vättern. Natur i Östergötland: 130-139. Göteborg.
- Ekman, T. 1902. Om fisknamn m.m. från Vättern. SFT 11:172-173.
- 1903. Om siklöjfisket i Vättern. SFT 12:23-30.
- 1907. Glupska rödingar. SFT 16:187.
- 1908. Tidig "laxlek". SFT 17:156.
- 1911. En statens fiskodlingsanstalt vid Motala. SFT 20:4-9.
- 1912. Leker rödingen hvarje år. SFT 21:172-175.
- 1912. Notis, Lax som nappar på två svirvlar. SFT 21:189-190.
- 1913. Stor röding. SFT 22:91-92.
- 1924. Leksödingnotiser. SFT 33:153-154.

- Ekman, T. 1926. Fiskodlingsanstalten vid Borenhult. SFT 35:31-32.
- 1926. Statens fiskodlingsanstalter, 1924-25. SFT 35:111-112.
- 1926. Stor Vätterslaxöring. SFT 35:87.
- 1927. Statens fiskodlingsanstalt vid Borenhult år 1926. SFT 36:143-145.
- Emanuelsson, G. 1935. Om rödingfisket i Vättern. SFT 44:169.
- Folking, 1938. Märkt Vätterröding fångad fyra år å rad, Vätterfiskarens intresserade av fiskodling. Insjöfiskaren 2:144-146.
- 1939. Vänerlax till Vättern genom olyckshändelse. Insjöfiskaren 3:128-129.
- Gislén, T. 1951. Exkursioner till Blekinge, Öland och Vätterbygden 1949 och 1950. Fauna och Flora:137-161.
- Gustavsson, K. 1933. Rödingfisket i Vättern. SFT 42:71-72.
- Hammarström, R. 1937. Insjöfiskesakkunnigas betänkande avgivet. SFT 46:109-111.
- Högström, G. 1946. Bombfällningen i våra Insjövattnen. SFT 54:25-26.
- 1946. Vätterns fiskaroförbund. SFT 54:176.
- 1950. Grundet Höjen och fisket i Vättern. Insjöfisket 8:(11-12):7-8.
- K., S. 1950. Notis, Kräftpest i Vättern. SFT 59:117.
- Kartman, H. 1946. Fisket i Vättern. SFT 55:50-51.
- Larsson, G. 1907. Rödingodling i Vättern. SFT 16:31.
- Larsson, K.O. 1903. Fisket i sjön Vättern vid olika årtider och med olika redskap. SFT 12:126-128.
- Lindfors, K. 1903. Rödingsfiske medels svirveldrag i sjön Vättern. SFT 12:123-125.
- Lindhé, C. 1953. Så var det förr: I Vättern. SFT 62:114-115.
- Lovén, S. 1861. Om några i Venern och Vättern funna Crustacéer. K.V.A.:s Förhandl.:285-314.
- Lundberg, R. 1892. Om nyare tiders undersökningar öfver insjöarna I. SFT 1:7-23.
- 1892. Om nyare tiders undersökningar öfver insjöarna, II. SFT 1:145-163.
- 1899. Några antecknar om sjön Vättern. SFT 8:58-70.
- 1901. Notis, om stor "lax". SFT 10:48.
- Lüning, G. 1948. Djupfrysning av sik på Visingsö. SFT 57:90-91.
- 1954. Fisken och solförvorkelsen. SFT 43:120.
- 1958. Stor Vätterlaxöring. SFT 65:15.

- Lönnberg, E. 1904. Notis, Rödningfisket i Vättern. SFT 13:191.
- 1904. Rödningfisket i Vättern, SFT 13:89-90.
- 1904. Utsättning av laxyngel. SFT 13:95.
- 1934. Översikt över de relikta raserna av hornsimpa, *Cottus quadricornis* L., i svenska insjöar. Fauna och Flora (3):97-108.
- Nordqvist, O. 1918. Om våra sjöars fiskafkastning och medlen att öka den i de stora sjöarna. SFT 27:41-53.
- 1919. Fiskodling i våra stora sjöar. SFT 28:132-142.
- Olls, B. 1963. Gamla fiskesätt i Tiveden och Vättern. SFT 72:181-183.
- Olofsson, F. 1932. Om Vätternfisket. SFT 41:269-272.
- 1933. Rödningfisket i Vättern. SFT 42:24.
- 1935. Vad kan göras för förbättrande av Vätterns rödingstam. SFT 44:44-45.
- 1935. Vätterns rödingstam. SFT 44:107-108.
- Olofsson, O. 1953. Fisket i Motala ström. SFT 62:95.
- 1954. Ett par veckors ståndkroksfiske. SFT 63:28-29.
- 1957. Fiskväg för vätterlaxen planeras i Skänningforsån. SFT 66:183.
- 1958. Anslag för laxöringen i Vättern tillstyrkes. SFT 67:106.
- 1958. Dåligt rödingfiske i Vättern. SFT 67:118.
- 1958. Glimtar från förra vinterens lakfiske i Vättern. SFT 67:30.
- 1958. Lax till Vättern. SFT 67:70.
- 1958. Stor röding fångad i Vättern. SFT 67:147.
- 1960. Fiskodlingsanstalten i Borenhult läggs ned. SFT 69:184.
- 1960. Oljeförorening vid Borenhult. SFT 69:40.
- 1960. Samarbete om Vätterns laxöring. SFT 69:102.
- 1960. Utredning om bombningarna i Vättern. SFT 69:127.
- 1961. Borenhults fiskodling läggs ner. SFT 70:36.
- 1961. Olagligt lodutterfiske skadar yrkesfiskarnas nätfiske i Vättern. SFT 70:123-124.
- 1961. Stor inläggning av vätteröring vid Borenhult. SFT 70:16.
- 1961. Utredning om bombskador på röding i Vättern. SFT 70:163.
- 1961. Åtgärder för vätteröringen. SFT 70:158.

- Olófason, O. 1961. Öringutsättningen i Vätteråarna och sportfisket. SFT 70:183.
- 1962. Kommittén för fisket i Vättern. SFT 71:56.
 - 1963. Fiskevårdsåtgärder för Vättern. SFT 72:2.
 - 1963. Stopp för rovfiske i Vättern. SFT 73:99.
 - 1963. Stor "lax" (laxöring) fångad i Vättern. SFT 73:108.
 - 1964. Bra sikfiske i Vättern. SFT 73:24-25.
 - 1964. "Vild" öring utsatt i Vättern. SFT 73:24.
 - 1965. Gullspångslax till Vättern. SFT 74:120.
 - 1965. Undersökning av fiskeskador på Vättergrundet Höjen som militärt skjutfält. SFT 74:122.
 - 1965. Vätterrödingen föravinner. SFT 74:28.
- Olsson, E. 1955. Ett nätexperiment. Insjöfiskaren 4.
- Persson, T. 1960. Åtgärder för befrämjande av Vätterns laxöringbestånd. SFT 69:51-52.
- Robertz, O. 1960. Där Vätterns öring föds. Svenskt Fiske 4(7):10-11.
- Rosén, N. 1931. Från Borenhults fiskodlingsanstalt. SFT 40:138.
- 1933. Utredning angående fiskerätten i Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaren och Storejön (Jämtland). SFT 42:235-239.
- S-én, G. 1942. Vårglimt från Borghamn. SFT 51:184.
- S-zén, G. 1941. Fisket i Vättern vintertid. SFT 50:116-117.
- Stenvall, K.G. 1935. Synpunkter på rödingfisket i Vättern. SFT 44:108.
- Stålberg, N. 1923. Några undersökningar över Vätteryttjans beskaffenhet. Skr.S.Sveriges Fisk.för.:88-95.
- Norra Vätterns Characévegetation. Bot.Notiser:37-48.
- Svärdson, G. 1963. Balansen mellan sik och röding i Vättern. SFT 72:149-152.
- Tideman, M. 1933. Rödingfisket i Vättern. SFT 42:22-24.
- 1933. Rödingfisket i Vättern. SFT 42:143-144.
 - 1936. Om utplantering av gäddyngel i Vättern. SFT 45:165.
 - 1963. Fiskaredag i Borghamn. SFT 62:19-20.
- Tiselius, D. 1730. Ytterligare försök och Sia-Profver uti Vättern. Stockholm. 122 pp.
- 1729. Uthförlig Beskrifning öfwer den stora Swea och Giatha Siön Wätter Til des Belägenhet, Storlek och Märkvärdige Egenskaper. Upsala. 126 pp.

