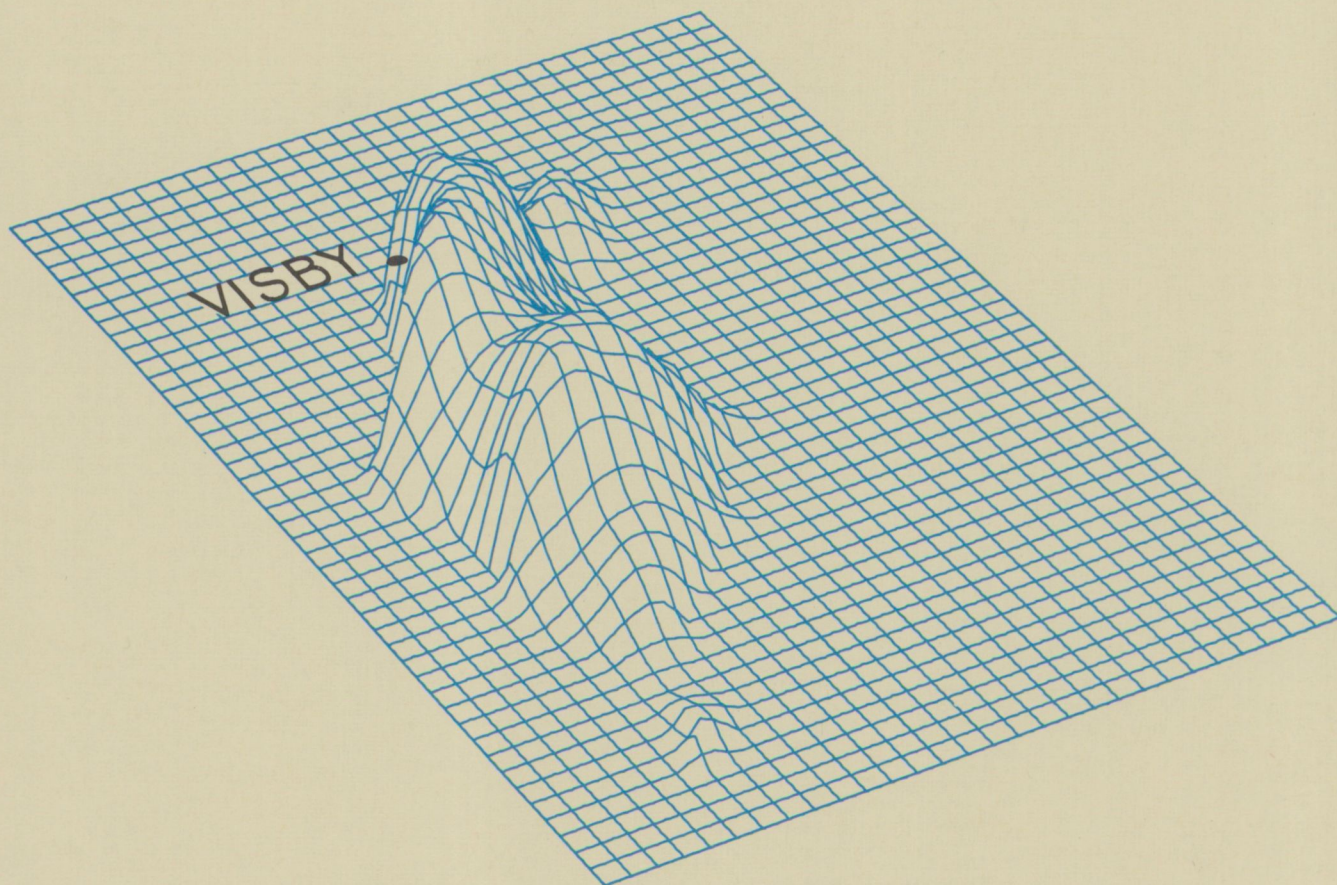


BESKRIVNING OCH BILAGOR TILL
HYDROGEOLOGISKA KARTAN
ÖVER
GOTLANDS LÄN

DESCRIPTION AND APPENDICES TO
THE HYDROGEOLOGICAL MAP OF
GOTLAND COUNTY



LENNART KARLQVIST, BIRGER FOGDESTAM
OCH PER ENGQVIST



UPPSALA 1982

För information om jordarter och berggrund hänvisas till jordartskartor (SGU serie Ae) samt berggrundskartor (SGU serie Af).

På beställning utför SGU även geologiska och hydrogeologiska specialundersökningar rörande grus- och sandförekomster, grundvatten, mineral, miljövård m.m.

Närmare upplysningar erhålls genom
SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Box 670
751 28 UPPSALA
Telefon 018/15 52 80

Omslag:
Cover:

Tredimensionell bild över grundvattennivån på Gotland (projicerad från SSV och 35° över horisontalplanet)
*Threedimensional figure of the groundwater level in Gotland
(projected from SSW and 35° above the horizontal plane)*

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. Ah Hydrogeologiska översiktskartor i skala 1:250 000 Nr 3

HYDROGEOLOGISKA KARTAN ÖVER GOTLANDS LÄN

Hydrogeological map of Gotland county

LENNART KARLQVIST	(samordning, jordlagrens hydrogeologi) (<i>co-ordination, hydrogeology of the Quaternary deposits</i>)
BIRGER FOGDESTAM	(berggrundens hydrogeologi) (<i>hydrogeology of the bedrock</i>)
PER ENGQVIST	(grundvattenkvalitet) (<i>groundwater quality</i>)

UPPSALA 1982

INNEHÅLL

Contents

Bilageförteckning	3
Förord	5
<i>Abstract</i>	5
1. Kartans omfattning och syfte	5
2. Underlagsmaterial och arbetsmetodik	5
3. Kartunderlag	6
4. Uppgifter ur arkiv- och utredningsmaterial	6
5. Karteringsmetod	6
5.1 Grundvattnet i jordlagren	6
5.2 Grundvattnet i berggrunden	7
5.3 Grundvattnets beskaffenhet	7
6. Generaliseringar	7
7. Kommentarer till vissa av översiktskartans tecken- förklaringar	8
Bilagor	9-60

Bilagor
Appendices

1	Hydrogeologisk översiktskartering, beskrivning av arbetsgång <i>Hydrogeological survey mapping, description of work course</i>	9
2	Områdestäckning för geologiska kartblad i serie Aa <i>Covering of geological maps in the series Aa</i>	10
3	Variationer i uttagmöjligheter för grundvatten i berggrunden <i>Variations in exploitation potential for groundwater in bedrock</i>	11–13
4	Brunnsuppgifter <i>Well information</i>	14
5	Brunnsuppgifter <i>Well information</i>	15
6	Rullstensås med två grundvattenytor <i>Esker with two groundwater levels</i>	16
7	Kommunal vattenförsörjning <i>Municipal water supply</i>	17
8	Grundvattenundersökningar m.m. <i>Groundwater investigations etc.</i>	18
9	Förteckning över redovisade grundvattenundersökningar m.m. som finns tillgängliga hos SGU <i>Record of reports on groundwater investigations etc, which are available at SGU</i>	19–20
10	Grundvattenbildning inom Gotland beräknad med numerisk modell <i>Groundwater recharge within Gotland calculated with a numeric model</i>	21–23
11	Grundvattenkvalitet <i>Groundwater quality</i>	24–40
12	Salt grundvatten <i>Salt groundwater</i>	41
13	Grundvattentemperatur <i>Groundwater temperature</i>	42
14	Berggrundens temperaturfördelning <i>Temperature distribution in the bedrock</i>	43–45
15	Tidsmässiga variationer i grundvattnets sammansättning <i>Periodical variations in the groundwater composition</i>	46–49
16	Nederbörds- och vattenföringsstationer <i>Precipitation and runoff stations</i>	50
17	Korrigerad nederbörd <i>Revised precipitation</i>	51
18	Korrigerad månadsnederbörd och frekvenser av årsnederbörd <i>Revised monthly precipitation and frequencies of annual precipitation</i>	52
19	Avrinning <i>Runoff</i>	53
20	Månadsmedelvattenföring, årsmedelvattenföring och frekvenser av årsmedelvattenföring <i>Monthly and annual mean runoff and frequencies of annual runoff</i>	54
21	Verklig avdunstning <i>Actual evapotranspiration</i>	55
22	Vattenbalans <i>Water balance</i>	56
23	Variationer i grundvattennivå samt avvikelser från månadsmedelvärden för grundvatten och nederbörd vid File Hajdar och Isums <i>Variations in groundwater level and deviations from monthly mean values for groundwater and precipitation at File Hajdar and Isums</i>	57–59
24	Litteratur <i>Literature</i>	60

ABSTRACT

The hydrogeological map of Gotland county is one of a new series published by the Geological Survey of Sweden. The content, extent and scale of these maps were decided in close co-operation with various planning authorities in Sweden.

The purpose of the maps is to serve as a source of basic information for planning for groundwater prospecting, water protection, localization of urban and recreation areas, industry, waste deposit plants, gravel pits, etc. They should facilitate the co-ordination of different interests in order to avoid or limit any disputes arising. The maps may be utilised in future as a basis for planning in connection with extraction and storage of thermal energy.

Basic information is derived from geological maps of the area, from the Section of Well Records (brunnarskivet) at the Geological Survey of Sweden (SGU), and from external sources such as the County Council, local authority and consulting engineers. Field work has been of limited extent.

Information about groundwater in the Quaternary deposits is on the whole rather scarce and scattered. Therefore, extrapolation of data was necessary in order to estimate groundwater resources and exploitation potentials in areas not investigated by test pumpings, etc. With regard to ground water in bedrock and water quality, computerized statistical methods were used in order to make estimations and predictions.

The aim is to present as much as possible of the hydrogeological information on maps and in appendices. The main map shows the occurrence of groundwater, estimation of exploitation potentials of the Quaternary deposits and the bedrock, and the resources in sand and gravel deposits. As far as possible, other hydrogeological features are also shown. Matters of special interest to this county are put together in appendices.

A standard description is not given for the map. Instead, brief comments on the contents are made directly on the map and the appendices.

FÖRORD

Den föreliggande hydrogeologiska översiktskartan i skala 1:250 000 över Gotlands län ingår i en ny serie länskartor som ges ut av SGU. Den nya karttypens innehåll och omfattning har utretts av en arbetsgrupp vid SGU, huvudsakligen under åren 1976–1978 (se Knutsson 1979). Därvid har stor vikt lagts vid synpunkter som inkommit från planeringsorganen vid länsstyrelserna och vissa andra statliga myndigheter, kommuner, konsulterande ingenjörsfirmor, brunnborrningsfirmor, vetenskapliga institutioner och föreningar.

Grundtanken är att så stor del som möjligt av den tillgängliga informationen skall presenteras på kartor och i bilagor. En huvudkarta visar översiktligt före-

komsten av grundvatten och en bedömning av uttagsmöjligheterna i jord och berg samt tillgången på vatten i sand- och grusavlagringar. Vissa uppgifter om vattnets beskaffenhet lämnas också. Information av speciellt intresse och med speciell anknytning till respektive län visas på bilagor.

För Gotlands del har tre specialkartor tagits fram. Den första redovisar berggrunden, dels huvudbergartstyper och dels de stratigrafiska enheterna. Infiltrationsförhållanden, grundvattennivåer och jordmäktigheter redovisas i specialkartorna 2 och 3.

Numera finns lättillgänglig litteratur på svenska rörande de grundläggande förutsättningarna för grundvattnets uppträdande i jord och berg. Det har därför ansetts onödigt att belasta översiktskartan med en beskrivning av traditionell utformning. I stället görs kommentarer direkt på huvudkartan och bilagorna.

1. KARTANS OMFATTNING OCH SYFTE

Översiktskartan visar de hydrogeologiska förhållandena i vissa geologiska bildningar. I första hand beskrivs grundvattnets förekomst och beskaffenhet, samtidigt som en bedömning görs av vattentillgångarnas storlek och möjligheterna till uttag. Kommunala och vissa större, enskilda vattentäkter och källor redovisas, liksom avfallsupplag och jord- och bergtäkter.

Huvudsyftet med kartan är att den skall kunna ligga till grund för planering rörande utnyttjande och skydd av grundvattentillgångarna och till exempel lokalisering av bebyggelse, rekreationsområden, industrier, avfallsupplag och grustäkter. Den bör också kunna användas vid samordning av olika vattenintressen och -behov, bl.a. i avsikt att förhindra eller begränsa eventuella uppkommande konfliktsituationer. Även som planeringsunderlag vid arbeten rörande utvinning och lagring av termisk energi beräknas kartan få viss betydelse.

2. UNDERLAGSMATERIAL OCH ARBETSMETODIK

Avsikten är att de hydrogeologiska förhållandena i Sveriges södra och mellersta delar samt i Norrlands kustland och älvdalar skall kunna kartläggas i den nya kartserien under en tidsperiod av 15–20 år. På grund av kartornas översiktliga karaktär, den ofta mycket stora areal de täcker och den tidsram som gäller för karteringens genomförande kan inga omfattande eller ingående fältundersökningar göras vid karteringsarbetena. I stället utförs en översiktlig insamling, sammanställning och utvärdering av befintliga geologiska och hydrogeologiska data.

ADB-teknik har utnyttjats i största möjliga utsträckning för bearbetning och grafisk presentation av data. Exempel på sådana bearbetningar är den grafiska presentationen av grundvattnets beskaffenhet, nivåförändringar och temperaturförhållanden. Grundvattentans regionala variation har redovisats dels genom en

isolinjekarta och dels med tredimensionella bilder. Ett klassningsprogram med grafisk presentation har använts vid redovisningen av dels variationerna hos grundvattnets beskaffenhet, dels uttagsmöjligheterna i olika typer av akvifärer. Kartor över den regionala variationen hos grundvattnets beskaffenhet har även framställts med hjälp av ADB.

3. KARTUNDERLAG

Som underlag för den inledande sammanställningen av hydrogeologisk information används den topografiska kartan över Sverige i skala 1:50 000. De geologiska kartor som täcker Gotlands län utgörs av omoderna jordartskartor i skala 1:50 000 och endast översiktliga berggrundskartor, se bilaga 2. För områden med sådana kartor görs en överföring av huvuddragen i den geologiska bilden till topografiska kartblad, framför allt vad beträffar de kvartära avlagringarna. För områden över vilka moderna geologiska kartor framställts underlättas överföringsarbetet av att dessa har den topografiska kartan som underlag.

Slutredovisningen görs med lantmäteriverkets översiktskartor i skala 1:250 000 som underlag.

4. UPPGIFTER UR ARKIV- OCH UTREDNINGSMATERIAL

Vid SGU:s enhet för hydrogeologisk dokumentation insamlas kontinuerligt uppgifter om grundvattnet i Sverige som direkt eller efter bearbetning kan användas vid den hydrogeologiska karteringen. Insamlingen underlättas av att brunnborrningsfirmor och konsulterande ingenjörfirmor har lagstadgad skyldighet att till verket lämna redogörelser över utförda brunnar och genomförda undersökningar, som tolkas, utvärderas och lagras vid brunnarsarkivet.

SGU:s grundvattennät studerar med hjälp av data från en mängd egna mätstationer, spridda över hela landet, tidsmässiga variationer i grundvattnets nivå, temperatur och beskaffenhet. Automatisk databehandling underlättar även i detta fall användandet av informationen vid karteringsarbeten och kartframställning.

Också med de enheter inom SGU som arbetar med prospektering av grundvatten och sand, grus och övriga jordarter samt anläggningsgeologiska undersökningar och naturvårdsundersökningar samarbetar den hydrogeologiska karteringen. Rapporter över utförda arbeten finns samlade i verkets diariéer och arkiv.

Skyldigheten för brunnborrningsfirmor och konsulter att lämna redogörelser över utförda hydrogeologiska arbeten till SGU infördes år 1976. Det är därför nödvändigt att söka äldre utredningsmaterial på annat håll. Insamlingen av detta görs främst genom besök på länsstyrelser, kommunkontor och hos konsulterande ingenjörfirmor.

Som framgår av bilagorna äger ett omfattande samarbete rum med framför allt Sveriges Meteorologiska och

Hydrologiska Institut, SMHI.

Värdefulla upplysningar erhålls också från andra myndigheter, vetenskapliga institutioner, företag och föreningar. Förutom rena grundvattenutredningar kan informationen bestå av hydrologiska och meteorologiska uppgifter, redovisningar av grusinventeringar, grustäcksplaner, grustäcksregister, uppgifter om grundvattnets beskaffenhet, resultat av geotekniska undersökningar och naturvårdsinventeringar samt förteckningar över konstbevattnings- och deponeringsanläggningar och miljöfarliga verksamheter.

5. KARTERINGSMETOD

5.1 Grundvattnet i jordlagren

Karteringsarbetet inleds med att information i urval, främst vissa geologiska bildningars gränser, överförs från geologiska kartor med beskrivningar till topografiska kartblad i skala 1:50 000. I samband med detta görs vissa bedömningar rörande tillförlitligheten hos de äldre geologiska kartorna och dessutom generaliseras kartbilden på ett sätt som lämpar sig för vidare bearbetning och slutredovisning.

Uppgifter från brunnarsarkivet och grundvattennätet läggs också in på dessa arbetskartor. Samtidigt förbereds vid nätet framtagandet av grafiska redovisningar av grundvattenförhållandenas variationer vid mätstationer inom karteringsområdet, avsedda att ingå som bilagor till huvudkartan. Från brunnarsarkivet är, vad beträffar jordgrundvattnet, främst uppgifter om jorddjup och jordlagerföljder i samband med bergborrning av värde. Registreringen av enskilda vattentäkter i de kvartära avlagringarna är ännu så länge av liten omfattning.

Extern information som ställs till SGU:s förfogande förs efter bearbetning i tillämpliga delar in på arbetskartorna eller lagras på annat sätt.

Den dokumentation som på detta sätt sammanställs utgör grunden för en preliminär bedömning och klassificering av grundvattentillgångar och möjligheter till vattenuttag ur de lösa avlagringarna. För områden där uppgiftstätheten är låg eller där uppgifter saknas görs inga bedömningar i detta skede.

Fälтарbetena utgörs dels av begränsade insatser i form av sonderande borrningar och geofysiska undersökningar i nyckelområden varifrån hydrogeologiska uppgifter saknas, dels av fältbesiktningar för kontroll och justering av de preliminära bedömningarna. Vid besiktningarna görs också jämförelser mellan bildningar för vilka utförlig dokumentation finns och sådana för vilka uppgifter saknas. När jämförelser och överväganden gjorts beträffande dessa avlagringars utseende, storlek, materialsammansättning och terrängläge, görs en klassificering även av sådana områden som tidigare inte bedömts. När de preliminära bedömningarna justerats och kompletterats med hjälp av fälтарbetsresultaten, förs all hydrogeologisk information över till ett

slutgiltigt kartmanuskript i skala 1:250 000. Kvartärgeologiska uppgifter tas enbart med beträffande mäktig och sammanhängande morän, större torvmarker och utbredda lerområden. I den mån de har hydrogeologisk betydelse, visas indirekt huvuddragen hos sand- och grusförekomster.

5.2 Grundvattnet i berggrunden

Arbeten rörande berggrundens grundvatten består i stor utsträckning av statistiska bearbetningar och redovisningar med brunnsarkivets omfattande material beträffande bergbörjade brunnar som huvudsaklig grund. I ett inledande skede upprättas arbetskartor med alla i brunnsarkivet införda brunnar inlagda. På kartorna eller i listor noteras uppgifter om brunnsdjup, jordtäckte och kapacitet. Till arbetskartorna överförs också geologisk information från berggrundsgeologiska och tektoniska kartor, i den mån sådana föreligger, i form av till exempel bergartsgränser, sprickzoner och förkastningslinjer, liksom extern information från konsultutredningar och liknande. Topografiska kartor och flyg- och satellitbilder används även.

Fältarbetena omfattar översiktlig kontroll av bergartsgränserna. Dessutom görs kompletterande brunnsinventering i områden där endast sporadisk information om hydrogeologin i berggrunden föreligger.

På det sålunda kompletterade och reviderade underlagsmaterialet utförs sedan medianvärdesberäkningar rörande uttagsmöjligheter för grundvatten i berggrunden. Begreppet mediankapacitet förklaras närmare på huvudkartan. Brunnsarkivuppgifterna beträffande kapaciteter utgörs mestadels av värden uppmätta vid kortvariga provpumpningar i samband med brunnsborrningar. De är därför behäftade med en mer eller mindre stor grad av osäkerhet, men har trots detta använts vid beräkningarna, då de är de enda av större numerär omfattning som står till buds. Vid klassificeringsarbetena används ADB-teknik i stor omfattning. Områden med likartade förhållanden sammanförs till större enheter, varefter en överföring görs av arbetskartornas hydrogeologiska uppgifter till ett manuskript i skala 1:250 000. Berggrundsgeologin redovisas separat på specialkarta. Av rent geologiska fakta visas på huvudkartan endast ett urval av viktiga sprickzoner. Bergartsgränser som har avgörande betydelse för grundvattenföringen i berggrunden anges också.

5.3 Grundvattnets beskaffenhet

Uppgifter om grundvattnets beskaffenhet sammanställs genom att befintliga analysresultat insamlas och bearbetas. En uppbyggnad av en databank rörande grundvattenkvalitet pågår nu vid brunnsarkivet. För arbetena med kartan över Gotlands län har uppgifter från arkivet dock kunnat användas endast i begränsad omfattning. I stället har provtagningar gjorts i samband med fältarbetena i ca 150 brunnar, och resultaten från analyserna av

dessas prover utgör merparten av underlaget för redovisningen av vattenkvalitet i bilaga 11. Kompletteringar har också gjorts genom kontakt med länsläkarorganisationen och kommunerna.

6. GENERALISERINGAR

Inför slutredovisningen av det insamlade materialet sammanjämkas de resultat som de olika arbetsgrupperna nått på ett sådant sätt att mesta möjliga information presenteras på huvudkartan, medan övriga resultat visas på bilagor. Denna metod har valts framför att göra flera separata kartor, främst för att underlätta hanteringen av översiktskartan och för att hålla kartkostnaderna nere.

De arbetskartor, fältdagböcker och annat originalmaterial som använts vid framtagandet av den hydrogeologiska länskartan arkiveras efter kartans utgivning vid SGU. Materialet är offentligt och är tillgängligt efter förfrågan hos myndigheten.

Valet av kartskala och karteringsmetodik medför att någon detaljerad redovisning av geologiska och hydrogeologiska förhållanden inte är möjlig. Strävan är i stället att låta kartbilden i möjligaste mån visa de olika områdenas allmänna karaktär.

Kvartärgeologiska bildningar anges såsom tidigare antytts inte på kartan utom beträffande morän, utbredda lerområden och torvmark. Endast sammanhängande moränområden med en bedömd mäktighet av mer än tre meter redovisas. Torvavlagringar som anses sakna större betydelse för grundvattensituationen och sådana med mindre yta än 50 hektar markeras inte. Större sammanhängande finsedimentområden redovisas då de täcker grundvattenförande sand- eller grusskikt eller då de kan antas ha annan hydrologisk betydelse, till exempel känslighet i stabilitet vid grundvattensänkning. Ovanstående gäller endast i begränsad omfattning för kartan över Gotlands län.

Små, men för grundvattenssammanhangen betydelsefulla terrängavsnitt, till exempel små hållar eller moränområden, som inverkar på förhållandena i ett grundvattenmagasin i en isälvsavlagring, överdrivs ibland skalmässigt på huvudkartan. Om sådana områden bedöms sakna betydelse har de däremot negligerats. Någon differentiering mellan grundvatten i isälvsmaterial och i angränsande sediment görs inte annat än om hydrogeologiska skillnader finns. Grundvattenförhållandena i till exempel större strandvallar med sorterat jordartsmaterial i moränområden redovisas separat om de bedöms vara intressanta.

Generaliseringar görs också vid bedömningen av grundvattentillgången i olika områden och av uttagsmöjligheterna för detta vatten. Principerna därvidlag framgår i huvuddrag av teckenförklaringen på kartan.

7. KOMMENTARER TILL VISSA AV ÖVERSIKTSKARTANS TECKENFÖRKLARINGAR

För grundvattnet i grus och sand gäller att de bedömda grundvattentillgångarna anses kunna utnyttjas med 1–5 brunnar inom angivna avsnitt, till exempel "måttlig grundvattentillgång (1–5 l/s) med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter" genom uttag ur i bästa fall en brunn med kapaciteten 5 l/s och som sämst ur fem brunnar med vardera 0,2 l/s. Till just denna klass (ljusblå) förs även vissa tillgångar med "tämligen goda uttagsmöjligheter". Här är tillgångens storlek särskilt svår att bedöma, men de sammanhängande grundvattenförande avlagringarna antas ha stor utsträckning. Som exempel kan anföras sand och grus under ett utbrett lerområde. Antalet brunnar, i exemplet ofta rörspetsbrunnar, antas behöva vara flera än fem om den sammanlagda kapaciteten skall kunna uppgå till 1 l/s. För övriga klasser gäller att kraven på såväl tillgång som uttagsmöjligheter måste vara tillgodosedda för att klassificeringen skall gälla. Om så inte är fallet väljs den lägre klass där båda minimikraven bedöms vara uppfyllda.

