

**Översiktlig
geologisk utredning
över
Vätterns tillrinningsområde**

Rapport nr 8

från Kommittén för Vätterns vattenvård i samarbete med
Sveriges Geologiska Undersökning

Maj 1970

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Inledning	1
Kartunderlaget	1
Kap. 1. Berggrundskartan	2
Sammanställning	2
Berggrunden inom Vätterns tillrinningsområde	2
Hydrogeologiska synpunkter på berggrunden inom Vätternområdet	3
Kap. 2. Jordartskartan	4
Sammanställning	4
Överföring från kartunderlaget	4
Jordarterna inom Vätterns tillrinningsområde	4
Kap. 3. Sjön Vättern och dess tillrinningsområde	9
Nederbörd	9
Ytvatten	9
Grundvatten	10
Förslag till indelning i hydrogeologiska provinser	10
Kap. 4. Kort översikt över de större dräneringsområdenas hydrogeologiska förhållanden	15
Kap. 5. Grundvattenkemiska uppgifter	18
Fysikalisk-kemiska analyser	18
Vättern — en källsjö?	19
Förteckning över de lokaler, där SGU tagit vattenprover	21
Förteckning över utlåtanden m m från vilka kemiska analysdata hämtats	22
Vattenanalyser	23
Litteraturförteckning	27
Rapporter och utredningar utgivna av Kommittén för Vätterns vattenvård ..	28

Bilagor:

1. Översiktskarta
2. Berggrundskarta i skalan c:a 1:300 000.
3. Jordartskarta i skalan c:a 1:300 000
4. a, b och c. Översikt över ingående kartblad.
6. Grundvattenanalyser, lokalkarta.
7. Grundvatten: Klorid.
8. " Totalhårdhet.
9. " Järn.
10. " Mangan.

Ann.: För begränsning av tryckningskostnaderna utgår i denna upplaga provisorisk översiktskarta och sammanställning av geologiska kartbladens teckenförklaringar. I stället ingår översiktskarta och geologiska kartor enligt den upplaga som redovisats i vattenvårdsplan för Vättern.

ILLUSTRATIONER

- Fig. 1. Östergötlands kambrosilur. Efter P Thorslund.
2. Profil genom Östergötlands kambrosilur. D:o.
 3. Sprickdalar och topografiskt framträdande förkastningar inom Vätternområdet. Efter K E Bergsten.
 4. Blockdiagram: Nedre Huskvarnadalens geologi. Efter A Ullerstam.
 5. Hydrogeologiska provinser inom Vätternområdet.
 6. Karta över förekomsten av grövre bergartsfragment från Visingsöformationen i bottenmoränen kring södra Vättern. Efter G Gillberg.
 7. Karta över CaCO_3 -halten i bottenmoränen öster om Vättern. Efter G Gillberg.
 8. Vätterns tillrinningsområde: Viktigare sekundära tillrinningsområden.

På uppdrag av Kommittén för Vätterns vattenvård har Sveriges geologiska undersökning, i anslutning till arbeten med vattenvårdsplan för Vättern, utfört en översiktlig geologisk utredning över Vätterns tillrinningsområde. Utredningen är redovisad i en liten stencilupplaga. Från skilda håll har visats intresse för utredningen. Med hänsyn härtill har det befunnits lämpligt trycka utredningen i 500 exemplar, varigenom uttalat behov bedömes kunna täckas.

Av ekonomiska skäl har i originalutredningen redovisade provisorisk översiktskarta och sammanställning av geologiska kartbladens teckenförklaringar icke medtagits. Därjämte har berggrundskarta och jordartskarta, båda i skala 1:300.000, redovisade i av Kommittén för Vätterns vattenvård utgiven vattenvårdsplan använts.

INLEDNING

Föreliggande rapport ingår som ett led i vattenvårdsplanen för Vättern och innehåller en översiktlig beskrivning till de bägge beställda kartorna över berggrunden, resp jordarterna inom Vätterns dräneringsområde. Berggrundsdelen, kap 1, har skrivits av N B Svensson, medan kap 2—4, d v s jordartsdelen, Vätternöversikten och de regionala avsnitten har sammanställts av G Linnman, Kap 5 av J De Geer. Kartredigeringen har utförts av U Miller i samverkan med G Linnman och J De Geer. U Miller har också lett kartritningsarbetena. Därutöver har Å Hörnsten och O Brotzen medverkat i arbetet.

KARTUNDERLAGET

Såväl berggrundskartan som jordartskartan baseras på hittills av Sveriges geologiska undersökning publicerade kartor och beskrivningar. Dessa är till övervägande delen tillkomna omkring sekelskiftet eller tidigare, varför en del av det ingående materialet måste anses föråldrat. Andra, delvis modernare beskrivningar och detaljundersökningar har inarbetats i redogörelsen. Korta rekognosceringsresor till särskilt svårbedömda eller problematiska delar av kartområdet har företagits av Jan De Geer och Gunnel Linnman.

I bil 4a redovisas samtliga geologiska kartblad som bildar det huvudsakliga underlaget, samt de skalor i vilka de en gång publicerades.

Huvudvattendelarens förlopp har, med smärre ändringar, hämtats från de generalstabskartor, som Statens Naturvårdsverk ställt till förfogande. Det bör beaktas, att den provisoriska översiktskartan, en topografisk karta i skala 1:250 000, (bil 1), som genomgående används som underlag, innehåller flera fel, bl a smärre felaktigheter beträffande dräneringsvägarna.

Litteraturförteckningen innehåller:

- 1) publikationer som har utnyttjats i föreliggande rapport
- 2) grundvattenutredningar som har utnyttjats i föreliggande rapport
- 3) förteckning över de geologiska beskrivningar som ingår i rapporten (uppställning i alfabetisk ordning efter kartbladets rubricerade lokalnamn, se även bil 4 a, b och c).

Kap 1. BERGGRUNDSKARTAN

Sammanställning

Berggrundskartan över Vätterns tillrinningsområde har sammanställts för skala 1:250 000 och i denna upplaga redovisas i skala 1:300 000, (bil. 2). Som underlag för geologin har använts de vid SGU publicerade geologiska kartbladen i skala 1:50 000, kompletterade med Thorslund (1950) beträffande de kambrosiluriska bergarterna inom Motala-Vadstenaområdet, och med Magnusson (1962) beträffande kartbladet Ulricehamn. I området för det sistnämnda kartbladet har berggrunden aldrig karterats i detalj. Här finns endast den av Magnusson utgivna berggrundskartan i skala 1:1 000 000. Detta område har därför blivit synnerligen schematiskt på Vätternkartan.

De geologiska kartorna, av vilka den äldsta utkom redan år 1878, har producerats under en tidrymd av ca 75 år. Deras kvalitet och även deras bergartsbeteckningar varierar därför givetvis från karta till karta. I enlighet med uppdraget har dock ingen revision i fält av bergartsbeteckningar och gränsdragningar utförts. Då kartan framför allt skall tjäna som underlag för en hydrogeologisk bedömning av området, har bergarterna generaliserats med hänsyn till denna målsättning. Ibland har gränserna mellan olika bergarter ansetts vara osäkra, framför allt inom de sedimentära stråken, på grund av alltför få kända bormingar och berghällar. Gränserna har då streckmarkerats. Då någorlunda säkerhet förelegat, har bergartsgränserna markerats med heldragna linjer.

Berggrunden inom Vätterns tillrinningsområde

Berggrunden inom Vätterns tillrinningsområde består i huvudsak av urberg samt de lokalt på detta vilande yngre serierna såsom Almesåkraformationen, Visingsöserien och kambrosilur-

bergarterna. I urberget spelar sprickigheten den största rollen för hydrogeologin, medan de vattenförande skikten järnate sprickorna har största betydelsen i de pålagrade bergarterna. Särskilt viktig är förekomsten av speciellt porös ledd såsom sand (okonsoliderad sandsten), sandstenar och vattenförande zoner utmed gränsen till urberget.

På föreliggande karta har urberget indelats enligt Magnusson (1962). Urberget består huvudsakligen av *graniter*, *gnejser*, *leptiter* och *porfyrier*. Porfyrierna är dock nära samhöriga med graniterna. De anses vara bergarter som kristalliserat nära jordytan, medan graniterna stelnat på djupet. Graniterna har indelats i röda och grå. Dessutom finns också basiska bergarter, som gabbror och dioriter, och slutligen diabaser. Deras särdrag från hydrogeologisk synpunkt berörs nedan.

Almesåkraformationen består underst av kvartsiter, d v s mer eller mindre förkislade (omvandlade) sandstenar, och därpå följer olika sandstentyper. Denna lagerserie har sedan blivit utsatt för en veckningsrörelse och därefter har diabasgångar och diabastäcken trängt fram.

Visingsöserien kan i stort indelas i tre huvudgrupper. Underst finns en gul bottensandsten. Därpå följer ett ofta brokigt färgat sandstenslager och överst kommer så en mäktig skiffersvit. Inom Vätternbäckens norra och södra områden träffar man på de äldre delarna av *Visingsöserien*. Ju närmare man kommer de centrala partierna av bäckenet, desto yngre delar av sedimentserien ligger då i ytan. I centrum är *Visingsöseriens* alla kända underavdelningar representerade. Den sammanlagda tjockleken beräknas till över 1 000 m.

Ännu yngre sedimentbergarter — kambryska, ordoviciska och siluriska — finns inom Mota-

la-Vadstenaområdet, se fig 1 och 2. De äldsta delarna av denna sedimentserie består av kambriiska sandstenar. Dessa överlagras av skifferar. Två sådana typer, paradoxidesskiffer och alunskiffer, har lagts in på kartan med gemensam beteckning men med en särskiljande bergartsgräns. Så följer ett rent kalkstenslager, ortocer-kalk och överst slutligen en bergartsvit med omväxlande kalkstenar, skifferar och märglar. Kambrosilursviten vilar direkt på urberget enligt utförda borrhningar. De enda kvarvarande resterna av kambrosilursedimenten i Vätterns dräneringsområde döljs under Vadstenaslättnens och Motalabuktens jordlager. Man bör notera, att mellan de bägge perioderna kambrosilur och kvartär ligger en tidrymd av 400 miljoner år eller mera. Sannolikt skulle både Visingsö- och kambrosilurserierna ha varit utplånade i nutiden, om inte deras lätt eroderade bergarter hade skyddats i de djupa sänkor, som utbildades vid stora förkastningsrörelser i jordskorpan i och kring Vättern. Även Almesåkraserien har med säkerhet haft större utbredning än vad som framgår av den nutida kartbilden.

Det slutliga berggrundsmönstret utgör en mosaik av uppspräckta bergblock med Vätternsänkan i centrum. De nord-sydliga och öst-västliga förkastningarna och sprickzonerna dominerar och har betingat eller bidragit till uppkomsten av bl a Omberg, Tiveden, Hålaveden, Tylöskogen och de stora sjöarna i Vätterns nordvästra och sydöstra vattensystem, se fig 3.

Hydrogeologiska synpunkter på berggrunden inom Vätternområdet

Urberget är, som nämnts, genomdraget av större och mindre sprickzoner och förkastningar. I öppna sådana erhåller man de stora vattenmängderna i urberget. Försök har tidigare gjorts att från de topografiska kartorna, kompletterade med fältundersökningar, få fram spricklinjer i berggrunden, se fig 3. En mycket säkrare uppfattning om dessa spricklinjer kan numera erhållas genom att stereoskopiskt studera flygbilder. En noggrann kännedom om sprick- och förkastningszoner ger både en anvisning om var de bästa möjligheterna finns att erhålla vatten i urberget, och vilka områden, som från denna synpunkt bör skyddas mot infiltrering av avloppsvatten.

Vattentillgången i olika bergarter har studerats av Wenner (1951). Inom urberget gäller som regel att vissa graniter och porfyrier är mer vattenförande än de andra bergarterna. Graniter

är mer gynnsamma för vattenprospektering än gnejser beroende på gynnsammare uppsprickning av bergarten. Vid borrhning efter vatten i urberget lönar det sig i allmänhet inte att borra djupare än 100 m från bergytan.

Graniterna har, som tidigare nämnts, indelats i röda och grå. Beteckningen grå granit innefattar även mera basiska typer, såsom kvartsdioriteter. En granitisk bergart har fri kvarts. Ju mindre kvartshalten är, desto mer basisk är bergarten. Man får slutligen underskott på kvarts medan halterna av bl a kalcium, magnesium och järn ökar. Ju mer basisk en bergart är, desto mer avtar i allmänhet sprickigheten. I den grå granittypen innefattas även bergartsled som är mer eller mindre gnejsiga. Detta gäller speciellt inom områdets västra delar.

Sprickigheten i gnejser och gnejsiga graniter tenderar att följa skiffriheten. Möjligheten att då finna vatten genom bergborrning ökar i allmänhet ju flackare läge denna intar, eftersom ett vertikalt borrhål passerar flera sprickor. Vid brant eller medelbrant lagerställning bör man överväga att borra s k gradhål, d v s hål med exempelvis 60° eller 45° lutning mot horisontalplanet. Teknisk utrustning för sådana brunnar börjar nu bli mera allmän.

Den röda graniten och den med den sammanhängande porfyren bör vara gynnsammare vid prospektering efter vatten, eftersom dessa bergarter ofta visar en större sprickfrekvens.

I områden med ännu mer basiska bergartsled — dioriter, amfiboliter och hyperiter — avta-ger chanserna att få större vattenmängder. Helt "torra" borrhningar är för övrigt relativt vanliga.

Av sedimentbergarterna är sandstenarna de mest vattenförande. Här finns vattnet dels i hålrummen mellan de enskilda kornen och dels i sprickor. Kalkstenar intar en mellanställning medan skifferar vanligen ger små vattenmängder. Detta vatten finner man då i sprickor, hålrum och skiktfogar.

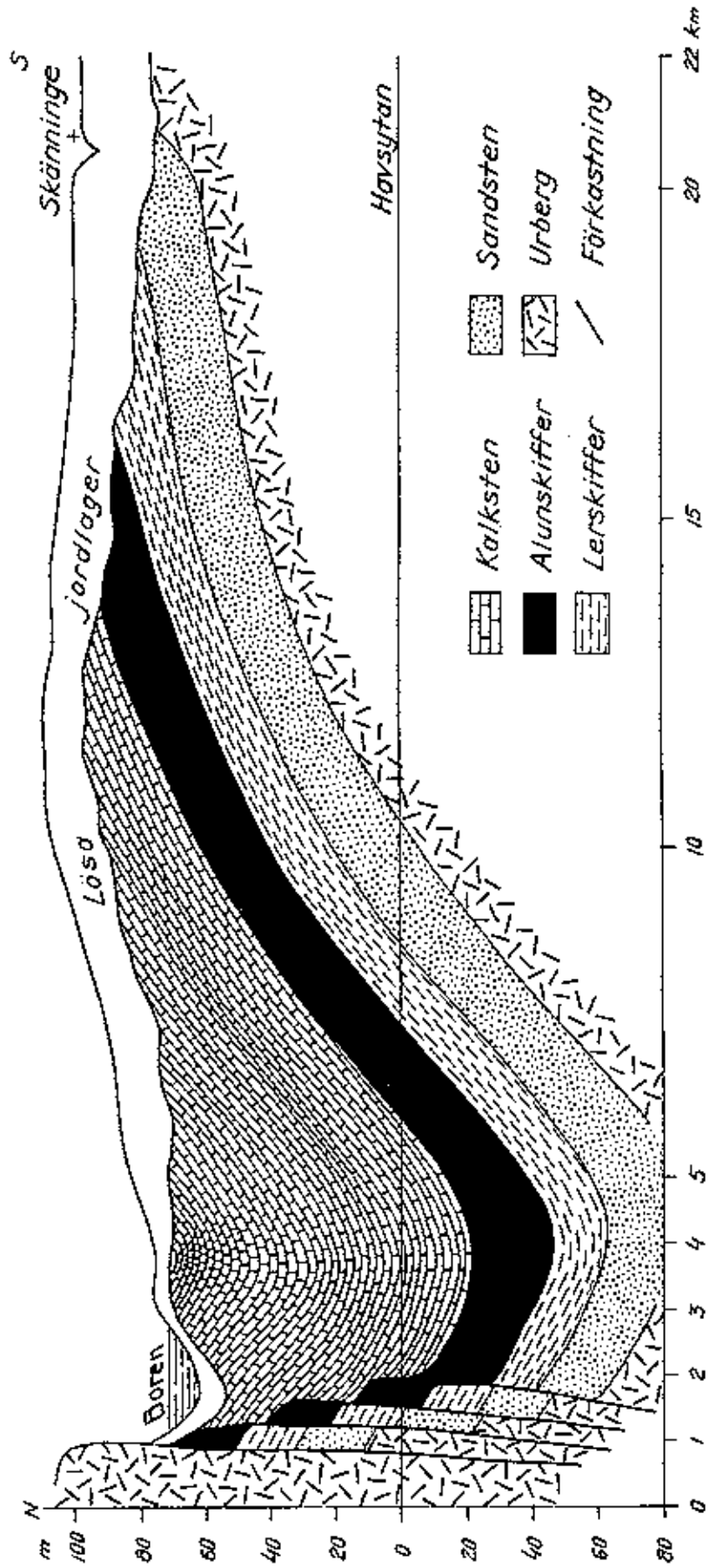
I Visingsöseriens och Almesåkrasformationens bergarter ingår bl a sandstenar, som ju i regel är gynnsamma från vattenprospekterings-synpunkt, se fig 4.

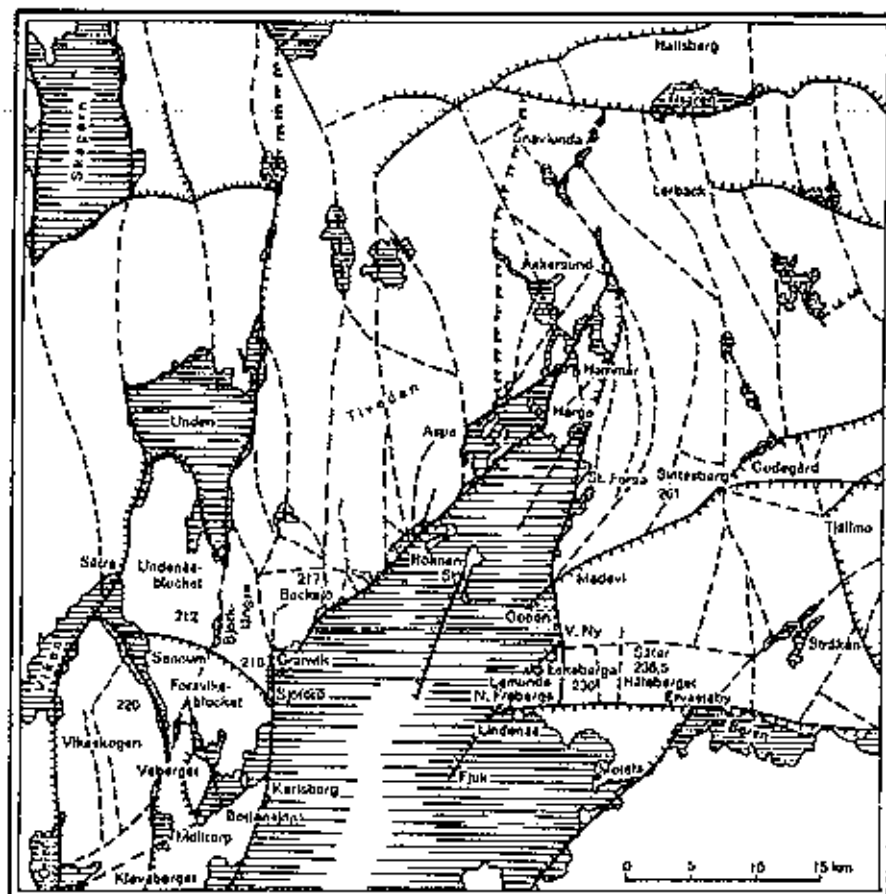
De kambrosiluriska bergarternas undre del, sandstenen, utgör en mycket gynnsam vattenförande horisont, medan däremot de överlagrande bergarterna, skifferar och kalkstenar, i allmänhet är ogynnsamma, se fig 2. Alunskifferarna i Östergötland ge dock ofta rikligt med vatten, men detta är otjänligt till dricksvatten.