Trybom, F. 1893. Sveriges anstalter för odling av höstlekande fisk 1892.
SFT 2(2):139-152.

Tägtström, B. 1939. Fiskodlingsanstalten vid Borenhult. SFT 48:198-199.

- 1940. Glimtar från Vättern. SFT 49:156-157.
- 1942. Stor Vätternröding. SFT 51:236.
- 1947. Borenhults fiskodlingsanstalt. SFT 56:69-70.
- 1948. Rödingfisket i Vättern (notis). SFT 57:23.

Vallin, S. 1937. Borenhults fiskodlingsanstalt år 1936. SFT 46:51.

- 1939. Med limnologer på exkursion i Sverige. SFT 48:291-294.

Wallin, K. 1945. Brev till Insjöfiskaren. SFT 54:174.

- 1945. Fiske i Vättern i äldre tider. SFT 54:274.
- 1945. Fisket i Vättern. SFT 54:140.
- 1946. Hänt vid Vätterns stränder. SFT 53:124-125.

Utredning av fiskefrågor av betydelse
för Vätterns utnyttjande.

Curt Wendt
Göteborg i januari 1968

Innehåll

- I. Inledning.
- II. Av utredningens
och deras miljö.
 - a. Fysikalisk-kemiska.
 - b. Biogena m.
- III. Lekområden.
 - a. Lekplatsernas miljö
 - b. Lekplatsernas läge.
- IV. Fiskfångsten i Vättern.
 - a. Fångstplatser av betydelse.
 - b. Fångsternas storlek och värde.
 - c. Fiskredskapens antal och slag.
- V. Vätterns betydelse för fisket.
 - a. Yrkesmässigt fiske.
 - b. Övrigt fiske.
- VI. Synpunkter på fiskets framtid.

Tabell I -IV.

Figur 1 - 3.

Bilaga 1 - 4.

I. Inledning.

I september 1967 erhöll undertecknad av "Kommit-
tén för Vätterns vattenvård" uppdraget att utreda fiske-

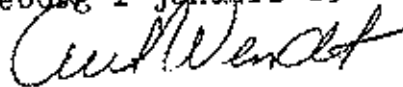
mässigt viktigaste arbetena.

Beträffande punkt 3 a så har rubriken "Yrkesfiske" utbytts mot "Yrkesmässigt fiske" som bättre svarar mot statistikens indelning. Det yrkesmässiga fisket bedrivs av yrkesfiskare, d.v.s. fiskare vars inkomst av fiske utgör mer än 50% av hans totala inkomst, och av binäringsfiskare, d.v.s. fiskare vars inkomst av fiske uppgår till 20 men ej till 50% av hans totala inkomst. Olika uppfattningar synes emellertid råda om vad som avses med binäringsfiskare inom Vätterns statistikområde.

Slutligen har jag låtit punkterna 3 och 4 byta plats. Det synes naturligare att tala om Vätterns och tillflödenas betydelse för fisket efter det att fångsternas storlek och värde diskuterats.

Utredningsarbetet har bedrivits i form av litteraturstudier (bil. 3) och intervjuer med fiskare och fiskeritjänstemän. Såsom huvudansvarig för viss del av försöksverksamheten i Vättern har resultat och erfarenheter från egna undersökningar också kommit till användning.

Göteborg i januari 1968



(Curt Wendt)

II. Av utredningen behandlade fiskarter i Vättern och deras miljökrav.

Under olika perioder har Vättern växlat mellan salt och sött vatten beroende på havets nivåförändringar. I samband med den slutliga isoleringen blev vissa djurarter

gädda och abborre störst betydelse. Utmärkande för art-sammansättningen i Vättern är således förekomsten av lax-artad fisk, som givit upphov till det mest omfattande fisket såväl till storlek som till värde.

a. Fysikalisk-kemiska miljöfaktorer.

Strandens och bottenens beskaffenhet och djupet i en sjö har en viss inverkan på ett fiskbestånd, dels direkt med hänsyn till lekplatser (sten, grus, sand och växtlighet), dels indirekt på grund av sambandet med tillgång på föda. Av större vikt är dock själva vattnet. Dess färg och genomskinlighet varierar i hög grad. Ju mörkare ett vatten är till färgen desto mindre är siktdjupet och desto sämre är det s.k. ljusklimatet. I starkt lergrumliga sjöar kan siktdjupet uppgå till blott ett par decimeter och vattnets egenfärg kommer ej till synes. I andra sjöar som t.ex. Vättern, kan siktdjupet vara mellan 10 och 15 meter. Ljuset tränger dock ned längre än vad siktdjupet visar.

Av fundamental betydelse för fiskarna är den för deras andning nödvändiga syrgasen. Intimt sammankopplad med denna är vattentemperaturen. Man brukar gruppera fiskarna efter deras temperaturkänslighet i kallvattensfiskar (kallstenoterma) och varmvattensfiskar (varmstenoterma),

... som vattnet är starkt belastat med diverse olika syretärande organiska ämnen skulle därvid kunna leda till icke önskvärda konsekvenser i form av bl.a. dödlighet. Det skall också framhållas, att syrgasbrist utan att framkalla momentan dödlighet i längden kan medföra skador, som starkt nedsätter konditionen hos ett fiskbestånd. Vid lägre temperaturer sjunker fiskens syrgasbehov kraftigt samtidigt som vattnets förmåga att lösa syrgas ökar. Rödningen anses på grund av sina arktiska levnadsvanor ställa de största kraven. Den kräver ett rent, klart och ganska kallt vatten med en syrgashalt vid 18° C av minst 6 å 7 mg/l. Motsatsen representeras av sutare och ruda som torde kräva mellan 1 och 2 mg/l. för att överleva under kortare tid. Däremellan kommer t.ex. öring, regnbåge, abborre och gädda i nämnd ordning från ett högre till ett lägre behov. De optimala värdena ligger i reaktiteten betydligt högre främst av den anledningen, att det är den aktiva fiskens syrgasbehov man söker och som bör ligga till grund för olika värderingar. Å andra sidan visar erfarenheterna av de bägge senaste

Årens rödingodling i tråg och dammar, att rödingen trivs mycket bra i varmt dammvatten förutsatt att syrsättningen är ordentlig och att icke minst vattnet i övrigt är av fullgod kvalitet. Dylik odling sker emellertid under andra betingelser än de som är gällande i naturen. Fisk i odling

eller vad man i dagligt tal kallar vattnets pH-värde. Flertalet vattenorganismer trivs bäst om vattnet är svagt alkaliskt, d.v.s. har ett pH som ligger något över 7. Ett surt vatten, d.v.s. ett som har ett pH-värde som ligger under 7, är ej lika bra. Känsligheten för vattnets pH-värde har kanske överdrivits i vissa sammanhang. Med det menar jag då inte, att den försurning som under senare år inträffat i våra vatten skulle ha överbetonats. Däremot har det visat sig, att vissa fiskarter som t.ex. gädda och abborre haft en stor tolerans och levt i mycket sura sjöar. Å andra sidan vet man, att ett pH-värde av närmare 5 är skadligt för laxfiskarnas reproduktion.