Torvområden anges bland annat på grund av den roll de kan spela för grundvattnets beskaffenhet i omgivningarna.

Nedlagda kommunala grundvattentäkter tas med därför att de utgör reservvattentäkter eller kan komma att få förnyad betydelse till exempel vid utvinning och lagring av termisk energi.

Bilaga 1

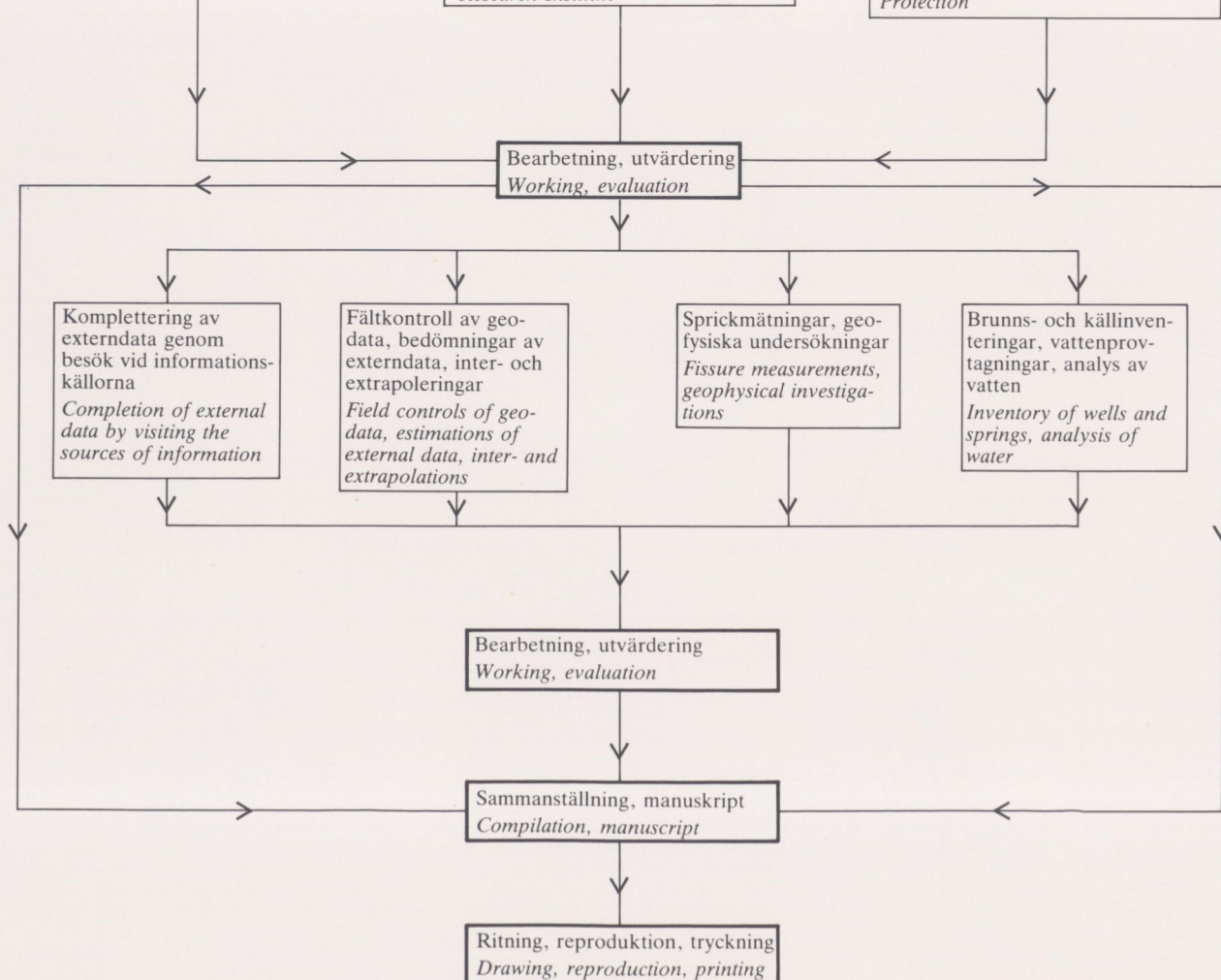
Hydrogeologisk översiktskartering, beskrivning av arbetsgång Hydrogeological survey mapping, description of work course

Insamling av data, informationskällor Collection of data, sources of information

Inom SGU: Publicerat material, muntliga uppgifter <i>Within the Geological Survey: publications, oral communication</i>
Geologiska kartor med beskrivningar <i>Geological maps with descriptions</i>
Brunnsarkiv, utredningar <i>Section of well records, reports</i>
Bibliotek <i>Library</i>
Fältdagböcker <i>Field diaries</i>
Grundvattennätet <i>The groundwater network</i>
Geofysisk information <i>Geophysical information</i>

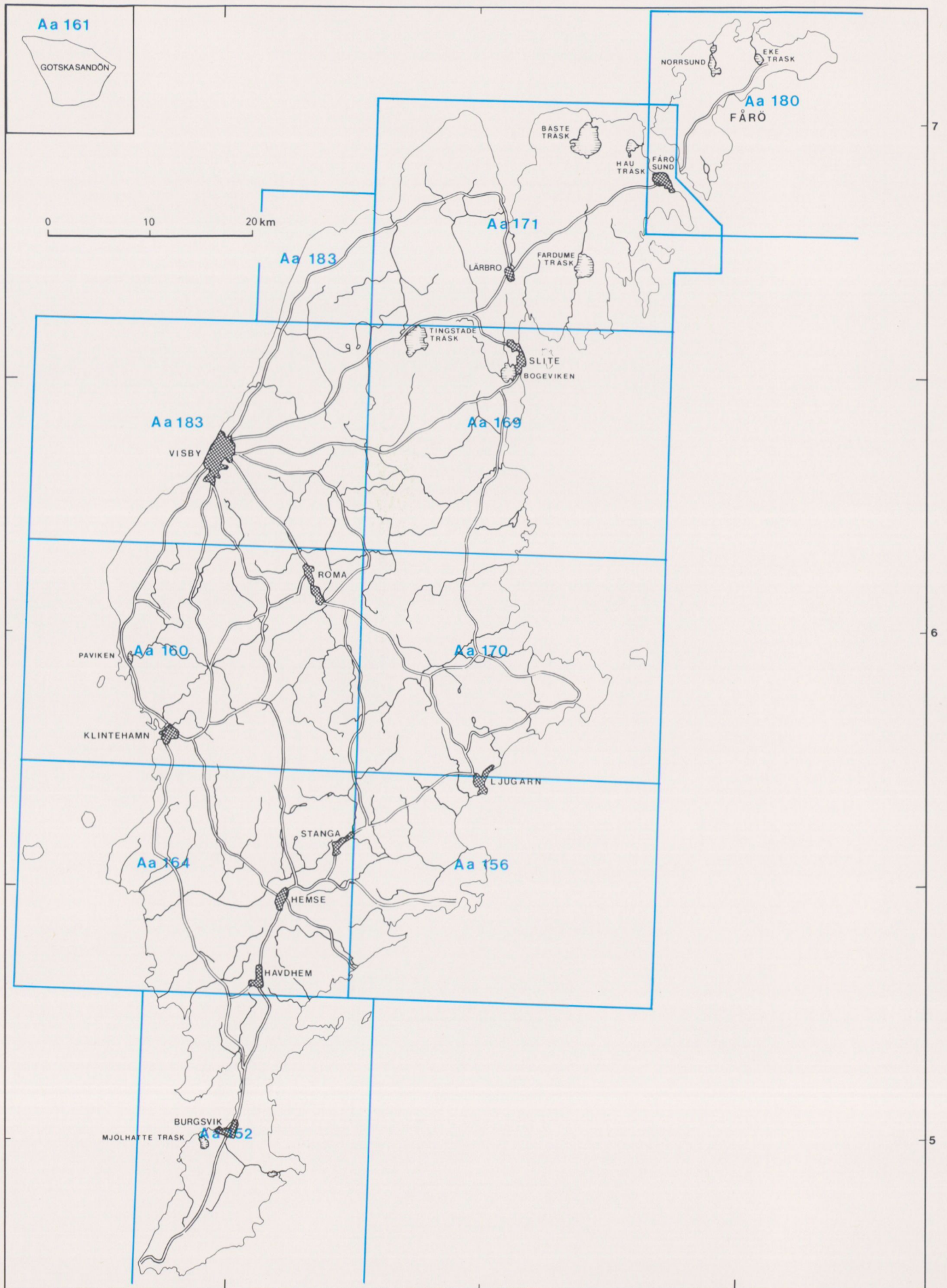
Extern information, urval: <i>External information, examples:</i>
Länsstyrelser <i>County administrations</i>
Kommuner <i>Communities</i>
Universitet – högskolor <i>Universities</i>
Konsultfirmor <i>Consulting engineers</i>
Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) <i>The Swedish Meteorological and Hydrological Institute</i>
Statens Geotekniska Institut (SGI) <i>Swedish Geotechnical Institute</i>
Vägverket – Vägförvaltningar <i>The National Road Administration – County Road Administrations</i>
Statens Väg- och Trafikinstitut (VTI) <i>The Swedish Road and Traffic Research Institute</i>

Statens Järnvägar (SJ) <i>The Swedish State Railways</i>
Domänverket <i>The State Forest Service</i>
Skogsvårdsstyrelser <i>County Forestry Boards</i>
Statens Vattenfallsverk <i>The Swedish State Power Board</i>
Vattendomstolar <i>Water Rights Courts</i>
Länsläkarorganisationer <i>County Medical Offices</i>
Lantbruksnämnder <i>County Agricultural Boards</i>
Hushållningssällskap <i>Rural – Economy Associations</i>
Vattenlaboratorier <i>Water laboratories</i>
Företag – Industrier <i>Companies – Industries</i>
Statens strålskyddsinstitut <i>National Institute of Radiation Protection</i>



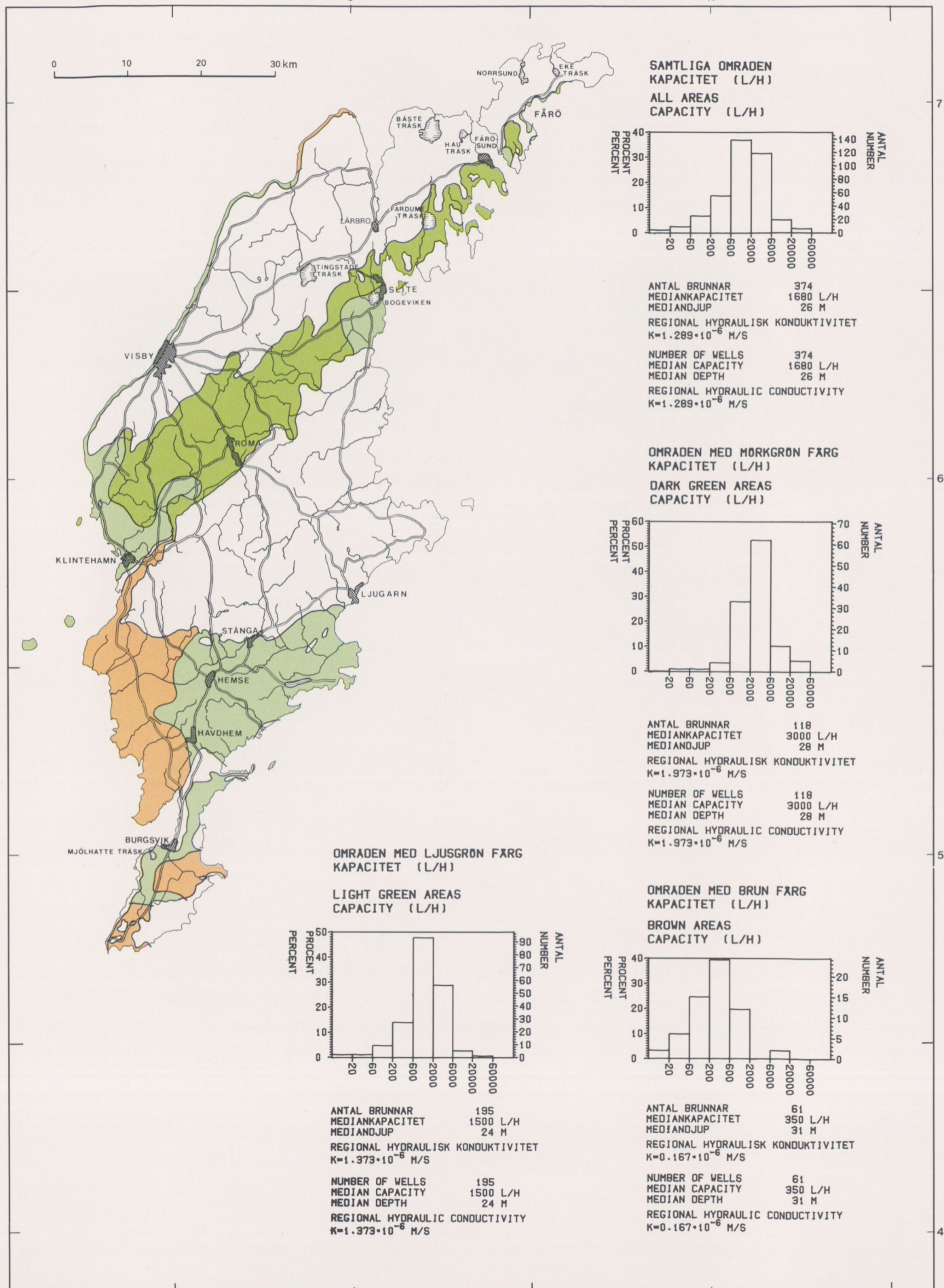
Bilaga 2

Områdestäckning för geologiska kartblad i serie Aa
Covering of geological maps in the series Aa



Bilaga 3b

Variationer i uttagsmöjlighet: Märgelsten Variations in exploitation potential: Marlstone



Bilaga 3c

Variationer i uttagsmöjlighet: Sandsten
Variations in exploitation potential: Sandstone

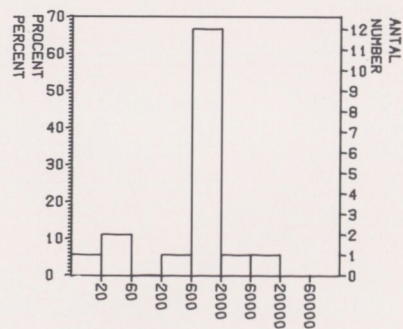
K

0 10 20 30 km



SAMTLIGA OMRÅDEN (LJUSGRÖN FÄRG)
KAPACITET (L/H)

ALL AREAS (LIGHT GREEN COLOUR)
CAPACITY (L/H)

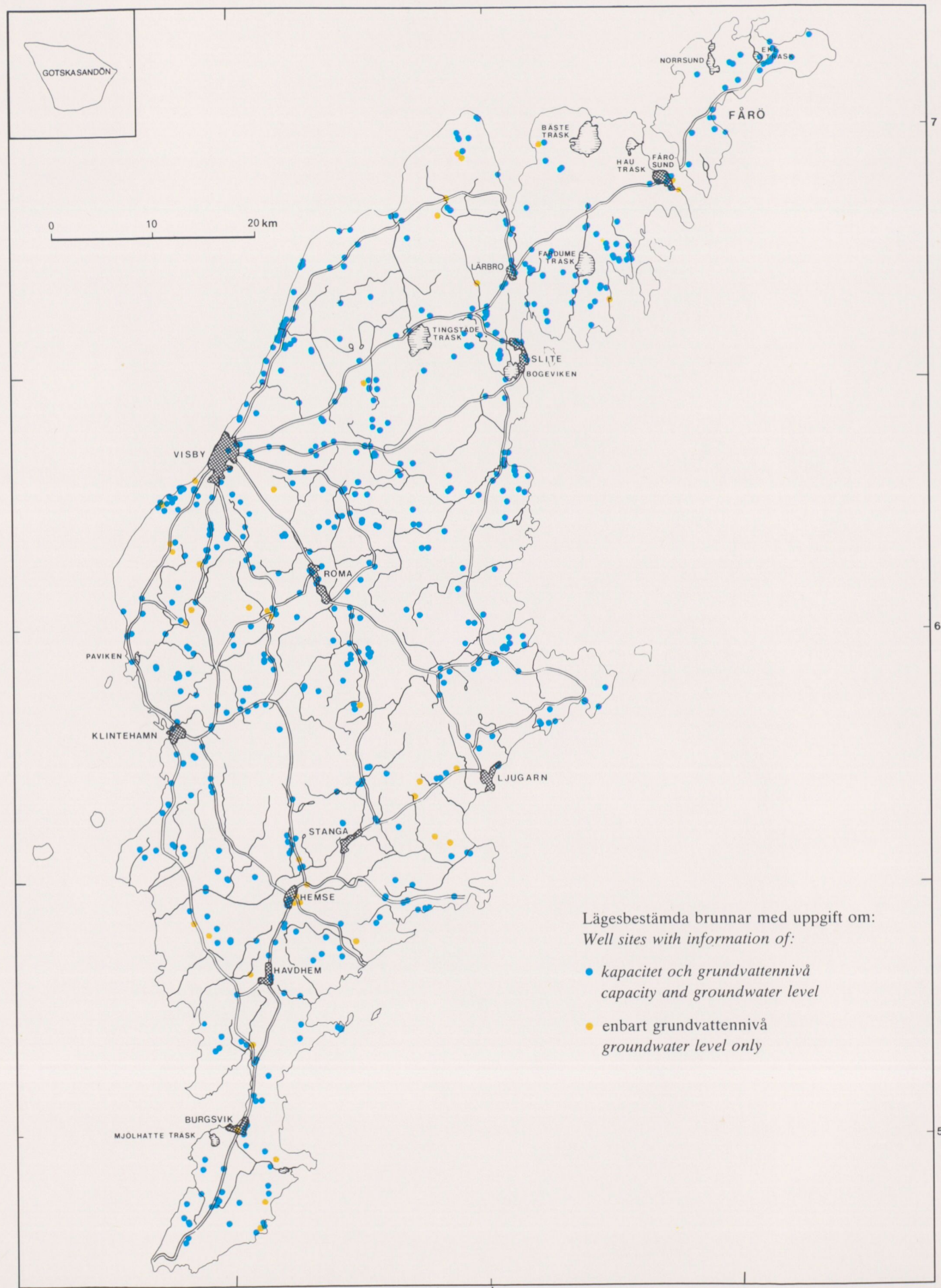


ANTAL BRUNNAR 18
MEDIANKAPACITET 1440 L/H
MEDIANDJUP 20 M
REGIONAL HYDRAULISK KONDUKTIVITET
 $K=1.821 \cdot 10^{-6}$ M/S

NUMBER OF WELLS 18
MEDIAN CAPACITY 1440 L/H
MEDIAN DEPTH 20 M
REGIONAL HYDRAULIC CONDUCTIVITY
 $K=1.821 \cdot 10^{-6}$ M/S