Fig. 2

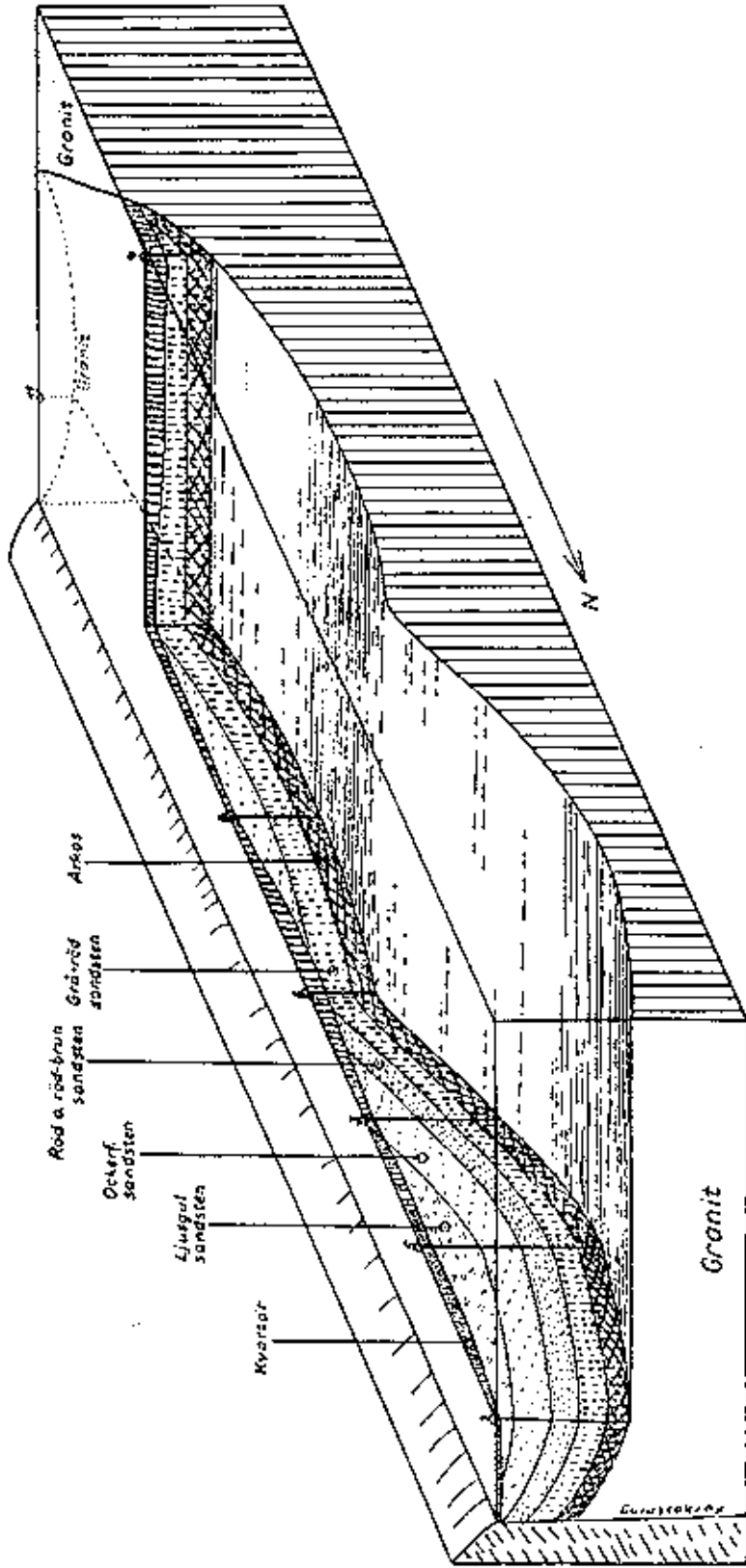
PROFIL GENOM ÖSTERGÖTLANDS KAMBROSILUR

Efter P. Thorslund 1960





*Sprickdalar och topografiskt framträdande
förfästningar inom norra Vätternområdet.
Efter K. E. Bergsten, 1943.*



Blockdiagram:

Nedre Huskvarnadalens geologi: Urberg, Visingöformationen (undre) och kvarter. Efter A. Ullerstam, 1940.

Fig. 4

Kap 2. JORDARTSKARTAN

Sammanställning

Samtliga geologiska kartblad utom tre är publicerade i skala 1:50 000. Av dessa tre är bladet Ulricehamn ett icke publicerat provtryck i skala 1:100 000, där jordarterna inlagts i färg med generalstabsbladet som topografisk bakgrund. (Obs! bör ej förväxlas med geologiska kartbladet "Ulricehamn", i skala 1:50 000, som ligger helt utanför Vätterns tillrinningsområde.) Därtill kommer de båda bladen Nissafors och Nydala i originalskala 1:200 000.

Jordarts- och hållkonturer på alla de nyttjade geologiska kartbladen har överförts i tusch på genomskinlig plast. Först har emellertid vissa generaliseringar och föreklningar företagits för att den färdiga kartan skall motsvara kraven på den beställda skalan 1:250 000. De tre geologiska kartbladen med avvikande skalor har därefter på fotografisk väg förstörats till de övrigas originalskala 1:50 000. I denna upplaga har den färdiga kartan förminskats till skalan 1:300 000 (bil. 3).

Överföring från kartunderlaget

Det geologiska kartunderlaget är från många synpunkter heterogent. Det beror bl a på ålderskillnaderna. Andra orsaker är de växlande indelningsgrunderna för jordarterna (genetiska, morfologiska, kronologiska o s v) och geologins snabba utveckling som praktisk vetenskap. Med undantag för bladet Ulricehamn har inget av de utnyttjade geologiska originalbladen topografiska bakgrundsbeteckningar. Då dessa från bl a hydrogeologisk synpunkt är mycket upplysande har den sk provisoriska översiktskartan på grund av sin lämpliga skala, 1:250 000, trots sina påtagliga brister fått tjäna som bakgrund till den nu redovisade jordartskartan.

Huvudvattendelaren har som regel fått utgöra

gräns för kartbilden. Rullstensåsar och andra grundvattenförande avlagringar av vikt har dock antydningssvis inritats även utanför ytvattendelaren när de utgör en direkt fortsättning av samma bildningar innanför kartgränsen eller ligger inom rimligt avstånd därifrån. Detta gäller framför allt områden som i övrigt är fattiga på grundvattenförande formationer.

Generaliseringarna har genomförts i syfte att öka överskådligheten utan att fördenskull försumma hydrogeologiskt viktiga informationer. Därför har t ex även små hällar medtagits där de är fåtaliga eftersom de ändå ger en anvisning om jordtäckets lokalt ringa mäktighet. Därjämte har enstaka små åspartier överförstörats, eftersom de ofta uppträder i system, med samband på djupet.

Jordarterna inom Vätterns tillrinningsområde med särskild hänsyn till grundvattenförande formationer

De geologiska kartbladens jordartsbeteckningar representerar förhållandena i eller nära markytan. Lera kan ofta dölja djupare liggande, relativt rikligt grundvattenförande avlagringar som grus eller sand.

I beskrivningarna till SGU:s geologiska kartblad återfinns en hel del betydelsefulla fakta angående medelmäktigheter, lagerföljder och grundvattenförhållanden. De har så vitt möjligt inarbetats i denna rapport, som samtidigt är en översikt över jordarternas hydrogeologi med speciell hänsyn till infiltrationsmöjligheter, vattengenomsläpplighet, magasineringsförmåga och möjligheter till grundvattenuttag inom Vätternområdet.

Färgvalet för jordartskartan har dikterats av målsättningen att med bevarande av vedertag-

na geologiska färgbeteckningar (t ex blått för morän, grönt för isälvsavlagringar o s v) framhåva från grundvattensynpunkt viktiga informationer.

Gröna färger på jordartskartan anger *glacifluviala* bildningar, d v s *isälvsediment*. Dessa bildningar är från grundvattensynpunkt de viktigaste jordarterna inom Vätternområdet. Med "glacifluviala" bildningar menas vattensorterade jordarter med kornstorlekarna fr o m block t o m grovmo (0.06—0.2 mm), som smältvattenströmmarna (isälvarna) avlagrade innanför, vid och utanför iskanten där vattenrörelsen avtog, i hav, issjö eller på land. Om materialet bottenfällades i vatten, det vanligaste i Vätternområdet, sorterades partiklarna bl a efter vikt, kornstorlek och form. Det grova isälvs materialet anhopades vanligen i form av en sträng, en *rullstensås*, i anslutning till isälvsmyningen. Vid stagnation i isavsmältningen växte åsarna ut till *randdeltan* eller till *randåsar* utmed iskanten. Det finkorniga materialet, lerlammet, höll sig svävande längre tid i vattnet och spreds längre bort från iskanten, innan det sedimenterade.

Gemensamt för de med grönt betecknade jordarterna är ett skiktat och ofta välsorterat *grövre* material, rundat med underordnad halt av finare kornstorlekar. Grön färg innebär därför stor *genomsläppighet* (*permeabilitet*) för vatten. Särskilt där dessa avlagringar når stor utbredning och mäktighet och när under den lokala grundvattennivån kan de utgöra *goda akviferer*, d v s grundvattenförande formationer.

Mörkgrön färg: *Glacifluviala bildningar (rullstensåsar, grusfält)*. Färgbeteckningen på jordartskartan innefattar verkliga, på djupet sammanhängande *rullstensåsbildningar* (ryggarna ofta markerade med prickar på de geologiska kartbladen) samt sådana *utbredda grusområden* (*randdeltan, randåsar*) som har *ausvärda jorrdjup*, att döma av bl a åsgröpar eller åsgravar som utsatts på geologiska kartan, och slutligen sådana formationer, där uppgift föreligger om *materialets rullstenskaraktär*. Den starka gröna färgen betyder alltså att de *grova kornstorlekarna dominerar i materialet*.

Infiltration: Mycket god. I dessa områden infiltreras en förhållandevis stor mängd av nederbörden och bildar grundvatten i stället för att avrinna som ytvatten. Detta i sin tur betyder att *stora risker föreligger för förorening av grundvattnet*. I områden med omfattande

grustäkt, som når ned till grundvattenytan, måste föroreningsriskerna särskilt beaktas.

Vattengenomsläpplighet: Mycket god. Ju större lutning, desto snabbare rör sig grundvattnet mot lägre terrängavsnitt. Där grovkorniga sediment befinner sig under vattenytan i en sjö, t ex i Vättern, kan grundvatten dräneras direkt ut i sjön, om ej tätande skikt av t ex lera förhindrar detta.

Magasineringsförmåga: Mycket god. Det infiltrerade vattnet kan dock under vissa förhållanden röra sig genom flera olika, permeabla geologiska formationer: En åsbildning kan t ex lokalt vara "torr", därför att vattnet dräneras till en underlagrande, porös eller sprickig sandsten. Ofta kan på samma sätt stora vattenuttag i brunnar i sandsten sänka grundvattenytan i ovanliggande jordlager och därmed "stjäla" vatten från brunnar i dessa. Omvänt är det känt från Mellansverige att pumpning i en ås som utfyller en ränna i sandsten kan sänka grundvattennivån i denna.

Möjlighet till grundvattenuttag: Mycket goda, om man undantar ovannämnda ogynnsamma omständigheter. I regel erhålles 1—5 l/s och meter avsänkning.

Mellangrön färg: *Glacifluviala bildningar, ej specificerade. Kan ofta vara i det närmaste lika värdefulla som föregående från alla de anförda synpunkterna*. Dessa avlagringar kan på grund av grov kornstorlek, framträdande strömskiktning och sortering anses som *isälvsbildningar, men saknar deras typiska utformning*. Eller också saknas närmare uppgifter om dessa bildningars ytformer i texten eller på de geologiska kartbladen. Ex: i några smärre rörbrunnar i Tenhults å:n erhöles i grus 0.7—5 l/s.

Ljusgrön färg: *Sand, ej specificerad.*

Färgbeteckningarna omfattar dels ytligt liggande sand vilande på tätande underlag, dels sand som överlagrar grövre isälvs sediment, dels slutligen några av vårt lands mäktigaste sammanhängande sand-grovmoavlagringar. *Grundvattenförhållandena är i stort sett desamma från alla anförda synpunkter* som för de föregående färgbeteckningarna, men med vissa inskränkningar vad beträffar *magasineringsförmåga och möjliga vattenuttag för avlagringar av mindre mäktighet och med ett större inslag av grovmo*. Sand med ljusgrön färgbeteckning på kartan sedimenterade under själva istiden och ofta i de stora isälvsdeltans ytterområden (distal-

sand). I Vätternområdet starkt brutna terräng uppdämdes issjöar mellan fastmarken och iskanten, där vågorna i strandzonen ofta utförde en sista finsortering i isälvsedimentens ytliga delar, som överdrogs med en kapp av s k "svallsand". Under den ljusgröna färgbeteckningen döljer sig säkerligen även en del flygsand och flygmo. Dessa avlagringar härrörde från de vegetationslösa markområden som successivt torrlades och exponerades för vinden under landisens avsmältningsskede.

Den ytliga sanden är vanligen högst 3—4 m mäktig. I de fall, då underlaget utgörs av tätande morän, lera eller berg dräneras grundvattnet till allra största delen ovanpå det tätande lagret. Om sanden samtidigt utfyller sänkor eller svackor i underlaget uppstår *avgränsade grundvattenmagasin med begränsad kapacitet*. Över huvud taget har den ytliga sanden *på tätande underlag oftast ringa magasinering förmåga* och har därför vanligen betydelse endast för *husbehovstäckter*. Där sanden är väl-dränerad, kan den ha stor betydelse för odlingar som kräver rörligt markvatten.

Där sanden direkt överlagras grövre glaciala sediment uppstår en *sammanhängande grundvattenenhet*, där samma villkor gäller som för glaciala grovkorniga avlagringar i övrigt. Ex Månsarp: 0—2.2 m u y (meter under markytan) sand, 2.2—9.5 m grus och sand, 9.5 m berg, kapacitet: 2.5 l/s. Smålands Taberg: 0—3.2 m sand, 3.2—23.7 m grus och sand, kapacitet: 11 l/s. Kapacitetsuppgifterna är ej utvärderade efter jämförbar mall.

Samma synpunkter kan tillämpas även på sand-grovmoavlagringarna, villas betydelse i grundvattenhänseende givetvis ökar med avlagringarnas mäktighet och sammanhängande areella utbredning. Det bör noteras att enligt de geologiska beskrivningarna förekommer här och var i dessa avlagringar skikt med finare kornstorlekar ("mjölkconsistens") inuti den grovkornigare lagerföljden. Dessa tätare skikt kan givetvis nedsätta eller förhindra infiltrationen, om de ligger ytligt och är sammanhängande eller annars dela lagerföljden i flera vattenvåningar. Hopkittade, tätande kalkcementerade lager och ortstensbildningar, s k skenhälla, anges förekomma lokalt.

Ofta kan stora mängder grundvatten utvinna ur de mäktiga sand-grovmoavlagringarna med hjälp av lämpligt konstruerade brunnar.

Orange färg: *Postglaciala grovkorniga sediment (svall- och svämsediment)*. Grovkorniga, skiktade och sorterade sediment, som bildats efter istidens slut. De utgörs till övervägande del av omlagrat material. Det grusiga eller sandiga material, som härrör från vägbearbetade morän- eller isälvsbildningar kallas *svallgrus* och *svallsand*. Genom bäckars och åars eroderande och transporterande verksamhet har även bildats s k *svämsandavlagringar*, vilken fortgår även i nutiden.

Infiltration: Mycket god — god. Därmed följer även risker för förorening av grundvattnet.

Vattengenomsläpplighet: God.

Magasinering förmåga: Oftast liten eftersom grundvattenmagasinen vanligen är lokala och grunda. Svall- eller svämsediment som understiger en halv meters mäktighet har vanligen ej markerats. Större mäktigheter, upp till 4—5 m, har också noterats och i sådana fall kan avlagringarna spela roll för den lokala vattenförsörjningen. Allmänt förekommande hållar utgör ofta tecken på ringa jorddjup. Sand- och grusavlagringarna inom sådana områden är ofta av mindre betydelse från vattentäktssynpunkt.

Möjlighet till grundvattenuttag: Begränsad, vanligen till husbehovstäckter, om icke större mäktigheter föreligger.

Gul färg: *Glaciala och postglaciala finkorniga sediment (lera)*.

Finkorniga, skiktade och sorterade jordarter, avlagrade under istiden (glaciala) eller efter istiden (postglaciala), främst sedimentära leror. Den glaciala eller varviga leran avsattes på större vattendjup. De sedimentära lerornas utbredning är betydligt större än vad som framgår av jordartskartan, eftersom de i stor utsträckning täcks av postglacial sand, torvmarker m m.

Infiltration: Mycket långsam eller starkt begränsad. Leran kan därför, när den överlagras andra, mer permeabla jordarter, betraktas som ett gott skydd mot föroreningar ovanifrån.

Vattengenomsläpplighet: Mycket långsam eller praktiskt taget ingen alls, trots att dessa jordarter har en hög halt av bundet vatten som ej kan utnyttjas för vattentäckter men väl av växter. I de glaciala, varviga lerornas understa del förekommer ofta *moiga-sandiga bottenvarv*, som trots sin ringa tjocklek kan tjänstgöra som *goda akviferer* för husbehovstäckter, om infiltrationsförhållandena är gynnsamma. I bäck- och åraviner kan bottenvarven vara blottade och utgöra *källhorisonter*.

Magasineringsförmåga: Den gula jordartsbeteckningen kan dölja goda vattenmagasin. Leran underlagras nämligen i större utsträckning än man kanske tror, av mo-, sand- eller gruslager. Kapaciteten i dessa kan utnyttjas för större vattenuttag. Ex Skärstads km, Ö om kyrkan: 22 m lera, därunder 4.5 m mäktigt, rikt grundvattenförande gruslager. Liknande grundvattenförande lager lokaliseras ofta bäst genom geologiska undersökningar på platsen. På geologiska bedömningsgrunder utlagda seismiska profiler kan ibland lämna värdefulla upplysningar och god styrning för placering av borrhål.

Möjlighet till grundvattenuttag inom lerområden: Varierar inom vida gränser, beroende på ovan angivna geologiska förhållanden. I de varviga lerornas grovkornigare bottenvarv kan ibland göras vattenuttag på mer än 2 l/s, i utbredda grus- och sandlager under lerorna ännu större, medan själva lerorna i regel är av föga intresse.

Blå och lila färger på jordartskartan anger morän.

Karakteristiskt för moränen är dess osorterade sammansättning med en relativt jämn frekvens av olika partikelstorlekar och dess ofta relativt stora finjordshalt. Moränen avsattes direkt av landisen. Moränen är ofta en till flera tiotal m mäktig i anslutning till de sedimentära bergartsområdena. Så t ex synes medeltjockleken längs kustbården Karlsborg — 1 mil syd Hjo röra sig om 40—50 m. I urbergsområdena kan man som riktvärde ange storleksordningen 3—5 m. I morän finns relativt ofta linser av skiktade jordarter, mest grus, sand eller mo. Sådana större linser bör ofta utgöra de bästa uttagsplatserna för grundvatten.

Kraftig blå färg: Morän, svallad.

Av vågor bearbetad morän. Resultatet har blivit att moränens grövre partiklar anrikats, medan de finare förts bort. På vanligen högst 0.4 m djup är moränen opåverkad.

Infiltration: Den mest vattengenomsläppliga moräntypen, bortsett från sandig-grusig morän och s k sandstensmorän. Det yt nära grovkorniga svallmaterialet underlättar infiltrationen och nedbringar avdunstningsförluster från den underliggande, osvallade och finjordsrikare moränen.

Vattengenomsläpplighet. Grundvattnet i den svallade moränen rör sig snabbare än i den underliggande, osvallade moränen. Eftersom den

svallade moränen förekommer på sluttningar rör sig det infiltrerade vattnet därför mestadels yt nära och snabbt utför dessa.

Magasineringsförmåga: Liten på grund av att den svallade moränen är av ringa mäktighet och i regel ligger på lutande underlag och därför är självdränerande.

Möjlighet till grundvattenuttag: Fäkterna anläggs i svackor i sluttningar som utgör insamlingsområde för ytligt grundvatten av relativt ofta dålig kvalitet. Brunnarna brukar vanligtvis nå ned i den underliggande osvallade moränen.

Ljusblå färg: Morän ej specificerad.

Utgöres vanligtvis av sandig-moig morän, men på vissa håll förekommer moig eller sandig-grusig morän. Undantagsvis kan även smärre arealer med moränlera eller övergångstyper till moränlera förekomma. Morän är den vanligaste jordarten i Vätternområdet och samtidigt är den av mindre betydelse från grundvattentäktssynpunkt, varför färgen valts för att kontrastera mot andra jordartsbeteckningar.

Infiltration: Oftast långsam på grund av moränens stora finjordshalt och höga packningsgrad med därav följande låga permeabilitet.

Vattengenomsläpplighet: Grundvattnets rörelsehastighet är starkt beroende av kornstorleksammansättning och packningsgrad. Hastigheten är vanligtvis låg. Grus- och sandlinser kan tjänstgöra som dräner, i vilka grundvattnet rör sig relativt snabbare.

Magasineringsförmåga: Liten, vattnet ofta bundet till finjorden.

Möjlighet till grundvattenuttag: Vattentäkter kan i morän sällan göras annat än för små vattenbehov. Ökar i morän av luckrare typer eller i morän med sandlinser. Genom att öka brunnsdiametrarna utöver de nu brukliga, helst med utvändiga filter, kan för t ex större gårdar ofta erhållas vatten i områden med dåliga akviferer.

Ljuslila färg: Moränlera.

Detta är en oskiktad och osorterad jordart med mer än 15%:s lerinnehåll. Den är ofta starkt kalkhaltig. Kalken är vanligen urlakad till 1—2 m:s djup. Moränlera förekommer i de områden, där landisen snabbt krossade ner vissa sedimentära bergarter, främst kalkstenar och skifferar, till övervägande finjord.

Infiltration: Mycket långsam. Jordarten utgör därför vanligen ett gott skydd mot föroreningar

i underlagrande, grundvattenförande jord- eller bergarter, t ex kambrosilurens sandstenar.

Vattengenomsläpplighet: Liten.

Magasineringsförmåga: Moränleran innehåller mycket litet fritt grundvatten.

Möjlighet till grundvattenuttag: I själva moränleran ytterst begränsad. Grundvatten kan däremot här och var påträffas under moränleran.

Brun färg: Organogena jordarter (torv, gyttja, etc).

Av de organogena jordarterna är olika typer av *torv* överallt de dominerande. De på vissa kartblad urskilda beteckningarna "kärrtorv" och "mosstorv" har sammanförts under den gemensamma beteckningen "torv". *Gyttja* förekommer i begränsade områden och dessutom finns olika övergångsformer mellan denna och rent minerogena jordarter, såsom *lergyttja*, *kalkgyttja*, *gyttjelera* o s v. Torvmarkerna utfyller vanligen sänkor, åsgröpar och åsgravar och förutsätter för sin tillväxt ett tillskott av vatten, som kan vara nederbörds-, yt- eller grundvatten. *Källtorvokupoler* markerar alltid grundvattenutlopp. Ex Dags mosse öster om Omberg. I Vätternområdet förekommer ofta torvbildning utmed åssystemen i s k "opprinnor", där grundvatten alltså når markytan under ett visst tryck.