Huruvida vattnets mineralhalt direkt eller indirekt kan inverka menligt på ett fiskbestånd är ännu relativt okänt. Indirekt för produktion av näring har dock t.ex. kalk, fosfor, organiskt kväve samt vissa oorganiska föreningar utomordentligt stor betydelse. Eljest nödvändiga spårelement kan i höga koncentrationer utöva en direkt giftverkan. Förekomst av giftämnen i vatten är nästan uteslutande en följd av mänsklig teknik i form av olika

avloppsutsläpp. Giftämnen kan vara av de mest olika slag. De kan vara starka syror eller baser (svavelsyra, lut), svaga syror eller baser (blåsyra, ammoniak), salter av t.ex. koppar, bly, zink, kvicksilver och cyan samt en mängd organiska föreningar (fenoler, hartser, tjärämnen, mineralolior, terpenor, merkaptaner, vissa alka-

organiska föreningar som uppkommer i vatten synes för fisk följande letaldoser gälla: fenol 10 - 20 mg/l, tjärämnen 0,1 - 1 g/l, hartser från sulfatpappersbruk 2,5 mg/l. Som redan framhållits beträffande vattnets syrgasinnehåll, så kan redan betydligt lägre mängder kraftigt nedsätta konditionen hos fiskbestånden.

b. Biogena miljöfaktorer.

Växterna och djuren påverkar fiskarnas trevnad i kanske ännu högre grad än de fysikalisk-kemiska faktorerna, växterna som uppehållsplatser och delvis även som föda, djuren som de flesta fiskarters huvudsakliga föda.

Växtligheten bildar ofta utmärkta gömställen för såväl fiskyngel som större fisk. En del arter är beroende av växtlighet för sin lek. Växterna utgör föda åt smådjur, som fiskarna i sin tur lever av, men de är också i dött tillstånd en viktig del av strand- och botten-slammet liksom av det fina detritus som finns i vattnet.

Å andra sidan kan en alltför kraftig vegetation verka hindrande på själva fiskets utövande och även vara skadlig för fiskbestånden. Lekplatser blir förstörda genom igenväxning och lekbottnarna täcks av döda växtdelar. Nödvändiga omsättningar i bottenmassan förhindras på grund av ljusbrist och risken för

flertal olika kräftdjur som t.ex. märlor (*Gammarus*) och vattengräsuggor (*Asellus*) liksom vissa maskar. En speciell fauna utgör den som finns i själva bränningszonen i sjöarna och i de rinnande vattendragen. Här uppträder en rik fauna som på allehanda sätt sökt anpassa sig till underlaget (grus och sten) för att undgå bortspolning. Det är särskilt larver av nattsländor, dagsländor och sjö- eller bäcksländor. Även larver av knott och mygg liksom snäckor och maskar spelar en stor roll. Vad beträffar faunan i profundalen så kännetecknas den av en viss släkt- och artfattigdom. De viktigaste arterna är framförallt fjädermygglarver, vissa sländlarver, snäckor och musslor samt i många sjöar kräftdjur av olika slag. En del av dessa är relikter som t.ex. *Pontoporeia* och *Mesidothea*.

Slutligen men icke minst viktigt är planktonet, d.v.s. de ofta mikroskopiskt små djur och växter som lever i det fria vattnet. Våra sjöars planktonvärld har en synnerligen stor betydelse för fiskarna som föda både direkt och indirekt. I senare fallet mest i dött tillstånd som den viktigaste födan för djur, som lever ut-

efter stränder och bottnar och som i sin tur utgör en viktig fiskföda.

Vätterns laxartade fiskarter äter som yngel rena planktonformer men övergår relativt snart till smådjur av allehanda slag. Hos äldre ungar kan luftföda i form

ålder mer botten djur än plankton. Vättern har stora mängder såväl rom som yngel av röding och kanske tvärtom. Därmed kommer man in på konkurrensproblemet olika fiskarter emellan vilket i Vättern anses ha speciellt framkommit när det gäller röding och sik. Man får inte bortse från att rödingen påverkas av sina grannar. Klarast åskådliggöres detta förhållande av den tillbakagång av den värdefullare rödingen, som skett i åtskilliga sjöar efter inplantering av sik. Statistiken för det yrkesmässiga fisket i Vättern visar att röding och sik tenderar att fluktuera åt motsatt håll (fig. 3), rödingfångsten sjunker när sikfångsten stiger och tvärtom. Det är ännu oklart om det kan vara sjöns storlek som gör att siken i Vättern enbart trycker ned rödingen men slår ut den i smärre sjöar. Tecken tyder på att av de olika rödingarna storrödingen skulle vara den som bäst skulle klara konkurrensen av sik.

Harren sätter man gärna i samband med rinnande vatten, men förekommer även i sjöar där den tycks föra ett kringströvande liv. I Vättern kallas den "vala". Harrens

föda utgöres av allehanda vattendjur särskilt bottenlevande insektslarver, musslor m.m. Även flygande insekter och hos större harr fiak tycks också ha stor betydelse. Den förtär sannolikt också stora mängder rom utgöres av olika fiskarter.

I större sjöar övergår dock åtminstone de äldre exemplaren till att föra ett kringströvande liv. I Vättern påträffas gäddor över större delen av sjön jagande efter rov såväl i ytan som i djupare vattenlager. Gäddan är nämligen en utpräglad "rovfisk", som redan efter första sommaren vid en längd av c:a 10 cm överger smådjursdiet för att nästan uteslutande ägna sig åt årets yngel av icke minst sin egen art. Som vuxen äter gäddan all slags småfisk men föredrar vitfisk.

Laken anses vara en av våra glupskaste fiskarter. Den jagar företrädesvis om natten efter fisk, kräftdjur och snäckor. I Vättern anses den s.k. djuplaken i mycket stor utsträckning leva av de relikta kräftdjursläktena *Mysis*, *Pontoporeia*, *Pallasea*, *Gammaracanthus* och *Mesidothea*.

III. Lekområden.

a. Lekplatsernas miljö.

Varje fiskart väljer sina speciella lekplatser med

starkt begränsade.

Vätterns storrodning leker från början av oktober till mitten av november på grovsteniga stränder och grund på som regel 1 - 10 m djup. Goda lekplatser är områden med klapper- eller rundsten av knytnävs- till huvudstorlek. Till sådana platser söker sig rödingen från stora områden. Märkningsförsök har visat, att bestånden av röding i Vättern troligen är lokala. Skilda bestånd uppträder i olika delar av sjön. Förlusten av ett lek- område innebär således att motsvarande bestånd mer eller mindre förintas. Sedan gammalt kända lekröding- platser är t.ex. grundområdet Flisen öster om Hjo och Karlsborg, Höjen utanför Karlsborg, grundbankarna omkring Röknen-öarna, Fjuk och Erkerna och utmed stranden av Medevilandet och Omberg. På bifogade karta (bil. IV) har inritats de olika områdena, som i länsstadgan be- traktas som lekområden för röding och omfattas av för- budsbestämmelser. Material saknas för bedömning av i vilken omfattning dessa lekplatser för närvarande ut- nyttjas för lek. Grundområdet Höjen t.ex. anses ju vara

helt ur räkningen. Provfisken pågår, men de är ännu ej avslutade.

Vid leken täcks rommen av sten och grus och kommer på grund härav att ligga ganska skyddad. Av största vikt

med jämna intervall i en rät linje från 600 till 1 000 m från land. I april 1967 när lådorna togs upp var samtliga romkorn döda i lådan närmast land. Den var också relativt kraftigt slambemängd. Lådorna längre ut innehöll mellan 20 och 30 levande yngel plus ett antal döda romkorn.