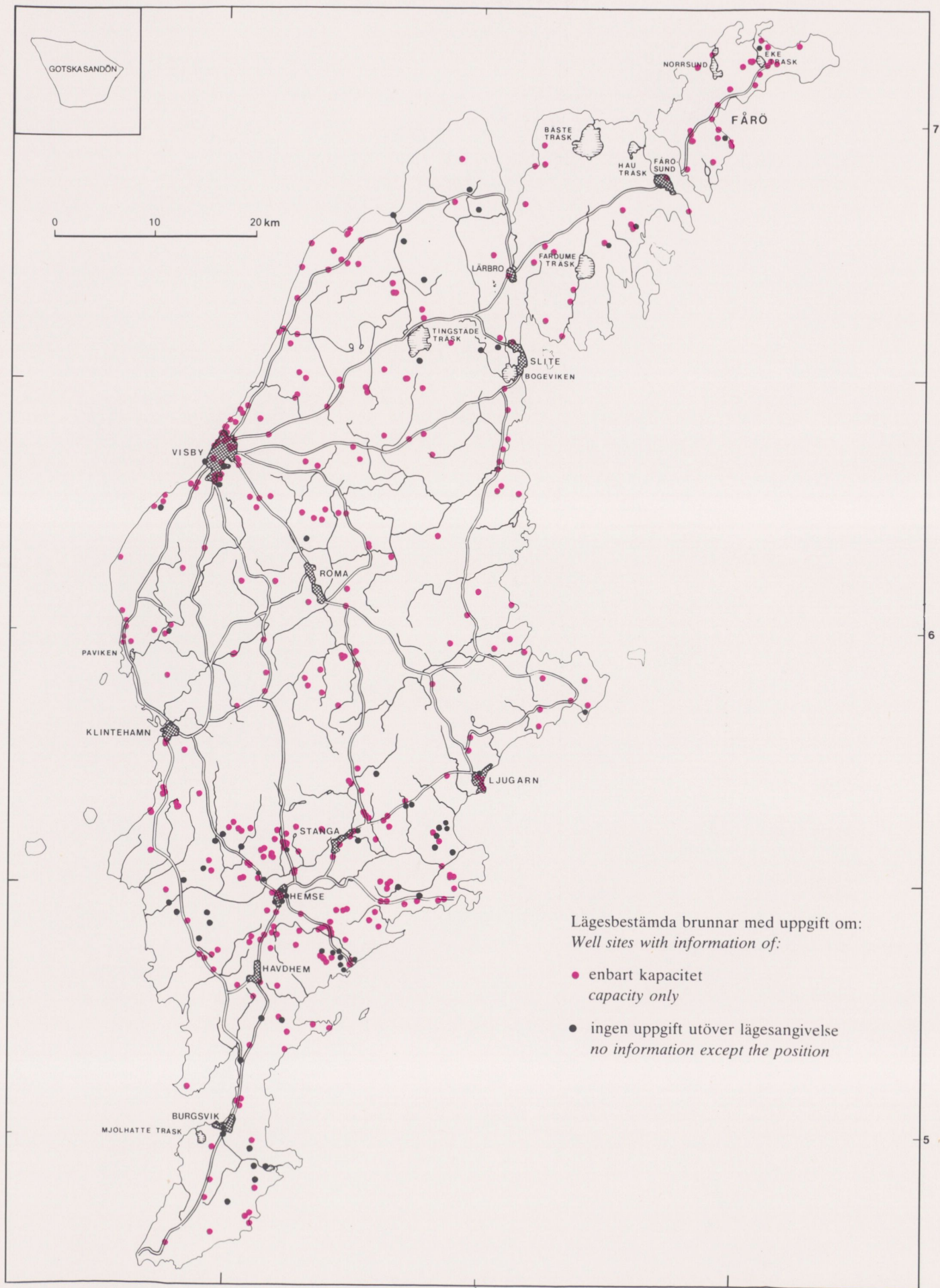
Bilaga 4

Brunnsuppgifter Well information



Bilaga 5

Brunnsuppgifter Well information

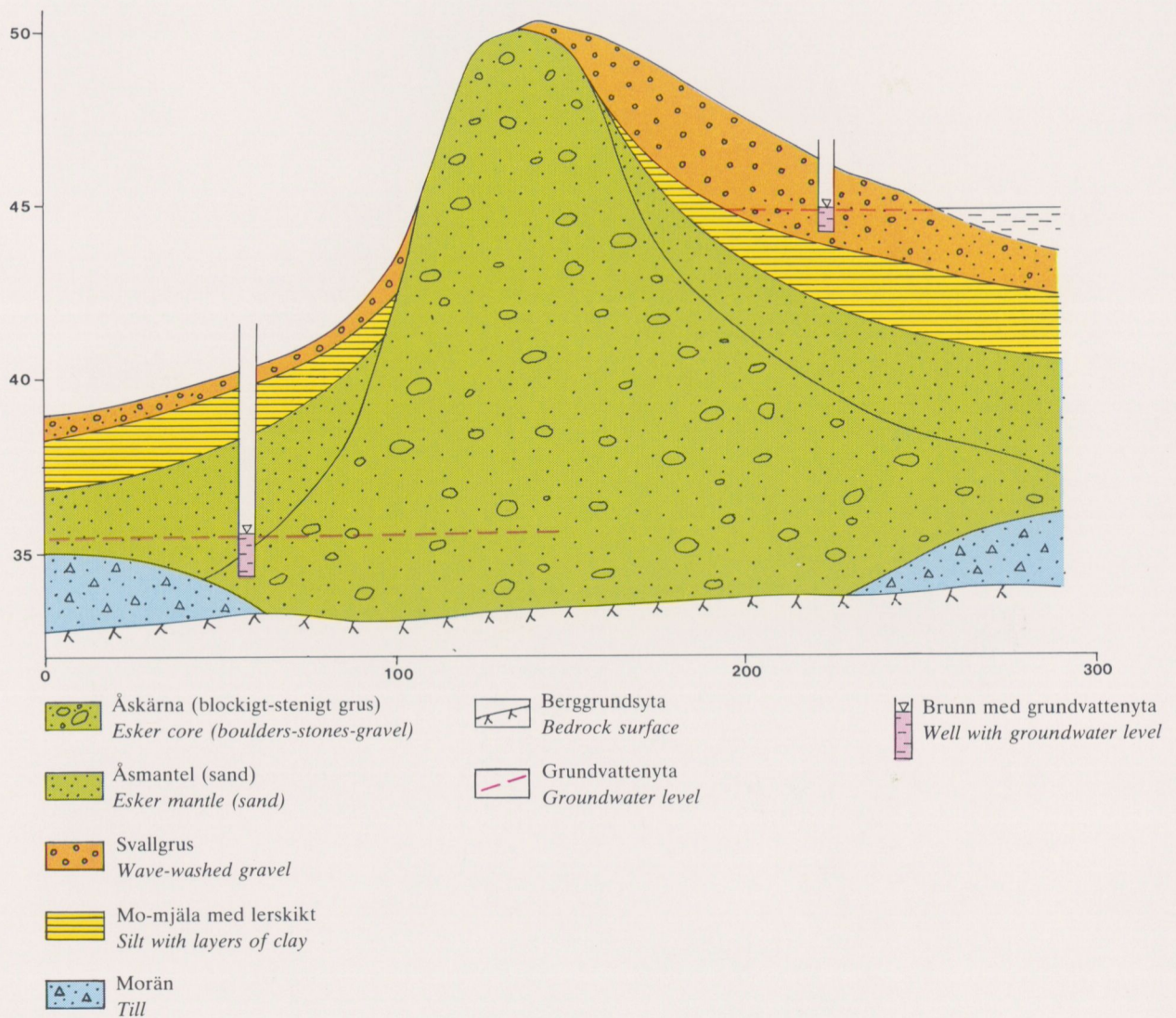


Bilaga 6

Rullstensås med två grundvattenytor Esker with two groundwater levels

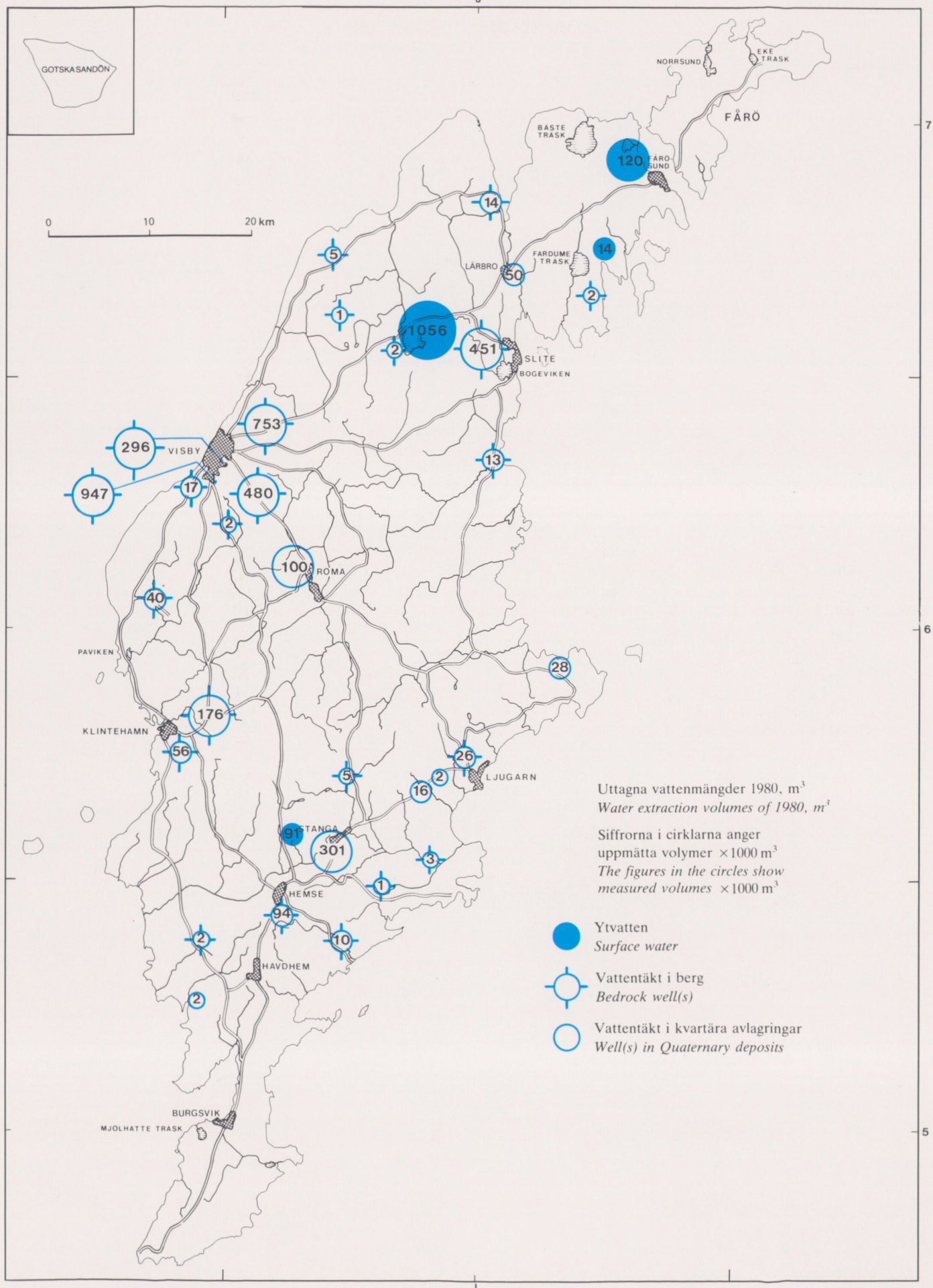
Schematisk tvärprofil genom Tingstädeåsen. Åsen har två grundvattenytor, varav den ena är förhöjd genom att Tingstäde träsk däms mot åsen.

Principle cross section through the Tingstäde esker. The esker has two groundwater levels, one raised by damming of the lake Tingstäde against the esker.



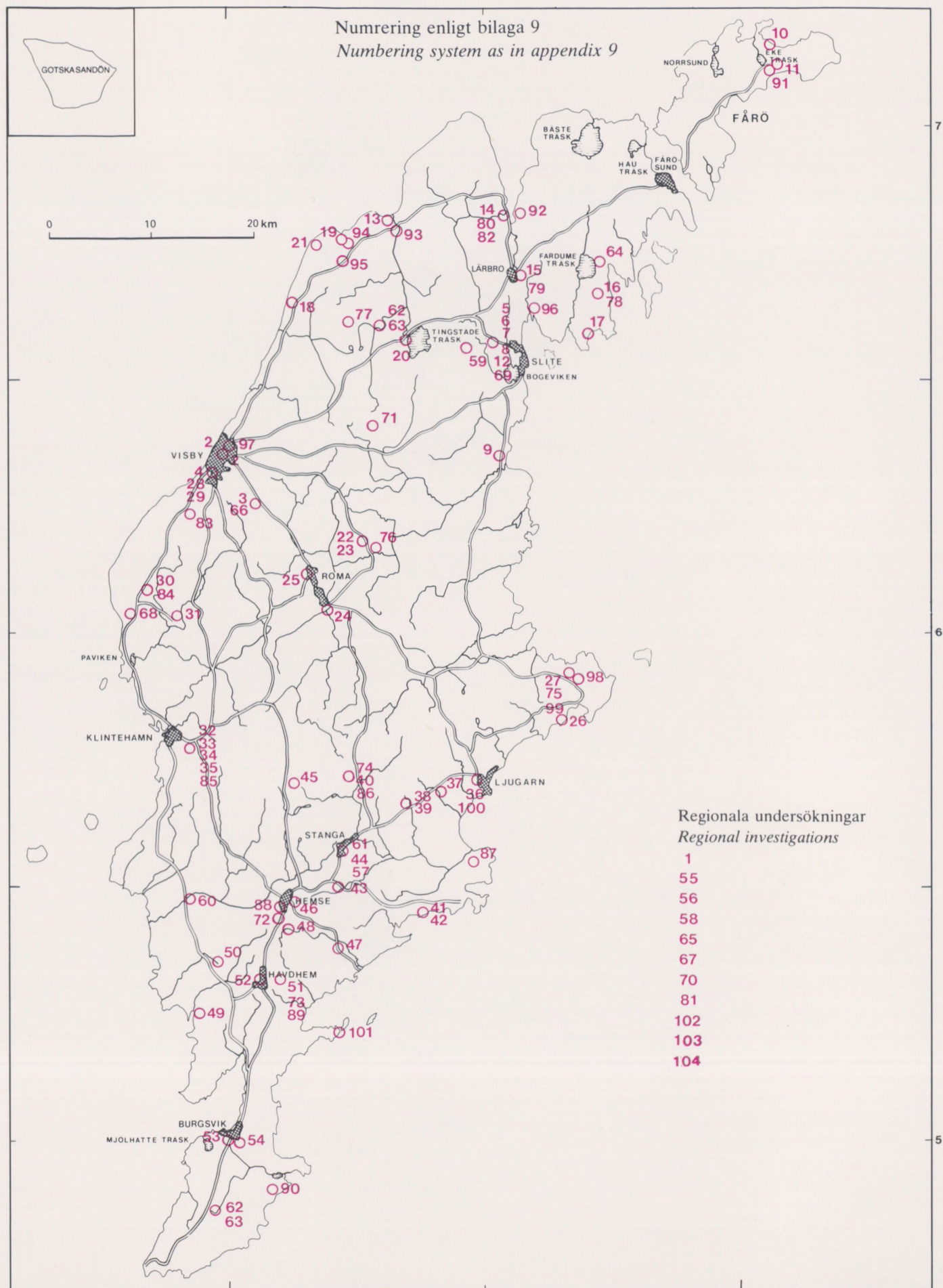
Bilaga 7

Kommunal vattenförsörjning Municipal water supply



Bilaga 8

Grundvattenundersökningar m.m.
Groundwater investigations etc.



Bilaga 9

Förteckning över redovisade grundvattenundersökningar m.m. som finns tillgängliga hos SGU
Record of reports on groundwater investigations etc, which are available at SGU

1. Protokoll med bilagor från diskussioner beträffande vattenfrågan m.m. på Gotland, sammanställda på: Kungl. Lantbruksstyrelsens planläggningsbyrå av Sven O. Berg.
2. Förteckning över brunnar. Visby stads vattentäkt.
3. Laglighetsförklaring av Visby stads vattentäkt inom Follingbo. VIAK 1963.
4. Förslag till skydd av grundvattenförekomster. VIAK 1970.
5. Hydrologiska undersökningar för Slite vattenverk. AIB 1945.
6. Bilagor till "Förslag till vatten- och avloppsledningar för Slite köping. Bilaga 3. Redogörelse för propumpning. AIB 1946.
7. Yttrande över förberedande grundvattenundersökning för Slite köping, Gotlands län + vattendom. VIAK 1958.
8. Yttrande över grundvattenundersökning med propumpning år 1959 för Slite köping, Gotlands län. VIAK, Visby 1960.
9. Förslag till vattenförsörjning för Handelsbolaget Gotlandstomters fritidsområde inom fastigheten Tjäder 1:49 i Boge. VIAK 1963.
10. PM beträffande möjligheterna att anordna gemensam vattenförsörjning för bebyggelsen kring Ekeviken på Fårö. VIAK 1959.
11. Redogörelse för grundvattenundersökning vid Ullahau, Fårö. VIAK 1972.
12. Redogörelse för propumpning av vattentäkt vid Spilings för Slite köping jämte utlåtande ang. vattentillgång + vattendom. AIB 1951.
13. PM beträffande vatten- och avloppsmöjligheterna inom ett fritidsområde vid Ireviken i Hangvars socken. VIAK 1966.
14. Yttrande över grundvattenundersökning för Kappels hamns samhälle, Lärbro kommun. VIAK 1958.
15. Yttrande över grundvattenundersökning i Lärbro samhälle, Lärbro kommun. VIAK 1957.
16. PM ang. propumpning av vattentäkt vid Malms Hellvi, Lärbro kommun. VIAK 1960.
17. PM beträffande möjligheten till vattenförsörjning av ett fritidsområde inom fastigheten Stengrinde 1:10, Hellvi socken. VIAK 1964.
18. Principförslag till vatten och avlopp inom föreslaget fritidsområde vid Burge m.fl. fastigheter inom Lummelunda socken. VIAK 1967.
19. PM beträffande vatten- och avloppsmöjligheterna inom ett fritidsområde vid Lickershamn i Stenkyrka socken. VIAK 1967.
20. PM beträffande vattenförsörjning för Tingstäde samhälle. VIAK 1962.
21. PM beträffande utförd propumpning av vattentäkt å fastigheten Stenkyrkehuk 1:1 m.fl. i Stenkyrka socken. VIAK 1965.
22. Utlåtande beträffande propumpning av reservvattentäkt i Dalhems samhälle. VIAK 1964.
23. Generalplanering för vattenförsörjning och avlopp, Dalhems kommun. VIAK 1952.
24. Yttrande över grundvattenundersökning för Roma industrisamhälle, Romaklosters kommun. VIAK 1957.
25. Yttrande över grundvattenundersökning år 1958 vid Kvarnbacken, Roma, Romaklosters kommun. VIAK 1958.
26. Principförslag till vatten- och avloppsanordningar inom ett byggnadsplaneringsområde vid Gryngeudd, Romaklosters kommun. VIAK 1967.
27. Propumpning av befintlig brunn i Katthammarsvik. VIAK 1949.
28. Yttrande över propumpning av bergborrad brunn i Vibble samhälle, Stenkumla kommun. VIAK 1957.
29. Vattenförsörjning för Vibble samhälle. VIAK 1962.
30. Redogörelse för utförd grundvattenundersökning vid Tofta kyrkby, Stenkumla kommun. VIAK 1967.
31. Yttrande över åtgärder för grundvattensankaffning till Tofta strand, Stenkumla kommun. VIAK 1961.
32. Betänkande över förslag till vattenförsörjning för Klintehamn. VIAK 1945.
33. PM beträffande genomförande av propumpning av bergborrade brunnar. VIAK 1948.
34. Yttrande över propumpning av bergborrade brunnar i Klintehamn. VIAK 1949.
35. PM beträffande vattentäkt vid Loggarve i Klink, Klintehamns kommun. VIAK 1964.
36. Yttrande över grundvattenundersökning för Ljugarns samhälle, Ljugarns kommun. VIAK 1957.
37. Yttrande över propumpning av grävd brunn inom Alshag. VIAK 1951.
38. Yttrande över förslag till vatten- och avloppsanläggning inom Garda kyrkby i Ljugarns kommun. VIAK 1964.
39. PM beträffande utförande av vattentäkt, vattenledning och vattenverk för Garda samhälle, Ljugarns kommun. VIAK 1966.
40. PM beträffande vattenförsörjningen i Etelhems samhälle, Ljugarns kommun. VIAK 1969.
41. PM beträffande möjligheterna till vattenförsörjning och avloppssanering av ett fritidsområde vid Herta badstrand (Stånga). VIAK 1967.
42. Beträffande vattenförsörjning Herta badplats. VIAK 1967.
43. Vattenförsörjning för Stånga-Ljugarn. VIAK 1969.
44. Vattenförsörjning för Stånga-Ljugarn. VIAK 1970.
45. Geohydrologiska undersökningar inom Lojstahedsområdet 1970-1972. VIAK 1973.
46. Yttrande över grundvattenundersökningar i Hemse. VIAK 1949.
47. Yttrande över grundvattenundersökningar för Ronehamns samhälle, Hemse kommun. VIAK 1958.
48. Yttrande över förslag till utförande av vatten- och avloppsanläggningar inom Alva kyrkby, Hemse kommun. VIAK 1962.
49. PM ang. utförd grundvattenundersökning för Nisse VAFöretag inom ett bebyggelseområde vid Nisse, Hablingbo socken. VIAK 1959.
50. Yttrande över förslag till vatten- och avloppsanläggningar inom Hablingbo samhälle, Havdhems kommun. VIAK 1961.
51. Yttrande över grundvattenundersökningar för Havdhems stationssamhälle, Havdhems kommun. VIAK 1954.
52. Förslag till anläggande av nu kompletterande vattentäkt med tillhörande vattenverk i Havdhems samhälle. VIAK 1963.
53. Förslag till anläggningar för vattenförsörjning och avlopp inom Burgsviks samhälle. ORRJE & CO 1948.

54. Burgsviks vatten- och avloppsföretag. GILBERT HANSSON & CO 1959.
55. Gotlands vattenförsörjning. VIAK 1969.
56. Grundvattenförhållanden på Gotland. Enligt uppgifter i SGU:s brunnarkiv. SGU 1965.
57. Program för utförande av rörbrunn inom Stångamalm. VIAK 1976.
58. Vatten och avlopp på Gotland. Sammanställning av uppgifter om Gotlands VA-förhållanden. VIAK 1973.
59. File Hajdar. Hydrogeologiska synpunkter på planerad brytning av kalksten och mangelsten på File Hajdar, Gotland. SGU 1977.
60. Hydrogeologisk utredning i Sproge kommun, Gotland avseende inverkan på brunnar genom planerad fördjupning av Mästermyrkanalen. SGU 1964.
61. Stånga och Ljugarns kommun. Gotlands län. Vattenförsörjning för Stånga-Ljugarn. VIAK 1969.
62. Gotland kommun. Tingstädeåsen, Tingstäde-Stenkyrka och Vamlingbo grundvattenundersökningar. VIAK 1974.
63. PM Program för grundvattenundersökningar i jordlagren vid Tingstäde och Vamlingbo. VIAK 1972.
64. Del av ansökan till vattendomstolen om tillstånd att utnyttja vattentäkt samt fastställande av skyddsbestämmelser.
65. Inventering av sippervatten- och källäderförekomster mellan och i Högklint- och Visbylagren, Gotland. SGU 1968.
66. Österbygdens vattendomstols deldom, aug. Visby stads vattenförsörjning. 1964.
67. Grundvattenbildning inom Gotland. Beräknad med numerisk modell. Rapport utarbetad på uppdrag av Vattenplaneringsutredning vid Jordbruksdep. SGU 1978.
68. Ang. vattenanskaffning till Tofta strand. SGU 1961.
69. Slite köping vattenförsörjningen. SGU 1967.
70. Översiktlig redovisning av SGU:s material över grundvattenförhållanden på Gotland. SGU 1978.
71. Grundvatten. N Gotland. Geohydrologiska undersökningar inom området Endre Tole-Hejumn 1971-1973. VIAK 1974.
72. Förslag till skyddsplan för grundvattentillgången vid Ringome. VIAK 1971.
73. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkterna på fastigheterna Hemöstris 2:1, samf. för Spenarve 1:54 och Allmungs st 1:4 i Havdhem. VIAK 1974.
74. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkterna på fastigheterna Hagby 5:1 och Västringe 1:5 Etelhems socken. VIAK 1974.
75. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkterna på fastigheterna Gutenviks 2:5 och Prästgården 1:1 i Östergarns socken. VIAK 1974.
76. Förslag till skyddsplan på fastigheten Gaudarve 1:19 i Dalhems socken. VIAK 1974.
77. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkten på fastigheten Prästgården 1:3 i Martebo socken. VIAK 1973.
78. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkten på fastigheten Malms 1:44 i Hellvi socken. VIAK 1973.
79. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkten på fastigheten Angelbos 1:173 i Lärbo socken. VIAK 1973.
80. Förslag till skyddsplan för grundvattentäkterna på fastigheterna Snäckers 1:73 och Flenvike 7:1 vid Kappelshamn. VIAK 1973.
81. Utlåtande angående vattenförsörjningen för del av Gotland i anslutning till utförd generalplaneutredning för vattenförsörjning och avlopp. VIAK 1951.
82. PM angående kompletterande grundvattenundersökning för Kappelshamns samhälle, Lärbo kommun. VIAK 1959.
83. Yttrande över förslag till utförande av vatten- och avloppsanläggningar inom Hallvards m.fl. områden i Västerhejde socken, Stenkumla kommun. VIAK 1963.
84. Tofta kyrkby. Förslag till skyddsplan för grundvattentillgången på fastigheten Tofta Annex 1:1. VIAK 1970.
85. Yttrande över vattenbeskaffenhetsen i Klintehamns vattentäkt, föranledd av vattenförsämring under våren 1953. VIAK 1953.
86. Yttrande över förslag till vatten- och avloppsanläggningar för Levide m.fl. fastigheter i Etelhems socken. Ljugarns kommun. VIAK 1967.
87. PM beträffande vattenförsörjning för en fritidsplan invid Bommunds i Burgen, När, Stånga kommun. VIAK 1966.
88. PM beträffande vattenförsörjningen i Hemse. VIAK 1954.
89. Ang. skyddsområde för planerad vattentäkt för Havdhems stationsområde. Distr.ing. för vatten och avlopp i A, D och I län 1955.
90. Grundvattenförhållanden vid Norrgårda i Hamra socken. SGU 1953.
91. PM beträffande möjligheterna till vattenförsörjning av Sudersands området på Fårö i Fårösunds kommun. VIAK 1966.
92. Förslag till vatten- och avloppsanläggningar inom Storguens bebyggelseområde i Lärbo kommun. VIAK 1961.
93. Principförslag till vatten- och avloppsanläggningar för en byggnadsplan vid Ireviken, Hangvar. VIAK 1971.
94. Investment AB Östermalm, Lickershamn fritidsområde. Vattentäkt. Förslag till hydroplan. VIAK 1975.
95. PM angående en bergborrad brunn vid Licknatte, Stenkyrka. VIAK 1976.
96. Sammanställning av borrhingsresultat Lärbo-Vägume. VIAK 1967.
97. Yttrande över förberedande undersökning av grundvattenförhållandena inom och invid fabriksområdet för Gotlands andelsslakteri i Visby. VIAK 1962.
98. PM angående vattenförsörjning i Katthammarvik-Östergarn och Alva. VIAK 1977.
99. PM angående utförda undersökningar och åtgärder för ordnandet av vattenförsörjning i Katthammarsviks samhälle, Romaklosters kommun. VIAK 1949.
100. Förslag till vattenverksanläggning i Ljugarn. VIAK 1972.
101. Utredning avseende olje- och salthaltigt grundvatten samt sötvattenförekomster på Grötlingboud, Gotland. SGU 1979.
102. Vattenplaneringsutredningen. Inventering av grundvattentäkten på Gotland. VIAK 1978.
103. Gotska Sandöns kvartärgeologi. SGU 1981.
104. Geotermisk energi. Undersökning av möjligheterna att utvinna geotermisk energi på Gotland. VIAK - AIB - Stockholms universitet 1981.

Bilaga 10

Grundvattenbildning inom Gotland beräknad med numerisk modell *Groundwater recharge within Gotland calculated with a numeric model*

(I huvudsak efter Axelsson, C.-L. & Carlsson, L., 1978: Vattenplaneringsutredningen Jordbruksdepartementet, grundvattenbildning inom Gotland beräknad med numerisk modell. SGU).

Med hjälp av numerisk modell enligt finita element metoden (GEOFEM-G) har grundvattenbildningen inom fyra utvalda områden samt inom hela Gotland beräknats (fig. 1). Inom Stånga-området (område 4), har beräkningarna gällt jordlagren, inom de andra områdena berggrunden. Storleken av grundvattenbildningen beräknad utifrån rådande grundvattenförhållanden är i princip beroende av den vattengenomsläppande förmågan hos berggrunden eller jordlagren samt grundvattenytans läge. Data över dessa förhållanden har erhållits bland annat genom sammanställningar av brunnsuppgifter samt vattenståndsmätningar och konsultrapporter. En sammanställning av resultaten redovisas nedan.

(Mainly according to Axelsson, C.-L. & Carlsson, L., 1978: Vattenplaneringsutredningen Jordbruksdepartementet, grundvattenbildningen inom Gotland beräknad med numerisk modell. SGU.)

Using a numerical model according to the finite element method (GEOFEM-G), the groundwater recharge to four selected areas and to the whole of Gotland, has been calculated (Fig 1). For the Stånga area (area 4), the calculations refer to the Quaternary deposits, in the other areas to the bedrock. The size of the recharge, calculated from prevailing groundwater conditions, is dependent upon the hydraulic conductivity of the bedrock or the Quaternary deposits and the position of the groundwater level. Information on these was obtained by compiling data from wells, water level gauges, and reports from consulting firms.

Tabell 1. Beräknade värden på grundvattenbildning till berggrunden inom område 1 vid olika transmissivitetvärden i olika delområden.

Table 1. Calculated values of groundwater recharge to the bedrock at different transmissivities in different sub-areas of area 1.

Transmissivitet i m ² /s inom delområde <i>Transmissivity in m²/s in sub-areas:</i>			Grundvattenbildning i mm/år <i>Groundwater recharge in mm/year</i>	
A (23%)	B (42%)	C (35%)	över hela ytan <i>whole area</i>	endast över infiltrationsytor <i>infiltration areas only</i>
10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	16	28
5×10 ⁻⁵	5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	81	140
10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	162	281

Tabell 2. Beräknade värden på grundvattenbildning till berggrunden inom område 2 vid olika transmissivitetvärden i olika delområden.