Infiltration: Varierar starkt beroende på torvmarkernas sammansättning, läge i terrängen och rådande grad av vattenmättnad. Uttorkad gyttja, lergyttja eller gyttjelera är oftast självdränerande på grund av mer eller mindre sta-

bil sprickbildning. Vissa av de organogena jordarterna har annars ringa permeabilitet på grund av sin kolloidala struktur.

Vattengenomsläpplighet: Någorlunda normal vitmosstorv motsvarar i permeabilitetshänseende ungefär grovsand-lingrus. De höghumifierade typerna har dock väsentligt lägre permeabilitet. Nederbördsvattnet avrinner till allra största delen ytligt till omgivande dräneringsstråk. Om fastmarken i avrinningsområdet utanför torvmarken består av vattengenomsläppliga jordarter kan t ex torvmarkernas humushaltiga vatten dräneras direkt ned i dessa. Grundvattenomsättningen i torv är ännu mycket litet utforskad.

Magasineringsförmåga: Stora mängder vatten (75 viktprocent eller mera) binds till de kolloidala partiklarna i främst höghumifierade torvjordar, samt till vattenuptagande hålrum i de växfragment, som bildar huvudmassan i de låghumifierade torvjordarna. *Torvmarkerna verkar därför utjämnade på ytvattenföringen inom de dräneringsområden, där de förekommer.*

Möjlighet till grundvattenuttag: Torvmarkerna levererar vid ytvattenavrinning ett humushaltigt, brunfärgat, mjukt vatten. Den höga humushalten gör vattnet otjänligt som bruksvatten.

Svart färg: Höllar.

För klassificering från grundvattensynpunkt hänvisas till N B Svenssons redogörelse i översikten till berggrundskartan, sid 3.

Kap. 3. SJÖN VÄTTERN OCH DESS TILLRINNINGSOMRÅDE

Hos alla av den mänskliga kulturen opåverkade sjöar existerar ett tydligt samband mellan siktdjup, vattenfärg och sjöareal, eller rättare vattenvolym. Stora och djupa sjöar har klart, blått vatten och därmed stort siktdjup.

Vättern är känd för sitt ovanligt djupa, klara och kalla vatten. Nästan rent blå vattenfärg har utom Vättern bara de djupa fjällsjöarna i norra Sverige. Det hittills största lodade djupet, 119 m, återfinns ungefär mittemellan Jönköping och Visingsö, men ett över hundra meter djupt tråg sträcker sig från Jönköping till trakten av Gränna och mellersta Visingsö.

Nederbörd

Den årliga medelnederbörden i Vätternbäcken är jämförelsevis liten, och varierar mellan 430 mm på Visingsö till något mer än 700 mm vid Flahult söder om Jönköping. Mer än hälften bortgår igen i form av avdunstning. Vätterns egen sjöyta upptar ca 30% av nederbördsarealen. Totala sjöarealen utgör 36% av Vätterns nederbördsområde som är 6 360 km². Hur stor del av nederbörden som kommer Vättern till godo i form av ytvattentillflöden skulle kunna fastställas om mätstationer inrättades vid tillflödena. Men Vätterns ytvattentillflöden är nästan alla små; de är, närmare bestämt, över tvåhundra. Kunde man få ett närmevärde på ytvattentillflödets storlek, skulle man också kunna få en uppfattning om mängden av det grundvatten som direkt, genom vattengenomsläppliga jord- och berglager över, i eller under vattenlinjen tillföres sjön. Detta under förutsättning att avdunstningens storlek är känd.

Ytvatten

Sedan gammalt anses ju Vättern vara en väldig "kalkkälla", vilket borde innebära en betydande direkt grundvattentillströmning. Grund-

vatten på ca 10—30 m:s djup kännetecknas av låg och jämn temperatur, här ca 7°. Vättern är, på grund av sina ca 200 st ytvattentillflöden, ingen verklig kalkkälla. Vätternvattnet håller vintertid i hela vattenmassan en temperatur lägre än 4° C. Eventuella större läckage av ca 7°-igt grundvatten kan således ej spåras i sjöns botten temperaturer. Det mestadels troligen flera 10-tal m mäktiga jordtäcknet, som dessutom övervägande utgöres av täta moräntyper, bedömes ej tillåta något större grundvattenläckage annat än lokalt i anslutning till isätsavlagringar.

Den landyta som dräneras till Vättern är liten i relation till sjöns storlek. Huvudvattendelaren går långa sträckor mycket nära Vättern och de flesta tillflödena är korta. Sjövattnets genomskinlighet eller transparens har ända in på 1930-talet varit över 17 m, men har sedan minskat avsevärt på grund av vattenföroreningarna. Vättern är ursprungligen en näringsfattig, oligotrofsjö utan märkbar algblooming under högsommaren. Dess karaktär bestäms av flera faktorer, bl a av djupförhållanden, klimat och av det tillströmmande vattnet, såväl ytvatten som grundvatten. Kvaliteten på detta hänger i sin tur intimt samman med geologin.

Vättern ligger mitt i ett geologiskt sett mycket skiftande och sammansatt område. Flera tillflöden kommer från trakter med näringsrika jordar, och bör alltså medföra ett visst naturligt tillskott av närsalter, framför allt kalk. Andra avvattningsområden har relativt stora torvmarksarealer, som levererar ett humushaltigt, av järnföreningar brunfärgat, surt vatten. Myrarna ligger på många håll i höglänt terräng med vattengenomsläppliga och mäktiga jordlager. Man kan därför förmoda, att humusämnen i viss utsträckning elimineras under passagen genom jordlagren ned mot lägre nivåer.

Bäckarnas och åarnas vatten förändras givetvis

även under transporten från upprinningsområdena, bl a vid passagen genom olika klarningsbäcken. Men varje nytt biflöde påverkar det rinnande vattnet. En redovisning av vattnets kemiska och fysikaliska förändringar från vattendelarna till utflödet skulle fordra omfattande vattenprovtagningar. Slutprodukten av såväl yt- som grundvattentillflödena blir Vätterns svagt alkaliska sjövattnet.

Grundvatten

Grundvattnet rör sig nästan alltid betydligt långsammare än ytvattnet. Det infiltreras först i jord eller berg i form av sjunkvattnet, och påverkas därvid mera än ytvattnet av den geologiska miljön. Mycket av grundvattnet förenas på nytt med ytvattnet på väg mot huvudbäckenet.

Grundvatten magasineras i stora mängder i Vätterns tillrinningsområde. Förutsättningen är grovporiga jord- och bergarter av ansevärd mäktighet. Sådana grundvattenreservoarer återfinnas i *Vätternbassängens båda viktigaste grundvattenförande formationer, isälsbildningarna och sandstenarna.*

Grundvatten är som bekant ofta att föredra framför ytvatten. Vätternbäckenet förefaller att ha många ännu outforskade grundvattentillgångar, vilkas påvisande i varje enskilt fall måste grundas på detaljerade, geologiska undersökningar.

En närmare belysning av Vätternområdets hydrogeologi skulle kräva en regional inventering av hydrogeologiska data från tidigare brunnborrningar, väg- och byggnadsplanering, m m. Ett finmaskigt nät av vattenanalyser skulle ge en klarare uppfattning om grundvattentyperna i olika delområden. Kanske tiden också kan anses mogen för en hydrogeologisk kartering av Vätterns tillrinningsområde eller snarare delar därav.

I följande kapitel görs ett försök att sammanfatta nu föreliggande informationer i och för en regional uppdelning av de hydrogeologiska förhållandena.

Förslag till indelning i hydrogeologiska provinser

Av de upplysningar som kan inhämtas från de geologiska kartbladen samt facklitteraturen (se litteraturförteckningen) föreslås här nedan en

hydrogeologisk regionindelning av Vätternområdet i åtta provinser (se fig 5):

1. Västra och sydvästra Vätterns sedimentområde
2. Visingsöformationen
3. Sydöstra bergplatåområdet
4. Vadstenaslättnens moränområde
5. Mellansvenska isrand-bältet
6. Tivedens och nordöstra Vätterns bergområde
7. Norra Vätterns sedimentområde
8. Vätterns sjöbäcken.

Provinserna har avgränsats med ledning av framträdande geologiska regiongränser på jordartskartan, men följande redogörelse anknäver även där så är möjligt till berggrunden och dess tektonik.

1. Västra och sydvästra Vätterns sedimentområde

Bergunderlaget består nästan enbart av grå granit, utom i Hökensås, där den utgörs av röd granit. Trots jordlagrens stora mäktighet, träder berg i dagen i vissa zoner. Höjddifferenserna i berggrundsytan är stora, 200 m eller mera. Jordartskartans hällfördelning antyder bergribbor eller -platåer, som har antagits vara orsakade av, i stort sett, nordnordost-sydsvästliga förkastningar eller sprickstråk, i synnerhet i Vätternsänkans sydvästra del. Längst söderut bestäms topografin av den relativt djupa sprickdal som löper från Ljungarum via Taberg till Månsarp. *Längs de nämnda, långsmala linjerna eller zoner torde det finnas utsikter att urberget är mer än vanligt grundvattenförande.* Huruvida ytvattendelaren sammanfaller med grundvattendelaren är inte närmare utrett.

De *glacifluviala sedimenten* dominerar regionen och når undantagsvis en mäktighet av 100 m. Glacifluviala avlagringar förhärskar inom Hökensås-Svedmon i norr och i anslutning till den relativt djupa sprickdalen i söder, liksom i de åssystem som följer dalgångarna i det sydvästliga vattendelarområdet.

Morän går i dagen i förhållandevis små områden, och då framför allt längst i väster samt i trakten av Habo och södra Fågelås. I Hökensås sluttningar är moränen svallad, och därför ofta sandig-grusig i ytskikten.

I de högtlätta partierna är *torvmarksarcalen* betydande (t ex Durane mosse) och påverkar vattentypen i de tämligen talrika sjöarna. De

är övervägande dystrofa (med dyscediment), men i söder och sydväst förekommer även siderotrofa sjöar (sjöar med järnhaltiga sediment), och järnockrabildningar är vanliga i de sistnämnda distrikten.

Karakteristiska för regionen är annars *issjösedimenten*, avsatta på olika nivåer under landisens avsmältningsstadier. Sand-grovmo överväger och bildar vanligen de översta meterna i jordtäcket, men i samma lagerföljd kan kornstorleken vara mycket växlande, från lermjåla-finno till grovsand-grus. Även regionalt växlar sammansättningen, och gränserna mellan isälvs- och issjöbildningar är många gånger flytande. Dubbla moräner med mellanlagrande glaciala sediment har iakttagits. *Grundvattenmagasinen i regionen synes vara ovanligt stora. Isolerade akviferer förekommer i de komplexa avlagringarna. Källor* förekommer i den stora dalgången Ljungarum—Månsarp.

2. Visingsöformationen

Beträffande *Visingsöformationen*s utbredning hänvisas till berggrundskartan, bil. 2. Ihågkommas bör, att dess utsträckning i detalj är oklar på grund av jordtäckets mäktighet.

Som tidigare framhållits, har *Visingsöformationen* utsatts för stora tektoniska störningar i synnerhet utmed Vätterns östra sida. *Inte bara Visingsöformationen*s sandstenar och arkoser är ofta starkt vattenförande utan även de förkastningsbreccior och spricksystem som uppstått vid deformationen. Men inom begränsade områden har de tektoniska processerna medfört att bergets porvolym och sprickor avsevärt minskat. Detta innebär att grundvattenutvinningen försvårats.

G Gillberg (1964), (se litteraturförteckningen) har publicerat en karta över förekomsten av grövre bergartsfragment härrörande från *Visingsöformationen*, som ingår i moränen kring södra Vättern, se fig 6. Värt ett påpekande är, att den moränlera som återfinns kring mellersta och södra Vätterns stränder samt på *Visingsö* till sin förekomst faller innanför de kända gränserna för *Visingsöformationen* eller strax söder därom (till följd av landtransporten). Den torde huvudsakligen ha bildats av de lätt nedkrossade skiffarna och mostenarna. Dessa bildar nämligen en mäktig svit i *Visingsöformationen*s övre och östra del. Sandstenarna kan förmodas ha utgjort utgångsmaterial för

de mer än normalt kvartsrika grovmo- och mellansandbildningarna.

I områden med övergångsformer mellan moränlera och övrig morän är jordartsgränserna svåra att exakt fastställa. Under beteckningen "*morän, ej specificerad*" dötjer sig olika typer, från moig-lerig morän till sandig-grusig. Detta påverkar infiltrationens storlek. Moränens mäktighet är delvis avsevärd.

Mäktiga *isälvsavlagringar* finns längs Vätterns västra sida. Genom landhöjningens överstjälpning, som medfört en höjning av Vätterns yta mot söder, har de utsatts för en omfattande erosion, varvid svallsand och -grus kommit att överlagra finkornigare, täta jordarter på Vätterns botten.

Regionen karakteriseras av att ytvattentillflödena, utom i den sydliga delen, har kort väg från vattendelaren till utloppet i Vättern. Djupa erosionsrännor är vanliga.

Genom Vätterns överstjälpning mot söder försiggår en långsam grundvattenhöjning i det sydliga Vätternområdets lägsta delar.

Nyligen har sandsten tillhörande *Visingsöformationen* påträffats i Landsjödalen, vilket bör vara värt beaktande vid grundvattenprospektering.

3. Sydöstra bergplataområdet

Detta område omfattar graniterrängen öster och sydöst om Vätterns södra del. I väster begränsas den av den i stort sett nord-sydliga förkastnings- och förskiffringszonen från Omberg till Tenhultsjön. Berggrunden utgörs övervägande av röda och grå graniter. I tröskeln mellan Omberg och Hålaveden och här och var söderut förekommer även porfyrier, undantagsvis diabaser. Ett område med *Visingsöformationen*s sandsten finns mellan Tenhultsjön och nordöst om Stensjön, ett annat några km väster om Tenhultsjön.

Berg går i dagen över stora arealer. *Jordartskartans* hällmönster åskådliggör ett nät av större och mindre dalar, ofta sprickdalar, ibland utvidgade till sjösystem eller uppfyllda av *isälvsavlagringar*, annars dominerar överallt moränen som jordart. Endast i trakten mellan Svarttorp och Öggestorp, d v s i Huskvarnaåns centrala dräneringsområde, når moränen något större mäktighet än normalt. Här påträffas också dubbla moräner och sandiga issjösediment. Enligt G Gillbergs undersökning (1965),

(se fig 7) är CaCO_3 -halten i den av odling opåverkade moränen *avtagande från Omberg och söderut inom bergplatålandskapet*. Övergången från Vadstenaslättens utpräglade moränlerområde till bergplatåernas mindre leriga morän är successiv. Grundvattnens hårdhet kan i stort sett förmodas avta på samma sätt från norr mot söder. Rikedomen på små och medelstora sjöar är påfallande. I dessa finns ofta kalkhaltiga sediment. Torvmarksarealen uppvisar långt ifrån samma höga procentvärden som sydväst om Vättern.

Grundvattentillgångar av betydelse kan förväntas enbart i de framträdande sprickzonerna och i rullstensåsarna.

Almesåkraformationens sedimentområde väster om Nässjö (se berggrundskartan bil 2 och sid 2) avviker från sydöstra Vätterns bergplatåområde i övrigt men har inte så stor utbredning på och strax nedanför vattendelaren att det bör urskiljas såsom en egen region. Stora, plana fält av rullstensgrus förekommer på höga nivåer, d v s upp till 300 m ö h. Man kan påträffa grundvatten i större mängder dels i dessa rullstensfält dels i *Almesåkraformationens sandstenar och arkoser*.

4. Vadstenaslättens moränlerområde

Den s k Vadstenaslätten förefaller tämligen enhetlig. Ytdräneringen sker nästan enbart genom Mjölnaån, som avrinner norrut från områdets enda sjö, den grunda, igenväxta Tåkern, tidigare sänkt.

Berggrunden består av Östergötlands kambrosilurserie med trappstegsförkastningar in mot urberget i norr, se fig 2. Denna tektonik torde fortsätta ett stycke ut i Vättern. Enligt P Thorslund (1951) är det inte troligt, att Vätterns vatten läcker in i kambrosilurens genomsläppliga sandstelslager. Vissa brunnborringar i sandstenen i Motalatrakten har givit salthaltigt vatten, vilket tyder på att den naturliga grundvattenomsättningen här är dålig. *Sandstenen, som annars är den bästa akviferen i kambrosilurserien, kan på sina håll, där den täcks av väl permeabla jordlager, mottaga mycket vatten rakt ovanifrån. Grundvattnet rör sig huvudsakligen utmed skiktfogar och spricksystem i den deformerade sedimentlagerföljden, se fig 2. Brännbar gas uppträder på en del håll västerut på Vadstenaslätten.* Den inverkar ej nämnvärt på vattnets kvalitet, men kan vålla förgiftningar och explosioner i brunnar. *I Motalatrakten*

förekommer lager av vulkanisk aska (bentonit), som har egenskapen att svälla i vatten.

Den över hela området dominerande jordarten är en kalkrik, men i ytan starkt urlakad moränlera. (Angående kalkhaltens regionala fördelning i den opåverkade moränen, se fig 7.) Moränleran är en av anledningarna till att grundvattnet i de stupade kambrosiluragren i vissa områden blivit artesisikt. En känd artesisisk källa uppbygger en torvkupol i det största torvmarksområdet, Dags mosse. Moränlerans mäktighet varierar mellan 1 och 25 m. På denna vitar i sänkor och svackor varvig glaciallera, som förmodas bilda underlaget i Dags mosse och delvis i Tåkern. Det låglänta Vadstenaområdet har utsatts för vågerosion medan slätten höjde sig ovan vattenlinjen, och urtvättning av det leriga finmaterialet ägde då rum med varierande intensitet.

Det mellansvenska israndbältet passerar delvis över Vadstenaslätten och har lokalt kvarlämnat äsmaterial, lokalt bildningar med övervägande moränmaterial eller sådana med både äs- och moränmaterial. På några ställen har s k dubbla moräner med mellanlagrande sorterat material påträffats, ett bevis på en sista framryckning av isfronten före den definitiva avsmältningen.

För en mera detaljerad redogörelse av grundvattnet i de kambrosiluriska bergarterna hänvisas till Per Thorslunds uppsats i Grundförbättring 1950—51: Grundvattnet på Östgötaslätten.

5 Mellansvenska israndbältet

Berggrunden i detta område består huvudsakligen i mellersta delen av röd granit, i nordväst med inslag av leptit och gnejs, medan sedimentbergarter bildar underlaget vid Vätternstränderna söderut inom detta område. De stora sjöarnas konturer accentuerar kraftiga sprick- och förkastningslinjer i landskapet. Riktningarna (se fig 3 och berggrundskartan bil 2), är dels nord-sydliga, dels skärande i spetsig vinkel d v s de bägge huvudriktningar, som betingar bl a sjön Vikens form.

Landisen har avlastat en täckande, blockrik morän i både större och mindre sänkor, medan bergshöjderna saknar eller endast har ett tunt jordtäcke. Just inom denna region har emellertid landisens front åtminstone tre gånger gjort uppehåll i den normala avsmältningen. Vid dessa avbrott bildades topografiskt markerade israndbildningar. Landisen gjorde på sin håll mindre framryckningar varvid morän på nytt

avsattes ovanpå tidigare avlagrad morän eller på sediment. Dessutom uppträder i lokala ryggar små årsmorän, som markerar en rytmisk tillbakaryckning av isfronten. I urbergsområdet överväger sandig-grusig morän, lerhalten är låg. Randdeltan och randterrasser är vanliga inom regionen. De är ofta terrängbundna och knutna till dalarnas mynningar i söder.

De rena isälvsbildningarna utgör utmärkta infiltrationsområden. De mer sammansatta israndbildningarna kan förmodas innehålla begränsade grundvattenmagasin.

Lera går i dagen här och var på lägre nivåer kring sjöarna Örlen, Bottensjön och Viken. Ofta täcks leran av sekundärt avsatta grövre sediment, som ibland kan vara mer än 5 m mäktiga. De kan lokalt vara relativt goda akviferer. Torvmarker är vanliga i urbergsområdena, dy-sediment överväger i sjöarna.

6. Tivedens och nordöstra Vätterns bergområde

Berggrunden består övervägande av sprickrika, röda graniter, men en bred bård av leptit och gnejs drar genom regionen, se berggrundskartan. Förkastningarnas eller sprickzonernas vinkelmonster (fig 3) utgör en direkt fortsättning av mönstret i området i söder, se region 5. I Tiveden finns Vätternbäckens största sammanhängande hållområden, de utgör centralt i området 80—90% av arealen. Terrängen har en starkt bruten relief med trånga dalfören, ofta utfyllda av torvmarker eller sjöar, medan isälvsavlagringarna är få och huvudsakligen begränsade till två stråk i utkanterna av regionen, ett vid sjön Unden och ett på övergången till nästa region i nordost.

Morän är den vanligaste jordarten och utfyller fickor och sänkor. Den blir i norr och väst småningom terrängtäckande. Tylöskogen utmed nordöstra Vätternsidan har samma berggrundssammansättning, men ganska få öppna hållmarker. Morän dominerar helt, men liksom i fallet Tiveden begränsas i Tylöskogens bergområde i norr och sydost av rullstensåsar. Dessa når här och var ausevärd mäktighet, och är då bra grundvattenmagasin. Tatrika källor förekommer utmed åssystemen.

Mineralförekomster av olika slag främst järn-, mangan-, zink- och koboltmineral i berggrunden kan mycket lokalt tänkas påverka både grundvattnets och ytvattnets kemiska sammansättning. Tillgången på vatten i berg är okänd.