Öringen vandrar på hösten upp och leker i de till Vättern rinnande småvattendragen. Storöringen som tidigare lekte i Motala ström är nämligen utdöd. Under höstar med liten vattenföring i åarna synes lek även kunna förekomma utefter stränder i själva sjön. Leken äger rum i oktober och november, stundom ännu senare. Rommen täcks med sten och grus och kläcks följande vår. Ynglet stannar på kläckningsplatsen en tid efter kläckningen men sprider sig sedan i vattendraget för att besätta tillgängliga platser s.k. revir. Ungarna stannar kvar i medeltal 2 år innan de vandrar ut i Vättern.

Harren leker på våren strax efter islossningen på grov sandbotten och 4 - 6 dm vattendjup. Lekplatserna är huvudsakligast belägna i smååarna på västgötassidan.

Viss lek synes också kunna äga rum i själva sjön. Rommen ligger nedgrävd ett par cm. Den kläcks efter 3 å 4 veckor. Gulsäcken är mindre än hos öring och redan efter några veckor lämnar en del yngel kläckningsplat-

både rätt temperatur och lämpligt underlag. Leken sker på långgrunda stränder, särskilt starrängar. Ibland händer det att gäddan också använder djupet utanför vassområden. Det är ofta fallet när isen ligger länge och rommen mognat så att leken ej längre kan uppskjutas. I Vättern är lekplatserna begränsade och förekommer framförallt i de nordligare delarna av sjön. Rommen är något klibbig och fastnar på strån och blad. Den kläcks efter 10 - 15 dagar. Ynglet sitter till en början fasthäftat vid underlaget. Efter c:a 20 dagar simmar det omkring men uppsöker snabbt ett gömställe.

Abborren leker på våren maj och juni. Lekplatserna växlar men utgöres oftast av strandnära områden med vattenvegetation. Romkornen är inneslutna i en geléaktig massa, som sväller upp i vattnet och som i form av band och strängar sitter fast vid underlaget. Rommen kläcks efter 2 - 3 veckor och ynglet simmar genast omkring och söker sig ut mot öppna vattnet.

Laken är en typisk vinterlekare (januari - februari). Den leker på varierande djup från några meter till 20 å

25 m. I Vättern anses leken äga rum på ända ned till 50 m djup. Rommen kläcks efter c:a 40 dygn och 3 veckor senare är gulsäcken försvunnen. Redan på detta tidiga stadium påträffas lakynglet i öppet vatten nära stränderna.

IV. Fiskfångsten i Vättern.

a. Fångstplatser av betydelse.

På samma karta som visar lekplatsernas lägen, bil. IV, har även markerats fångstplatser av betydelse. Det skall emellertid framhållas att det är relativt begränsade områden som icke utnyttjas för fiske under någon del av året. eller som en fiskare uttryckte det: "Fiskar det gör vi i hela sjön."

b. Fångsternas storlek och värde.

Vättern är en kallvattensjö med labil värmebalans och vars vattenförhållanden verkar för ett klart och rent vatten. Det biogena livet är av ringa omfattning och som en

Rödvingefångsten under perioden 1915-1964 uppgick i medeltal 50 ton. Sämsta året, 1915, erhöles endast 24 ton, medan de bästa åren, 1935 och 1948, gav 75 ton vardera (tab. I; fig. 1). Under den senaste 10-årsperioden, 1955-1964, erhöles de lägsta fångsterna åren 1956 och 1963 med 36 resp. 34 ton. Däremellan var 1961 ett toppår med en årsfångst av 62 ton (fig. 1). Av de preliminära resultat som föreligger från åren 1965 och 1966 ökade rödvingefångsten inom E-län från 5,8 ton 1965 till 11,1 ton 1966 (fig. 2). Inom E-län däremot minskade utbytet under motsvarande tid från 19,9 till 16,6 ton (fig. 2)

Sikfångsten i Vättern uppgick under perioden 1937-1947 till i medeltal 45 ton. Under nästa 10-årsperiod, 1948-1957, låg den till att börja med på samma nivå som under den närmast föregående, men mot slutet av perioden steg den mycket kraftigt. 1956 fångades mer än dubbelt så mycket eller 112 ton. Fångsterna fortsatte att öka under de närmaste tre åren och 1959 fångades 150 ton sik. Efter en tillfällig nedgång under början av 60-talet ökade fångs-

terna på nytt och 1964 fiskades sammanlagt icke mindre än 164 ton (tab. I; fig. 1). Samma år överträffades också för första gången rödingfångstens värde (393 000 kr) av värdet av sikfångsten (422 000 kr).

Siklöjefångsten har växlat kraftigt under olika perio-

12 ton (tab. I). Efter utbyggnaden av fiskeriet var det en nedgång med ungefär hälften till c:a 6 ton per år. En uppgång inträffade under tiden 1950-1959 till i medeltal 11 ton per år. Därefter minskade utbytet återigen och var under perioden 1960-1964 6 ton.

Beträffande lakfångsten så steg den från 21 ton under tiden 1915-1919 till 43 ton under perioden 1955-1959 (tab. I). I början av 60-talet inträffade en kraftig fångstminskning. Under åren 1960-1964 fångades i medeltal 22 ton lake. 1960 fick man totalt 27 ton under det att årsfångsten 1964 uppgick till 13 ton (fig. 1). Nedgången synes ha accentuerats under 1965 och 1966. Inom E-län fångades 1966 4 ton lake mot omkring 20 ton under åren 1960-1961.

När det gäller abborren har utbytet hållit sig i stort sett konstant under hela tiden. I medeltal har fångats 14 ton (tab. I).

Gäddfångsten utgjorde under tiden 1915-1944 i medeltal 12 ton. Under perioden 1945-1959 sjönk den till i medeltal 8 ton (tab. I).

Som sammanfattning kan sägas att fångstvärdet under den senaste 10-årsperioden hållit sig omkring 800 000 kr med en tendens till ökning. Härvid har dock ingen hänsyn tagits till det förändrade penningvärdet. Av stor vikt är de stora förändringar som under motsvarande tid inträffat beträffande de olika fiskarternas inbördes betydelse. Före

fångsten sedan 1915.

löjefångsten har fångstmässigt under senare år varit i paritetet med rödingfångsten. Lakfisket synes ha drabbats av en kraftig tillbakagång.

c. Fiskredskapens antal och slag.

Allmännast förekommande är och har alltid varit nät samt krokredskap, huvudsakligen svirvel, långrev och utter. Dessutom används notar och ryssjor (tab. III). Antalet notar har alltid varit litet. Under hela perioden från 1915 har de ej överstigit 100 stycken. Ryssjorna har varit allmännare. Över hälften av dem fanns tidigare inom T-län. De senaste årens uppgifter är emellertid ej fullständiga och har därför ej medtagits. Nätantalet steg kraftigt fram till 1940-talet och räknade som mest 15 000 nät under perioden 1940-1944. Samtidigt uppgick antalet fiskare som bedrev

yrkesmässigt fiske till 526 st. Under perioden 1960-1963 bedrevs yrkesmässigt fiske av 364 fiskare, som fiskade med totalt 11640 nät. Om man med utgångspunkt från dessa siffror grovt uppskattar antalet nät per fiskare finner man att nättinnehavet ökat från 28 till 32. Siffrorna blir emellertid vilseledande eftersom övervägande antalet binärings-

UTTERFISKE ...

gång synes ha samband med det tilltagande utterfisket, blivit mera lönande.

Enligt Alm (1956) uppgick antalet krokredskap till i genomsnitt 63 för varje yrkesfiskare och 8 för varje binäringsfiskare. Relationen nät-krokredskap beträffande yrkesfisket återspeglade förhållandet mellan dessa bägge redskapstyper i Vättern. För binäringsfiskaren däremot närmade sig relationen förhållandet 1:1.

V. Vätterns betydelse för fisket.

a. Yrkesmässigt fiske.