Table 2. Calculated values of groundwater recharge to the bedrock at different transmissivities in different sub-areas of area 2.

Transmissivitet i m ² /s inom delområde <i>Transmissivity in m²/s in sub-areas:</i>			Grundvattenbildning i mm/år <i>Groundwater recharge in mm/year</i>	
A (19%)	B (76%)	C (5%)	över hela ytan <i>whole area</i>	endast över infiltrationsytor <i>infiltration areas only</i>
10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	2	5
5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁵	5×10 ⁻⁶	10	23
10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	20	47

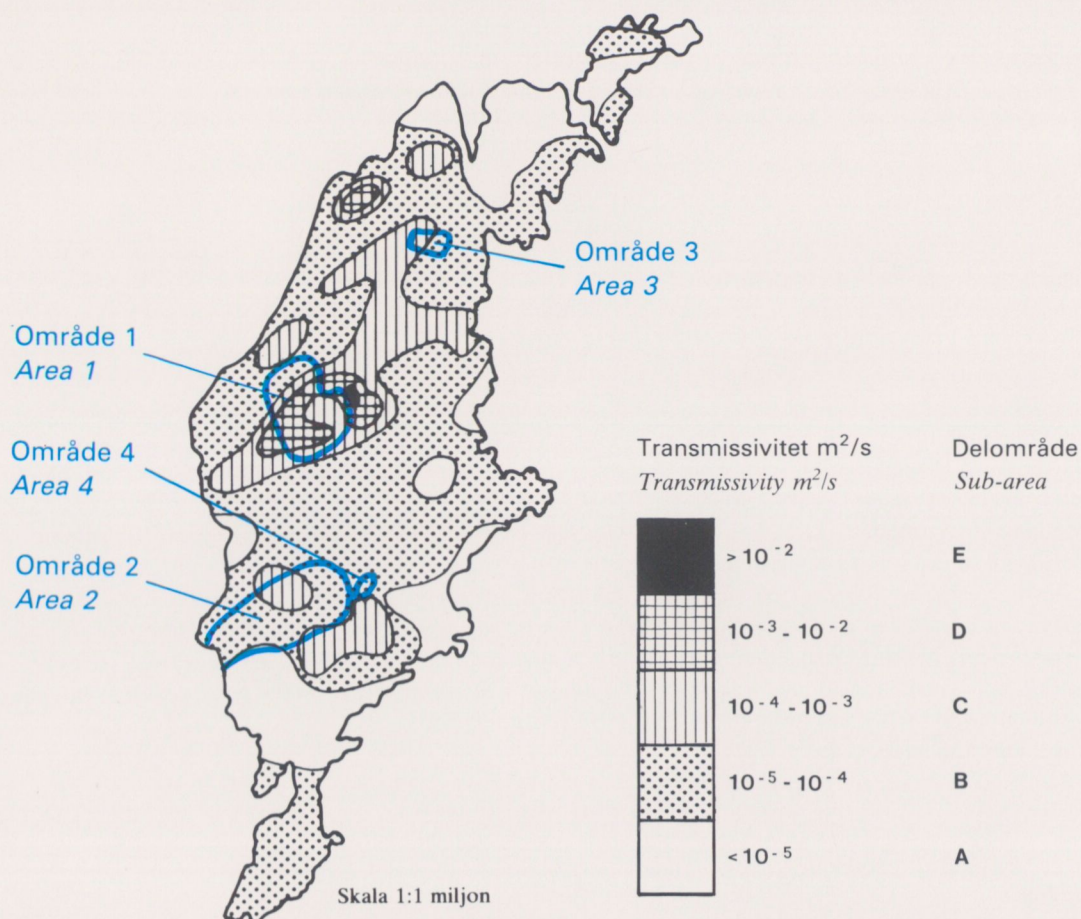


Fig 1. Översiktlig bild av berggrundens transmissivitet baserad på brunnsgatauppgifter.

Fig. 1. Schematic figure of the transmissivity in the bedrock based on well information.

Utvalda områden:

Område 1 beläget sydöst om Visby mellan Träkumla–Follingbo–Romakloster och Atlingbo. Området omfattar ca 104 km².

Område 2 beläget norr om Hemse mellan Östersjön i väster och Stånga–Lojsta i öster. Området omfattar ca 168 km².

Område 3 utgörs av File Hajdar beläget mellan Tingstäde träsk i väster och en nordsydlig linje genom Othem i öster. Området omfattar ca 23 km².

Område 4 beläget vid Stånga mellan Västlaus Stång-myr och Stånga. Området omfattar ca 2,6 km².

Hela Gotland med undantag av Burgsvikshalvön och området nordöst om en linje Kappelhamnsviken–Vägumeviken. Området omfattar ca 2595 km².

Selected areas:

Area 1 located south-east of Visby between Träkumla–Follingbo–Romakloster and Atlingbo. The area is approx. 104 km².

Area 2 located north of Hemse between the Baltic Sea in the west and Stånga–Lojsta in the east. The area is approx. 168 km².

Area 3 is File Hajdar, located between lake Tingstäde in the west and a north-south line through Othem in the east. The area is approx. 23 km².

Area 4 located at Stånga between the Västlaus Stång-bog and Stånga. The area is approx. 2.6 km².

The whole of Gotland except the Burgsvik peninsula and the area north-east of a line from the Kappelhamn bay to the Vägume bay. The area is approx. 2595 km².

Inom File Hajdar (område 3) och Stånga (område 4) har grundvattenbildningen beräknats genom att olika värden på denna ansatts, varefter beräknade och observerade grundvattennivåer jämförts. Detta har resulterat i exempelvis att vid 100 mm grundvattenbildning god överensstämmelse erhållits med grundvattennivåerna i vissa delar av det betraktade området, medan 150 mm:s grundvattenbildning stämmer bättre inom andra delar. Skillnaderna mellan observerade och beräknade grundvattennivåer har dock ej överskridit 0,5 m. Areell variation av grundvattenbildningen inom File Hajdar och Stånga har ej beaktats. I stället har grundvattenbildningen beräknats vara mellan 10–15 mm/år inom File Hajdar samt 100–150 mm/år inom området vid Stånga.

Groundwater recharge to File Hajdar (area 3) and to Stånga (area 4) has been calculated by applying different recharge values in the calculation. Calculated and observed values were then compared. The result was, e.g., that at 100 mm recharge, good agreement with the groundwater levels was obtained in some parts of the studied area, whereas 150 mm recharge agreed better in other parts. The differences between observed and calculated values have not exceeded 0.5 m. The areal variations in groundwater recharge within File Hajdar and Stånga areas have not been taken into consideration. Instead, the recharge to File Hajdar has been estimated to be 10–15 mm/year and to the Stånga area 100–150 mm/year.

Tabell 3. Beräknade värden på grundvattenbildning till berggrunden över hela Gotland vid olika transmissivitetsvärden i olika delområden.
 Table 3. Calculated values of groundwater recharge to the bedrock at different transmissivities in different sub-areas for the whole of Gotland.

Transmissivitet i m ² /s inom delområde <i>Transmissivity in m²/s in sub-areas:</i>					Grundvattenbildning i mm/år Groundwater recharge in mm/year	
A (19%)	B (56%)	C (21%)	D (3%)	E (1%)	över hela ytan whole area	endast över infiltrationsytor infiltration areas only
10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	2	5
5×10 ⁻⁶	5×10 ⁻⁵	5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻³	5×10 ⁻²	12	24
10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	24	48

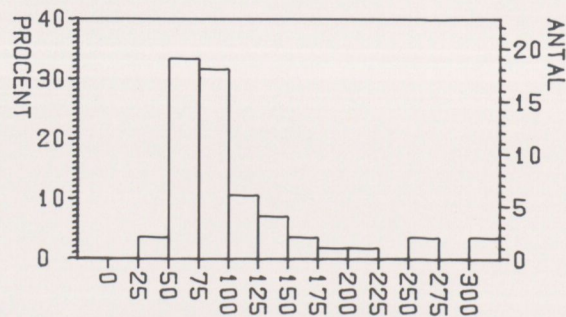
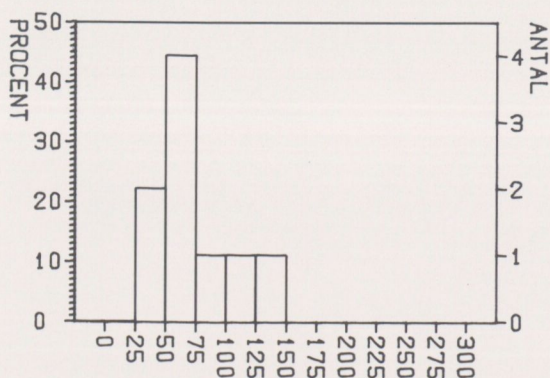
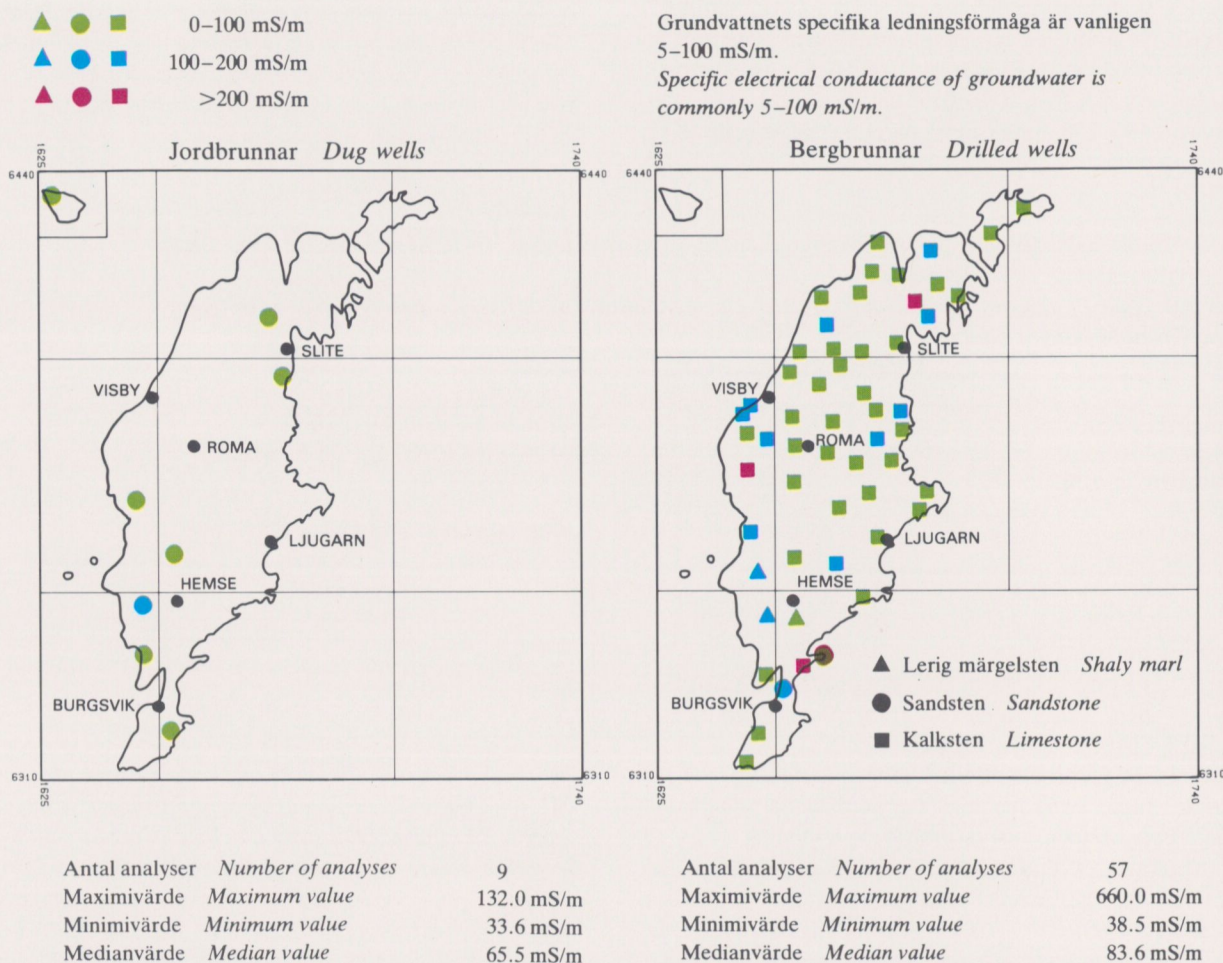
Erhållna värden på grundvattenbildningen varierar beroende av område. Inom områden med låg vattengenomsläppande förmåga i berggrunden har en grundvattenbildning av ca 10 mm/år beräknats. I områden med bättre genomsläppande förmåga har ca 80 mm/år erhållits. Utslaget på endast områden med infiltration, s.k. inströmningsområden blir motsvarande värden 20 respektive 140 mm/år. Beräkning omfattande hela Gotland ger en grundvattenbildning av 12 respektive 24 mm/år till berggrunden. Med hjälp av den utnyttjade metodiken har det också varit möjligt att översiktligt ange in- respektive utströmningsområden för grundvatten inom de utvalda områdena.

Obtained recharge values vary, depending on the area. In areas with low hydraulic conductivity in the bedrock a recharge of approx. 80 mm/year has been obtained. Corresponding values for inflow areas, i.e. areas with infiltration only, are 20 and 140 mm/year, respectively. Calculations made for the whole of Gotland give a recharge of 12 and 24 mm/year to the bedrock, respectively. Using this method, it has been possible roughly to indicate groundwater inflow and outflow areas within the studied areas.

Bilaga 11 a

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Specifik elektrisk ledningsförmåga Specific electrical conductance

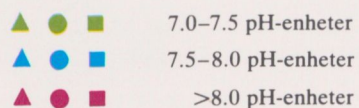


Vattnets elektriska ledningsförmåga avspeglar dess salt-halt. Ett saltfattigt vatten har låga värden. Den specifika elektriska ledningsförmågan mäts i milliSiemens per meter (mS/m)

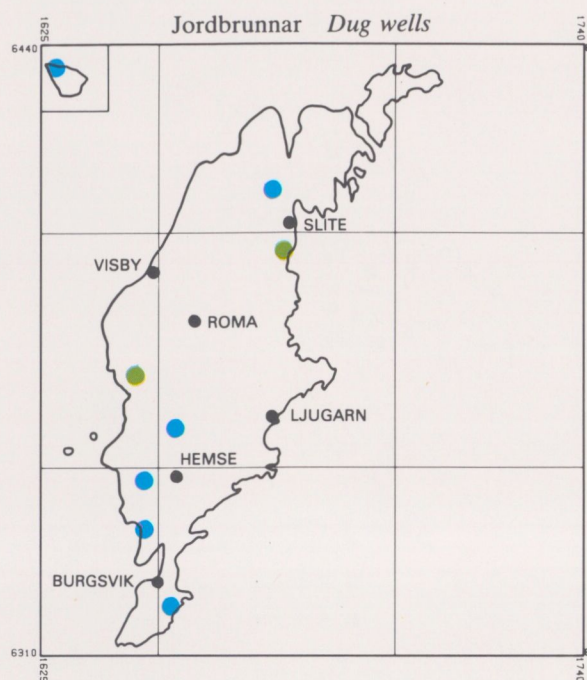
Bilaga 11 b

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

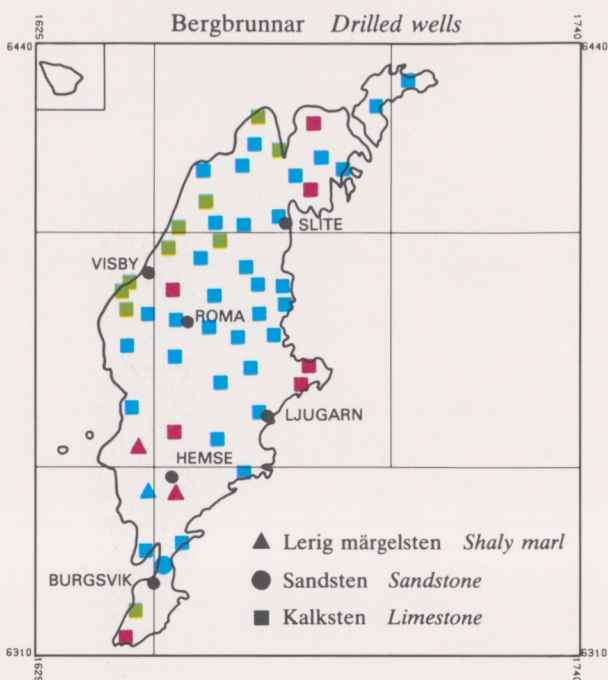
Vätejonaktivitet, pH Hydrogen-ion activity, pH



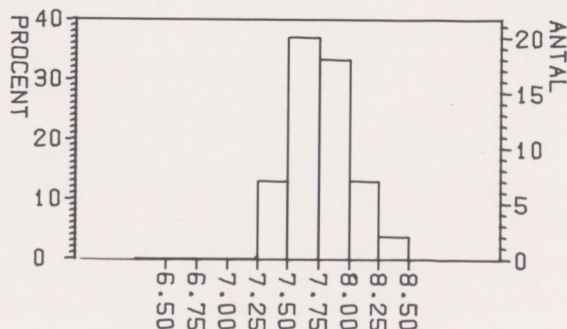
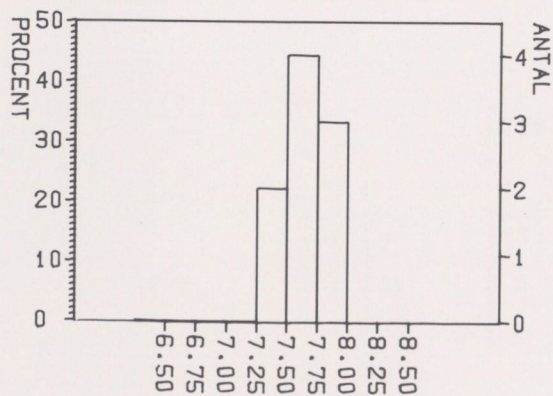
Vanliga värden för grundvatten 5–9 pH-enheter
Common values of pH in groundwater 5–9



Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	7.95 mg/l
Minimivärde	Minimum value	7.30 mg/l
Medianvärde	Median value	7.7 mg/l



Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	8.40 mg/l
Minimivärde	Minimum value	7.25 mg/l
Medianvärde	Median value	7.75 mg/l

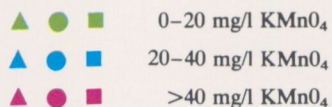


pH är ett mått på vattnets surhetsgrad. Ju lägre värden desto surare vatten. Neutralvärdet är 7. Jordbrunnar har i regel lägre pH-värde än bergbörade brunnar. Låga pH-värden i kombination med mjukt vatten och låg alkalitet ger vattnet ledningsangripande egenskaper.

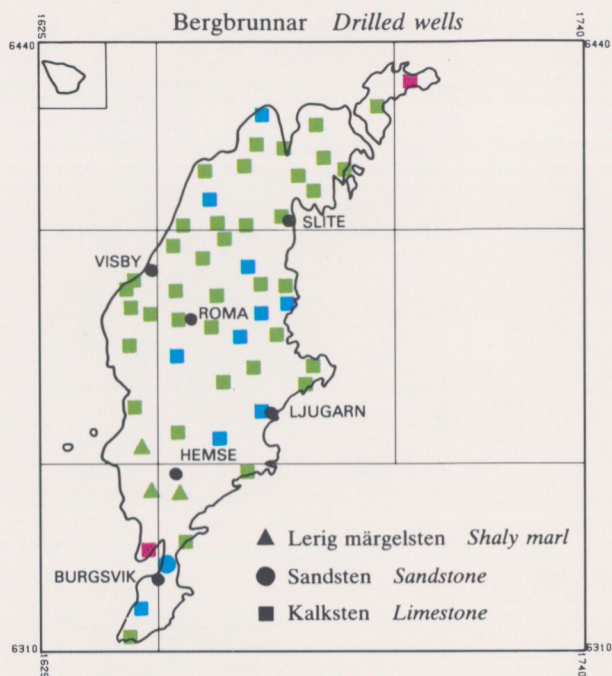
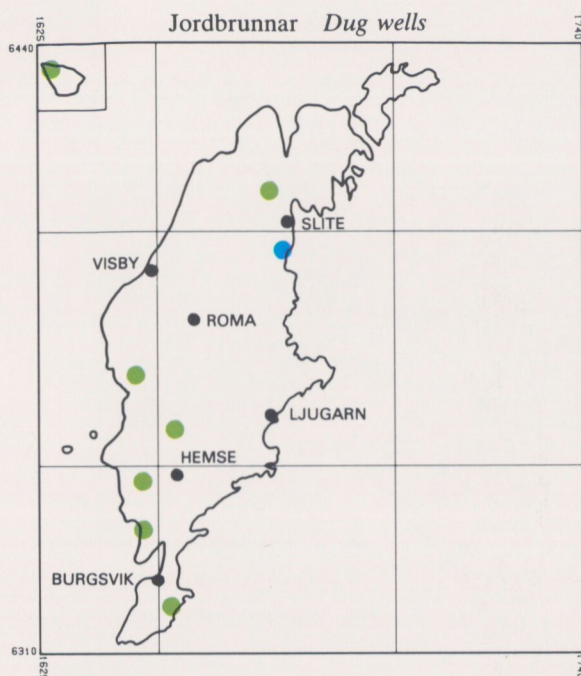
Bilaga 11c

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Permanganatförbrukning, KMnO_4 Permanganate value, KMnO_4

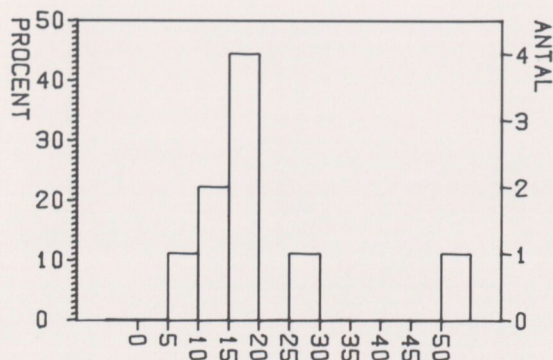


Vanliga värden för grundvatten 0–25 mg/l KMnO_4
Common permanganate-values in groundwater
0–25 mg/l KMnO_4

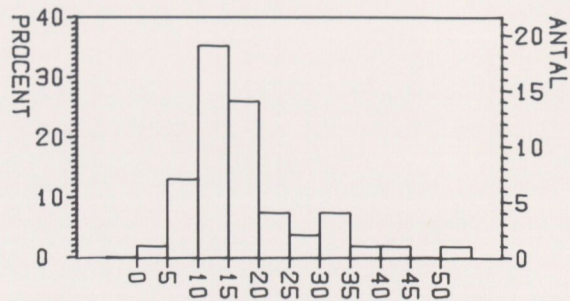


Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	113 mg/l
Minimivärde	Minimum value	8 mg/l
Medianvärde	Median value	16 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	54
Maximivärde	Maximum value	52.0 mg/l
Minimivärde	Minimum value	4.0 mg/l
Medianvärde	Median value	14.5 mg/l



Permanganat (KMnO_4)-förbrukningen är ett mått på vattnets halt av organiska ämnen. I regel utgörs dessa av normala humusämnen. I undantagsfall kan hög permanganatförbrukning orsakas av påverkan från avlopp och dylikt.

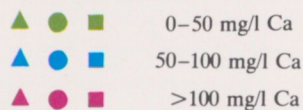


Värden mellan 20 och 40 mg/l KMnO_4 betraktas från teknisk synpunkt anmärkningsvärda. Värden överstigande 40 mg/l KMnO_4 medför att vattnet betraktas som med tvekan tjänligt.