7. Norra Vätterns sedimentområde

Berggrunden består i sydväst av röda graniter, i nordost av leptit-gnejs. Den avviker alltså inte från den i angränsande områden, men berg i dagen är inte lika dominerande och terrängen stiger i etapper upp över högsta kustlinjen (ca 135—150 m ö h). Något tiotal meter lägre går övre gränsen för Hammarlättnens lerområde, som utfyller dalsystemen vid Vätterns norra ände. Genom den olikformiga landhöjningen uppgrundas skärgården utanför Askersund, varvid det även sker en långsam grundvattensänkning.

Närkes kambrosilurbergarter finns strax norr om huvudvattendelaren. Material av dessa bergarter har av landisen transporterats söderöver och utgör, utom längst i väster, viktiga beståndsdelar i flera av jordarterna kring norra Vättern. Orstensbollar och sandstensfragment är t ex vanliga i moränen, och den s k skiffersand som finns i Askersundstraktens åsar kan härledas ur alunskiffern. Kornstorleksfördelningen i moränen är skiftande inom regionen. Den i beskrivningarna till de geologiska kartbladen största angivna mäktigheten är 6 m.

Ett par stora åssystem drar genom området. En viss, lokalt kraftig, omlagning har skett av åsarna. Man kan notera två olika typer av sandavlagringar. Den ena är den primärt avsatta isälvsanden, som har betydelse som grundvattenmagasin, den andra är den sekundärt avsatta svallsanden. I anslutning till vattendrag förekommer svämsand. De omlagrade sandiga sedimenten bildar ofta tunna täcken och övergår nedåt i finmo, mjäla eller lera. Denna lera vilar i sin tur på den glaciala varviga leran, vars lervarv längst ned kan omväxla med mo- och sandskikt, som är grundvattenförande.

Regionen är sjörik, vattentypen övervägande siderotrof (järnsediment).

8. Vätterns sjöbäcken

De flesta uppgifterna här nedan är hämtade från J Norrmans arbete 1964: "Lake Vättern", samt från publikationer av F Brotzen (1941) och av B Collini (1958). Berggrunden utgörs i större delen av södra och mellersta Vättern av Visingsöseriens olika bergarter. Dess norra begränsning, som mestadels går i Vättern, går från Karlsborg åt nordost till i höjd med Medevi och vidare mot söder. Bottenkonfigurationen antyder en tämligen ostörd lagerföljd i Visingsöformationen i västra Vättern norr och

nordväst om Visingsö, medan nivåkurvorna sydost om ön visar ett brant stup under vattenlinjen. Öarna i norra Vättern hör till samma berggrundssystem som de nordliga kusterna med undantag av ön St. Rökens södra del. Motalabuktens berggrund utgör fortsättningen på Östergötlands kambrosilurlager.

Norrman har i 5 av 7 sedimentproppar från Vätterns centrala delar funnit varvig (glacial) lera, överlagrad av brun lera; i de bägge resterande endast den bruna leran. Till verifierande borringar eller seismiska undersökningar

kommit till stånd bör man på allmänna, geologiska grunder räkna med att övervägande delen av Vätterns botten täckes av ett oftast mäktigt lager av morän eller moränlera. Dock bör uppmärksammas att åsmaterial torde finnas på botten inom mellansvenska israndbältet. I de mera strandnära lagerföljderna uppträder mo eller sand, som är utsvallad från stränderna, främst på grund av den större landhöjningen i norra Vättern.

I övrigt hänvisas till J. Norrmans rapport av år 1960 gällande Vätterns botten

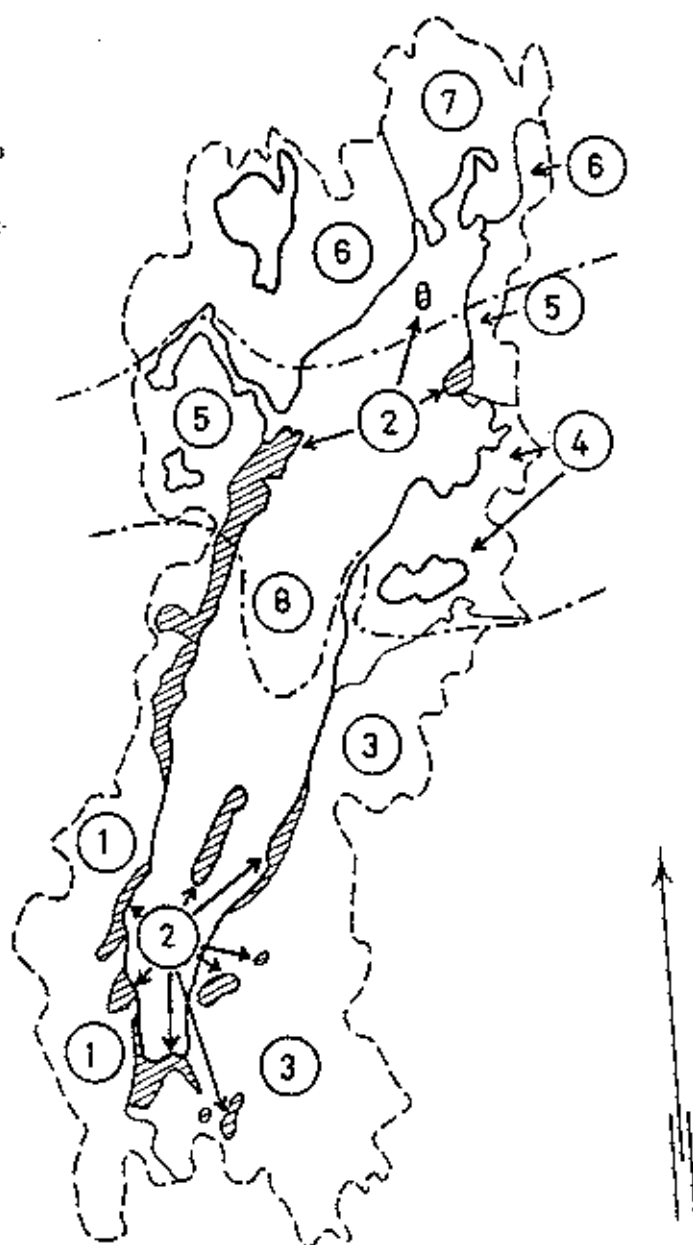
Förslag till
HYDROGEOLOGISKA PROVINSER
inom Vätternområdet

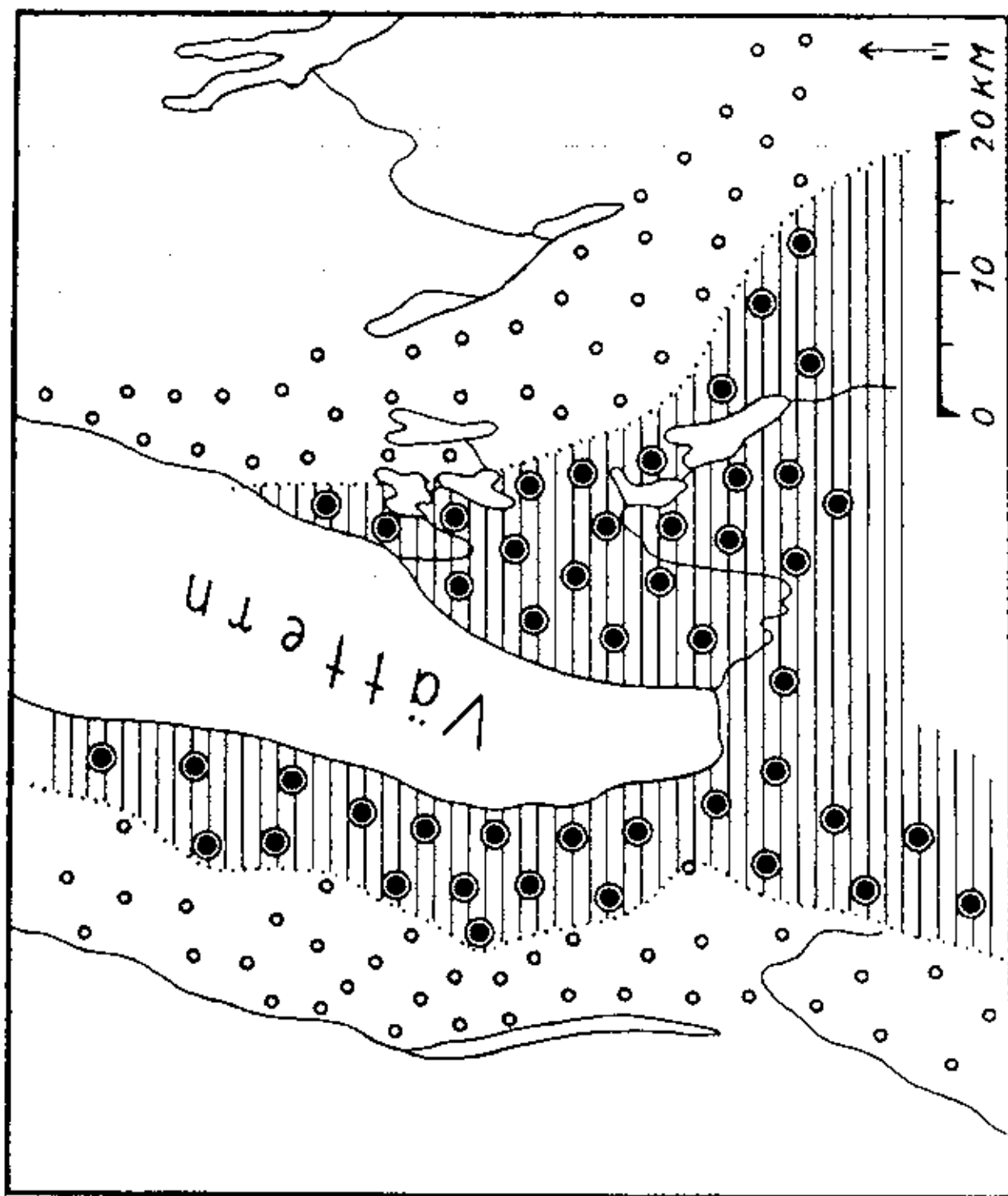
Skala 1:1 000 000

20 0 20 40 60 km

TECKENFÖRKLARING:

1. Västra och sydvästra Vätterns sedimentområde.
2. Vilsingsöformationen sedimentområde (streckat).
3. Sydöstra bergplatåområdet.
4. Vadstenaslättens moränlarområde.
5. Mellansvenska Israndbältet (överslappar delvis angränsande provinser).
6. Tivedens och nordöstra Vätterns bergområde.
7. Norra Vätterns sedimentområde.
8. Vätterns sjöbäcken.





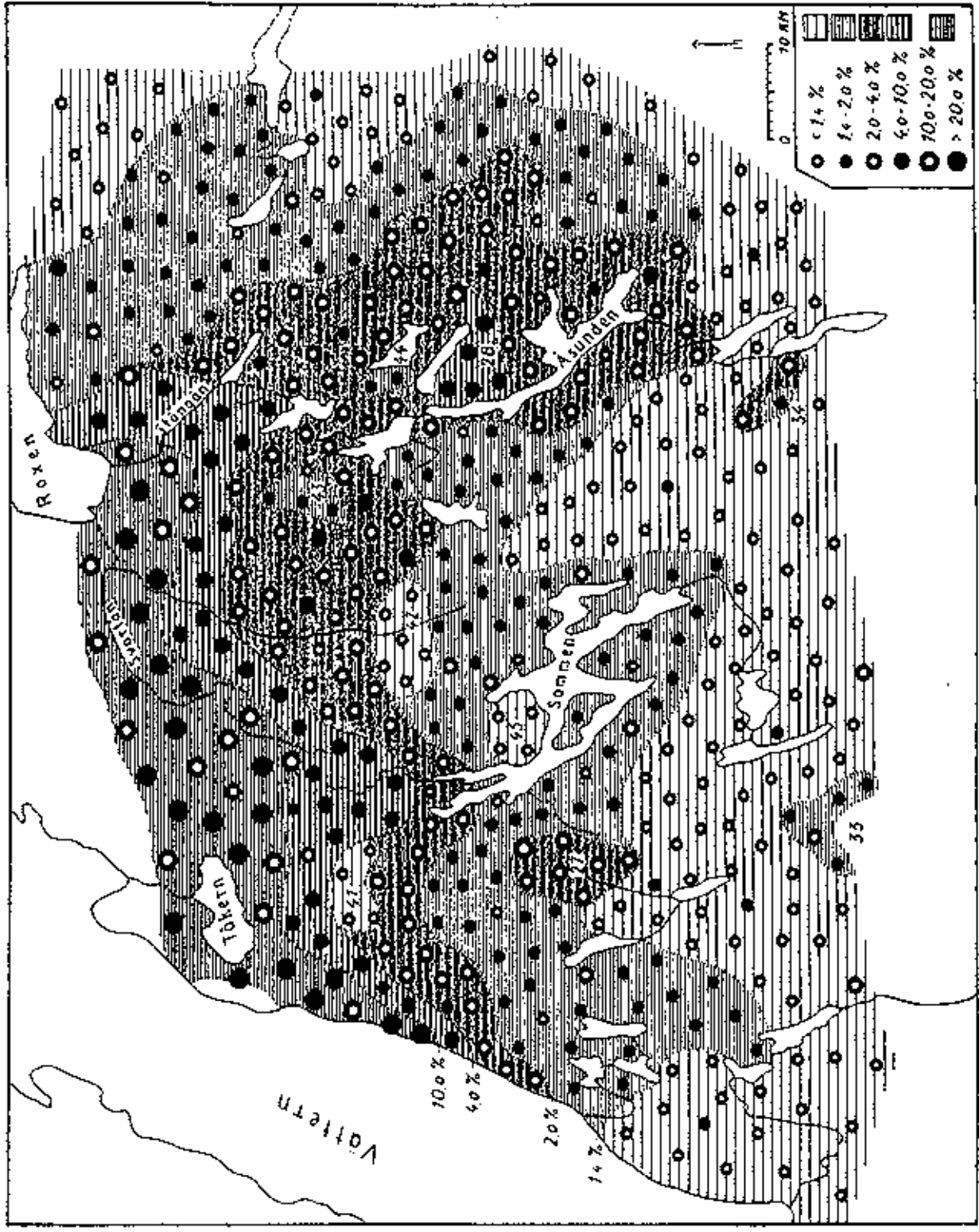
Förekomsten av
grövre bergarts-
fragment från
Visingsöforma-
tionen i botten-
moränen kring
södra Vättern.
Efter G. Gillberg,
1964.

Teckenförklaring:

● Fynd

○ Ingen förekomst

Fig. 7



CaCO₃-halten i
bottenmoränen
öster om Vättern.
Efter G. Gillberg,
1964.

Kap 4. KORT ÖVERSIKT ÖVER DE STÖRRE DRÄNERINGSOMRÅDENAS HYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Eftersom Vätternsänkan har talrika små tillflödesområden, men endast fyra med större areal, nämligen Huskvarnaån, Tabergsån, Forsviksån och Mjölnaån, har de övriga hopslagits till fyra större enheter i nedanstående översikt. Dessa innefattar avvattningsområdena från Dunkehällaån t o m Hjoån, Gerväck-Breviksområdet vattensystem, avvattningsområdena kring norra Vättern från Forsviksån fram till Mjölnaån, samt slutligen avvattningsområdena mellan Mjölnaån och Huskvarnaån, se fig 8*.)

Tabellartisk översikt över de större avvattningsområdenas totalareal (km²) och procentuella sjöarealen inom dessa.

Avvattningsområde	Totalareal (km ²)	Sjöareal (%)
A. Huskvarnaån	663	7.6
B. Tabergsån	204	1.3
C. Fr o m Dunkehällaån t o m Hjoån, innefattande bl a		
Dunneån	68	0.3
Hökesån	69	0.9
Hornån	31	1.6
Gagnån	32	0.3
Svedån	49	3.3
Häldeholmsån (el Holmsån)	30	3.3
Hjoån	60	6.7
D. Fr o m Gerväck t o m Brevik	uppgifter saknas	
E. Forsviksån	324	21.9
F. Mellan Forsviksån och Mjölnaån, innefattande bl a		
Aspaån	—	ca 1
Dohnaforsån	87	6.4
Skylbergsån	187	6.3
G. Mjölnaån	411	1.3
H. Mellan Mjölnaån och Huskvarnaån, innefattande bl a		
Ornsån	67	1.5
Rottelån	230	10.1
Edeskvarnaån	53	10.8
Vätterns tillrinningsområde exklusive sjön Vättern	4 448	8.0
Vätterns hela tillrinningsområde	6 360	35.7
Sjön Vätterns yta	1 912	

*) Uppgifterna ur G Beskow—G Rasmussen, 1963: Sjöar och vattendrag i Sverige. Del II. Söder om Dalälven, Geol. Inst., Gbg.

Följande översikt hänvisar till kapitlet om de hydrogeologiska provinserna, och vissa upprensningar blir därför oundvikliga. Dräneringsstråken söker sig ju i regel fram via hydrogeologiska provinser och en sammanställning av hydrogeologiska fakta, varje område för sig, torde ha sitt givna värde. Härvid kommer dräneringsvägarna att framhåvas, såväl ytvattnets som grundvattnets, likaså mer framträdande kontaktzoner mellan ytvatten och grundvatten. Övriga grundvattenförhållanden är redan utförligt skildrade i föregående kapitel.

A. Huskvarnaåns avvattningsområde ligger till största delen inom den hydrogeologiska provinsen nr 3, sydöstra bergplataområdet, men de sista 6 km rinner ån genom provins nr 2, Visingsöformationen se föregående kap och fig 5.

Grundvattenförekomster finns framför allt i åssystemen, i sandstenar i Almesåkraformationen öster om Forserum, i Visingsöformationen grovkorniga och sprickrika sedimentbergarter i Huskvarnaområdet samt kring Tenhultssjön och Stensjön. Huskvarnadalens ytdränering sker delvis i kontakt med grovkorniga sediment. Jordtäcket — främst moränens — kalkhalt avtager mot söder.

B. Tabergsåns avvattningsområde ligger i sina övre partier inom den hydrogeologiska provinsen nr 1, d v s västra och sydvästra Vätterns sedimentområde, medan dräneringsområdets lägre del befinner sig inom område 2, Visingsöformationen. Ett flertal mindre sjöar ingår i vattensystemet. Tabergsåns sprickdal utgör en fortsättning på Vätterns djuprännas. Den centrala dalgången uppvisar stora jorddjup (omkring 80 m) som ökar ytterligare österut (i nordöstra Jönköping 194 m, längre in i dalgången ca 130 m) men minskar västerut. Sandstenslagret går i dagen vid Vätterns nord-sydliga strand. Dalfyllnaden nära Taberg består

till större delen av mo, sand eller grus. Jordarterna är finkorniga i dalgångens yttre del.

Avsevärda kvantiteter grundvatten kan påräknas såväl i jordlagren som i Visingsöformationen, men även i måttliga mängder i urberget. Tabergsån med biflöden genomflyter i stor utsträckning mo- och sandområden. På grund av den delvis starka terränglutningen bör grundvattenytans gradient vara avsevärd. Källor bör därför vara vanliga och är också kända t ex vid Hovslätt och i Norrahamnar. Se även R Lindqvist, 1940: Jönköpings vattenförsörjning, samt J Richert, 1911.

C. *Avvattningsområdena fr o m Dunkehallaån t o m Hjoån* dräneras i sina övre lopp genom den hydrogeologiska provinsen nr 1, västra och sydvästra Vätterns sedimentområde, i sina nedre lopp genom område 2, Visingsöformationen. Utom Mullsjön, yta 4 km², i Hjoåns vattensystem förekommer bara vattenmagasin av mindre storlek, som t ex Domneådammen i Dummeån och Alvasjön (Holmån). De sydligare vattendragens dräneringsvägar bestäms av Bankeryds- och Habodalarna. I övrigt avrinner de alla flesta åarna och bäckarna åt öster och har därvid eroderat så att djupa raviner uppstått på sina håll. De högst belägna områdena består till 2/3 av morän och till 1/3 av åsmaterial, se i övrigt jordartskartan. På lägre nivåer finns mäktiga sediment. För de södra två tredjedelarna bedömes nedanstående grundregel gälla.

En stor del av den vanligen smala strandbårdens grundvatten dräneras direkt i Vättern. Omsättningen i den underlagrande berggrundens vatten är låg. Grundvattnet från de ovanligt vidsträckta sand- och grusavlagringarna väster om kustbältet avrinner däremot övervägande till de lokala vattendragen. Härigenom utjämnas säsongvariationerna i ytvattenföringen.

Sannolikt bidrar också ett antal trösklar till att dämna upp grundvattnet och sålunda fördröja grundvattenavrinningen. Torvmarker är sällsynta i en halv mil bred zon närmast Vättern, men talrika i de höglänta områdena. Se även B Collinis kap "Vattentäkter" i beskrivningen till geologiska kartbladet Gränna.

D. *Grevbäck-Breviksområdets avvattningsområden*: Dräneringen sker huvudsakligen mot öster och berör de hydrogeologiska provinserna nr 1, 2 och 5, d v s västra och sydvästra Vätterns se-

dimentområde, Visingsöformationen samt mellansvenska israndbältet. Inom området återfinns ett fåtal sjöar samt flera vidsträckta myrområden, i övrigt är området sammansatt av morän, delvis svaffad, i söder, samt stora sedimentavlagringar i norr, som i de höglänta områdena når ansenliga dimensioner.

Stora grundvattenförekomster kan förväntas i dessa sediment. Även i mellansvenska israndbältet (se fig 5) torde isolerade grundvatten tillgångar av större betydelse återfinnas. Utmed Vätterstranden kan grundvatten påräknas såväl i jordlagren som i Visingsöformationen. Den består här allmänt av sandstenar under 30—70 m mäktig morän eller moränlera. Grundvatten dräneras i norra och södra delen direkt ut i Vättern.