Redan i äldre tider spelade rödingfisket i Vättern en stor roll och det utvecklades ett yrkesfiske med rödingen

som huvudobjekt för fångsten. Som emellertid framgår av tab. IV. har antalet yrkesfiskare i Vättern i stort sett visat en nedåtgående tendens från 173 under perioden 1915-1919 till 56 1960-1964. Nedgången har varit särskilt kraftig i R-län, från 85 till 13.

Om man jämför fångstutbytet per fiskare under perio-

mal framsetts i avsnittet har otvivelaktigt medfört stora problem för fiskarna och som inom R-län synes ha bidragit till nedgången i antalet yrkesfiskare.

När det gäller tillflödena så är fisket här mindre till omfattningen. I vissa år framst inom R-län finns en del fasta fisken för fångst av uppvandrande öring. Fångsternas storlek är obekanta. Stadgebestämmelser förhindrar också, att fiske utövas på den småöring, som i regel är ungar av vätteröring och som vandrar ut till Vättern och sedemera ingår i den kommersiella fiskfångsten. Tyvärr är flera av vattendragen stängda av vandringshinder både naturliga och konstgjorda och vätteröringen kan ej vandra upp för lek.

b. Övrigt fiske.

Den ökade fritiden under senare år har medfört, att allt fler människor kunnat ägna sig åt icke minst fiske i olika former. Ökad rörlighet och införandet av nylonnät har stimulerat till ett mycket intensivt fiske på de s.k.

totalfångsten har minskat och det är en allmän uppfattning att beståndet decimerats kraftigt. Statistiken synes också ge belägg härför.

Det är vanligt att fiskfångsterna fluktuerar. Dylika fluktuationer är ett komplicerat samspel mellan olika faktorer. Förändringarna kan vara årsvisa eller sträcka sig över längre perioder. De årsvisa förändringarna kan ofta hänföras till klimatologiska och hydrologiska faktorer. Ena året samlas fisken på fångstplatserna och är lätta att fånga. Det kan vara lättare att fiska sik än röding. Automatiskt inriktas då fisket efter sik. Andra år, som efter svåra isvintrar i Vättern, är fisken orörligare och fisket har svårare att överhuvudtaget komma igång. De mer långvariga fluktuationerna är oftast att hänföra till växlingar i själva fiskbestånden. Man talar om fattiga och rika års-

klasser. Värma försomrar t.ex. torde ge upphov till rika årsklasser av sik. Nedgången i Vätterns rödingfångster under åren 1955-1960 berodde sannolikt på 1953 års rika årsklass av sik (fig. 3).

Man får emellertid ej bortse från intensiteten i själva fisket (IV:c). Det ökade sikfisket återspeglas i lägre

(utvärdering av...)

sjön till s.k. kompensationsutsättningar av odlade fiskungar. Under åren 1920-1944 utsattes årligen mellan 1 och 3 milj. rödingyngel, tyvärr utan synbart resultat. I början av 60-talet försökte man istället med större, 2 år gamla rödingungar. Resultatet var fortfarande ganska negativt. Framförallt var rödingungarnas tillväxt i sjön dålig. Utsättningarna under år 1967 av 20 - 25 cm stora 2-åriga rödingungar tycks emellertid kunna ge ett hyggligt resultat. Gjorda återfångster vittnar om en tillväxt av i genomsnitt 4 - 5 cm efter ett halvår i sjön. Enstaka exemplar har växt 10 - 12 cm och redan uppnått minimimåttet på 36 cm. En utsättning av 535 3-åriga ungar av Östersjölax

1959 gav ett gott resultat. Sammanlagt återfångades 222 eller 41,5% och de största vägde ända upp till 16 kg efter 3 år i sjön. I juni 1965 utsattes på försök 300 odlade laxungar från Gullspångsälven. Hittills har återfångats 79 eller 26% med en sammanlagd vikt av 194 kg. Kostnaden för försöket inkl. transport och märkning uppgick till 1 290 kr.

istället bör den eller de faktorer som inverkat menligt på fiskbeståndet undanröjas och en återgång ske till naturliga förhållande så långt det är möjligt. Visar det sig dessutom möjligt, icke minst ur ekonomisk synpunkt, att göra utsättningar för att utnyttja ett eventuellt överskott av betesfisk så skulle en sådan åtgärd kunna höja värdet av framtida fiskfångster.

I vad mån ett yrkesfiske kommer att bestå är beroende av många faktorer. Icke minst torde utvecklingen av fiskpriserna i förhållande till konjunkturen i övrigt spela en stor roll. Beträffande rekryteringen av yrkesfiskare kan sägas att den för närvarande är så gott som obefintlig. Arbetsmarknaden i övrigt har varit gynnsam vad beträffar löner och arbetstillfällen och fiskaryrket som onekligen hör till

de mera "obekväma yrkena" har inte haft någon större dragningskraft. Rekryteringen hämmas också av nuvarande bestämmelser angående ersättning till fiskare som hindrats i sin yrkesutövning på grund av militär verksamhet.

Beträffande fritidsfisket har det redan framhållits under IV:b, att det förmodligen kommer att ytterligare

..... att skat vät. och ytterfiske.

Sal för 5-årsperioder.

År	Iborre	Gårda	Lake	Summa
1915	11,6	12,6	21,4	189,2
1920	13,0	11,8	31,8	189,7
1925	12,2	13,2	27,8	185,4
1930	11,6	10,8	28,0	193,8
1935	15,8	11,2	36,8	199,7
1940	16,2	13,2	35,4	215,0
1945	18,8	8,8	30,6	207,4
1950	14,7	7,5	40,6	243,6
1955	16,0	9,8	43,0	307,2
1960	9,0 ¹⁾	7,0 ¹⁾	21,8	302,6 ¹⁾

1) ut

Tabell II. Fångstmängd i ton samt nominella värdet av redskap, båtar och fångst (i 1000-tal kr.)

	Fångst mängd	Fångst värde	Redskap	Båtar	Redskaps- båtar
1955	292	713	644.700	1.077.700	1.722.400
1956	286	687	694.200	986.300	1.680.500
1957	350	853	781.000	1.030.400	1.811.400

Tabell III. Antalet fiskoredskep och båtar.
Medeltal för 5-årsperioder.

År	Notar	Nät	Ryssjör	Krok- redskap	Båtar	
					med motor	utan motor
					SS	AAA

För 5-årsperioder.

År	Binäringsfiskare				
	Hela Sjön	Österg. län	Jönk. län	Skarab. län	Örebro län
1915	428	36	127	200	65
1920	477	51	151	184	91
1925	372	68	163	58	83
1930	398	90	108	77	122
1935	404	106	86	100	112
1940	407	111	120	89	87
1945	353	115	96	97	45
1950	427	128	104	146	49
1955	376	89	93	169	27
1960	311	45	139	64	64