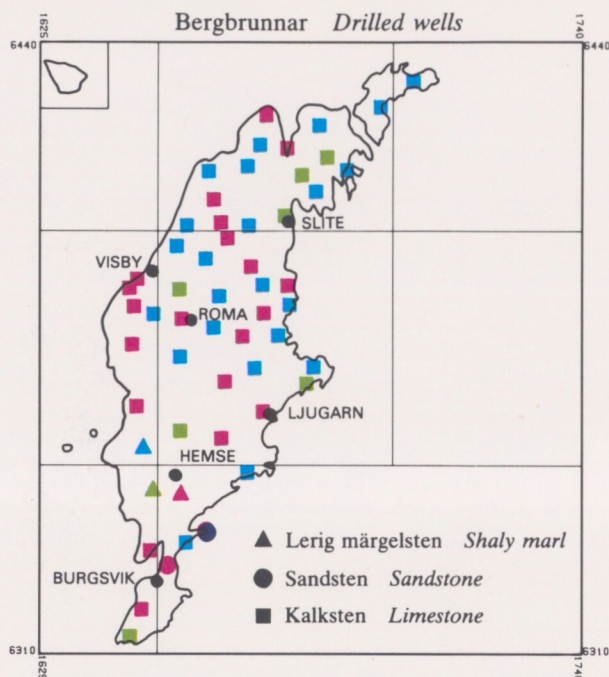
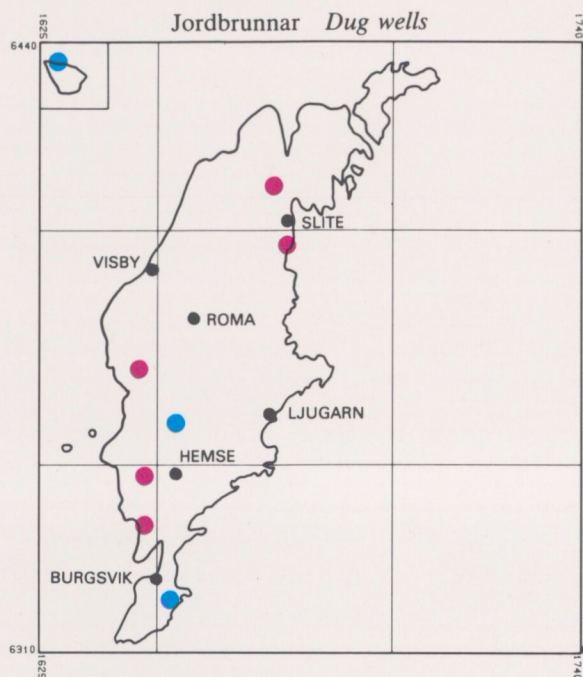
Bilaga 11 d

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Kalcium, Ca
Calcium, Ca

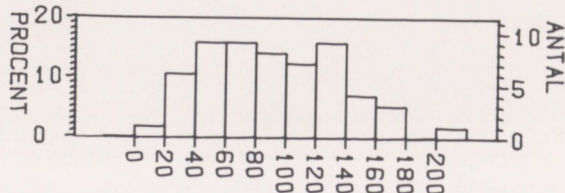
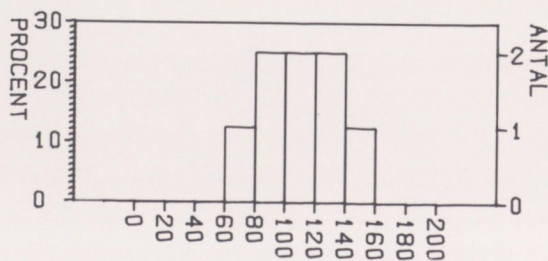


Vanliga halter i grundvatten 5–200 mg/l Ca
Groundwater commonly contains 5–200 mg/l Ca



Antal analyser	Number of analyses	8
Maximivärde	Maximum value	143 mg/l
Minimivärde	Minimum value	64 mg/l
Medianvärde	Median value	113 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	57
Maximivärde	Maximum value	208 mg/l
Minimivärde	Minimum value	16 mg/l
Medianvärde	Median value	89 mg/l

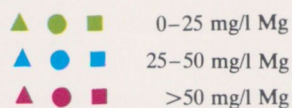


Det kalcium som finns i grundvattnet kommer i regel huvudsakligen från berggrunden och/eller jordlagren. Halterna blir högst i områden med kalkhaltiga berg- eller jordarter. Höga halter av kalcium och magnesium gör att vattnet blir hårt.

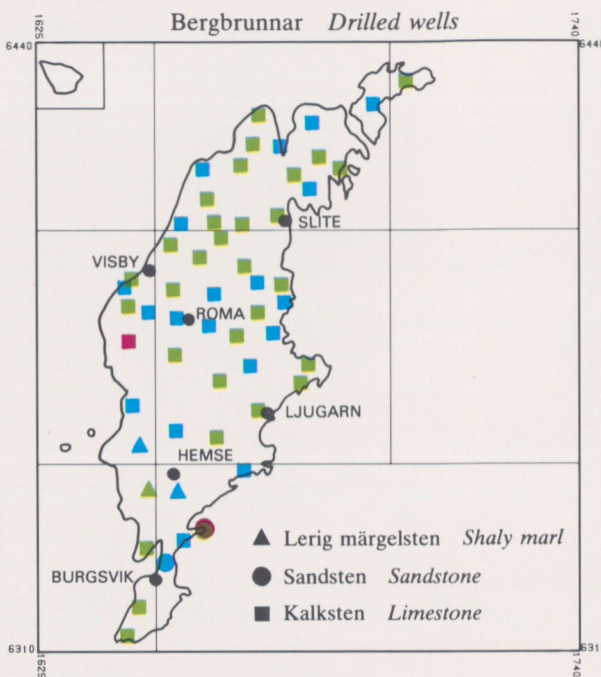
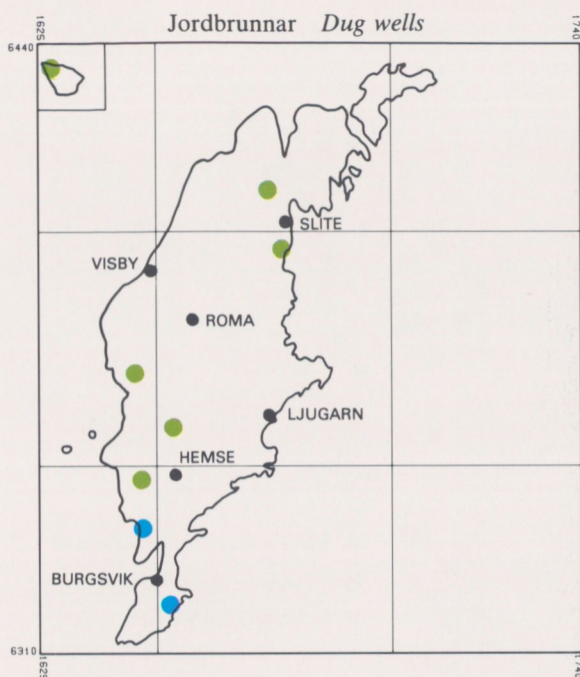
Bilaga 11 e

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Magnesium, Mg
Magnesium, Mg

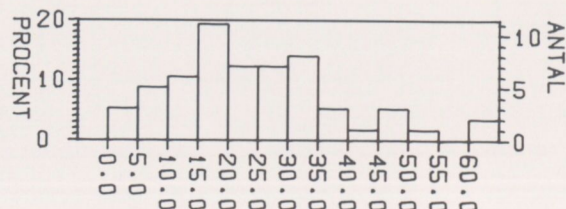
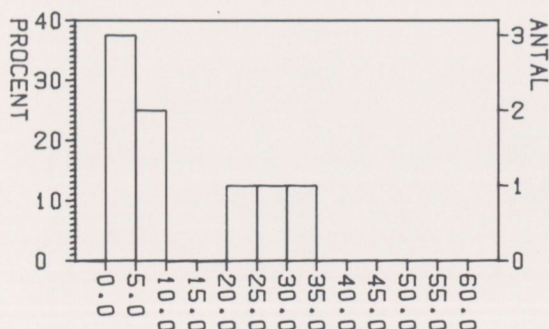


Vanliga halter i grundvatten 2–25 mg/l Mg
Groundwater commonly contains 2–25 mg/l Mg



Antal analyser	Number of analyses	8
Maximivärde	Maximum value	32 mg/l
Minimivärde	Minimum value	2 mg/l
Medianvärde	Median value	7 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	57
Maximivärde	Maximum value	126 mg/l
Minimivärde	Minimum value	2 mg/l
Medianvärde	Median value	20 mg/l



Det magnesium som finns i grundvattnet kommer i regel från berggrunden och jordlagren. Halterna blir högst i områden med kalkhaltiga berg- och jordarter. Höga halter av kalcium och magnesium gör vattnet hårt.

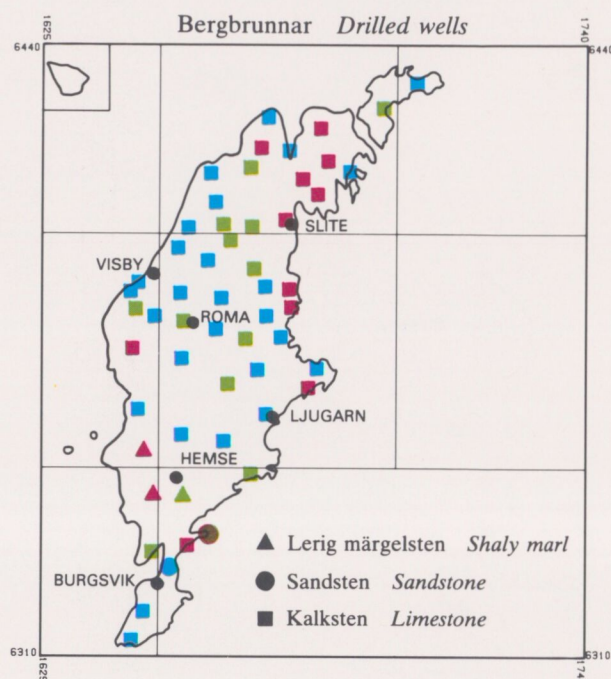
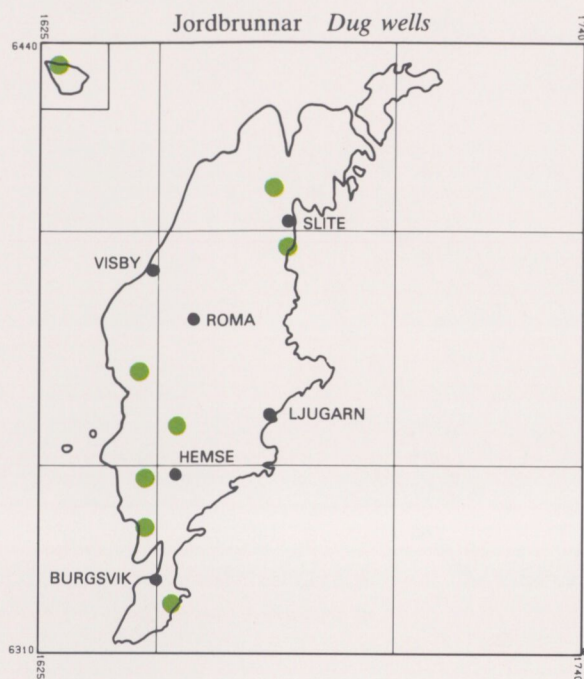
Bilaga 11f

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Natrium, Na
Sodium, Na

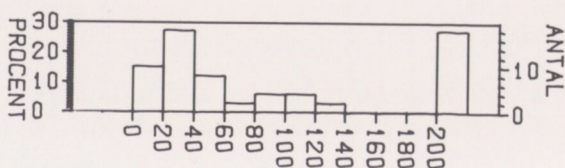
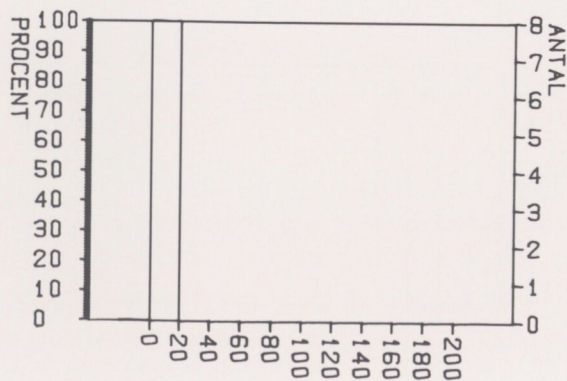
- ▲ ● ■ 0–50 mg/l Na
- ▲ ● ■ 50–100 mg/l Na
- ▲ ● ■ >100 mg/l Na

Vanliga halter i grundvatten 2–50 mg/l Na
Groundwater commonly contains 2–50 mg/l Na



Antal analyser	Number of analyses	8
Maximivärde	Maximum value	19.0 mg/l
Minimivärde	Minimum value	4.2 mg/l
Medianvärde	Median value	8.0 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	66
Maximivärde	Maximum value	1750 mg/l
Minimivärde	Minimum value	9 mg/l
Medianvärde	Median value	52 mg/l

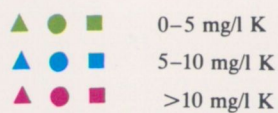


Höga natriumhalter ger tillsammans med höga kloridhalter salt smak åt vattnet. Höga natrium- och kloridhalter förekommer oftast tillsammans och kan då tyda på påverkan från havsvatten. Avhärdat vatten ger ofta höga natriumhalter.

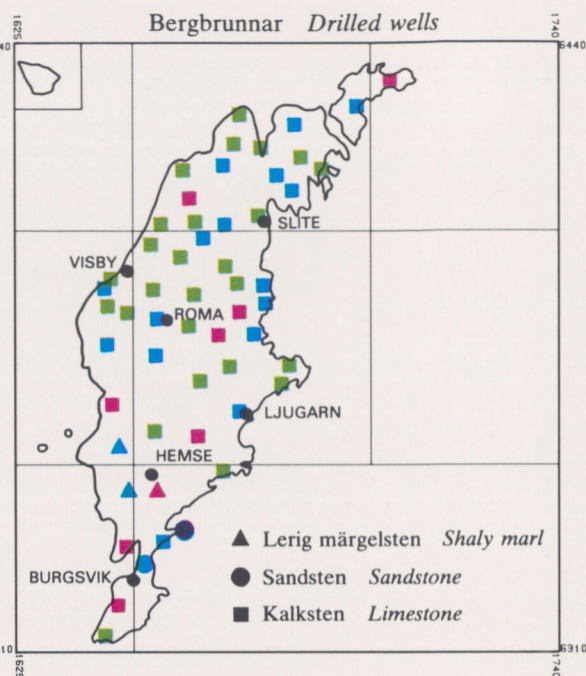
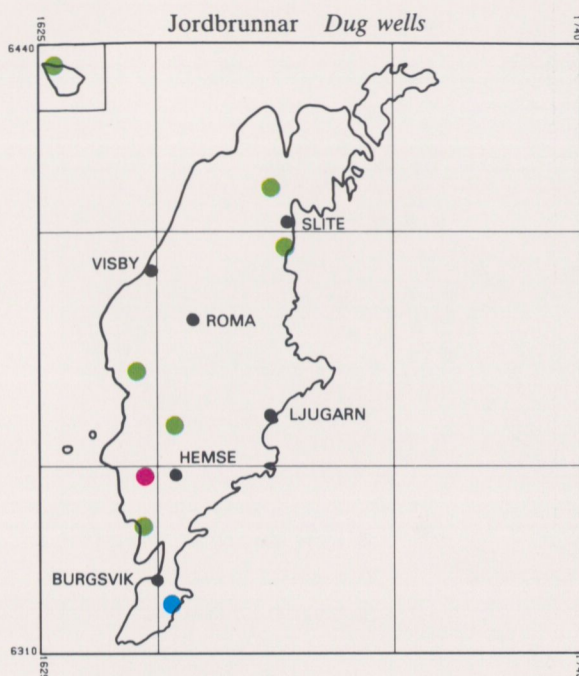
Bilaga 11 g

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Kalium, K
Potassium, K

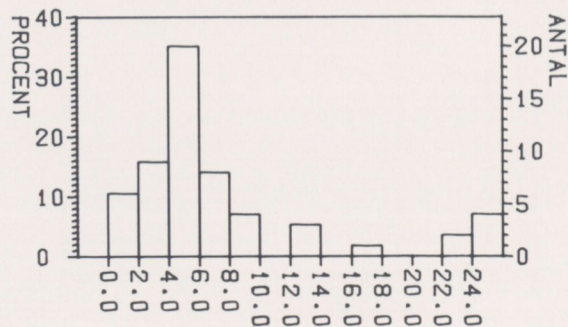
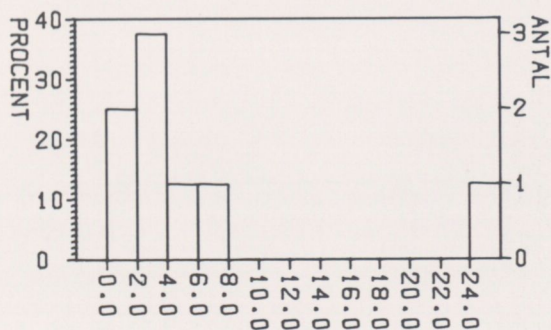


Vanliga halter i grundvatten 0.5–10 mg/l K
Groundwater commonly contains 0.5–10 mg/l K



Antal analyser	Number of analyses	8
Maximivärde	Maximum value	60.0 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.7 mg/l
Medianvärde	Median value	3.2 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	57
Maximivärde	Maximum value	168.0 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.4 mg/l
Medianvärde	Median value	5.4 mg/l

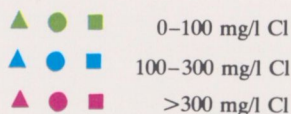


I regel är kaliumhalterna lägre än natriumhalterna.
Kalium kan komma från kaligödselmedel.

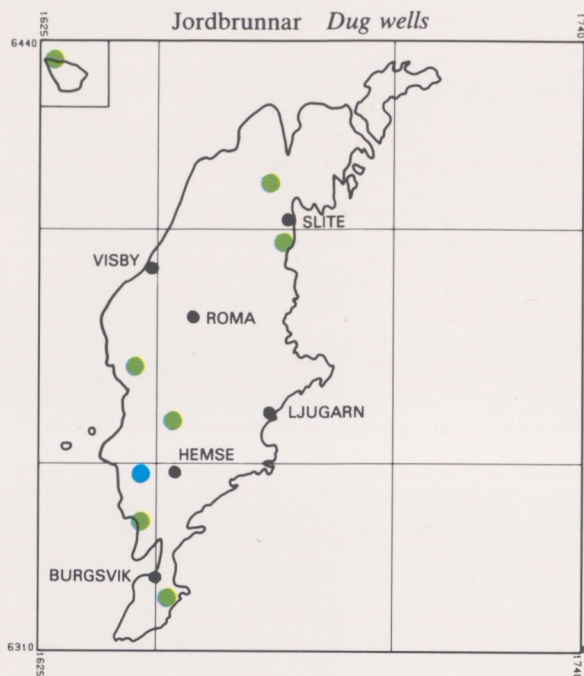
Bilaga 11 h

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

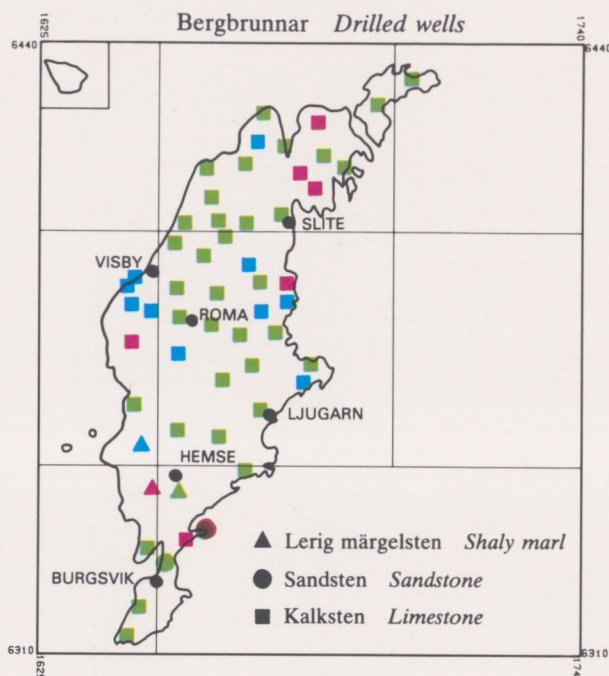
Klorid, Cl
Chloride, Cl



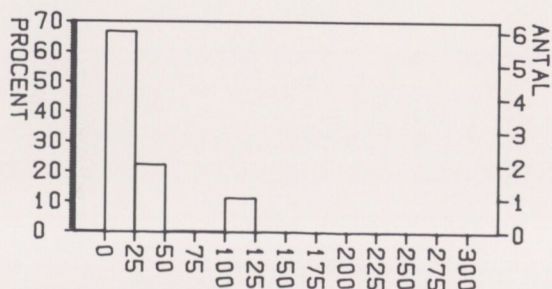
Vanliga halter i grundvatten 2–50 mg/l Cl
Groundwater commonly contains 2–50 mg/l Cl



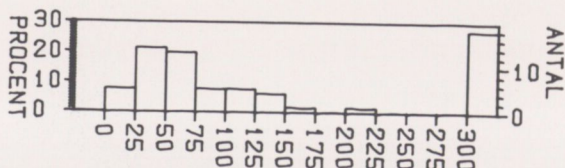
Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	110 mg/l
Minimivärde	Minimum value	10 mg/l
Medianvärde	Median value	22 mg/l



Antal analyser	Number of analyses	66
Maximivärde	Maximum value	4050 mg/l
Minimivärde	Minimum value	6 mg/l
Medianvärde	Median value	87 mg/l



Höga kloridhalter kan bero på inblandning av gammalt havsvatten, som kan finnas i jordlagren och berggrunden även långt ifrån de nuvarande kusterna. Höga kloridhalter kan också orsakas av föroreningar. Kloridhalter över 300 mg/l ger tillsammans med natrium salt smak åt

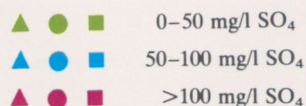


vattnet. Halter mellan 100 och 300 mg/l betraktas som från teknisk synpunkt anmärkningsvärda. Halter överstigande 300 mg/l medför att vattnet betraktas som med tvekan tjänligt.

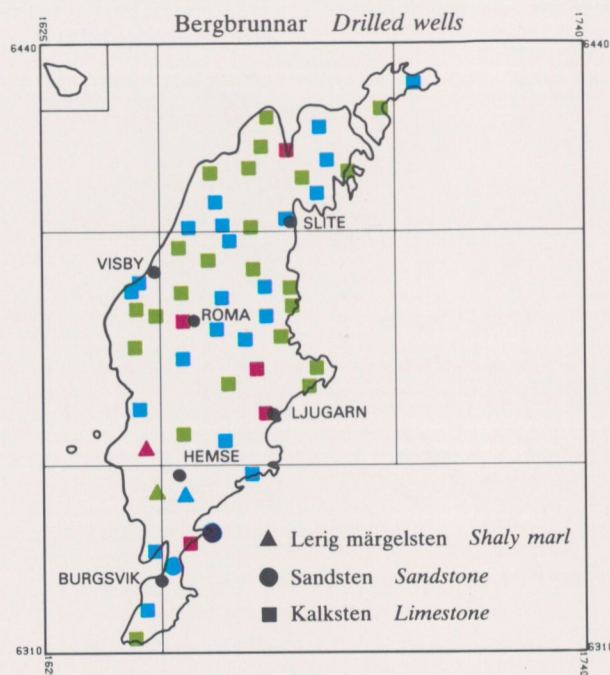
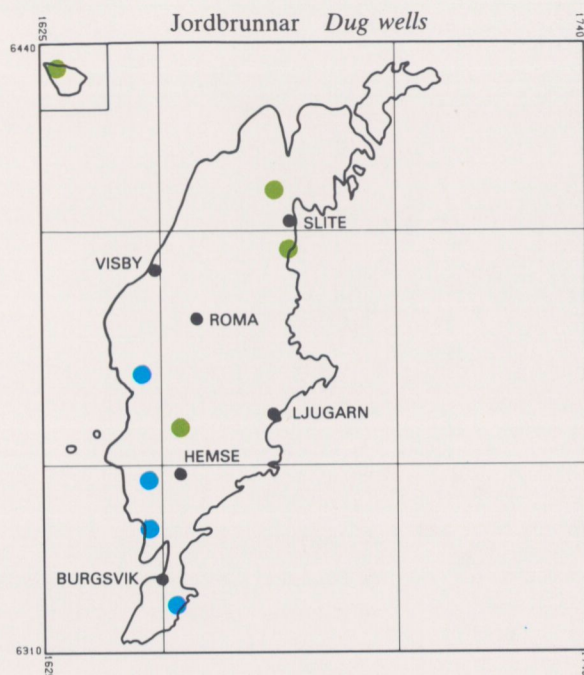
Bilaga 11 i

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Sulfat, SO_4
Sulphate, SO_4

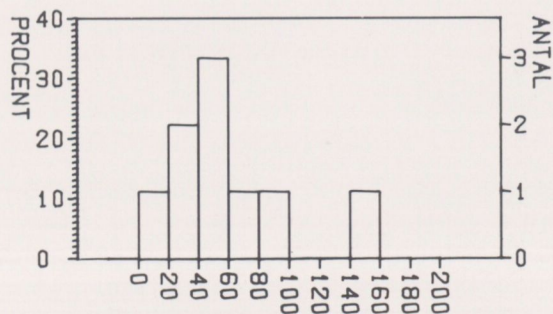


Vanliga halter i grundvatten 2–150 mg/l SO_4
Groundwater commonly contains 2–150 mg/l SO_4

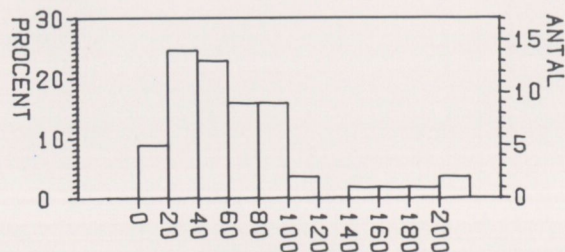


Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	150 mg/l
Minimivärde	Minimum value	16 mg/l
Medianvärde	Median value	58 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	57
Maximivärde	Maximum value	346 mg/l
Minimivärde	Minimum value	13 mg/l
Medianvärde	Median value	53 mg/l



Höga sulfathalter i grundvatten kan bero på utlösning från gytte- och torvjordlager eller vittrande kismineral i berggrunden. Höga halter i kombination med magnesium och natrium anses kunna verka laxerande. Halter

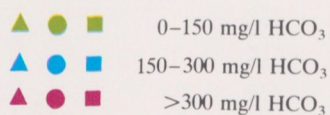


mellan 100 och 200 mg/l betraktas som från teknisk synpunkt anmärkningsvärda. Halter överstigande 200 mg/l medför att vattnet betraktas som med tvekan tjänligt.