E. *Forsviksåns avvattningsområde* faller så gott som helt inom den hydrogeologiska provinsen nr 5, mellansvenska israndbältet. En smal remsa utmed sydöstra stranden av Bottensjön utgörs av Visingsöformationen. Forsviksåns vattensystem avviker påfallande från de övriga i Vätternområdet genom att en mycket stor del av arealen upptas av de stora sjöarna Unden, Viken, Örlen och Bottensjön. Berggrundens topografien är synnerligen bruten, med sprickdalar och förkastningar, de flesta orienterade i nord-syd, se fig 3. Vidsträckta moränområden förekommer och berggrundens ytan är på högre nivåer ofta blottad, i dalstråken återfinns bl a lera och svalsand samt stora myrområden, framför allt i väster. Mest framträdande är de av K E Bergsten, 1943, närmare beskrivna, mäktiga åssystemen, som framgår genom dalstråken sydost om sjön Viken samt söder och norr om Unden (Lokaåsen).

Grundvatten finns företrädesvis i dessa åsavlagringar. Eftersom ett flertal av israndbältets avlagringar också innehåller morän, innebär detta lokalt mindre grundvattenmagasin. Den omlagrade sanden har mindre betydelse från grundvattensynpunkt. Den smala remsan av Visingsöformationen kan tillmätas stort värde enligt erfarenheterna från Karlsborg där ca 20 l/s uttogs ur en brunn vid provpumpning 1967.

F. *Avvattningsområdena mellan Forsviksån och Mjölnån* (norra Vätternområdet) ligger inom de hydrogeologiska provinserna nr 6, Tivedens och nordöstra Vätterns bergområde, och nr 7, norra Vätterns sedimentområde, samt, i sydost, nr 5, mellansvenska israndbältet. Strax norr om

Motala inryms två smärre områden av dels provins nr 2, Visingsöformationen dels österut, nr 4, Vadstenaslättnens moränlerområde. Berg i dagen förekommer i så gott som hela området, och de talrika såväl större som mindre systemen av sprickdalar har väsentlig betydelse för yt-dräneringen, som huvudsakligen följer nord-sydliga väderstreck, se fig 3. Torvmarker och sjöar utfyller många dalstråk. Morän dominerar som jordart. Fyra framträdande åssystem drar genom området. Två av dem begränsar Askersundslätten i väst och i öst. Ett tredje följer Vätterns östra strand och avslutas söderut i den stora Djurkällaplatån nordväst om Motala.

Grundvattenförekomster kan påräknas i de stora åssystemen samt dessutom i mindre skala i lerområdenas underlag, se fig 3. Åssystemen fortsätter ut i Vättern, varför deras grundvatten kan antas avbördas i sjön.

G. Mjölnaåns avvattningsområde sammanfaller i sitt nedre lopp med den hydrogeologiska provinsen nr 4, Vadstenaslättnens moränlerområde, medan dess övre tillflöden rinner genom nordligaste delen av område nr 3, sydöstra bergplåtområdet. Sjön Tåkern, 44 km², är den enda sjön av betydelse inom slättonrådet, i de högläntare områdena finns däremot flera småsjöar och talrika torvmarker. Berggrunden utgörs i norra delen av kambrosilurens sedimentbergarter (se fig 1 och 2), i söder av urberg.

Bland jordarterna dominerar moränlera i hela området. Den övergår söderut gradvis i allt ler- och kalkfattigare moräntyper. Varvig lera utfyller många sänkor upp till 130 å 140 m ö h. Åsarealen är liten.

Grundvatten kan utvinnas ur åsarna samt ur sandsten (kambrisk), se P Thorslund, 1951. Övre delen av Mjölnaåns vattensystem torde på grund av de många småsjöarna och torvmarkerna ha en tämligen jämn vattenföring. Nere på Vadstenaslättnens moränlera går infiltrationen långsamt.

H. Avvattningsområdena mellan Mjölnaåns och Huskvarnaåns vattensystem dräneras i varierande riktningar, dikterade av den sprickrika och splittrade berggrunden i den hydrogeologiska provinsen nr 3, sydöstra bergplåtområdet. Flera av vattendragen genomskär i sina nedersta lopp område nr 2, Visingsöformationen som bildar en smal kustrensa utmed Vättern. Området är tämligen sjörikt, de största av dem är Bunn, Ören och Landsjön. Bunn avbördades tidigare genom Röttleån, men största delen av vattnet går numera genom en tunnel jämte tub till Röttle kraftstation vid Gränna. Landsjön avrinner till Vättern genom ett konstgjort avlopp vid Edeskvarna. Morän och hållmarker dominerar i avvattningsområdets höglänta delar, torvmarker är där vanliga järnte smärre åssystem. Landsjödalen mycket styva leror och Grännaområdets sedimentjordar avviker på grund av att de lokalt underlagras av Visingsöformationen. Se även beskrivningen till geologiska kartbladet Gränna, kap Vattentäkter. Kalkhalten i moränen avtar söderut.

Grundvattenförande är förutom åssystemen vissa grovkorniga avlagringar under lera (i t ex Skårstads ån), sandstenar i Landsjösänkan liksom spricksystem och förkastningszoner i urberget.

VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

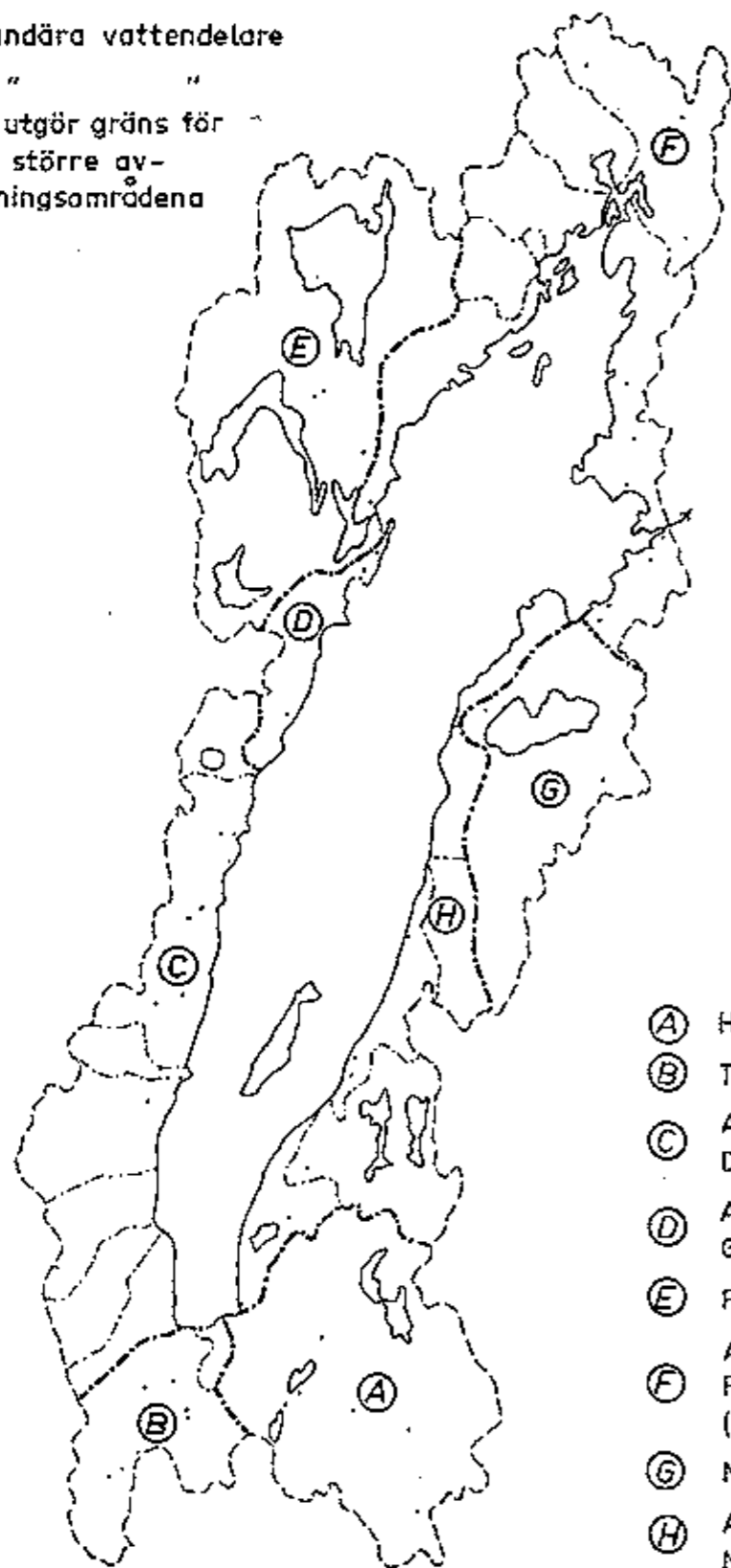
Fig. 8

VIKTIGARE SEKUNDÄRA TILLRINNINGSOMRÅDEN

Skala 1:750 000

15 0 15 30 45 km

--- Huvudvattendelare
 - - - Sekundära vattendelare
 - - - " " " " " "
 som utgör gräns för
 de 8 större av-
 vattningsområdena



- Ⓐ Huskvarnaåns avvattn.-omr.
- Ⓑ Tabergsåns " "
- Ⓒ Avvattn.-områden fr.o.m. Dunkehälla-t.o.m. Hjoån
- Ⓓ Avvattn.-områden fr.o.m. Grevbäck t.o.m. Brevik
- Ⓔ Forsviksåns avvattn.-omr.
- Ⓕ Avvattn.-områdena mellan Forsviksåns och Mjölnaån (=norra Vättern)
- Ⓖ Mjölnaåns avvattn.-omr.
- Ⓗ Avvattn.-områdena mellan Mjölnaån och Huskvarnaån

Fysikaliskt-kemiska vattenanalyser

20 st vattenprover (se sid 21) har tagits för fysikaliskt-kemisk analys av konventionell typ. Analyserna har utförts på Statens institut för hantverk och industri. Övriga analysresultat, som redovisas i bil 7—10 har hämtats ur utlåtanden m fl handlingar, se sid 22. Provtagningslokaler framgår av bil 6.

Nio av proven utgöres av berggrundvatten, tio av jordgrundvatten. Därjämte togs ett prov på Alvasjöns vatten. Den är belägen ca 26 km sydväst om Hjo inom det vidsträckt åsområdet Svedmon. Sjövattnet bör därför approximativt representera traktens grundvatten.

Klorid (bil 7)

Nedanstående avsnitt avser att vara en tolkningsbakgrund till kloridkartan, särskilt till sambandet mellan infiltrationens storlek och kloridhalten.

Grundvattnet får huvuddelen av sin kloridhalt från atmosfären. Enligt de kloridbestämningar av nederbörden, som utförts av E. Eriksson (Tellus, 1955) lämnar den inom Vätternområdet omkring 1 mg/l. Värdena är högst i sydväst och väster, lägst i öster.

Till detta skall adderas det s k torra utfallet. Det beräknas uppskattningsvis lämna ca 2 mg/l. Det torra utfallet utgöres av hygroskopiska partiklar, vilka via luftcirkulationen fastnar i vegetationen. Nederbörden tvättar sedan efterhand av växtligheten, varvid kloriden infiltreras.

Den sammanlagda, luftburna kloridmängden skulle sålunda uppgå till storleksordningen 3 mg/l. Kloridhaltens variationsbredd uppgår sannolikt till några mg/l. Den beror — som tidigare nämnts — främst på avtagandet från väster mot öster. De kortperiodiska svängningar, som beror på skilda lågtrycksbanor torde också inverka.

Kloridtitlökten från jordlagren och berggrunden är normalt så obetydliga att de kan försummas.

Som tolkningsexempel kan nämnas, att kloridhalter på 15 resp 30 mg/l — mycket ungefärligt — bör innebära att 20% resp 10% av nederbörden infiltreras, medan återstoden avrinner eller avdunstar.

Det framgår av kartan att kloridvärdena lokalt är anmärkningsvärt höga. Så är förhållandet t ex mellan Motala och Vadstena, där några borrhningar når ner i de djupare delarna av det flacka bäcken av sedimentära bergarter, som finas här. Vattnet pumpas ur sandsten.

I Visingsösandstenen vid Karlsborg synes kloridvärdena också stiga mot djupet. I den 150 m djupa, kommunala brunnen pumpas grundvattnet med ca 20 mg/l klorid. Den närbelägna 200 m djupa bergbrunnen lämnar vatten med 80—100 mg/l.

Visingsösandstenen i Jönköpingsområdet tycks utgöra ett undantag. Den djupaste borrhningen — 301 m gav nämligen ca 10 mg/l.

Även från urberget redovisas ibland höga kloridvärden. Vid Gate, 14 km sydväst om Hjo, noterades 640 mg/l.

Sporadiskt förekommer relativt höga analysvärden också i jordbrunnar. För ett par lokaler i närheten av Motala t ex 50 och 72 mg/l.

Huvuddelen av bergvattnet med hög kloridhalt bör utgöras av fossilt grundvatten och ej spela någon roll i grundvattentillströmningen mot Vättern.

Totalhårdhet (bil 8)

Det framgår av den karta (bil 8), som belyser grundvattnets totalhårdhet, att värdena i allmänhet överstiger 10° dH i zonen mellan Motala och Huskvarna.

Förklaringen är följande. Kalkstenar förekommer på Vadstenaslätten samt i östra Vättern och längs en smal bård av stranden, bl a vid Gråana. Med landisen har krossad kalksten transporterats söderöver och efterhand avlastats som morän. T o m på höga nivåer inom urbergsområdena har därför moränen en förhöjd kalkhalt, se fig 7. Därjämte har kornfraktionerna ler-mjåla-mo långförflyttats via isälvarna.

Som en motpol framträder de låga hårdheterna inom de omfattande sand- och grusområdena från Karlsborg i norr och till i höjd med Jönköping i söder. Grundvattnet är här mestadels utpräglat mjukt med typiska hårdheter på 1—3° dH. Anledningen kan sökas i de ovanligt kvartsrika sedimenten. Dessa härrör främst från Visingsöformationens mostenar och sandstenar.

Järn och mangan (bil 9 och 10)

Järn- och manganhalterna är i det stora hela låga. Sandstenen i Vadstena-Motalaregionen uppvisar dock relativt höga järnvärden. Visingsöformationen mellan Karlsborg och Hjo företer ofta anmärkningsvärda både järn- och manganhalter. Som exemplifiering kan nämnas Kråks radiostation invid Karlsborg, där de uppgick till 3.4 resp 0.5 mg/l. De lokala variationerna — både horisontellt och vertikalt — förefaller dock att vara ansevärd. Orsaken till detta är oklar.

Sand- och grusarealerna uppvisar på några undantag när låga järn- och manganhalter. Allmänt kan sägas att de sporadiskt uppträdande högre värdena ofta kan bero på att provtagningen skett i en reducerande miljö invid kärr- eller mossmarker — särskilt sådana på väl permeabelt underlag. Även djupt beläget grundvatten med förbrukat syre ger ofta förhöjda halter.

Tritium

7 st prover har insamlats för bestämning av grundvattnets tritiumhalt. Dessutom ett ytvattenprov vid Jönköpings vattenverk i Hågeberg. Råvattenintaget sker där på 34.5 m djup i Vättern.

Grundvattenproven togs under perioden 18—25/9 1967, ytvattenprovet den 1/11 1966.

För grundvattnet gäller att samtliga prov tagits i brunnar, där mer eller mindre kontinuerlig pumpning skett under åtskilliga år, vid Norrahammars norra vattentäkt, Tallhöjden, dock

endast 1/4 år. Här har i stället uttaget varit så stort som omkring 25 l/s.

Tritiumbestämningar av grundvatten, i tritiumenheter (TU)

Visingsöformationen:

Huskvarna vattenverk, brunn II, Höganäs	29 ± 1.3 TU
Karlsborgs vattenverk, brunn II, Vanäs udde	1 ± 1 TU

Urberget:

Hjo vattenverk	19 ± 1 TU
----------------	-----------

Kambro-silurformationen:

Quisbergs gård, 1.5 km OSO Vadstena	1 ± 0.5 TU
--	------------

Kvartärformationen (jordlagren)

Hjo mejeri	1 ± 0.5 TU
Norrahammars vattenverk, Tallhöjden	63 ± 2 TU
Askersunds vattenverk (det gamla)	67 ± 3 TU

Ytvatten

Jönköpings vattenverk, Hågeberg (1/11 1966)	181 ± 5 TU
--	------------

De tre proven med 1 TU uppvisar grundvatten, som är åtminstone några tiotal år gammalt. Det kan vara väsentligt äldre.

Resterande grundvattenprov utgör blandningar av äldre grundvatten (äldre än första vätebombexplosionen under slutet av 1953) och yngre grundvatten. Andelen av det yngre vattnet bör uppgå till storleksordningen en till några tiondelar. Fortsatta observationer av tritiumhalten är grundläggande för en bedömning av grundvattenbalansen i de exploaterade magasinerna.

Vättern — en källsjö?

Det tycks vara rätt allmänt accepterat att Vättern är en s k källsjö. Kommittén för Vätterns vattenvård anför exempelvis i sin rapport nr 1, sid 2 att "Vätterns tillflöden är förhållandevis obetydliga och sjön har närmast karaktären av en källsjö med rikliga underjordiska tillöpp från kringliggande höglänta trakter".

Vanligen menas med en källsjö en sjö med avlopp men utan synliga tillflöden. Förslagsvis och alternativt kan man definiera den som en sjö till vilken grundvattenflödet uppgår till mer än 50%. Det är inte sannolikt att Vättern är en källsjö ens enligt den sistnämnda preciseringen. I stor utsträckning torde nämligen grundvattenflödet till Vättern uppdämmas av

relativt ogenomsläpplig morän och moränlera, som når stora mäktigheter i själva sjöbäckenet söder om Karlsborg-Motala.

Huvudparten av sand- och grusområdena är lokaliserade till sträckan Karlsborg—Vätterns sydände. De största arealerna med betydande infiltration förekommer här på hög nivå över Vättern — på mellan 100 och 175 m över sjöns yta. Mellan dem och strandzonen finns oftast en barrikad eller tröskel av berg eller morän. Normalt bör detta innebära, att åtskilligt med grundvatten övergår i ytvatten i form av källflöden. Att så synes vara fallet i rätt betydande omfattning förstår man bl a av att kraftstationer byggts i flera av de blygsamma åarna. De uppvisar en anmärkningsvärt jämn vattenföring enligt vad som synes framgå av de knapphändiga upplysningar, som nu står till buds. Holmån, Svedån och Knipån heter några av de åar, som uppmärksamats.

Detta belyses också i någon mån av följande uppmätning av de skilda geologiska enheterna runt Vättern längs strandlinjen. "Sand och grus" utgöra en sammanslagning av flera beteckningar på kartan.

Geologisk beteckning	%	km
Sand och grus	32	132
Berg	29	120
Morän	14	57
Moränlera	14	57
Lera	9	39
Torv	2	11

Slutligen kan anföras de låga tritiumhalterna, se sid 19, som talar för att genomströmningen i de provtagna grundvattenmagasinen är anmärkningsvärt låg.

Förteckning över de lokaler, där SGU tagit vattenprover för fysikalisk-kemisk analys (bil 6)

- 1 Vätterviksbödet. 3 km nordost Vadstena. Vattnet från sandsten på 97—120 m djup. Rör till 97 m.
- 2 Quisberg. 1.5 km öster Vadstena. Vattnet från sandsten på 62—81 m samt urberg på 81—91 m. Rör till 63 m.
- 3 Skedet. 3 km sydost Borghamn. Vattnet ur sandsten på 9—11 m. Rör till 9 m.
- 4 Vida Vättern. 10 km sydsydväst Ödeshög. Vattnet från ca 75 m djup borrhög i urberg.
- 5 Vretsholm. 2 km nord Gränna. Grävd brunn, 3—4 m djup. Vattnet sannolikt från sandlager under leran.
- 6 Gränna mejeri. Centralt i Gränna, 5 m väster om förkastningsbranten. Vattnet från 100 m djup borrhög i urberg.
- 7 Huskvaena vattenverk. Brunn nr 1 vid Höganäs i norra delen av staden invid Vättern. Vattnet från 113 m djup borrhög i sandsten. Rör till okänt djup.
- 8 Nörtshammars vattenverk. Tallhöjden, 1.3 km nord järnvägsstationen. Vattnet från 23 m djup grusfilterbrunn med perforering på 11—22 m.
- 9 Hovslätts vattenverk. 2 km sydväst Hovslätts järnvägsstation. 15 m rörbrunn i sand och grus. Perforering på ca 11—15 m.
- 10 Baskaep. 0.4 km västsydväst Svedudden, vid AB Baskarsands sandtag. Källvatten.
- 11 Alvasjön. Norra delen av Alvasjön, 4 km västsydväst Brandstorp. Sjön är helt omgärdad av sand och grus. Vattnet ur sjön.
- 12 Vrånghäck. 9 km söder om Hjo. Vattnet från sandsten i 86 m djup borrhög. Rör till 54 m.
- 13 Hjo mejeri. Nordöstra delen av staden. Vattnet från det undre sandlagret i 20 m djup rörbrunn med lagföljden sand-lera-sand.
- 14 Hjo vattenverk, Källebo. 2.7 km nordnordväst Hjo centrum. Vattnet från ca 5 m djup brunn i sand (grus) med underliggande morän.
- 15 Breviks kyrka. 11 km sydsydväst Karlsborg. Vattnet ur sandsten på 60—90 m. Rör till 60 m.
- 16 Karlsborgs vattenverk, brunn 1 invid vattenverket, drygt 1 km osnordost järnvägsstationen. Vattnet från sandsten på 21—130 m. Rör till 21 m.
- 17 Kisteberga. 8 km nord Karlsborg Grävd brunn. Vattnet ur sand eller grus.
- 18 Aspa bruk. 2 km nord Olshammars kapell. 28 m djup rörbrunn med perforering mellan 25—28 m. Vattnet från sand eller grus.
- 19 Medevi brunns vattenverk (obs! ej den s k halsokällan). I sydöstra delen av kusten. Vattnet från botten av ca 5 m djup, grävd brunn.
- 20 Djurkälla. Ca 6.5 km nordväst Motala. Vattnet från källa med kapaciteten någon tiodels l/s.