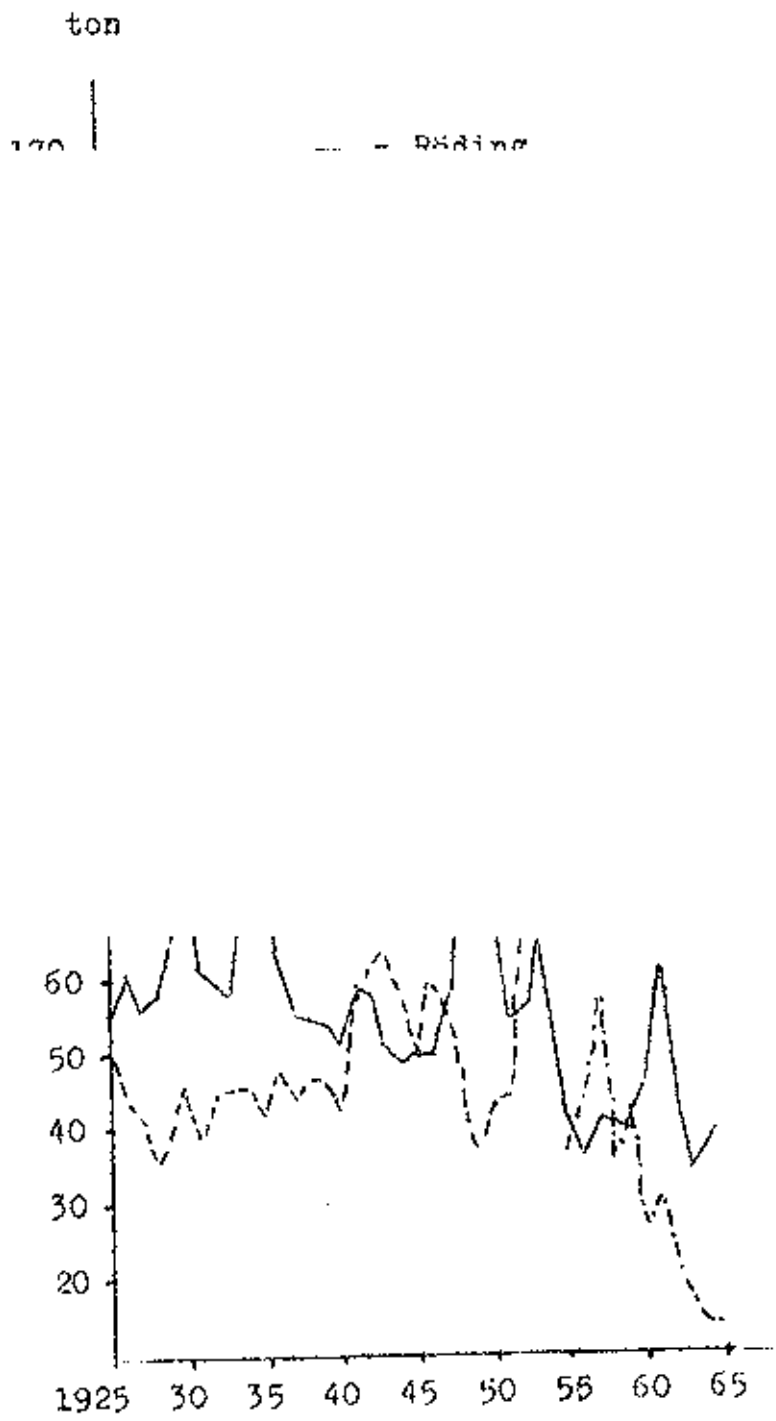
Fig. 1. Totalfångst av röding, sik och lake.

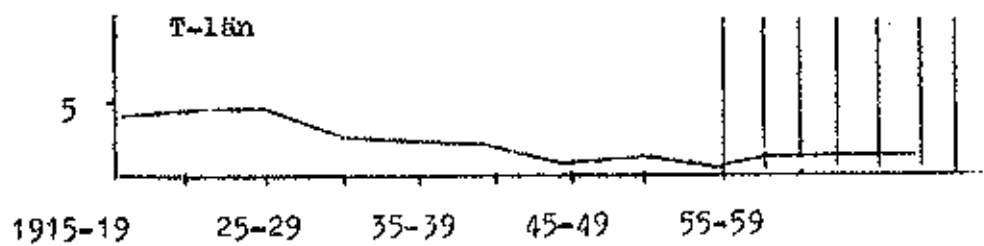
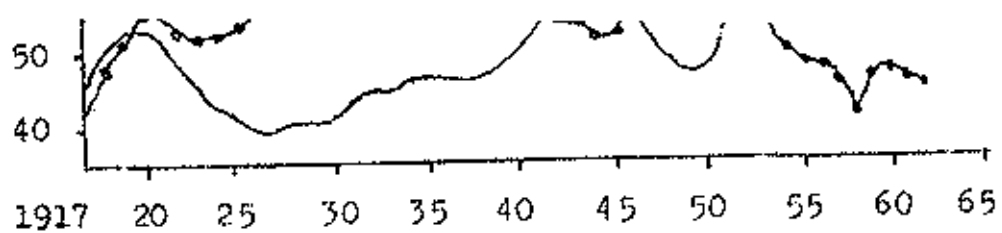
Fig. 2. Fångst av röding länsvis.

Fig. 3. Utjämnade fångstkurvor för rö-
ding och sik.



PM

angående utredning av fiskefrågor av betydelse för Vätterns utnyttjande

Följande, fiskets intressen berörande frågor skall utredas.

1. Allmänt

Det förutsättes att här berörd utredning bedrivs i samråd med Kommitténs utredningsorgan.

Utredningen bör vara klar senast den 1 januari 1968.

Jönköping i september 1967
Kommittén för Vätterns vattenvård
Utredningsorganet

Vätterns fiskarter.

Följande arter förekomma spontant i Vättern:

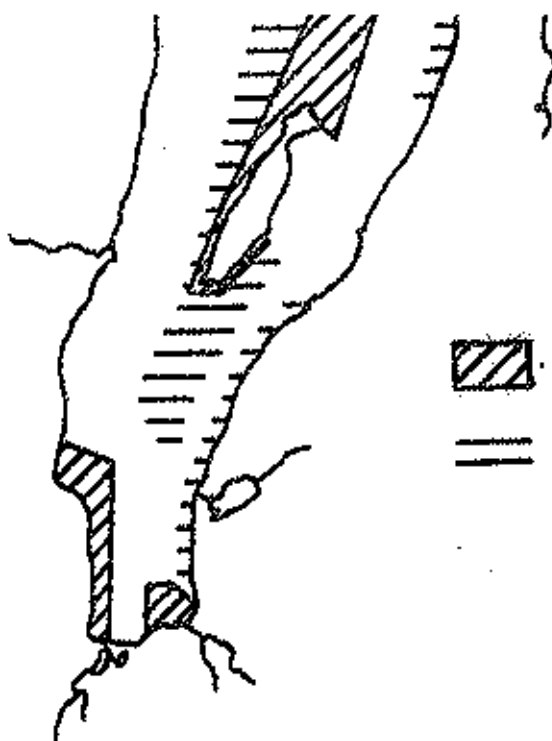
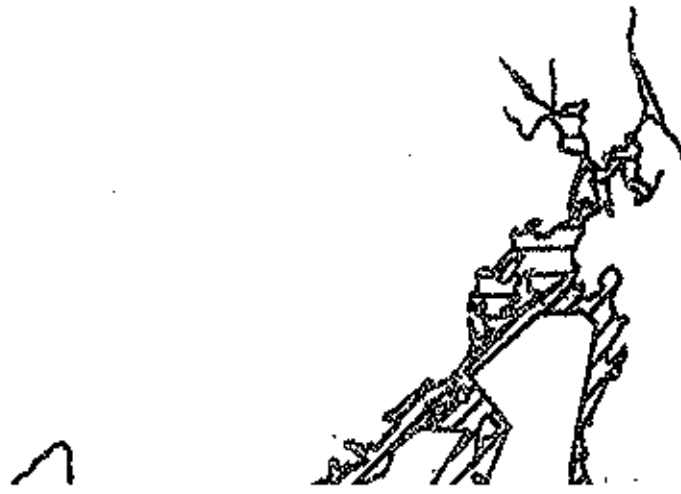
Björkna	(Abramis blicca)
Nissöga	(Cobitis taenia)
Gädda	(Esox lucius)
Öring	(Salmo trutta)
Röding	(Salvelinus alpinus)
Nors	(Osmerus eperlanus)
Siklöja	(Coregonus albula)
Sik	(Coregonus lavaretus)
Harr	(Thymallus thymallus)
Nejonöga	(Petromyzon fluviatilis)



Litteratur:

- Alm, G. 1929. Undersökning över laxöringen i Vättern och
..... Medd. från Kungl. Lantbrukssty-
- Andersson, K.A. 1964. Fiskar och fiske i Norden. Del 2,
tredje uppl. Stockholm 1964.
- Arpi, B. 1957. Om vätterfiskets förutsättningar och ut-
veckling åren 1914-1954. Uppsats för proseminariet
i geografi. Göteborgs universitet 1957.
- Arvidsson, G. 1935. Märkning av laxöring i Vättern. Medd.
från Statens undersöknings- och försöksanstalt för
sötvattensfisket, Nr 4.
- Nordqvist, O. 1922. Sötvattensfiske och fiskodling.
Stockholm

Svärdson, G. 1963. Balansen mellan sik och röding i Vättern.
Svensk fiskeritidskrift, 11:149-152.