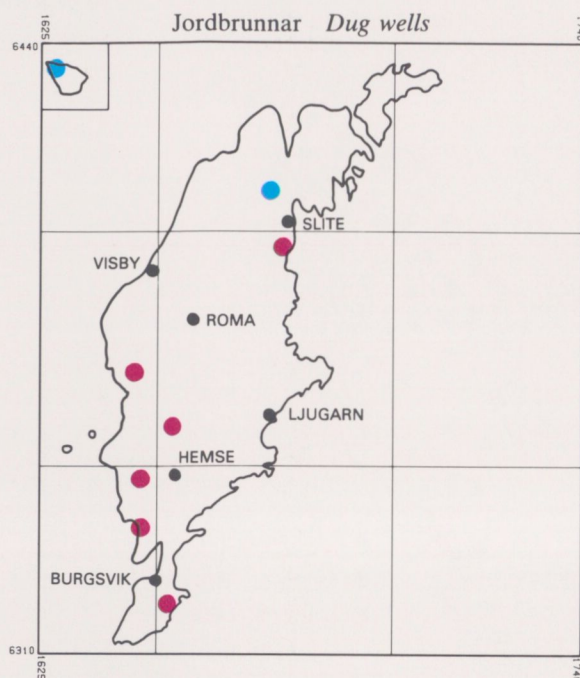
Bilaga 11j

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

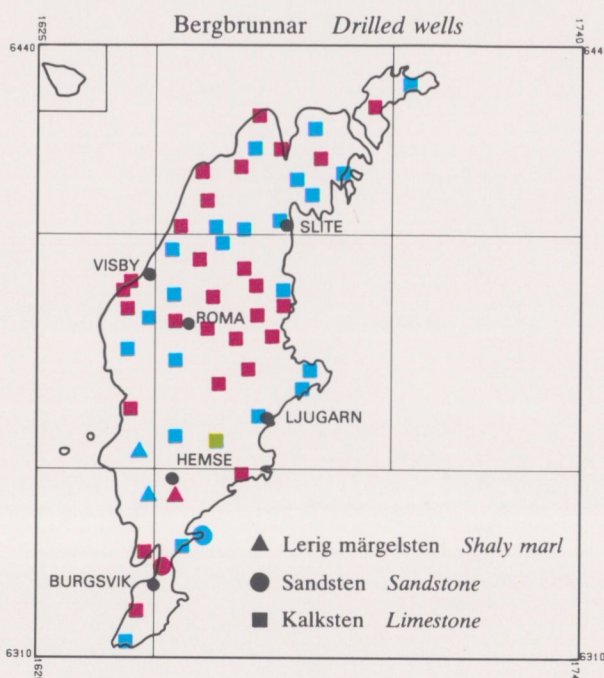
Alkalitet, HCO_3
Alkalinity, HCO_3



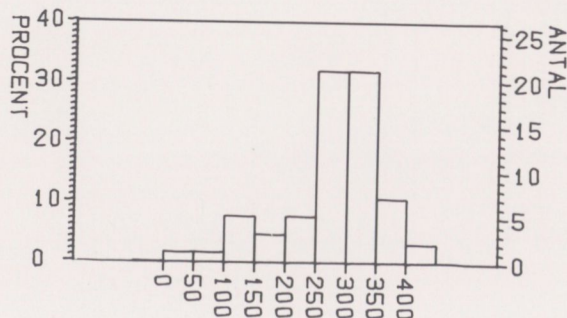
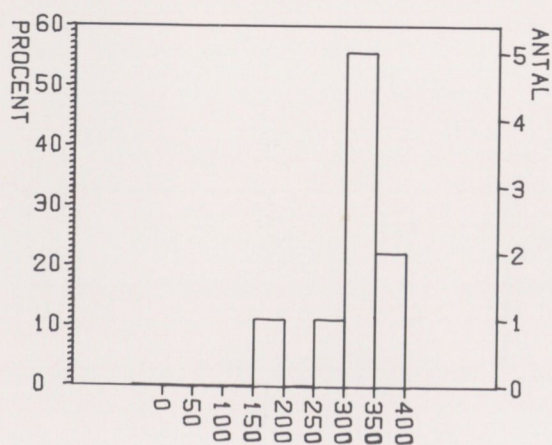
Vanliga halter i grundvatten 20–400 mg/l HCO_3
Groundwater commonly contains 20–400 mg/l HCO_3



Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	378 mg/l
Minimivärde	Minimum value	184 mg/l
Medianvärde	Median value	315 mg/l



Antal analyser	Number of analyses	66
Maximivärde	Maximum value	501 mg/l
Minimivärde	Minimum value	48 mg/l
Medianvärde	Median value	294 mg/l



Alkaliteten, som vid normala pH-värden motsvarar bikarbonathalten (HCO_3)-halten, är ett mått på vattnets förmåga att motstå försurning.

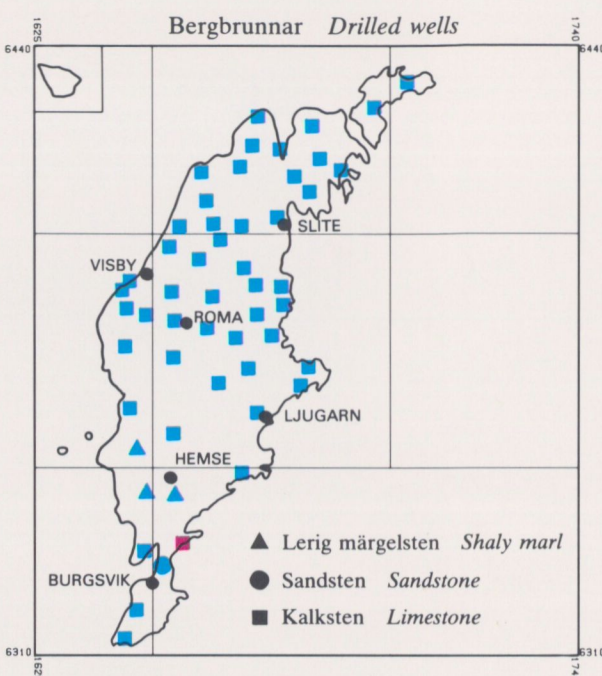
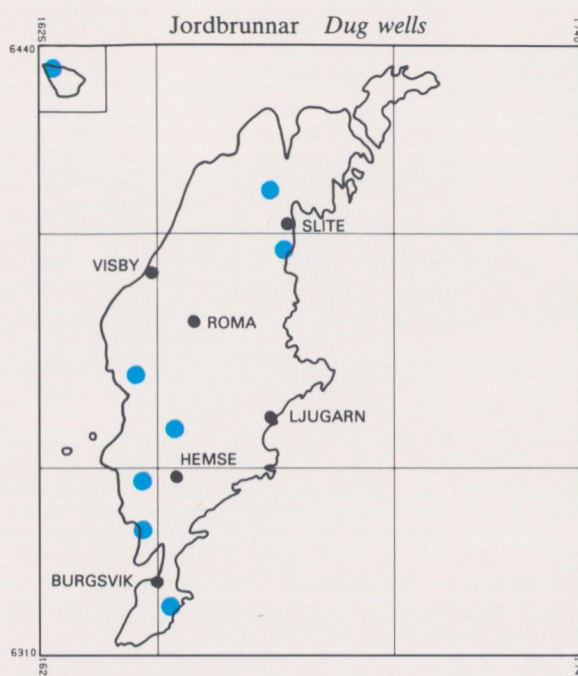
Bilaga 11 k

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Ammonium, NH_4
Ammonia, NH_4

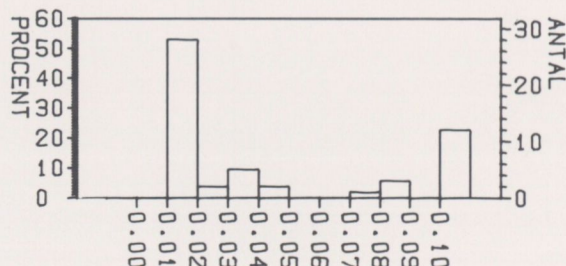
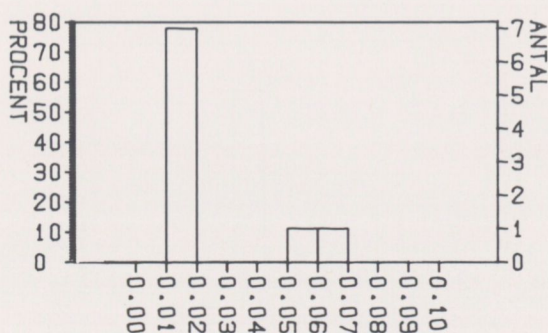
▲ ● ■ <0.5 mg/l NH_4
▲ ● ■ >0.5 mg/l NH_4

Vanliga halter i grundvatten 0–1 mg/l NH_4
Groundwater commonly contains 0–1 mg/l NH_4



Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	0.06 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.01 mg/l
Medianvärde	Median value	0.01 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	0.73 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.01 mg/l
Medianvärde	Median value	0.01 mg/l



Ammonium, NH_4 , är en kväveförening, som i regel finns i mycket låga halter i grundvatten. Förhöjda halter kan bero på föroreningar från avlopp eller gödselstäder. Även åker gödsling kan, särskilt på sandiga jordar, ge förhöjda halter. Ammoniumhalter överstigande 0.5 mg/l NH_4 anses från hygienisk synpunkt anmärkningsvärda.

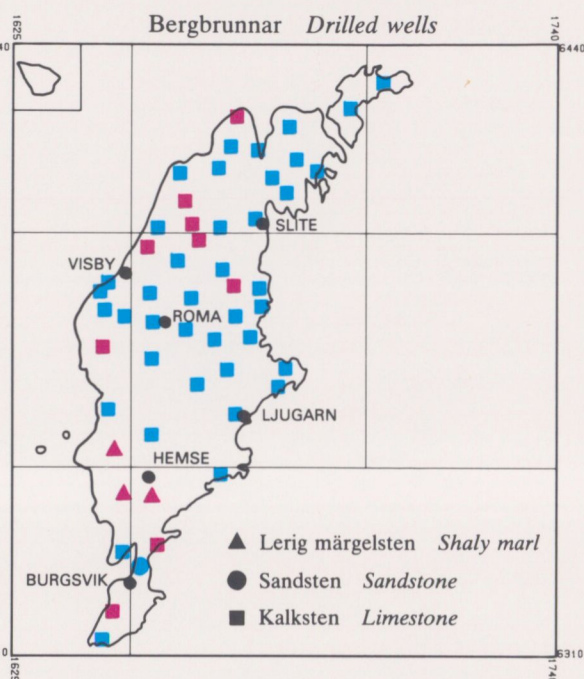
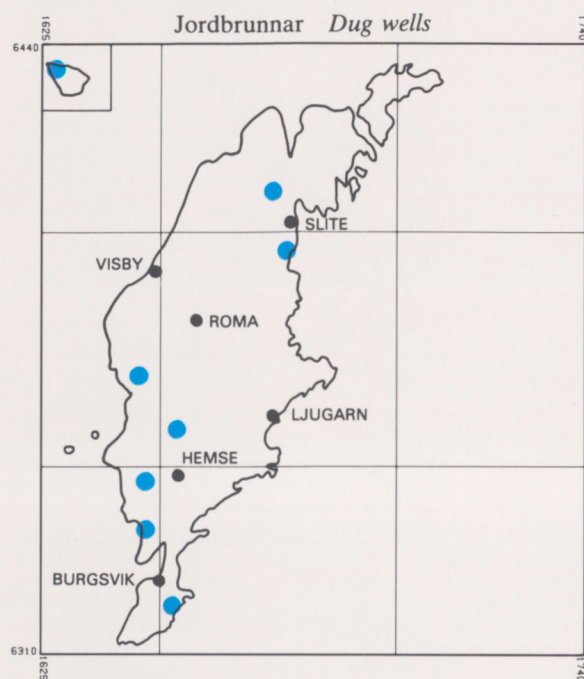
Bilaga 111

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Nitrit, NO₂
Nitrite, NO₂

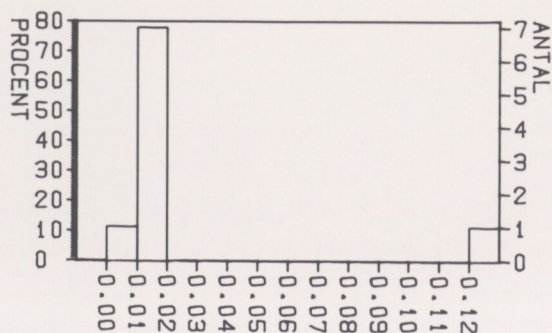
▲ ● ■ <0.02 mg/l
▲ ● ■ >0.02 mg/l

Vanliga halter i grundvatten 0–0.02 mg/l NO₂
Groundwater commonly contains 0–0.02 mg/l NO₂

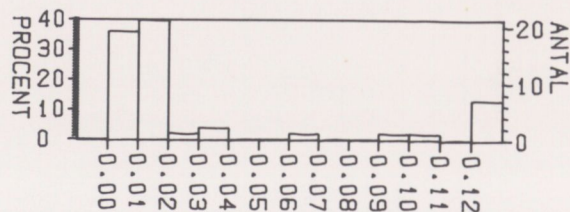


Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	0.14 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.01 mg/l
Medianvärde	Median value	0.01 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	1.94 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.01 mg/l
Medianvärde	Median value	0.01 mg/l



Nitrit, NO₂, är en kväveförening, som i regel finns i mycket låga halter i grundvatten. Förhöjda halter kan bero på föroreningar från avlopp eller gödselstäder. Även åker gödsling kan, särskilt på sandiga jordar ge förhöjda halter. Vid god syretillgång kan ammonium



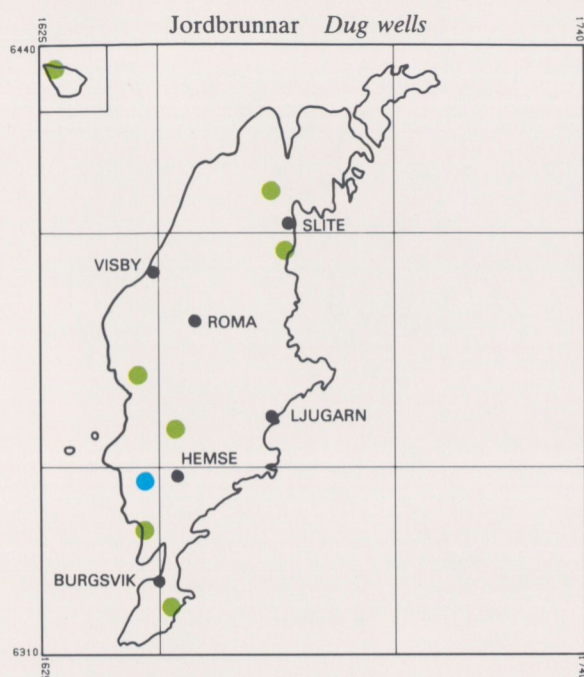
nittrifieras till nitrit. Vid syrebrist kan nitrat reduceras till nitrit. Förhöjda nitrithalter i djupa bergbörade brunnar kan ibland bero på detta. Nitrithalter överstigande 0.02 mg/l NO₂ anses från hygienisk synpunkt som anmärkningsvärda.

Grundvattenkvalitet
Groundwater quality

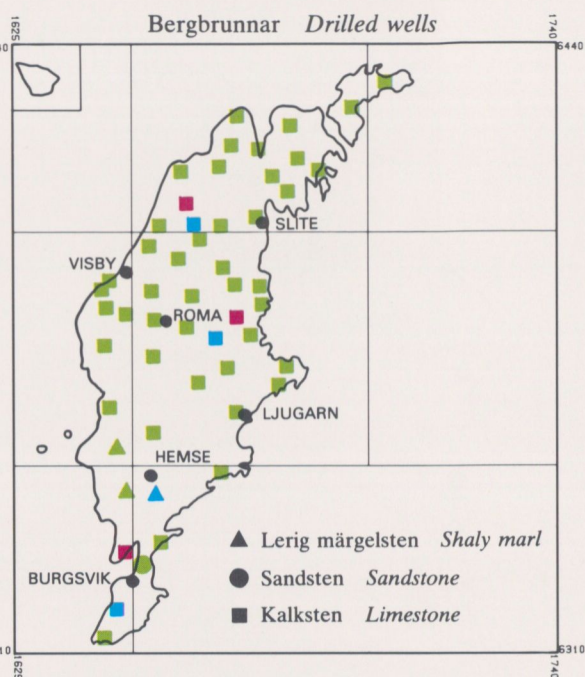
Nitrat, NO_3
Nitrate, NO_3



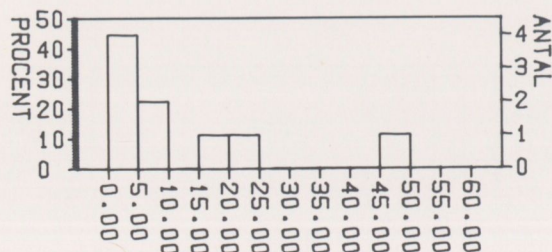
Vanliga halter i grundvatten 0–20 mg/l NO_3
Groundwater commonly contains 0–20 mg/l NO_3



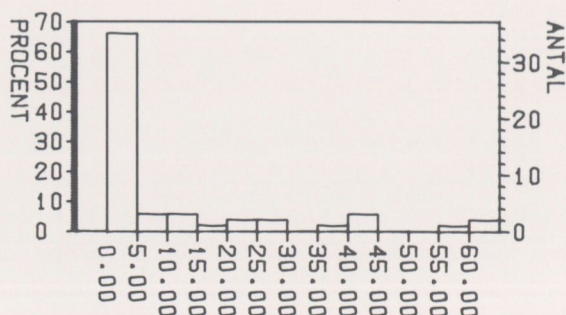
Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	47.8 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.02 mg/l
Medianvärde	Median value	5.75 mg/l



Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	101 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.07 mg/l
Medianvärde	Median value	1.55 mg/l



Nitrat, NO_3 , är en kväveförening, som i regel finns naturligt i mycket låga halter i grundvatten. Förhöjda halter kan bero på föroreningar från avlopp och gödselstackar. Åker gödsling, särskilt på sandiga jordar, kan även ge förhöjda halter. Likaså kan kväveföreningar från industriella rökgasutsläpp med nederbörden tillföras grundvattnet. Under växtsäsongen tas stora mängder kväve upp av växterna. Tillskottet av kväveföreningar

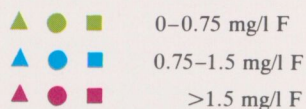


till grundvattnet blir då mindre. Nitrat halterna i grundvattnet varierar därför med årstiderna. Barn under 1 års ålder, som dricker vatten med höga nitrat halter, kan få sjukdomssymtom p.g.a. methemoglobinemi. Om nitrat halten överstiger 50 mg/l NO_3 skall vattnet därför inte ges till barn under 1 års ålder. Ett vatten som innehåller mer än 30 mg/l betecknas från hygienisk synpunkt som anmärkningsvärt.

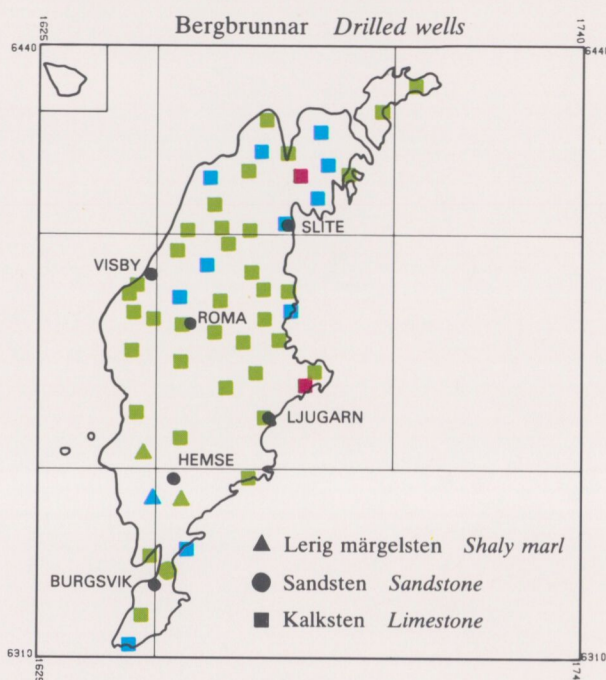
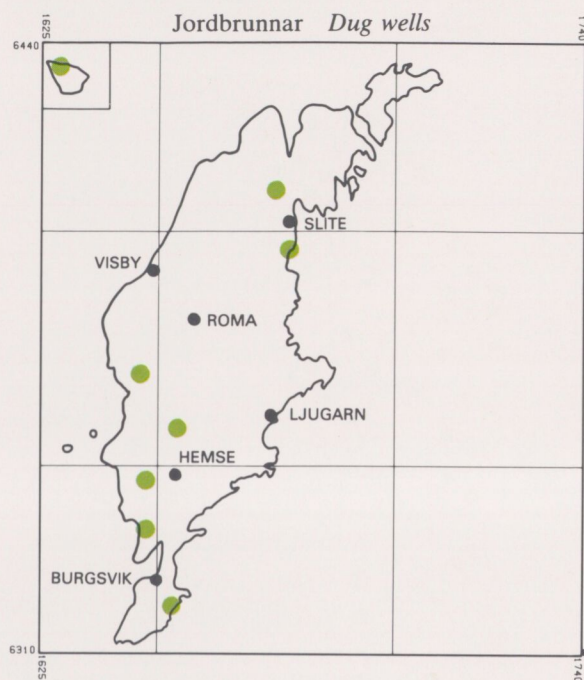
Bilaga 11 n

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Fluorid, F
Fluoride, F

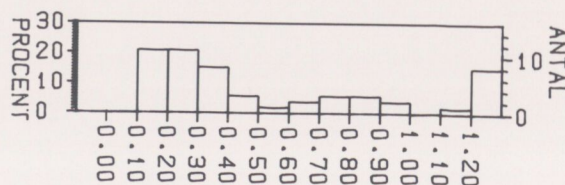
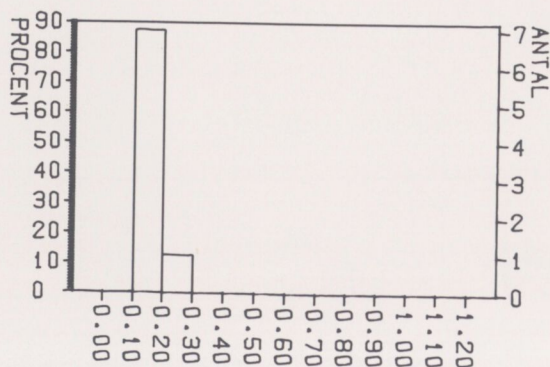


Vanliga halter i grundvatten 0–1.5 mg/l F
Groundwater commonly contains 0–1.5 mg/l F



Antal analyser	Number of analyses	8
Maximivärde	Maximum value	0.23 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.10 mg/l
Medianvärde	Median value	0.10 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	3.5 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.1 mg/l
Medianvärde	Median value	0.33 mg/l



Brunnar med höga halter av fluorid påträffas ofta inom områden där berggrunden är rik på flusspat CaF_2 . Fluoridhalter mellan 0.75 och 1.5 mg/l ger skydd mot karies (tanddröta). Halter över 1.5 mg/l kan orsaka besvär såsom fläckar på tänderna. Vatten med halter över 6 mg/l skall betraktas som otjänligt.