Förteckning över utlåtanden m m, från vilka kemiska analysdata hämtats till bil 7—10, lokaliseringen framgår av bil 6

- 1 Redogörelse över utförda grundvattenundersökningar för anskaffande av kompletteringsvattentäkt för Väderstads samhälle, Folkunga kommun, Östergötlands län. Linköping 29/6 1956. Anders E. Romås, LBF.
- 2 Yttrande över undersökningar av grundvattenförekomst i lösa jordlager för vattenförsörjning inom byggnadsplanområdet i Ölmstad, Skärstads kommun, Jönköpings län. Jönköping, 15/2 1961. F. Ander, T. Agerstrand/K. Rudenstam, Viak.
- 3 PM över utförda grundvattenundersökningar, Stockholm, 5/11 1951. V. Jansa, B. Gustafsson/R. Berggren, VBB (Kachholmen, Skärstad).
- 4 Redogörelse för bergborrad brunn vid nya skolan i Lekeryd, Jönköping, 1/2 1955. P.-G. Rahm, Rahm & Wahlberg.
- 5 Grundvattenundersökning i Fredriksdals samhälle, Forserums kommun, Jönköpings län. Jönköping, 15/2 1956. P.-G. Rahm, Rahm & Wahlberg.
- 6 PM angående utförda grundvattenundersökningar, Stockholm, 11/10 1951. V. Jansa, B. Gustafsson/R. Berggren, VBB (Ång).
- 7 PM angående utförda grundvattenundersökningar, Stockholm, 11/9 1948. V. Jansa, B. Gustafsson/R. Berggren, VBB (Forserum).
- 8 Yttrande över grundvattenundersökningar i Öggestorps kyrkby, Tenhults kommun, Jönköpings län. Jönköping, 10/4 1952. K. Källberg, F. Ander/Å. Rosén, Viak.
- 9 Förslag till vatten- och avloppsledningsanläggning för Tenhults stationsområde, Malmö, 15/5 1945. G. Weijman-Hane, AIB.
- 10 Yttrande över grundvattenundersökningar inom Barnarps Södergård, Tenhults kommun, Jönköpings län. Jönköping, 10/5 1953. K. Källberg, F. Ander, Viak.
- 11 Yttrande över grundvattenundersökningar för Barnarps kyrkby, Tenhults kommun, Jönköpings län. Jönköping, 13/4 1963. B. Odeholm, Viak.
- 12 PM angående utförda grundvattenundersökningar, Stockholm, 11/2 1948. V. Jansa, B. Gustafsson/R. Berggren, VBB (Månarp, Rönstorp).
- 13 PM angående utförd provpumpning m m av befintlig brunn, Stockholm, 7/1 1952. V. Jansa, B. Gustafsson/R. Berggren, VBB (Månarp).
- 14 PM angående utförda grundvattenundersökningar, Stockholm, 24/1 1948. V. Jansa, B. Gustafsson/R. Berggren, VBB (Smålands-Tåberg).
- 15 Yttrande över grundvattenundersökningar för Läckbo byggnadsplanområdet, Tenhults kommun, Jönköpings län. Jönköping, 20/2 1954. K. Källberg, F. Ander/T. Agerstrand, Viak.
- 16 R. Lindqvist: Jönköpings vattenförsörjning. Kommunalteknisk tidskrift, årg 6, 1940, sid 117 ("Östra brunnen" = 501 m djup).
- 17 Habo kommun. Habo. Redogörelse för grundvattenundersökningar Jönköping, 31/8 1967. M. Johansson, T. Agerstrand/J. O. Skifte, Viak.
- 18 Yttrande över grundvattenundersökningar samt provpumpning av bergborrad brunn för bebyggelseområdet vid Fagerhult, Habo kommun, Skaraborgs län. Jönköping, 1/9 1959. F. Ander, Viak.
- 19 Yttrande över grundvattenundersökningar i lösa jordlager för vattenförsörjning till byggnadsplanområdet i Baskarp, Habo kommun, Skaraborgs län. Jönköping, 11/9 1960. F. Ander, T. Agerstrand/K. Rudenstam, Viak.
- 20 Uppgiftslämnarens namn okänt.
- 21 Yttrande över grundvattenundersökning för Gate samhälle, Fågelås kommun, Skaraborgs län. Jönköping, 20/3 1954. K. Källberg, F. Ander/H. Hammarström, Viak.
- 22 Enl uppgift av W. Anderson, Gate (Gate skola).
- 23 Enl uppgift av S. Ehrenfors, Almnäs (St Almnäs).
- 24 Enl uppgift av S. Ehrenfors, Almnäs (Almnäs).
- 25 Enl uppgift av Stadsingenjörskontoret i Hjo. (Hjo vattenverk, bergbrunn).
- 26 Enl uppgift av J. Brännström, Ekhammar (Ekhammar).
- 27 Yttrande över grundvattenundersökning i Fagersanna samhälle i Mölltorps kommun, Skaraborgs län. Jönköping, 24/10 1958. F. Ander, T. Agerstrand, Viak.
- 28 Förslag till vattenförsörjningsanläggning för Mölltorps municipalsamhälle, Stockholm, 18/12 1947. H. G. Torull, AIB.
- 29 Enl uppgift av U. V. Nyström, Kråks radiostation (Kråk).
- 30 Enl uppgift av U. Wallberg, Karlsborg (Kråk).
- 31 Yttrande över provpumpning av vattentäkt i Gråshult, Mölltorps kommun, Skaraborgs län. Jönköping, 15/12 1957. F. Ander/H. Wibom, Viak.
- 32 Enl uppgift av U. Wallberg, Karlsborg. (Bergbrunn II, vid Vanås udde).
- 33 Uppgiftslämnarens namn okänt.
- 34 Redogörelse för utförd grundvattenundersökning i Undenäs kyrkby, Undenäs kommun, Skaraborgs län. Stockholm, 14/9 1955. T. Lindberg, Kommunalt byggnadsbyrå.
- 35 Uppgiftslämnarens namn okänt.
- 36 Redogörelse för hydrogeologiska undersökningar för vattenförsörjningen inom Askersunds stad, Örebro, 23/8 1963. A. Rosén, T. Agerstrand/G. Nelson, Viak.
- 37 Yttrande över grundvattenundersökningar utförda vid Snavlunda kyrkby i Lerbäckens kommun, Örebro län, Örebro, 26/8 1957. A. Rosén, T. Agerstrand/K. Unemo, Viak.
- 38 Förslag till vatten- och avloppsanläggningar samt gator i Rönneshytta och Rönnestorp inom Lerbäckens kommun, Örebro län, Örebro, 22/4 1965. G. Hellgren, Kommunernas konsultbyrå — LBF.
- 39 Redogörelse för grundvattenundersökning för Zinkgruvan inom Hammars kommun, Örebro län, Örebro, 26/11 1965. A. Rosén, T. Agerstrand/K. Unemo, Viak.
- 40 Grundvattenundersökning för anskaffande av vattentäkt till befintlig och planerad bebyggelse i V. Ny (Nykyrka), Godegårds kommun, Östergötlands län. Linköping, 5/2 1957. A. E. Romås, LBF.
- 41 Enl uppgift av Naturvårdssektionen (Länsingenjörskontoret) i Östergötlands län. (Fors, Motala).
- 42 Enl uppgift av Naturvårdssektionen (Länsingenjörskontoret) i Östergötlands län. (Hamra).

VATTENANALYSER

Nedanstående vattenprover togs av SGU:s personal under tiden 18/9—26/9 1967. Analyserna har utförts på Statens institut för hantverk och industri, vattenlaboratoriet.

		Vätternviken	Quisberg	Skedet	Vida Vättern	Veteholm
		SGU 1	SGU 2	SGU 3	SGU 4	SGU 5
<i>Fysikalisk undersökning</i>						
Färg	Pt mg/l	<5	6	<5	7	<5
Grumlighet	ZP-enh.	49	250	55	208	88
Lukt	styrka	ingen	ingen	svag	svag	ingen
Lukt	art	—	—	obest.	obest.	—
Bottensats		ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
<i>Kemisk undersökning</i>						
Permanganatförbrukning	KMnO ₄ mg/l	4	4	3	16	3
Spec. ledningsförmåga × 10 ⁶ vid 20°C	µs/cm	415	485	626	402	402
pH		7.90	7.50	7.40	7.25	7.85
Alkalitet, ml förbrukad 0.1 -n syra		2.3	4.6	3.8	3.7	2.9
Ammonium	NH ₄ mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kalcium	Ca mg/l	8.1	78.9	113.0	65.0	60.8
Magnesium	Mg mg/l	1.0	11.4	7.9	11.2	7.9
Totalhårdhet	Ca mg/l	10	98	126	84	74
Totalhårdhet, tyska grader	°dH	1.4	13.7	17.6	11.7	10.4
Karbonathårdhet	°dH	1.4	12.9	10.6	10.4	8.0
Mineralsyrehårdhet	°dH	0	0.8	7.0	1.3	2.4
Järn	Fe mg/l	0.16	0.49	0.10	1.1	0.11
Mangan	Mn mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	0.27	<0.05
Bikarbonat	HCO ₃ mg/l	140	281	231	226	174
Klorid	Cl mg/l	68	15	32	16	34
Sulfat	SO ₄ mg/l	3	35	95	24	27
Nitrat	NO ₃ mg/l	<2	<2	33	<2	<2
Nitrit	NO ₂ mg/l	<0.01	0.02	0.02	<0.01	0.02
Fosfat	PO ₄ mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Marmoraggr. kol-syra, beräkn.	CO ₂ mg/l	<5	<5	5	10	<5

		Gröna Mejeri	Huskvarna VV	N. Ham- mar, Tall- höjden	Hovslätt VV	Baskarp
		SGU 6	SGU 7	SGU 8	SGU 8	SGU 10
<i>Fysikalisk undersökning</i>						
Färg	Pt mg/l	5	<5	<5	<5	10
Grumlighet	ZP-enh.	41	16	20	35	222,2
Lukt	styrka	ingen	svag	ingen	svag	svag
Lukt	art	—	obest.	—	obest.	obest.
Bottensats		ingen	ingen	ingen	ingen	spår
<i>Kemisk undersökning</i>						
Permanganat- förbrukning	KMnO ₂ mg/l	8	4	3	3	7
Spec. lednings- förmåga × 10 ⁶ vid 20°C	µs/cm	312	392	311	202	112
pH		7.30	7.35	7.60	7.40	8.75
Alkalitet, ml för- brukad 0.1 -n syra		2.1	2.6	2.7	1.3	0.6
Ammonium	NH ₄ mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Kalcium	Ca mg/l	45.6	51.2	48.3	27.2	14.4
Magnesium	Mg mg/l	12.8	18.9	9.0	10.0	2.7
Totalhårdhet	Ca mg/l	67	82	63	43	19
Totalhårdhet, tyska grader	°dH	9.4	11.5	8.8	6.0	2.6
Karbonathårdhet	°dH	5.9	7.3	7.6	3.6	1.7
Mineralsyrehårdhet	°dH	3.5	4.2	1.2	2.4	0.9
Järn	Fe mg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	1.9
Mangan	Mn mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07
Bikarbonat	HCO ₃ mg/l	128	159	165	79	37
Klorid	Cl mg/l	16	21	17	15	12
Sulfat	SO ₄ mg/l	42	47	31	18	18
Nitrat	NO ₃ mg/l	<2	28	8	11	<2
Nitrit	NO ₂ mg/l	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01
Fosfat	PO ₄ mg/l	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
Marmoraggr, kol- syra, beräkn.	CO ₂ mg/l	10	8	<5	6	5

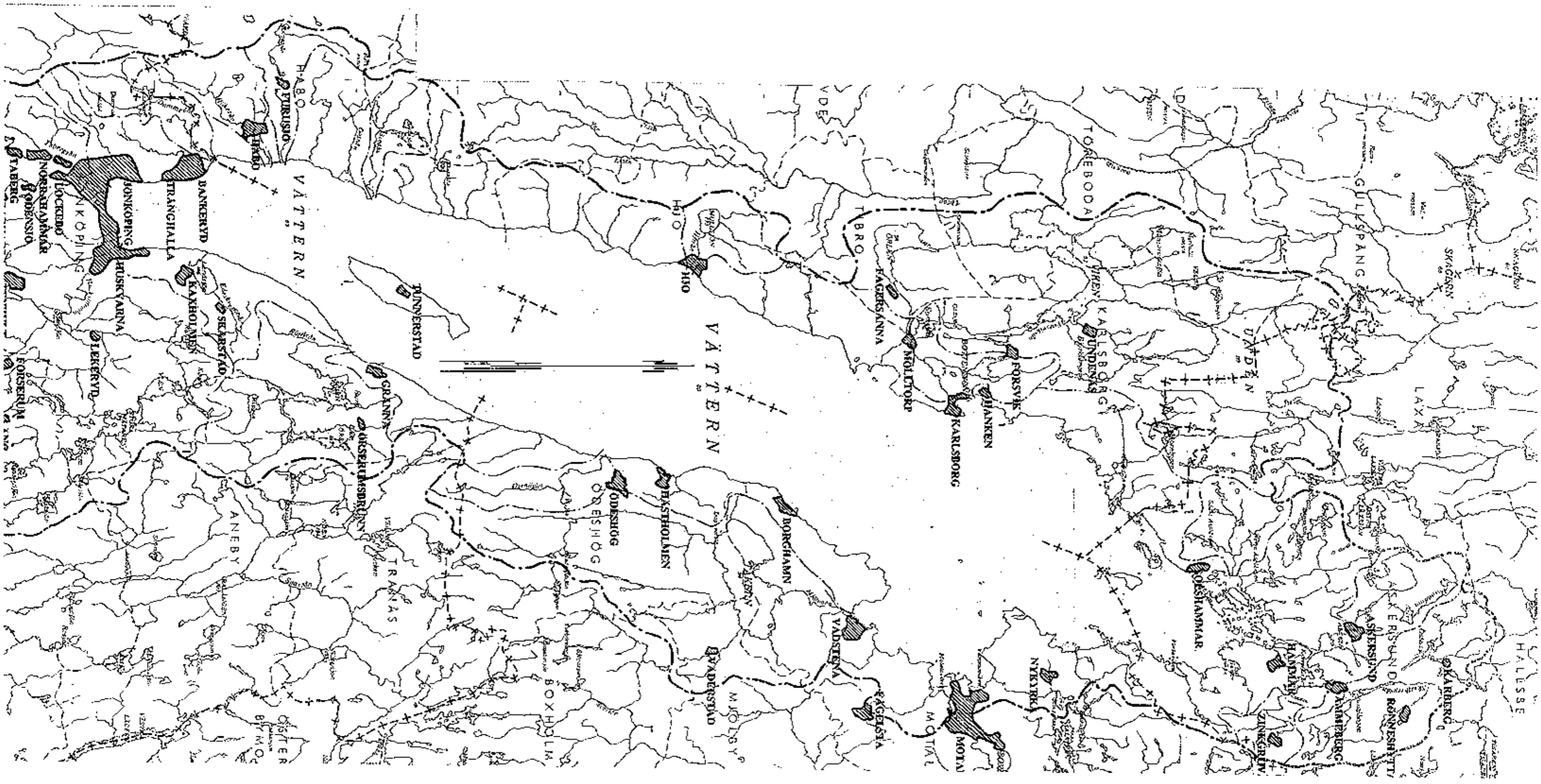
		Alvarjön	Vedage- bäck	Hjo Mejeri	Hjo VV	Breviks kärr
		SGU 11	SGU 12	SGU 13	SGU 14	SGU 15
<i>Fysikalisk undersökning</i>						
Färg	Pt mg/l	8	9	7	<5	<5
Grumlighet	ZP-enh.	105	333	97	263	122
Lukt	styrka	svag	tydlig	svag	ingen	ingen
Lukt	art	obest.	sjö	obest.	—	—
Bottensats		ingen	räml. stor	ingen	ingen	ingen
<i>Kemisk undersökning</i>						
Permanganat- förbrukning	KMnO ₄ mg/l	17	3	5	3	3
Spec. lednings- förmåga × 10 ⁶ vid 20°C	µs/cm	51	180	255	99	180
pH		6.90	7.30	7.65	6.85	7.30
Alkalitet, ml för- brukad 0.1 -n syra		0.2	1.5	2.3	0.6	1.6
Ammonium	NH ₄ mg/l	<0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
Kalcium	Ca mg/l	5.9	24.5	34.1	11.2	26.7
Magnesium	Mg mg/l	1.1	4.7	7.3	6.5	5.2
Totalhårdhet	Ca mg/l	8	32	46	22	33
Totalhårdhet, tyska grader	°dH	1.1	4.5	6.5	3.1	4.9
Karbonathårdhet	°dH	0.6	4.2	6.4	1.7	4.5
Mineralsyrehårdhet	°dH	0.5	0.3	0.1	1.4	0.4
Järn	Fe mg/l	0.16	0.99	0.24	0.13	0.32
Mangan	Mn mg/l	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	0.09
Bikarbonat	HCO ₃ mg/l	12	92	140	37	98
Klorid	Cl mg/l	10	13	13	12	10
Sulfat	SO ₄ mg/l	9	11	10	25	9
Nitrat	NO ₃ mg/l	<2	<2	<2	3	<2
Nitrit	NO ₂ mg/l	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02
Fosfat	PO ₄ mg/l	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1
Marmoraggr, kol- syra, beräkn.	CO ₂ mg/l	<3	9	<3	12	9

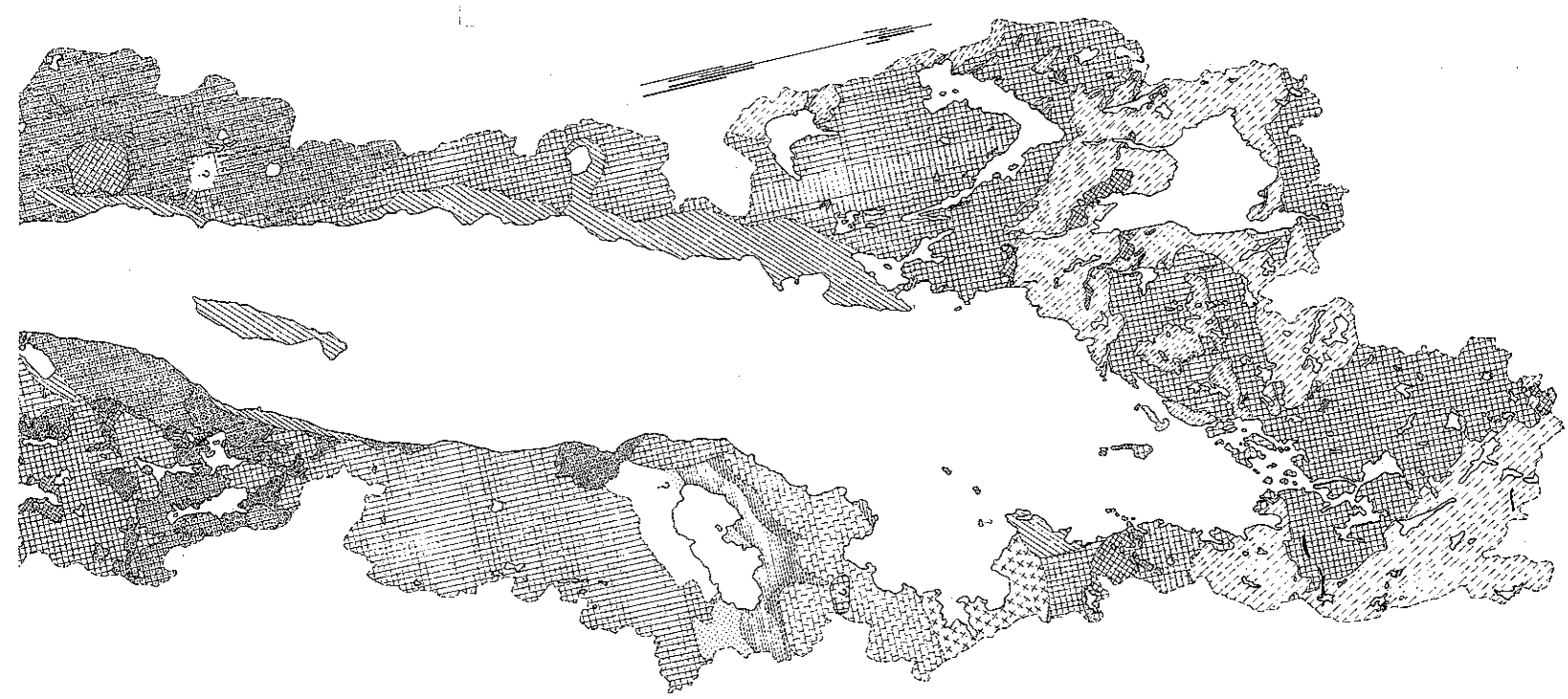
		Karlsborgs VV	Kiste- berga	Aspa Bruk	Medevi VV	Djurkälla
		SGU 16	SGU 17	SGU 18	SGU 19	SGU 20
<i>Fysikalisk undersökning</i>						
Färg	Pt mg/l	<5	<5	<5	40	8
Grumlighet	ZP-enh.	58	86	32	714	84
Lukt	styrka	svag	ingen	ingen	tydlig	tydlig
Lukt	art	obest.	—	—	sjö	sjö
Bottensats		ingen	ingen	ingen	spår	ingen
<i>Kemisk undersökning</i>						
Permanganat- förbrukning	KMnO ₄ mg/l	5	4	4	7	11
Spec. lednings- förmåga × 10 ⁶ vid 20°C	us/cm	372	64	166	153	283
pH		7.85	6.45	6.3*)	6.50	7.80
Alkalitet, ml för- brukad 0.1 -n syra		3.1	0.2	1.4	0.5	2.2
Ammonium	NH ₄ mg/l	0.4	0.2	0.2	<0.1	<0.1
Kalcium	Ca mg/l	36.8	5.9	—	17.6	44.8
Magnesium	Mg mg/l	6.5	2.6	—	4.2	7.6
Totalhärdhet	Ca mg/l	48	10	—	25	57
Totalhärdhet, tyska grader	°dH	6.7	1.4	1.8*)	3.4	8.0
Karbonathärdhet	°dH	6.7	0.6	—	1.4	6.2
Mineralsyrehärdhet	°dH	0	0.8	—	2.0	1.8
Järn	Fe mg/l	0.13	0.18	1.9*)	2.6	<0.10
Mangan	Mn mg/l	0.35	<0.05	0.06*)	0.06	0.13
Bikarbonat	HCO ₃ mg/l	189	12	—	31	134
Klorid	Cl mg/l	30	9	9	18	19
Sulfat	SO ₄ mg/l	16	12	13	35	24
Nitrat	NO ₃ mg/l	<2	<2	<2	3	<2
Nitrit	NO ₂ mg/l	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01
Fosfat	PO ₄ mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Marmoraggr, kol- syra, beräkn.	CO ₂ mg/l	<5	10	—	22	<5