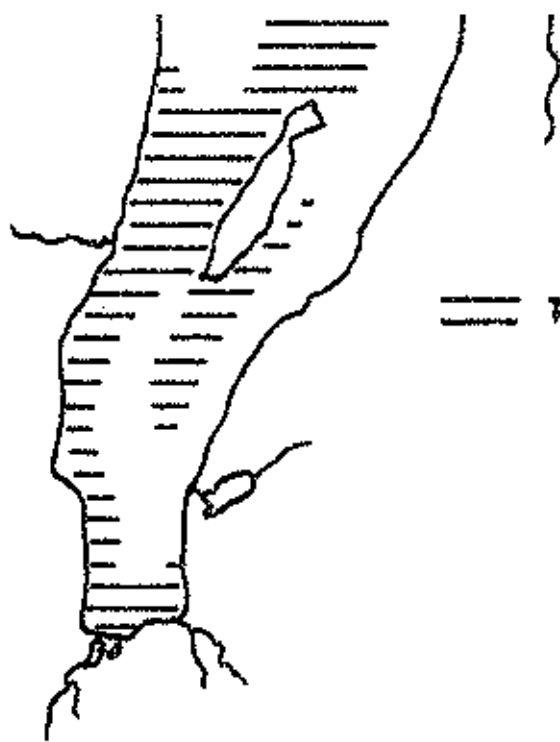
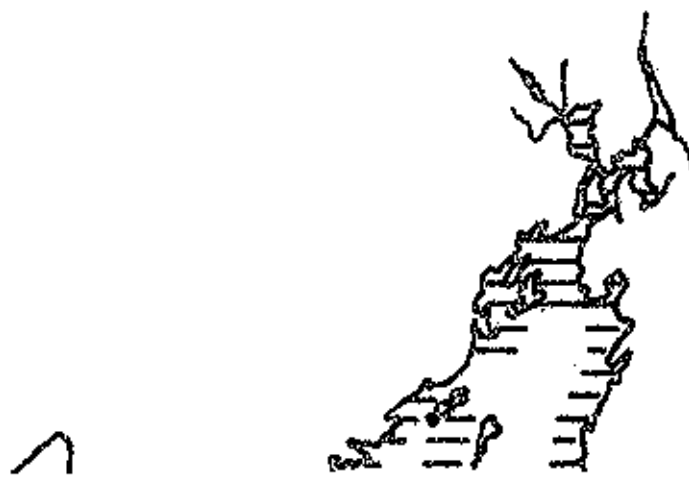
Svärdson, G. och N.A. Nilsson. 1964. Fiskebiologi, LT:s
Halmstad 1964.



-  Lekområden som omfattas av lokala stadsbestämmelser
-  Övriga lekområden

Fiskefrågor
Huvudsakliga lekområden i Vättern

Skala 1:500 000



== Fångstplatser

Fiskefrågor
Huvudsakliga fångst-
platser i Vättern

Skala 1:500 000

EN PRELIMINÄR RAPPORT ANGÅENDE OLIGOCHAETERNAS UTBREDNING
OCH SAMMANSÄTTNING I VÄTTERN 1966 - 1967 OCH EN JÄMFÖREL-
SE MED PROF. S. EKNANS VÄRDEK DRÄN 1911 OCH 1912

i Schweiz för expertbestämning - en av världens främsta oligochaetexperter före "Englandsskolans" etablerande - har det skapats en unik möjlighet att göra en jämförelse tillbaka i tiden. Inom parentes kan nämnas att de ursprungliga oligochaetexemplaren från 1911 - 1912 har granskats på 1950-talet av dr Brinkhurst, som fann artbestämningarna med något undantag korrekta.

Då jag själv har utfört provtagningarna i Vättern under sommaren 1967 åt doc. Grimås på exakt samma lokaler som prof. Eknan och med samma metodik, faller det sig helt naturligt med en kvalitativ och kvantitativ (med viss reservation) jämförelse av oligochaeterna 55 år senare.

PRESENTATION AV MATERIALET OCH SLUTSATSER SOM KAN DRAGAS UR DETTA

Tubificiderna finns ofta i stort antal i förorenade vatten. Djuren är inte, vilket man kan förledas att tro, attraherade av nedsmutsning, utan snarare är det så att vissa arter har större förmåga att utstå syrobrist, förorenad av organisk nedbrytning, än andra bottendjur och kan då snabbt gå upp i individantal.

En eller ett fåtal tubificider har en mycket utpräglad tolerans mot ogynnsamma förhållanden, och när flertalet andra bottendjur slås ut, kan den toleranta arten komma att fullständigt dominera bottenfaunan. Detta gäller om t ex Limnodrilus hoffmeisteri och Tubifex tubifex. Då är väl att märka att nämnda arter ofta uppgår till höga numerärer även under näringsfattiga och syrgasrika förhållanden. T. tubifex är t ex vanlig i klara sjöar på höga höjder över havet.

Det är alltså inte förekomsten av vissa arter i ett samhälle, som avslöjar

Stylodrilus heringianus är mycket otydligt i profunden.

Vänstra delen av tabellhuvudet utgöres av tubificider, som jag funnit återkomma i mina huggserier. Fr o m Stylodrilus följer övriga oligochaeter (lumbriculider, naidider och onogna tubificider) fram till Rhyacodrilus ekmani, där prof. Ekman, av mig ej påträffade arter vidtager (med ordningsföljden två tubificider, en lumbriculid och tre naidider).

Vänstra tabellkolumnen upptager lokal och djup. S betyder att huggen härrör sig från Jönköpingsområdet och strax norr därom, M från en linje dragen från Hästholmen mot Hjo och N från inloppet till Motala Ström och västerut mot Karlsborg.

"Ekman's M" är de medelvärden för sjön som helhet, som prof. Ekman kunde beräkna för fyra viktiga arter. Beräkningarna grundar sig på ett stort antal bottenhugg, varför de kan betecknas som relativt säkra för senare jämförelser.

Nedersta delen av tabellen upptager stickprov, som prof. Ekman låtit analysa i sin helhet. Dessa har intresse ur kvalitativ synpunkt, varför de medtagits, knappast ur kvantitativ synpunkt, därtill är antalet hugg för få.

Högra delen av kolumnen är uppdelad i dels totalsumman individer inom varje lokal och djupzon och dels i slutsumman av de fyra arter som prof. Ekman beräknat medelvärden för.

Alla siffror i tabellen utgör medelvärden och grundar sig på tre provtagningsomgångar, sammanlagt redovisande ett stort antal hugg.

Tabell II avviker från Tabell I så tillvida att siffrorna är omvandlade till procenttal för att utnönstra de dominerande arterna inom varje lokal och djupzon.

Antalet arter i vatten som högt uttryckt i vatten under gödning. Värt att notera är dock att spår av denna effekt kan skönjas redan i prof. Ekmans material från Jönköping 1911 (se stickprovsvärdena längst ned i tabellen). Anhopningen av alloktont organiskt material har sannolikt pågått under lång tid.

På 20-40 meters djup framträder en klar tendens med överlag mycket höga siffror, avseende antal individer/ytenhet, i Jönköpingsområdet kraftigt överstigande prof. Ekmans medelvärden. Motalaområdet ligger också relativt högt, medan värdena för Mästholmen - Hjo ligger under samma värden. Motalaområdets relativt höga siffror ter sig mindre svårförklarliga, om man betänker att vi har ett grundområde med åtföljande goda betingelser för rik planktonförekomst, vilket vid sedimentation utgör näring åt bottenorganismer. Närheten till Vadstena och andra tätområden kan också inverka.