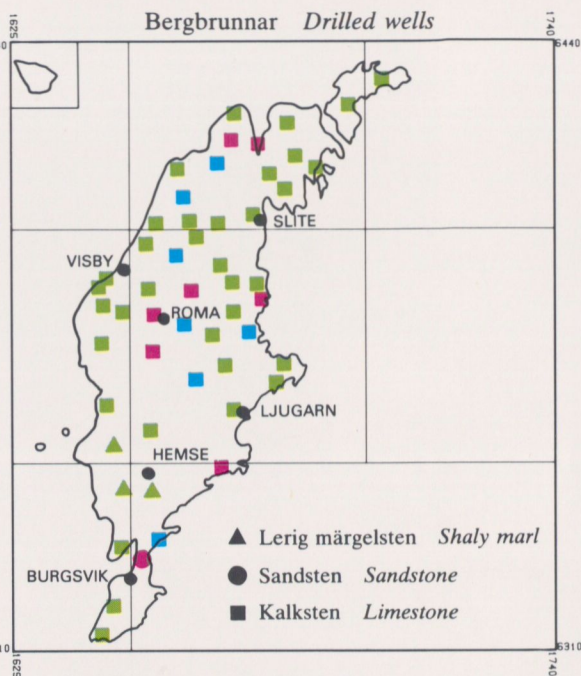
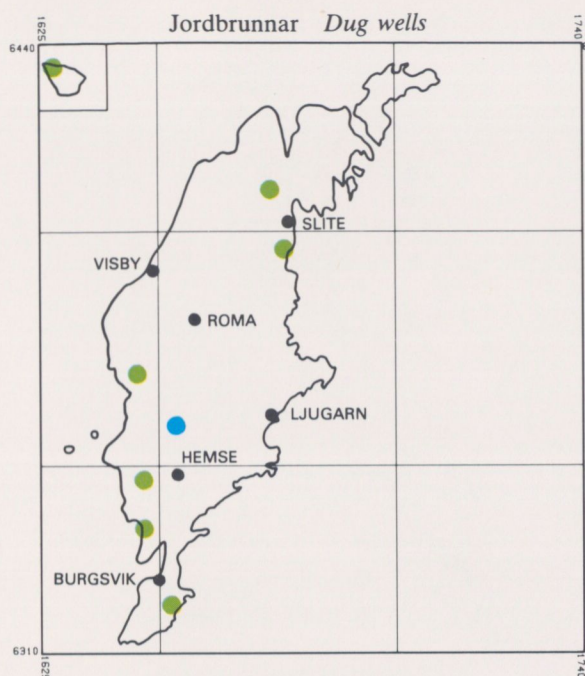
Bilaga 11 o

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Järn, Fe
Iron, Fe

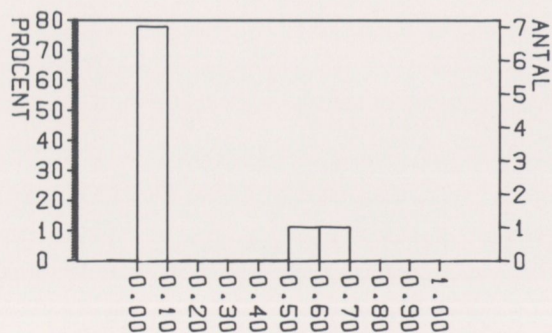


Vanliga halter i grundvatten 0–1 mg/l Fe
Groundwater commonly contains 0–1 mg/l Fe

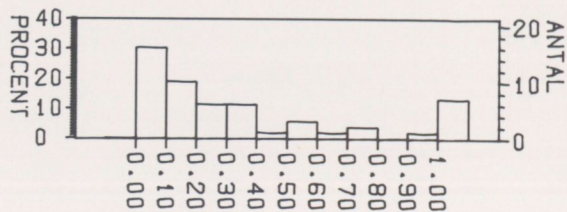


Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	0.65 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.04 mg/l
Medianvärde	Median value	0.05 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	5.2 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.02 mg/l
Medianvärde	Median value	0.22 mg/l



Höga halter av järn kan orsaka bruna fläckar på tvätt och porslin o.dyl. Halterna kan förändras avsevärt från brunn till tappställe beroende på utfällning och utlösning från järnledningar. Höga halter ger en obehaglig smak åt

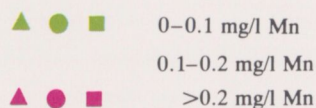


vattnet. Halter mellan 0.2 och 0.4 mg/l betraktas som från teknisk synpunkt anmärkningsvärda. Halter överstigande 0.4 mg/l medför att vattnet betraktas som med tvekan tjänligt.

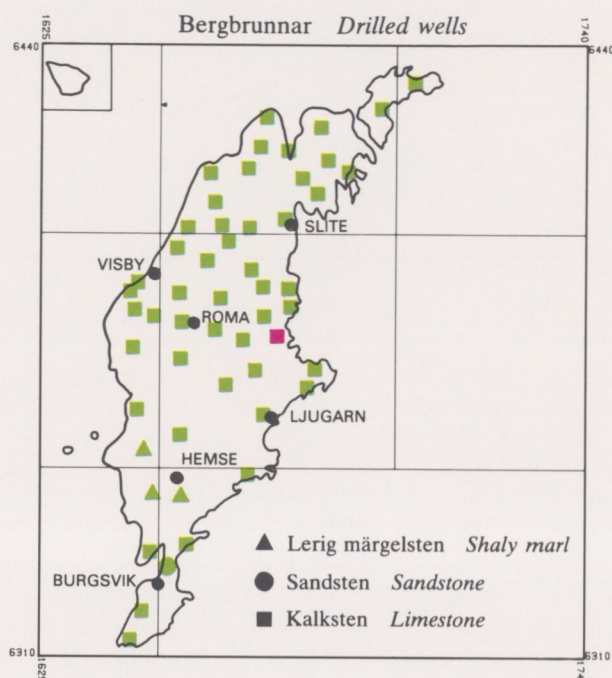
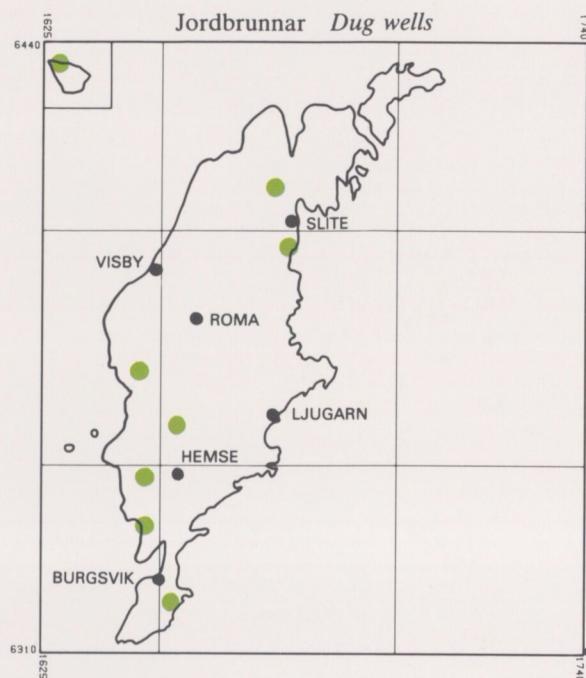
Bilaga 11p

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Mangan, Mn
Manganese, Mn

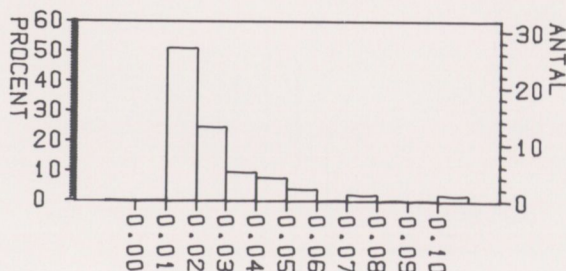
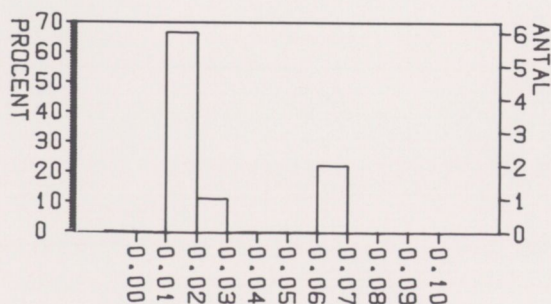


Vanliga halter i grundvatten 0–0.7 mg/l Mn
Groundwater commonly contains 0–0.7 mg/l Mn



Antal analyser	Number of analyses	9
Maximivärde	Maximum value	0.06 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.01 mg/l
Medianvärde	Median value	0.01 mg/l

Antal analyser	Number of analyses	53
Maximivärde	Maximum value	0.30 mg/l
Minimivärde	Minimum value	0.01 mg/l
Medianvärde	Median value	0.01 mg/l



Höga halter av mangan kan orsaka bruna fläckar på tvätt, porslin o.dyl. och kan ge en obehaglig smak åt vattnet. Halter över 0.1 mg/l Mn betraktas som med tvekan tjänligt.

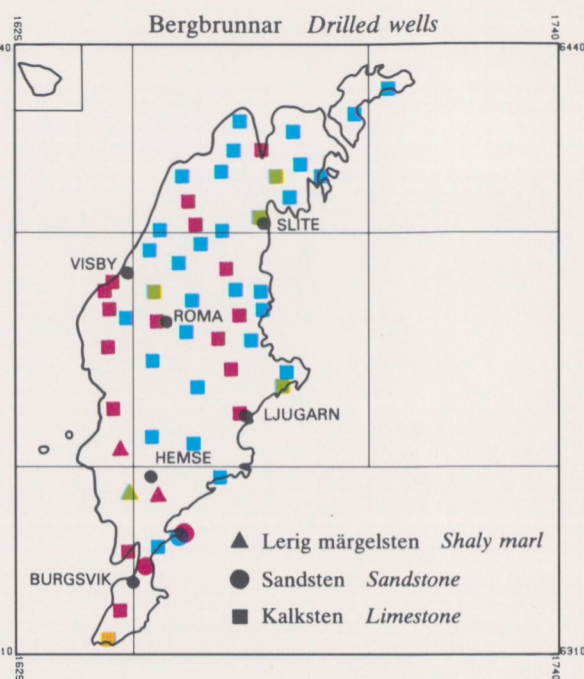
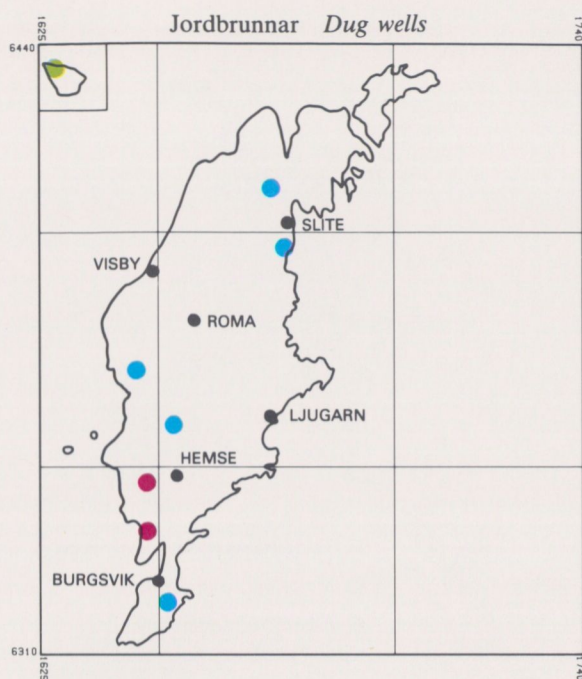
Bilaga 11 q

Grundvattenkvalitet Groundwater quality

Totalhårdhet, Ca+Mg
Total hardness, Ca+Mg

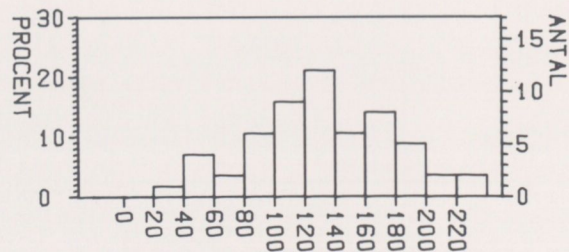
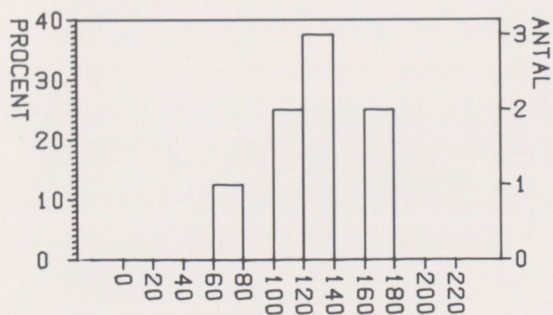
- 0–15 mg/l Ca (0–2 °dH)
- 15–35 mg/l Ca (2–5 °dH)
- 35–70 mg/l Ca (5–10 °dH)
- 70–150 mg/l Ca (10–21 °dH)
- >150 mg/l Ca (>21 °dH)

- Mycket mjukt vatten Very soft water
- Mjukt vatten Soft water
- Medelhårt vatten Moderately hard
- Hårt vatten Hard water
- Mycket hårt vatten Very hard water



Antal analyser	Number of analyses	8
Maximivärde	Maximum value	176 mg/l Ca
Minimivärde	Minimum value	68 mg/l Ca
Medianvärde	Median value	132 mg/l Ca

Antal analyser	Number of analyses	57
Maximivärde	Maximum value	415 mg/l Ca
Minimivärde	Minimum value	28 mg/l Ca
Medianvärde	Median value	132 mg/l Ca

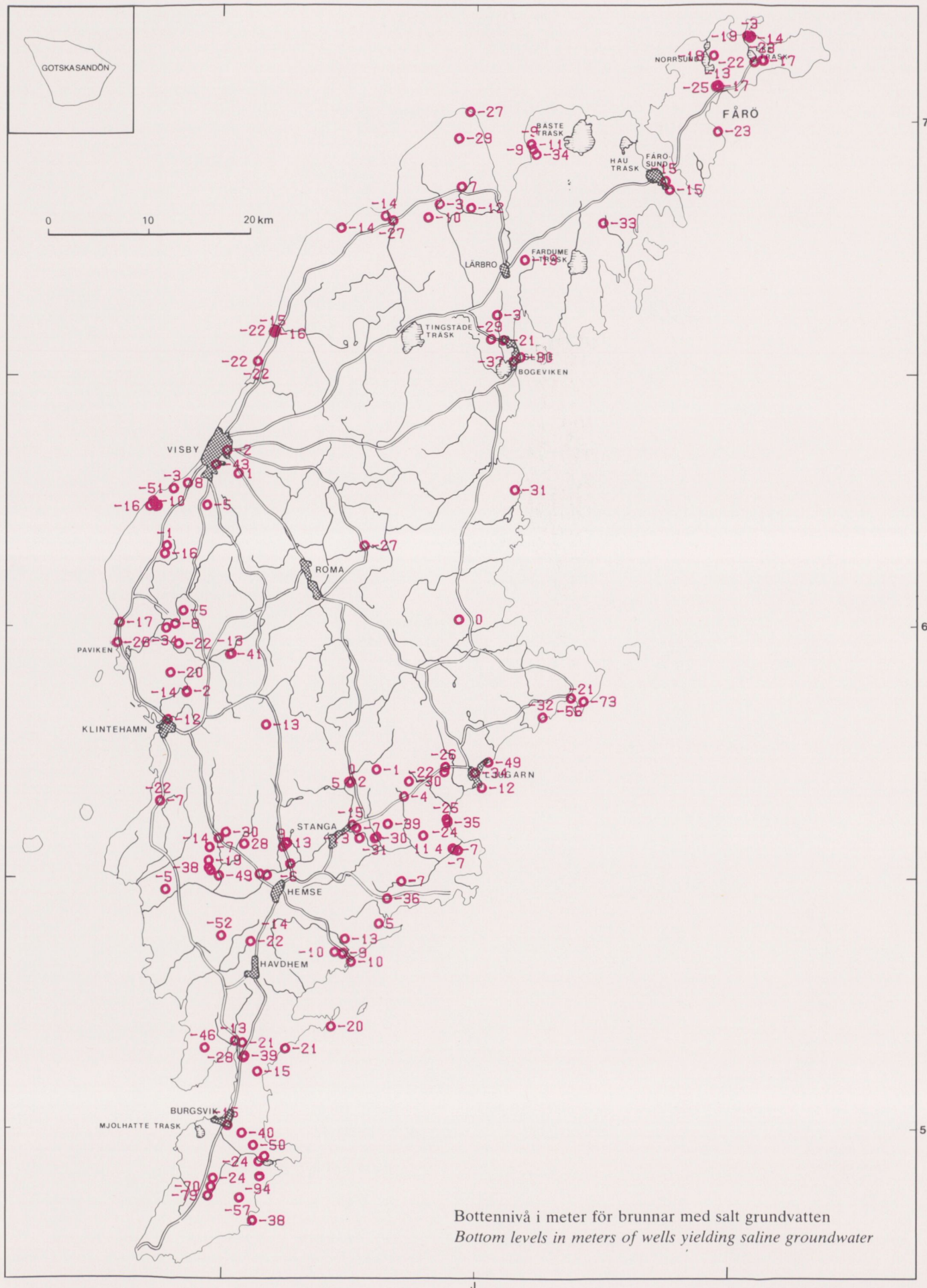


Höga halter av kalcium och magnesium gör att vattnet blir hårt. Hårt vatten förorsakar ökad tvålförbrukning genom kalktvålbildning. Vid uppvärmning kan olägenhet uppstå genom avsättning i varmvattenberedare, kastruller, disk- och tvättmaskiner, kaffebryggare m.m.

Totalhårdhet	Jordbrunnar	Bergbrunnar
	Antal	Antal
Mycket mjukt vatten	0	0
Mjukt vatten	0	1
Medelhårt vatten	1	6
Hårt vatten	5	29
Mycket hårt vatten	2	21
	%	%
Mycket mjukt vatten	0	0
Mjukt vatten	0	1.8
Medelhårt vatten	12.5	10.5
Hårt vatten	62.5	50.9
Mycket hårt vatten	25.0	36.8

Bilaga 12

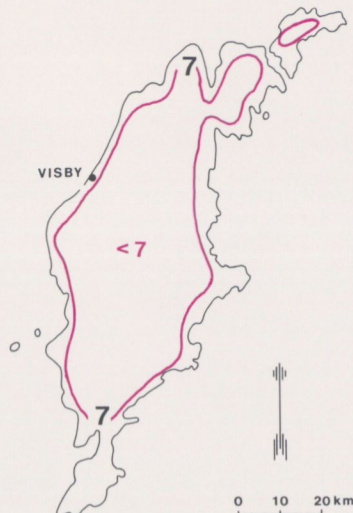
Salt grundvatten Saline groundwater



Grundvattentemperatur Groundwater temperature

Grundvattnets ungefärliga årsmedeltemperatur i ytliga marklager

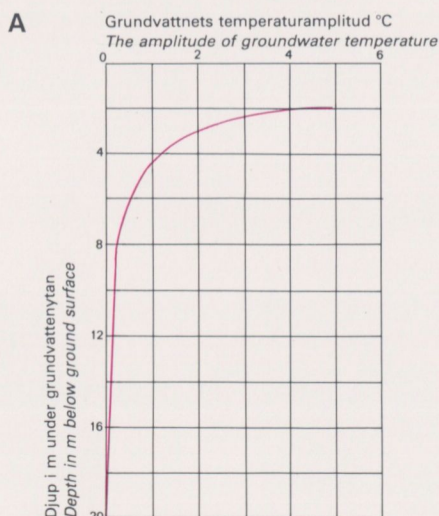
Approximate annual mean temperature of the topmost layer of the ground



Temperaturamplitudens djupberoende
Dependence of depth of the temperature amplitude

Grundvattnets temperaturvariationer är mindre än luftens och minskar med ökat djup. Grundvattentemperaturens årsamplitud påverkas även av t.ex. den omättade zonens mäktighet och markvatteninnehåll.

The variation of groundwater temperature is smaller than that of air and is reduced with increasing depth. The annual amplitude of groundwater temperature is influenced by the thickness of the unsaturated zone and water content.



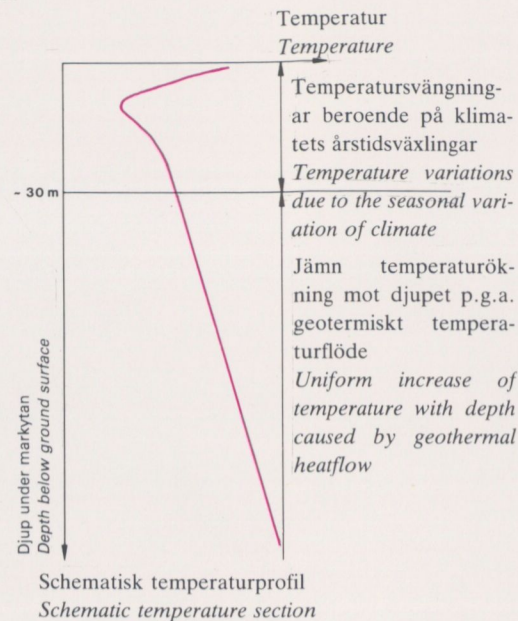
Samband mellan mätdjupet och grundvattentemperaturens årsamplitud

Relation between measuring depth and annual amplitude of groundwater temperature

Exempel: På 6 m djup under markytan varierar grundvattnets temperatur under året med cirka 0.5° uppåt eller nedåt, räknat från medeltemperaturen på den nivån (A). Ett temperaturmaximum för luft registreras i grundvattnet på samma nivå efter cirka 4 månader (B).

Grundvattentemperaturens variation med djupet under markytan

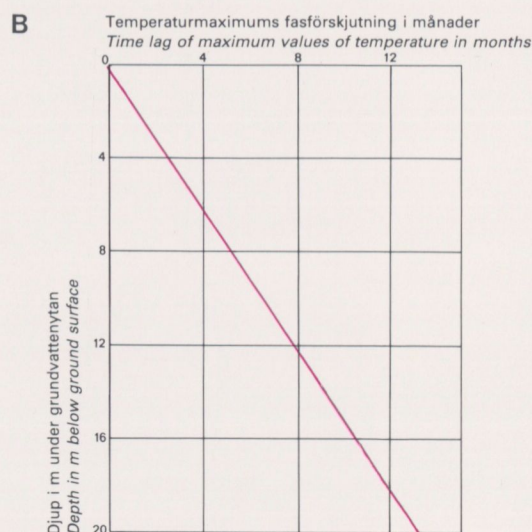
Variation of groundwater temperature with depth below ground surface



Fasförskjutningens djupberoende
Time lag of temperature with depth

Grundvattentemperaturens maximum fördröjs med ökande djup under markytan

The maximum value of the groundwater temperature is delayed with increasing depth below ground surface



Samband mellan mätdjup och fasförskjutning för temperaturmaxima i luft och grundvatten

Relation between depth and time lag of the maximum values of temperatures in air and groundwater

Exempel: At the depth of 6 m below ground surface the groundwater temperature fluctuates during the year with about 0.5° up or down from the mean temperature at that level (A). A maximum value of air temperature is recorded in the groundwater at the same level 4 months later (B).

Berggrundens temperaturfördelning
Temperature distribution in the bedrock

(Utdrag ur VIAK:s rapport "Geotermisk energi. Undersökningarna att utvinna geotermisk energi på Gotland", mars 1981.).

(Excerpt from VIAK:s report "Geotermisk energi. Undersökningarna att utvinna geotermisk energi på Gotland", March 1981.)

Stora värmemängder finns lagrade i berggrunden. För sedimentär berggrund med vattenförande lager finns teknik att utvinna denna värme medan för kristallint urberg denna teknik är under utveckling.

I den sedimentära berggrunden på Gotland finns s.k. reservoirbergarter eller vattenförande lager. Huvudsakligen förekommer dessa lager i den kambriska delen av lagerföljden, vilken vilar direkt på urberget, som påträffas på 400–800 m djup.

På Gotland kan de ytliga marklagrens medeltemperatur approximativt sättas lika med luftens medeltemperatur. Enligt SMHI ligger luftens medeltemperatur i Visby för perioden 1931–1960 på 7.2°C.

Markytans temperatur är avgörande för bergmassans temperatur eftersom den utgör "utgångstemperatur" för den geotermiska temperaturökningen. Förskjuts markytans temperatur genom klimatförändringar ändrar sig även bergmassans temperatur men med stor tröghet.

Med hjälp av temperaturloggningar av borrhål, som sker genom att en termometer, t.ex. i form av en termistor på en kabel, sänks ned i borrhålet kan temperaturprofiler erhållas.

Temperaturloggningar finns endast utförda i ett 20-tal områden i landet varför få regionala variationer i den geotermiska gradienten ännu är påvisade.

I VIAK:s utredning har mätningar av botten temperaturer från 76 borrhål funnits att tillgå. Med ledning av dessa har två kartor upprättats, en över temperaturen vid urbergskontakten, och en i Näsandstenen. Temperaturmätningarna har alla utförts i samband med loggning efter avslutad borrhållning.

Great quantities of heat are stored in the bedrock. Techniques are available for utilizing the heat from water bearing formations in sedimentary rocks, whereas, for crystalline bedrock, new techniques are being developed.

The sedimentary bedrock at Gotland includes aquifers which are reservoir rocks. They occur mainly in the Cambrian part of the stratigraphical sequence, resting on the crystalline basement at a depth of 400–800 m.