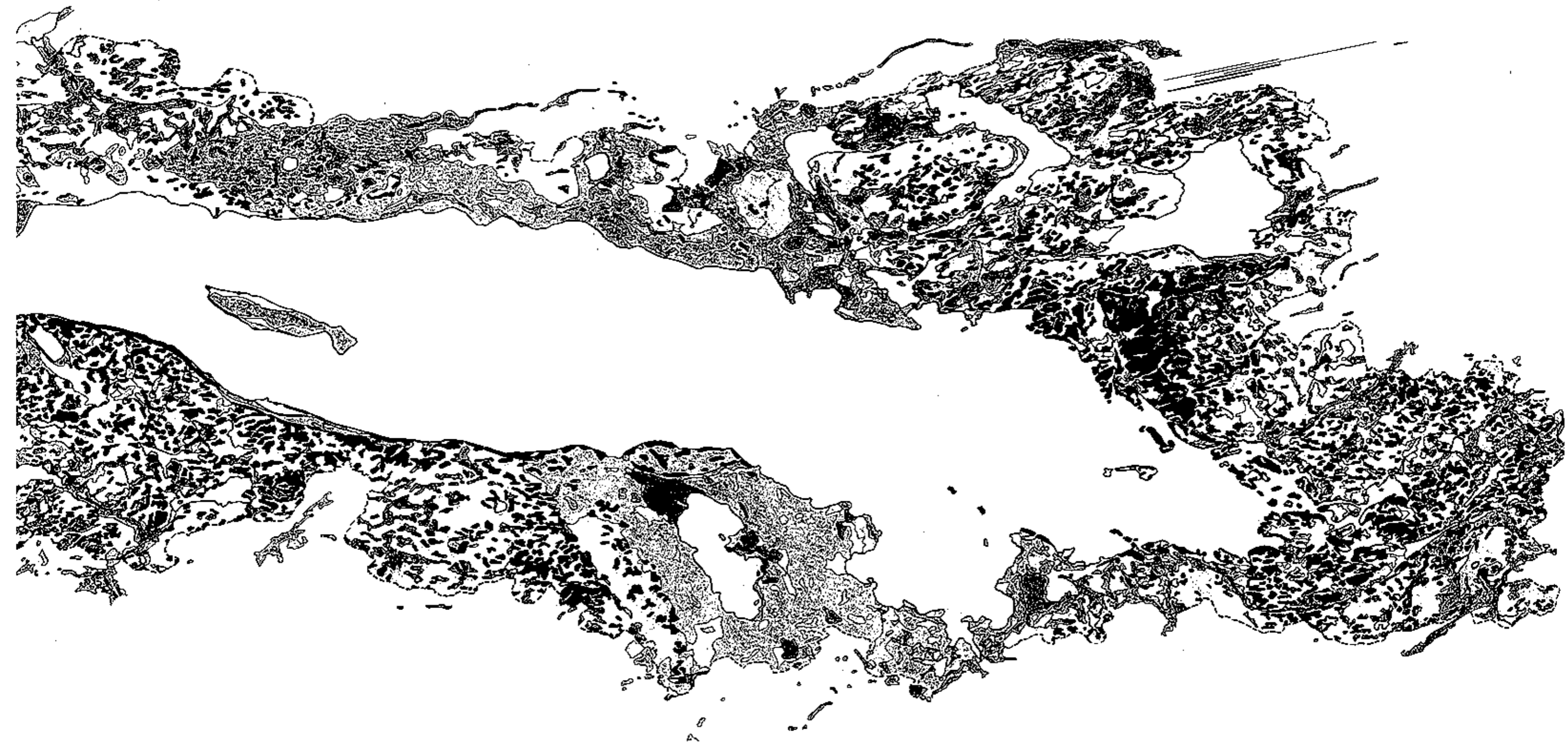
*) Vattenbyggnadsbyråns analys av den 14/12 1967.

Litteraturförteckning

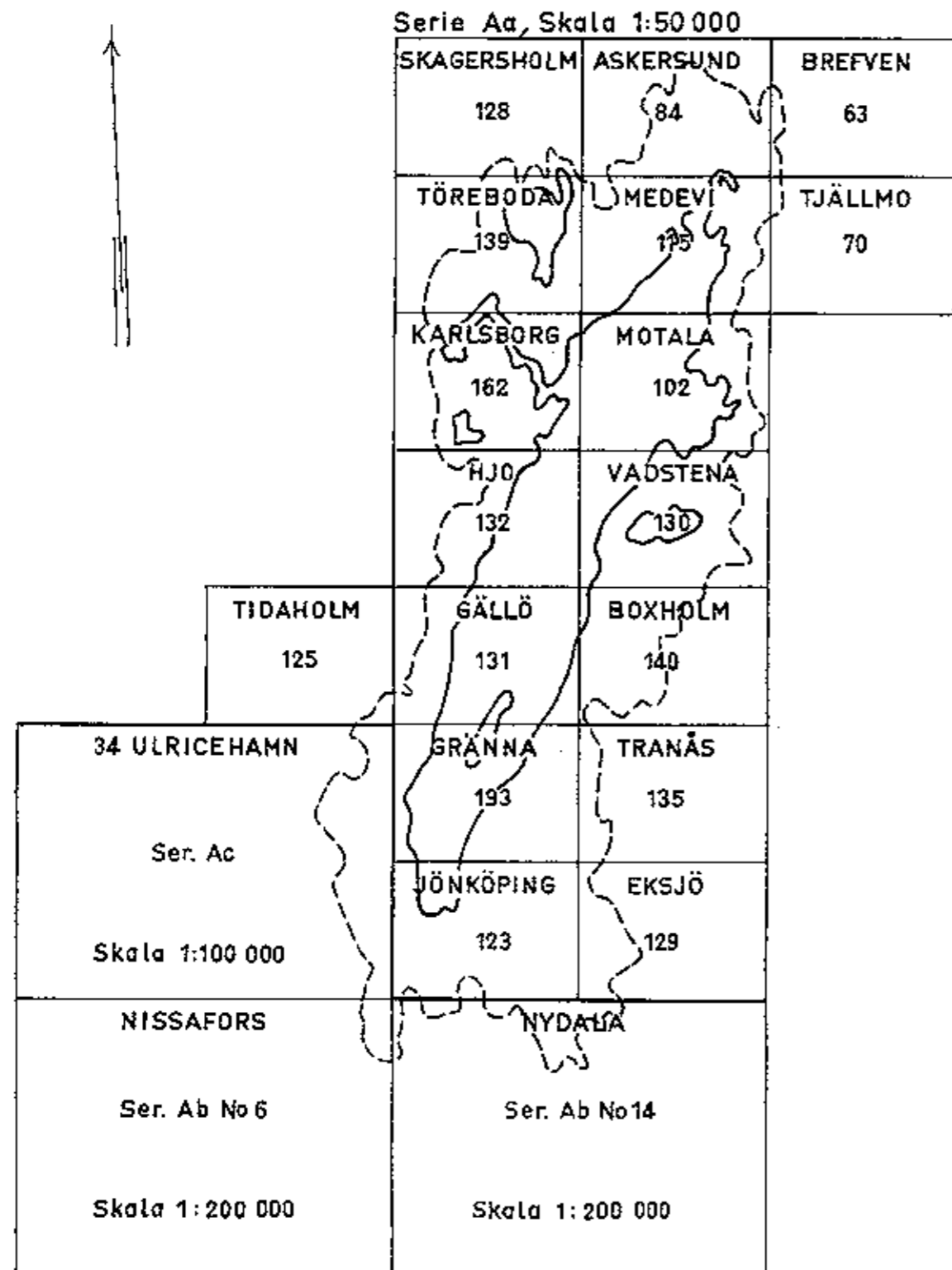
- ATLAS ÖVER SVERIGE, 1953: 23—24. Högsta kustlinjen för hav och issjöar under senkvartär tid, 27—29: Maximi- och minimitemperaturer, årstider osv . . . 31—32: Snö, hagel, iska, årsnederbörd, årets medeltemperatur, 63—64: Åkermarkens jordstyper. Svenska Sällsk. f. Antropologi och Geografi. Stockholm.
- BERGSTEN, F., 1954: Nederbörden i Sverige. Medelvärden 1921—1950. SMHI Medd. Ser. C, No 5. Stockholm.
- BERGSTEN, K. E., 1943: Isälvsfält kring norra Vättern. Fysisk-geografiska studier. Medd. LUGI Ser. Avh. 7. Lund.
- BJÖRKLID, P. A., 1962: Geomorfologiska studier från Rosenlunds bankar (typewritten). Geograf. Inst. Uppsala.
- BROTZEN, F., 1941: Några bidrag till visingsöformationen stratigrafi och tektonik. GFF. Bd 63. Stockholm.
- COLLINI, B., 1958: Visingsöserien. VII Nordiska geologmötet, excursion A 1, (stencil).
- DE GEER, S., 1910: Explanation of map of land-forms in the surroundings of the great Swedish lakes. Sver. geol. unders. Ser. Ba, No 7. Stockholm.
- EKSTRÖM, G., 1941: Landsbygdens försörjning med konsumtionsvattnet. I. Kungl. Lantbruksakad.:s Tidskrift. No 4. Stockholm.
- EKSTRÖM, G., 1947: Några dräneringsproblem ur hydrogeologisk synpunkt. Grundförbättring 1947—1948. Uppsala och Stockholm.
- GILLBERG, G., 1965: Till distribution and ice movements on the northern slopes of the South Swedish Highlands. GFF, Bd 96. Stockholm.
- GRANLUND, E., 1934: Die Strandverschiebung bei Jönköping. GFF, Bd 56.
- GRANLUND, E., 1934: Vättern och landhöjningen. Mäster Gudmunds Gilles Årsbok. 1933. Jönköping.
- LINDQUIST, R., 1940: Jönköpings vattenförsörjning. Kommunaltknisk Tidskrift Årg 6. Stockholm.
- LINNARSSON, G., 1880: De äldsta paleozoiska lagren i trakten kring Mora. GFF, Bd 5.
- LUNDQVIST, G., 1942: Sjösediment och deras bildningsmiljö. Sver. geol. unders. Ser. C, No 446. Stockholm.
- LUNDQVIST, G., 1959: Description to accompany the map of the Quaternary deposits of Sweden. Sver. geol. unders. Ser. Ba, No 17. Stockholm.
- LUNDQVIST, G., 1961: Beskrivning till karta över landisens avsmältning och högsta kustlinjen i Sverige. Sver. geol. unders. Ser. Ba, Nr 18.
- LUNDQVIST, J., 1960: Aspects of Quaternary geology in middle Sweden. XXI Internat. Geol. Congr., Norden 1960, Guide to excursion Nr C 15.
- MAGNUSSON, N. H., LUNDQVIST, G. och REGNELL, G., 1963: Sveriges geologi. Stockholm.
- MAGNUSSON, N. H., THORSLUND, P., BROTZEN F., ASKLUND, B. och KULLING O., 1962: Beskrivning till karta över Sveriges berggrund. Sver. geol. unders. Ser. Ba No 16. Stockholm.
- MARTIN, H., 1939: Die Post-Archäische Tektonik im südlichen Mittelschweden. N. Jahrbuch f. Min. Geol. und Paläontologie. Beil. Bd 82. Abt. B. Stuttgart.
- MEIER, O. och SUND, B., 1952: Geologins betydelse vid vattenbortning i Sverige. Vattenhygien Nr 1. Stockholm.
- MELIN, R., 1928: Tåkern. En hydrografisk undersökning. Statens Meteorol.-Hydrograf. Anst. Bd 4. No 10.
- MELIN, R., 1949: Nederbörd, avrinning och avdunstning i Sverige. Grundförbättring Årg. 2 1948, Nr 4.
- NILSSON, E., 1939: Huvuddragen av Vättersaktens geografiska utveckling under senkvartär tid. Mäster Gudmunds Gilles Årsbok. 1939. Jönköping.
- NILSSON, E., 1953: Om södra Sveriges senkvartära historia. GFF, Bd 75. Stockholm.
- NILSSON, E., 1958: Issjöstudier i södra Sverige. GFF, Bd 80. Stockholm.
- NORRMAN, J., 1964: Lake Vättern. Geografiska Annaler. Vol. XLVI. Nr 1—7. Stockholm.
- PETERSSON, SVEN G., 1940: Sandstens- och kalkstensområden som grundvattentäkter för städer och samhällen. Svenska Stadsförbundets Tidskrift. Årgång 31. H. 10. Stockholm.
- PETERSSON, S., 1950: Hur man anskaffar konsumtionsvattnet genom borrhög. Grundförbättring, 3. H. 2. Uppsala.
- RICHERT, J. G., 1911: Om Sveriges grundvattenförhållanden. Stockholm.
- THORSLUND, P., 1951: Grundvattnet på östgötalätten. Grundförbättring 1950/51. Nr 3. Uppsala.
- THUNMARK, S., 1937: Über die regionale Limnologie von Südschweden. Sver. geol. unders. Ser. C, No 410. Stockholm.
- TROEDSSON, T., 1955: Vattnet i skogsmarken. Kungl. Skogshögskolans Skrifter. Nr 20. Stockholm.
- ULLERSTAM, A., 1940: Grundvattenförsökomen i sandstensområdet i Huskvarna och dess betydelse för stadens vattenförsörjning. Tekn. Tidskrift. H. 6 och 7. Stockholm.
- WELIN, E., 1966: The absolute time scale and the classification of precambrian rocks in Sweden. GFF, Bd 88. Stockholm.
- WENNER, CARL-GÖSTA, 1951: Grundvattenförhållanden i Södra Sveriges berggrund. Teknisk Tidskrift. H. 7. Norrköping.
- LUGI=Lunds Univ. Geograf. Inst.
GFF=Geol. Fören:s Förhandlingar.
SMHI=Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.