I närheten av sprängskiktet (10-20 m) igenkännes samma tendenser som för föregående djup. Jönköpings- och Motalaområdena ligger båda högt över genomsnittet med den skillnaden att Pelosclex ferox - som nämnts framförallt en renvattensart - utgör 80 % av totala antalet individer inom det senare området, mot endast 30 % inom det förra.

I Vätterns södra del blir inslaget av de hårdigare arterna mera påtagligt från c:a 40 meters djup och uppåt. Enstaka hugg kan uppvisa en anmärkningsvärd individrikedom beroende på bottensedimentens höga halt av alloktont organiskt material.

Hittills har jag funnit minst fyra för Vättern nya oligochaeter, varav två - Tubifex ignotus och Aulodrilus linnobius dessutom är nya arter för Sverige. Jag har också funnit den i centrala Mälaren. Aulodrilus linnobius är

Chaetogaster diaphanus (Vejdovskyaella intermedia)
 Rhyndhelms limosella (1)
 Rhyndhelms falciiformis
 Rhyndhelms ekmani (Pi)
 Oränd enchytraeid
 Omogen T. tubifex
 Omogen el. H. hammoniensis
 Omogen limnodrilus
 Uncinatis uncinata (Ørsted)
 Stylaria lacustris (Lin)
 Arctonais lomondi (Mar)
 Stylodrilus heringianus
 Aulodrilus limnobius (B)
 Rhyndhelms coccineus
 Tubifex ligatus (Stoll)
 Limnodrilus hoffmeisteri
 Eulimnodrilus hammoniensis
 Tubifex tubifex (Müller)
 Psammoryctes barbatus (Linn)
 Limnodrilus helveticus
 Peloscolex ferox (Eisen)

Tabell I

ochaeternas sammansättning
 utbredning på
 ta lokaler och
 i Vättern.

ans M	"	32- 90	02-0,1- 20 12					34- 33											7,9- 5,5		
	10-20 m	13	-	10	1	2	-	2	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	44	40	
	"	4	-	<1	-	3	<1	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	12	7	
	"	30	-	2	-	<1	-	-	-	<1	-	4	-	-	<1	-	-	-	39	33	
ans M	"	86	2	0				13											11,9		
av prof. S. Ekman företagna stickprov på ovanstående lokaler under 1911																					
c:a	100 m	53	15	13	20	-	-	-	-	60	-	2	-	-	1	-	1	-	165	146	
c:a	120 m	1	-	-	-	-	-	-	-	14	-	4	-	-	1	-	2	-	22	15	
c:a	100 m	23	-	13	4	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	67	67	
c:a	100 m	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	1	9	15	3	
c:a	50 m	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	1	-	10	9	
	20-40 m	106	-	27	16	21	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	37	-	5	243	180
	-	7	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	23	-	-	-	23	59	13

Figurförklaring i texten.

Tabell II
 rochaeternas art-
 utsättning och
 fördning på olika
 ställen och djup i
 berg.
 Från anger

Chaetogaster diaphanus
 Vejloerkyella interna
 Rhyndhelmis limosella
 Rhyndodrilus felcifer
 Rhyndodrilus ekmani (
 Okänd encytræoid
 Orogen T. tubifer
 Orogen L. ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ ⁸ ⁹ ¹⁰ ¹¹ ¹² ¹³ ¹⁴ ¹⁵ ¹⁶ ¹⁷ ¹⁸ ¹⁹ ²⁰ ²¹ ²² ²³ ²⁴ ²⁵ ²⁶ ²⁷ ²⁸ ²⁹ ³⁰ ³¹ ³² ³³ ³⁴ ³⁵ ³⁶ ³⁷ ³⁸ ³⁹ ⁴⁰ ⁴¹ ⁴² ⁴³ ⁴⁴ ⁴⁵ ⁴⁶ ⁴⁷ ⁴⁸ ⁴⁹ ⁵⁰ ⁵¹ ⁵² ⁵³ ⁵⁴ ⁵⁵ ⁵⁶ ⁵⁷ ⁵⁸ ⁵⁹ ⁶⁰ ⁶¹ ⁶² ⁶³ ⁶⁴ ⁶⁵ ⁶⁶ ⁶⁷ ⁶⁸ ⁶⁹ ⁷⁰ ⁷¹ ⁷² ⁷³ ⁷⁴ ⁷⁵ ⁷⁶ ⁷⁷ ⁷⁸ ⁷⁹ ⁸⁰ ⁸¹ ⁸² ⁸³ ⁸⁴ ⁸⁵ ⁸⁶ ⁸⁷ ⁸⁸ ⁸⁹ ⁹⁰ ⁹¹ ⁹² ⁹³ ⁹⁴ ⁹⁵ ⁹⁶ ⁹⁷ ⁹⁸ ⁹⁹ ¹⁰⁰
 Orogen L. ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ ⁸ ⁹ ¹⁰ ¹¹ ¹² ¹³ ¹⁴ ¹⁵ ¹⁶ ¹⁷ ¹⁸ ¹⁹ ²⁰ ²¹ ²² ²³ ²⁴ ²⁵ ²⁶ ²⁷ ²⁸ ²⁹ ³⁰ ³¹ ³² ³³ ³⁴ ³⁵ ³⁶ ³⁷ ³⁸ ³⁹ ⁴⁰ ⁴¹ ⁴² ⁴³ ⁴⁴ ⁴⁵ ⁴⁶ ⁴⁷ ⁴⁸ ⁴⁹ ⁵⁰ ⁵¹ ⁵² ⁵³ ⁵⁴ ⁵⁵ ⁵⁶ ⁵⁷ ⁵⁸ ⁵⁹ ⁶⁰ ⁶¹ ⁶² ⁶³ ⁶⁴ ⁶⁵ ⁶⁶ ⁶⁷ ⁶⁸ ⁶⁹ ⁷⁰ ⁷¹ ⁷² ⁷³ ⁷⁴ ⁷⁵ ⁷⁶ ⁷⁷ ⁷⁸ ⁷⁹ ⁸⁰ ⁸¹ ⁸² ⁸³ ⁸⁴ ⁸⁵ ⁸⁶ ⁸⁷ ⁸⁸ ⁸⁹ ⁹⁰ ⁹¹ ⁹² ⁹³ ⁹⁴ ⁹⁵ ⁹⁶ ⁹⁷ ⁹⁸ ⁹⁹ ¹⁰⁰
 Urolophus uncinatus (Ør
 Styliaria leucostria (L
 Arctonema lomondi (M
 Styliodrilus helsingian
 Arctodrilus limnobius
 Rhyndodrilus coccolneu
 Tubifer ignotus (Stol
 Limnodrilus hoffmeisteri
 Rhyndodrilus hammonisi
 Tubifer tubifer (Müll)
 Psephenodrilus barbatus
 Limnodrilus helveticus
 Palaeoscolex ferox (Ris)

N	- -	80	-	5	-	-	1,5	-	-	-	1,5	-	11	-	-	-	1	-	-	-	-	-	100			
<u>Av prof. S. Ekman företagna stickprov på ovanstående lokaler</u>																										
<u>under 1911.</u>																										
S	ca 100 m	32	9	8	12	-	-	-	-	-	-	-	36	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	100		
S	ca 120 m	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	18	-	-	-	4,5	-	-	9	-	100		
M	ca 100 m	34	-	20	6	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100		
M	ca 100 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	7	-	-	7	60	6	100	
S	ca 50 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	100	
S	20-40 m	44	-	11	6	9	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	2	-	100
N	20-40 m	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	100	

Figurförklaring i texten.