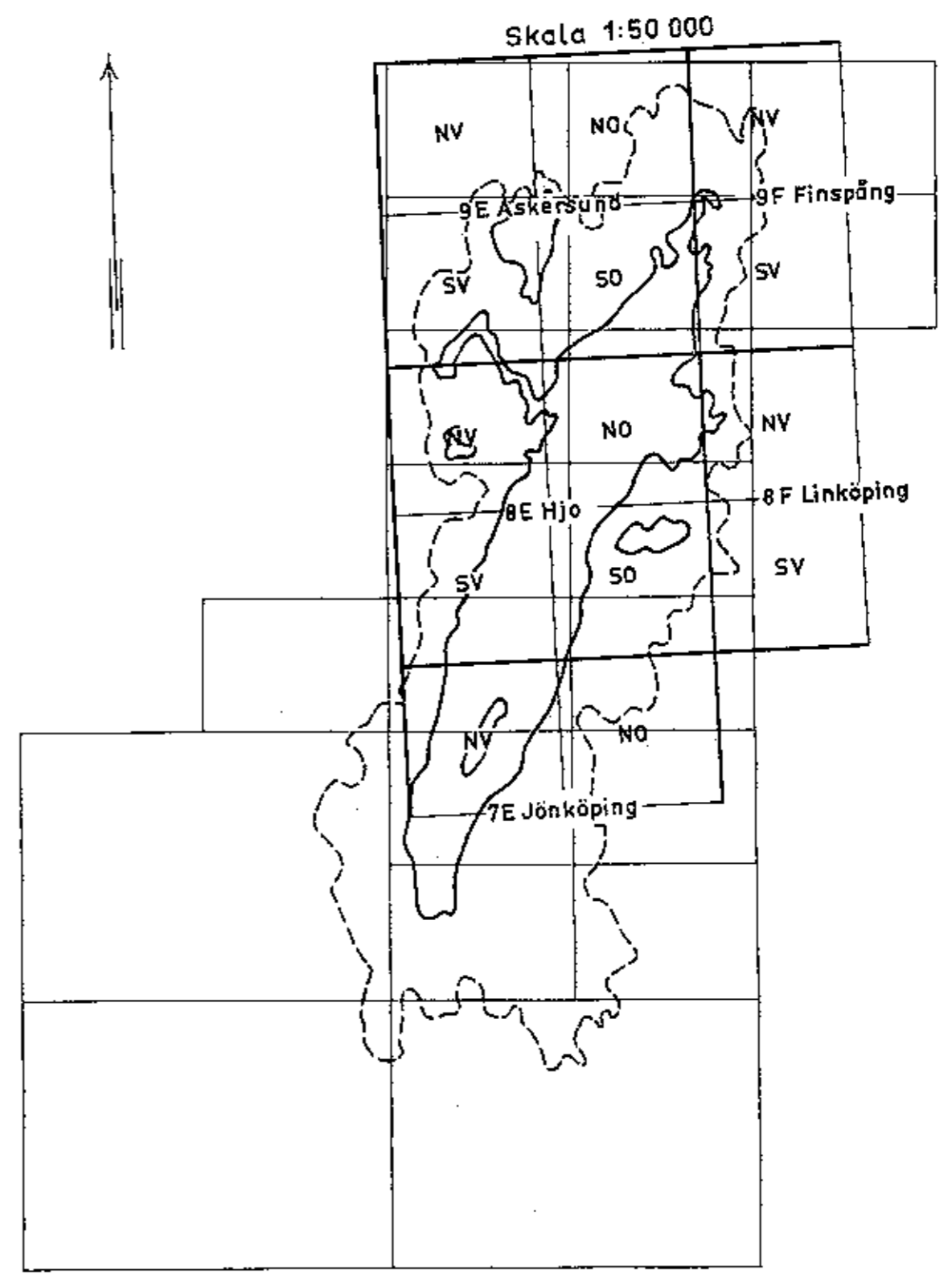




Översikt över
GEOLOGISKA KARTBLAD
som ingår i Vättern-kartan

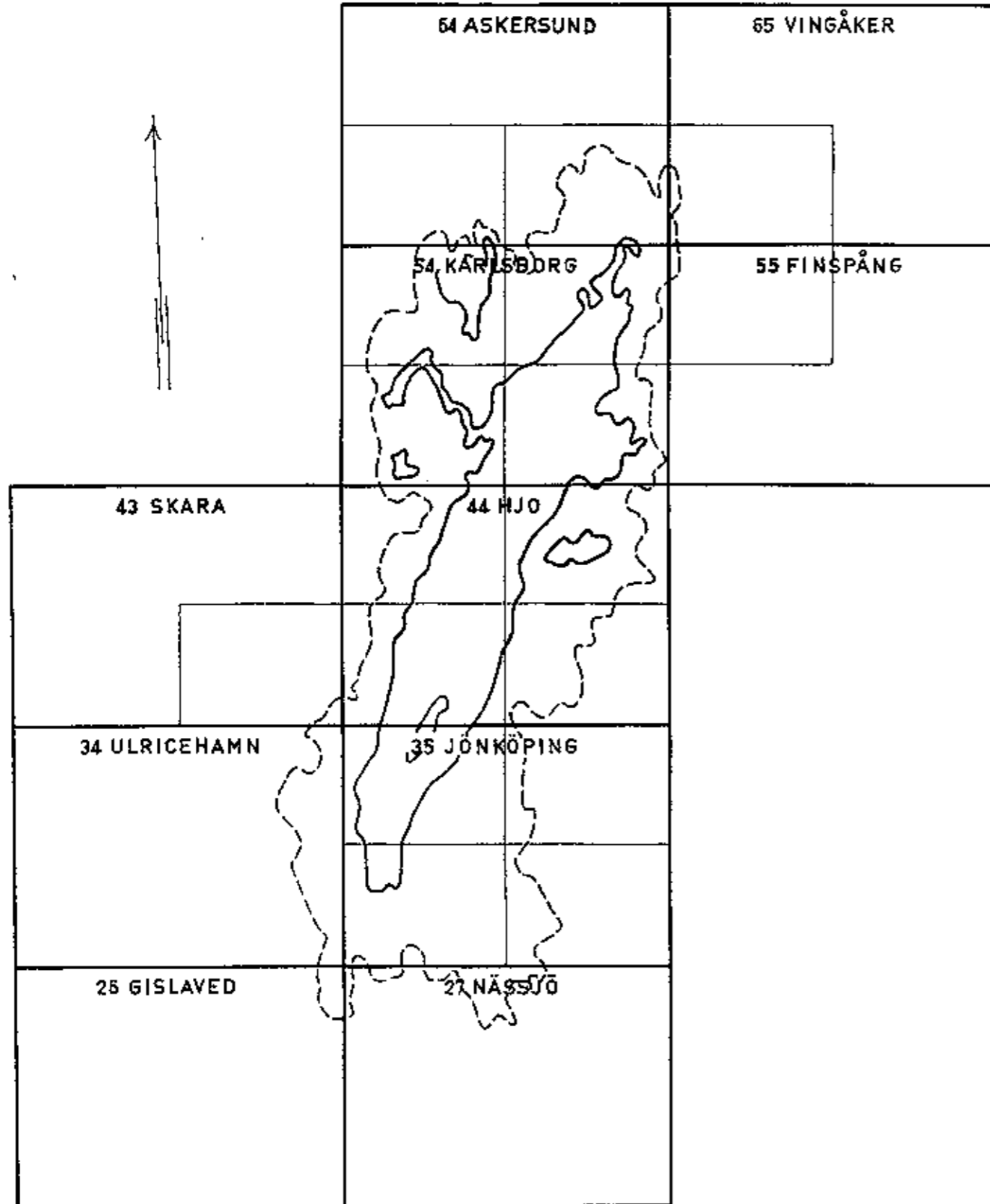


Översikt över
TOPOGRAFISKA KARTBLAD (Fältkartor)
som ingår i Vättern-kartan



Översikt över
GENERALSTABSBLAD
som ingår i Vättern-kartan

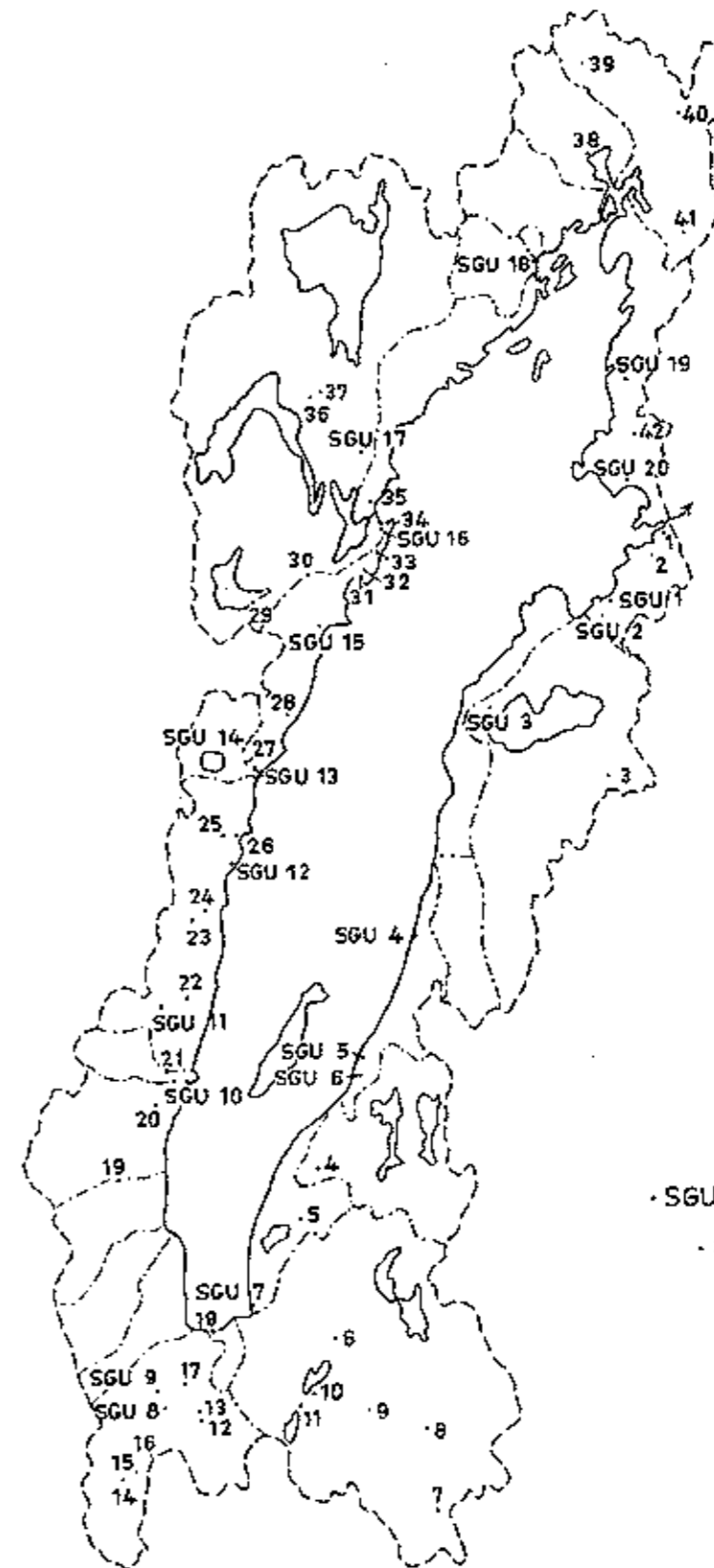
Skala 1:100 000



VÄTTERNAS TILLRINNINGSSOMRÅDE Grundvattenanalyser, lokalkarta

Skala 1:750 000

15 0 15 30 45 km



• SGU 8 = SGU:s provtagningslokal
 - 8 = Annan " "

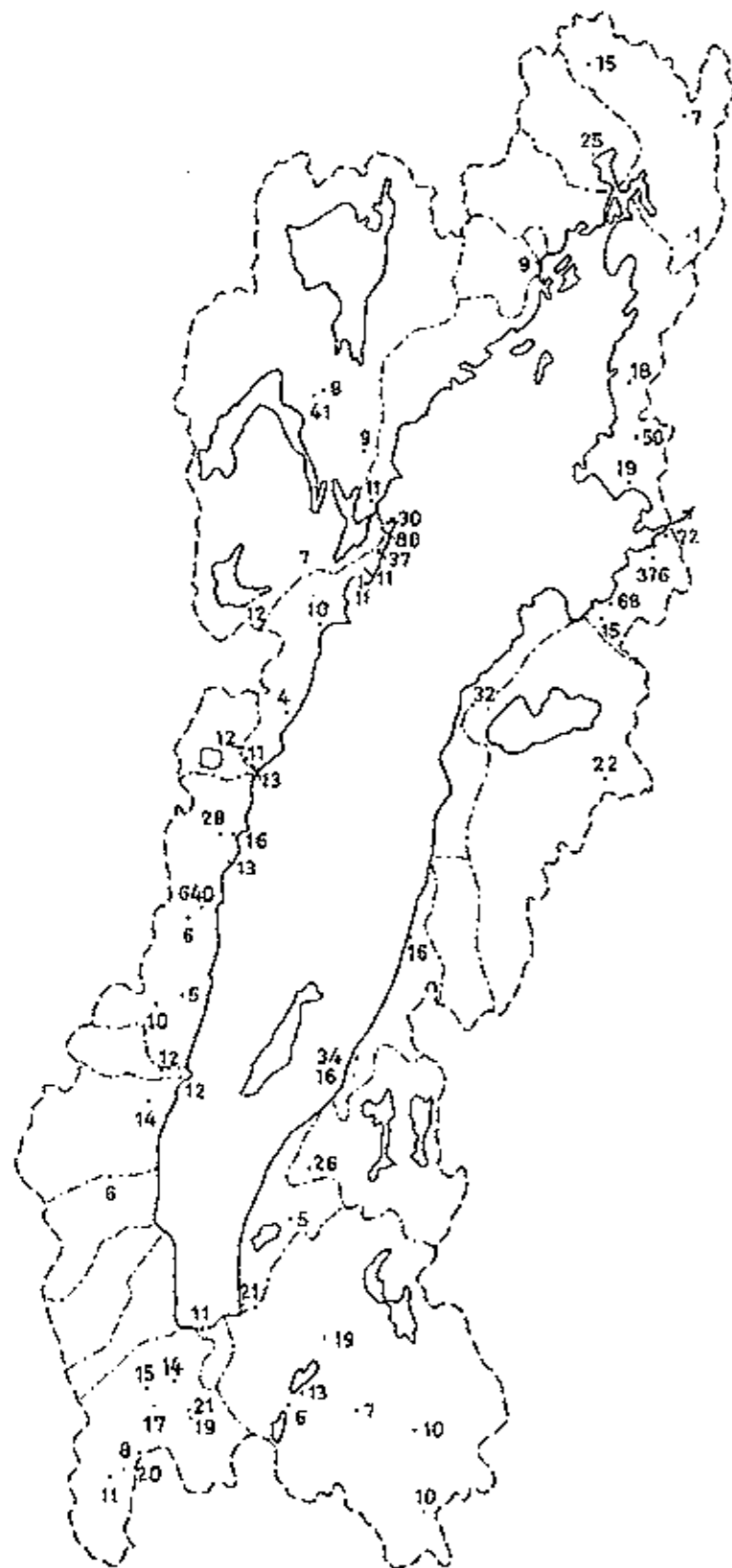
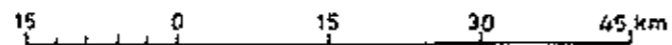


VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Bil.7

Grundvatten: Klorid mg/l

Skala 1:750 000

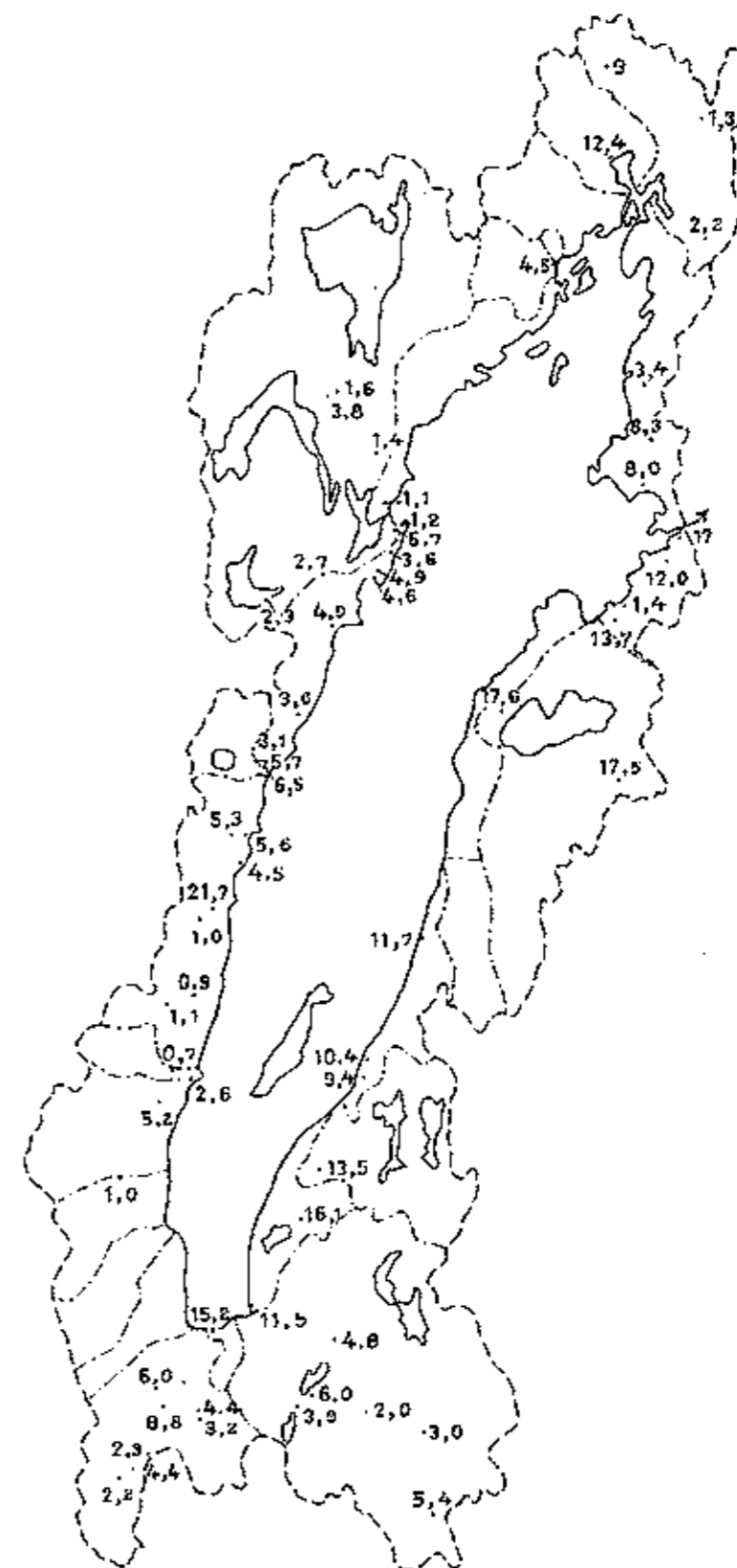


VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Grundvatten: Totalhårdhet °dH

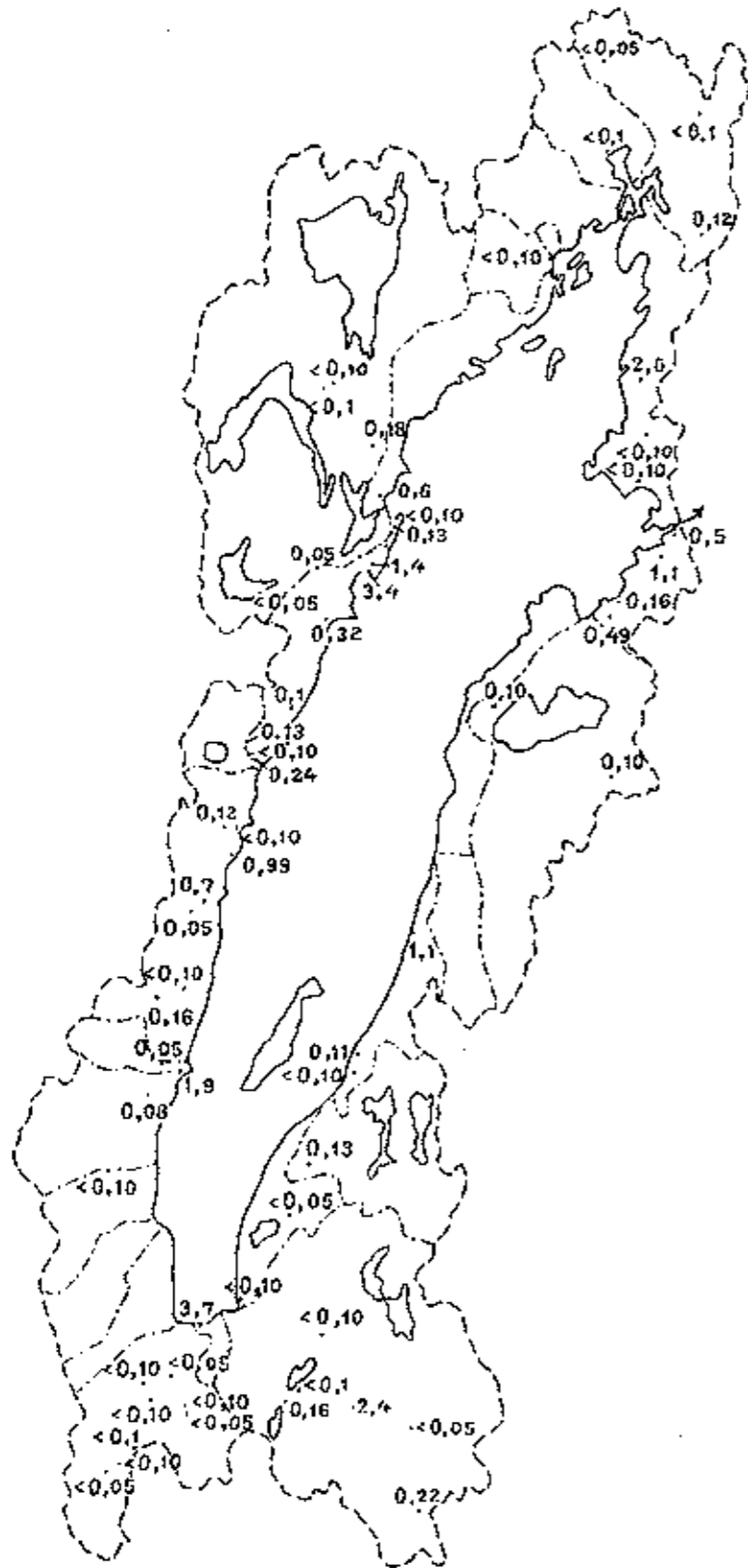
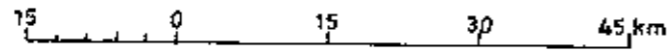
Skala 1:750 000

15 0 15 30 45 km



Grundvatten: Järn mg/l

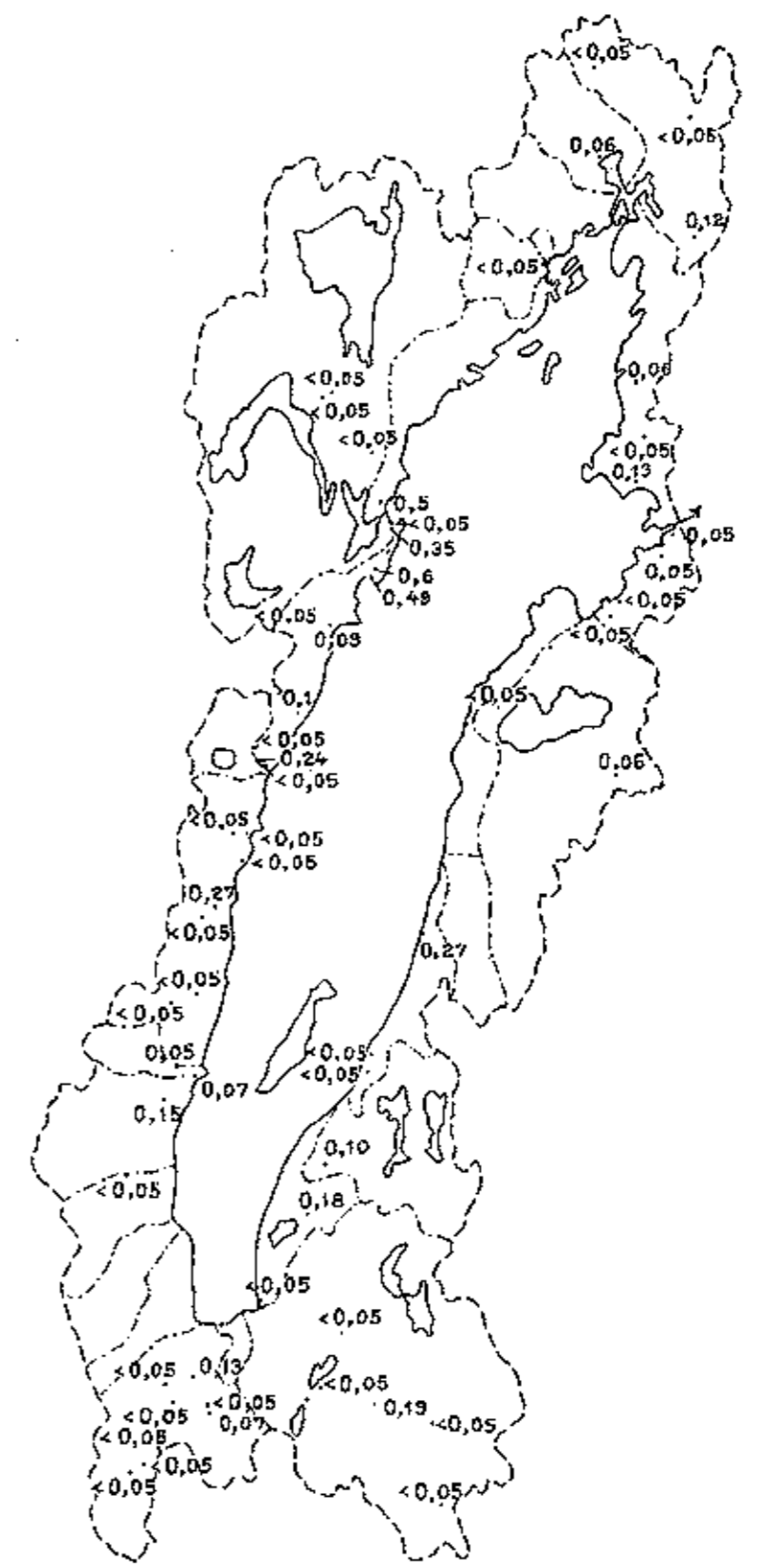
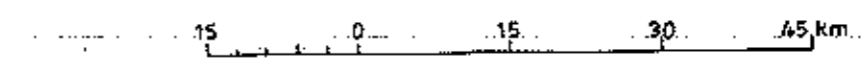
Skala 1:750 000



VÄTTERNNS TILLRINNINGSOMRÅDE

Grundvatten: Mangan mg/l

Skala 1:750 000



Rapporter och utredningar utgivna av Kommittén för Vätterns vattenvård

Rapport nr 1 oktober 1963

Inventering av vattentäkter och avloppsutsläpp samt översikt över utförda undersökningar i Vättern

Rapport nr 2 augusti 1964

Sammanställning över nuvarande vattenuttag från Vättern och en prognos över vattenuttag åren 1980 och 2000

Rapport nr 3 april 1967

Sammanställning av data avseende huvudsakligen fysikaliska, kemiska och biologiska undersökningar i Vättern utförda i augusti och november 1966

Rapport nr 4 mars 1968

Sammanställning av data avseende huvudsakligen fysikaliska, kemiska och biologiska undersökningar i Vättern och dess tillflöden jämte utlopp utförda under år 1967

Rapport nr 5 september 1968

Bedömningar av vattenbeskaffenheten i Vättern

Rapport nr 6 november 1968

Linnologiska observationer i Vättern sommaren 1962

Rapport nr 7 november 1968

Information angående undersökningar i och vattenvårdsplan för Vättern

Vattenvårdsplan för Vättern mars 1970