In Gotland the mean temperature of surficial Quaternary deposits approximately equals the air mean temperature. According to SMHI the air mean temperature in Visby is 7.2 C for the period 1931–1960.

The temperature of the land surface is decisive for the temperature of the rock mass as it is the "starting temperature" for the geothermal increase of temperature. If the temperature of the land surface is changed due to climatic change the temperature of the rock mass will also change, but with substantial delay.

Temperature profiles can be constructed from boreholes using a thermometer, e.g. a thermistor mounted on a cable lowered into the borehole.

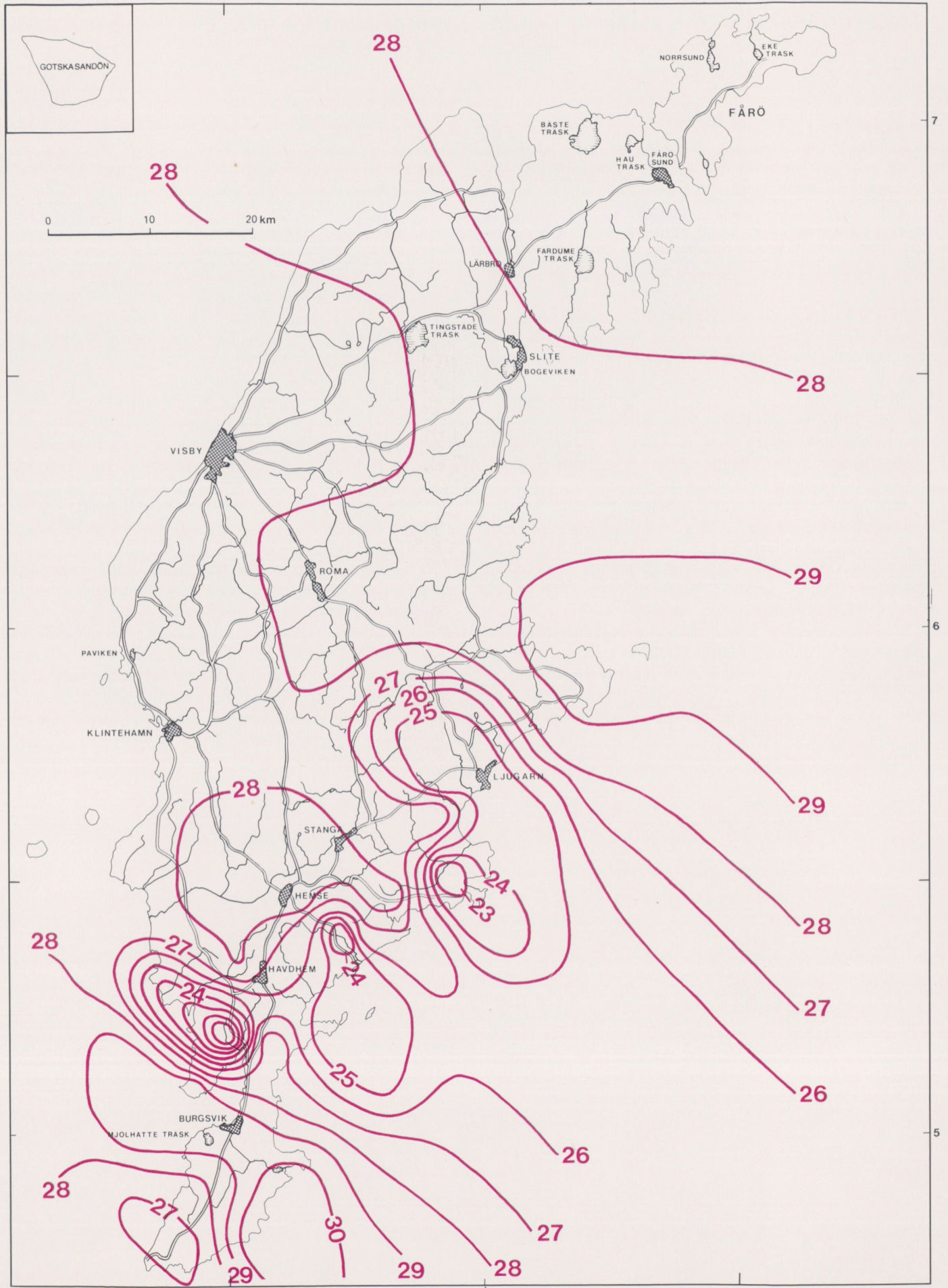
Temperature loggings have been carried out in only twenty areas in the country. Therefore only few variations in the geothermal gradient have been observed so far.

In the report by VIAK recordings of the bottom temperatures from 76 boreholes have been available. Based on these results two maps are drawn, one for the temperature at the contact with the crystalline basement and one for the Näsandstone. The measurements were all performed in connection with the logging of boreholes after drilling.

Bilaga 14b

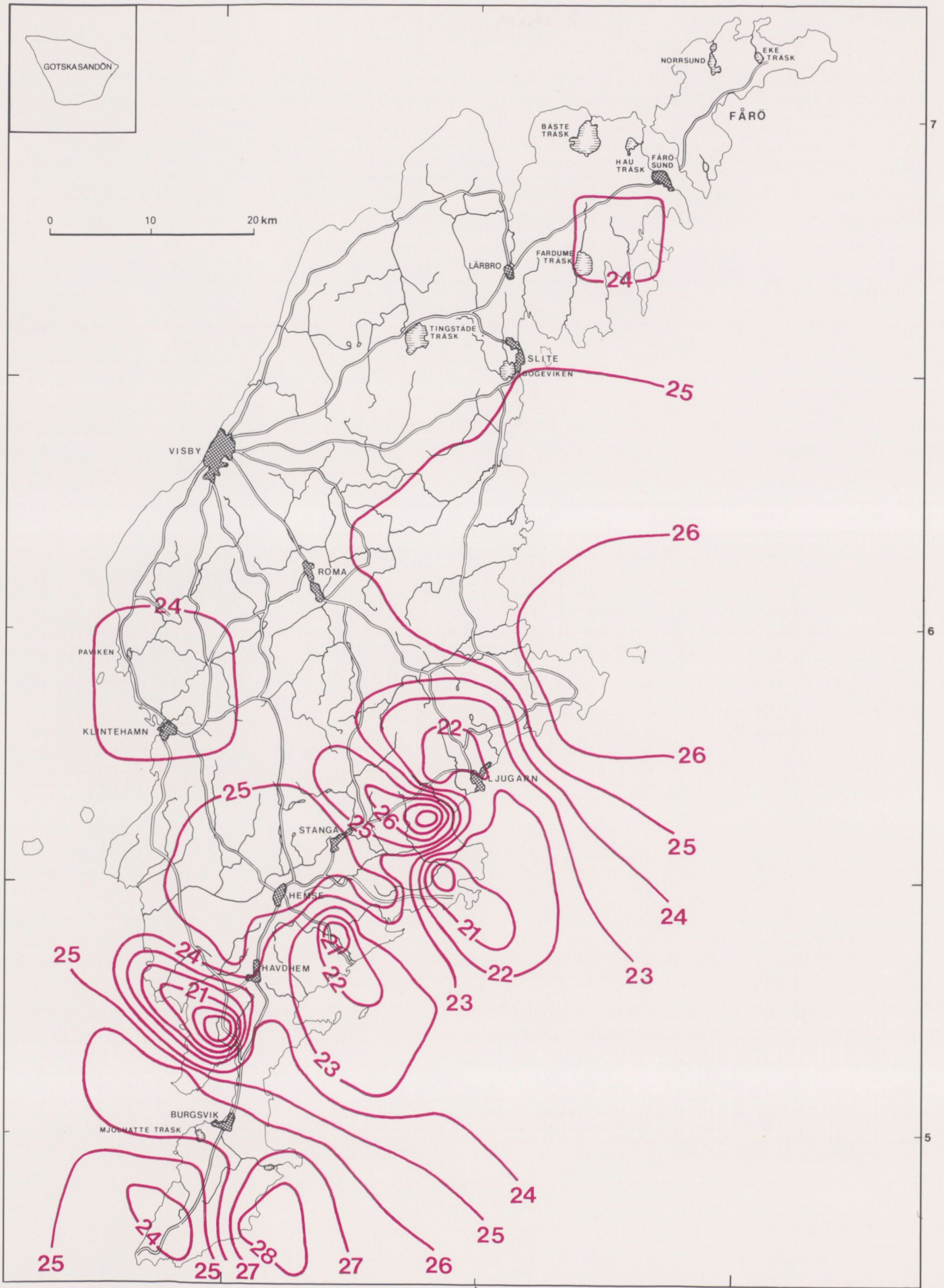
Urbergstans temperaturfördelning, °C

Range of temperature of the Precambrian basement, °C



Bilaga 14 c

Närsandstenens temperaturfördelning, °C
Range of temperature of the När sandstone, °C



Tidsmässiga variationer i grundvattnets sammansättning
Periodical variations in the groundwater composition

Diagram som visar de tidsmässiga variationerna av de kemiska huvudkonstituenterna i grundvatten från två stationer på Gotland.

Station 09001 Lau är belägen på sydöstra delen av ön och station 12001 Hångers på den norra.

Båda stationerna är källor i silurisk kalksten, vilket förklarar de höga halterna av kalcium och vätekarbonat i grundvattnet.

Provtagningsstationerna ingår i det rikstäckande grundvatten-nätet.

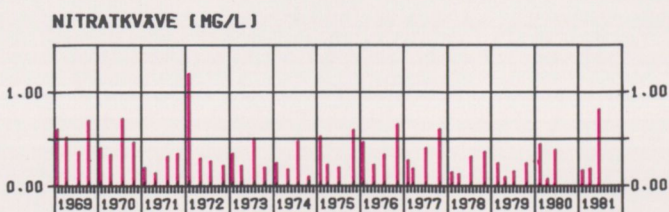
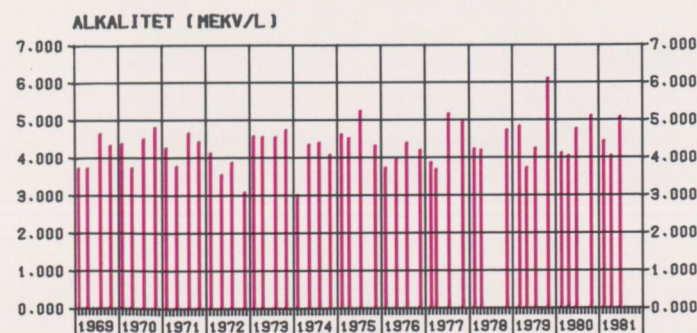
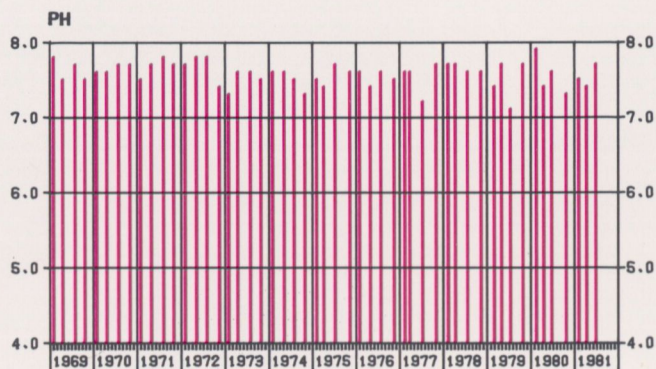
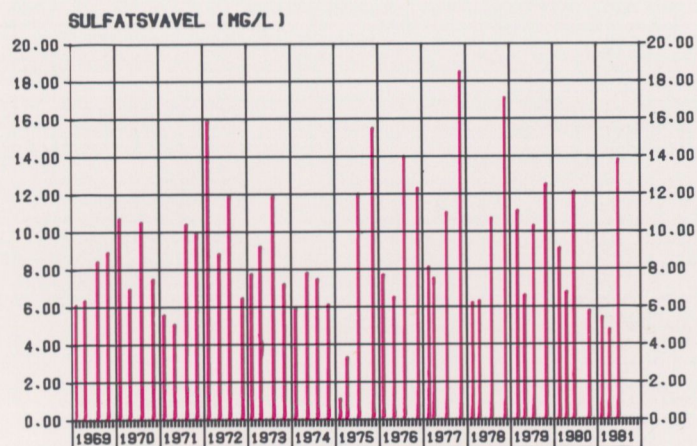
The diagrams show the variation of the main chemical parameters of the groundwaters of two stations on Gotland.

The station 09001 Lau is situated in the southeastern part of the island and the station 12001 Hångers in the northern.

Both stations are natural springs in Silurian limestone, which explains the high content of calcium and bicarbonate of the groundwater.

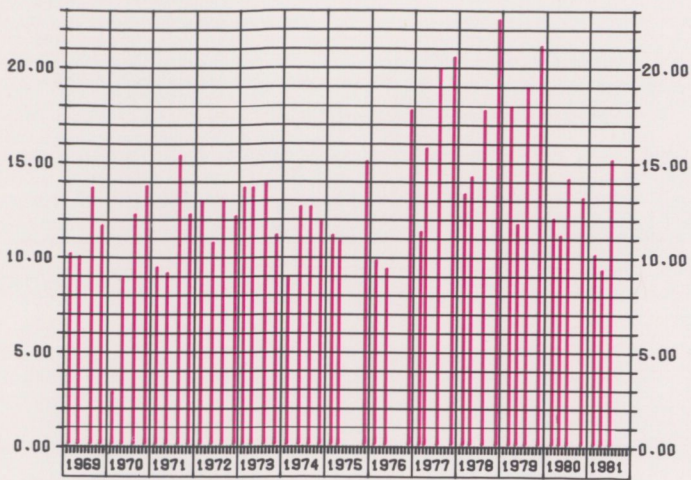
The sampling stations are included in the National groundwater observation network.

Lau

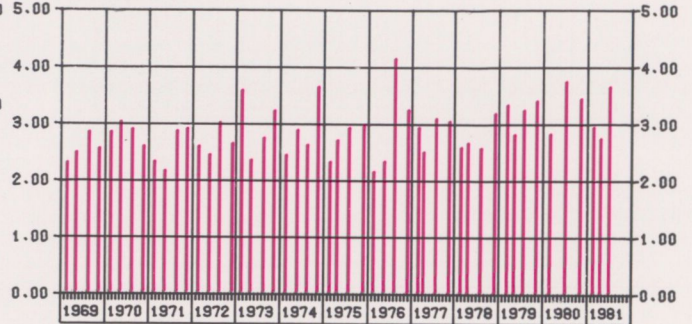


Lau

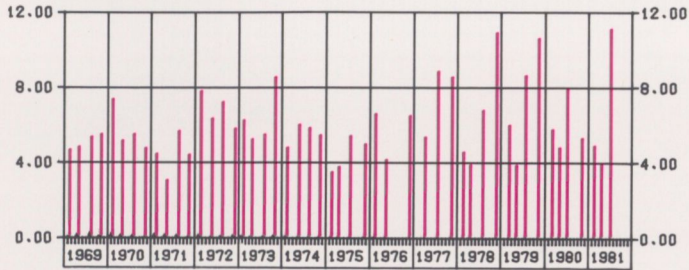
MAGNESIUM (MG/L)



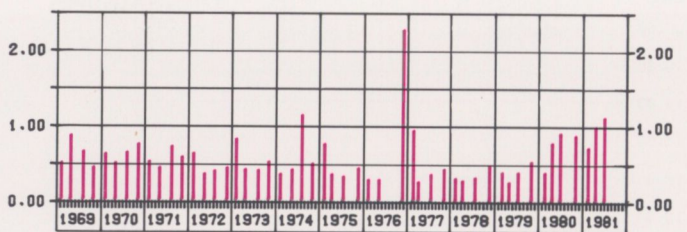
NATRIUM (MG/L)



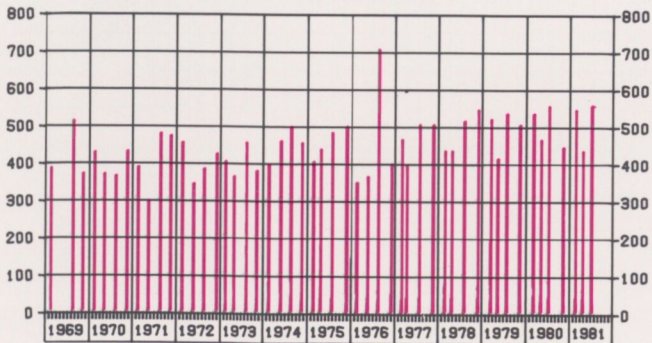
KLORID (MG/L)



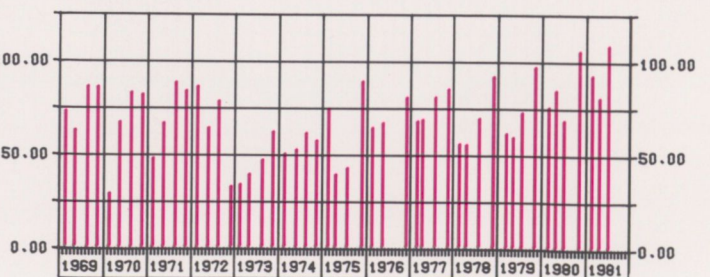
KALIUM (MG/L)



SPEC. LEDNINGSFORMAGA (MIKROMHOS/CM)

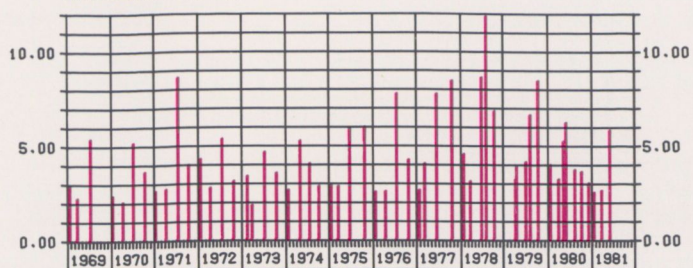


KALCIUM (MG/L)

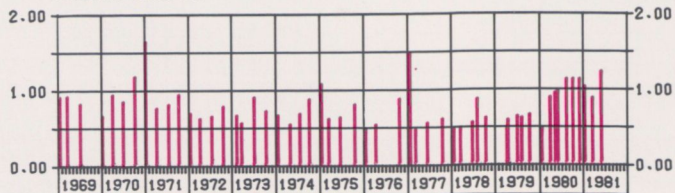


Hångers

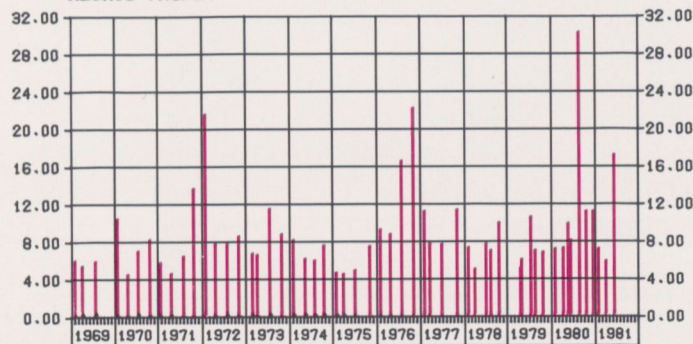
MAGNESIUM (MG/L)



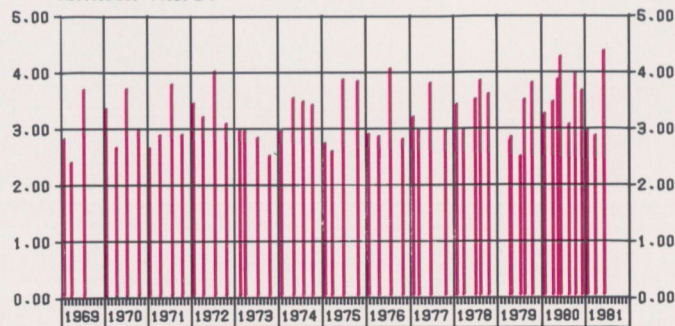
KALIUM (MG/L)



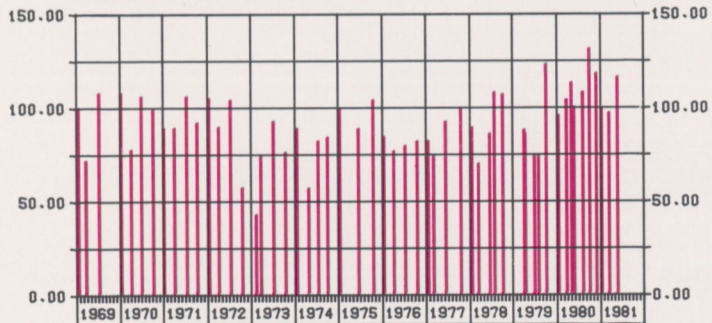
KLORID (MG/L)



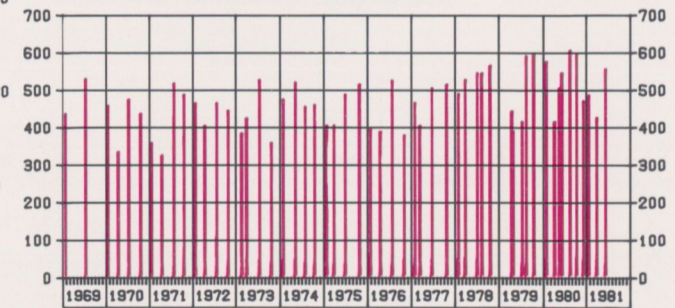
NATRIUM (MG/L)



KALKIUM (MG/L)

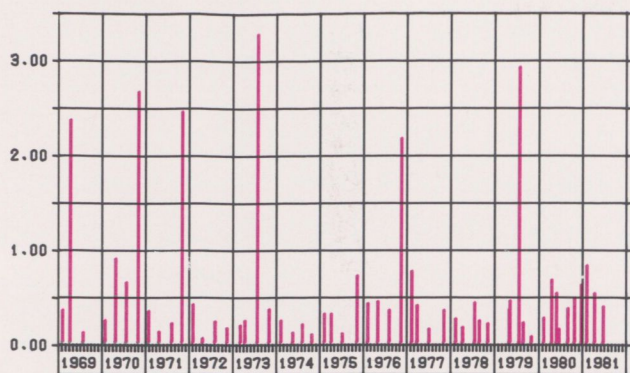


SPEC. LEDNINGSFÖRMÅGA (MIKROMHOS/CM)

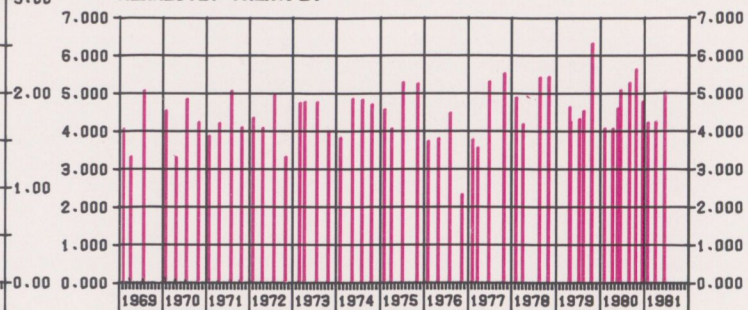


Hångers

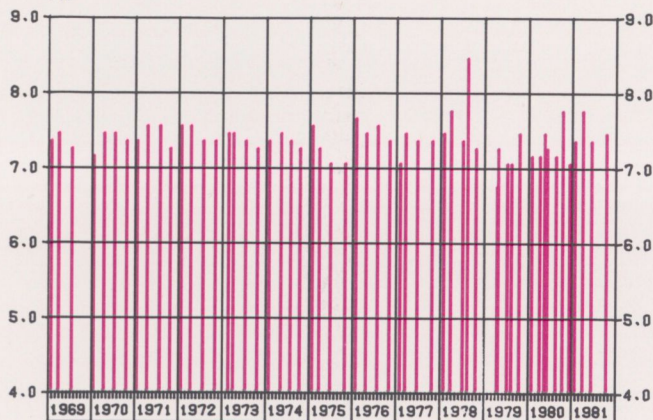
NITRATKVÄVE (MG/L)



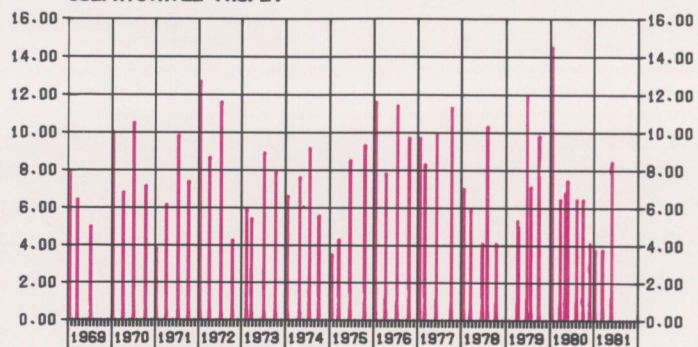
ALKALITET (MEKV/L)



PH



SULFATSVAVEL (MG/L)



Bilaga 16

Nederbörds- och vattenföringsstationer *Precipitation and runoff stations*

Nederbördsstationer *Precipitation stations*

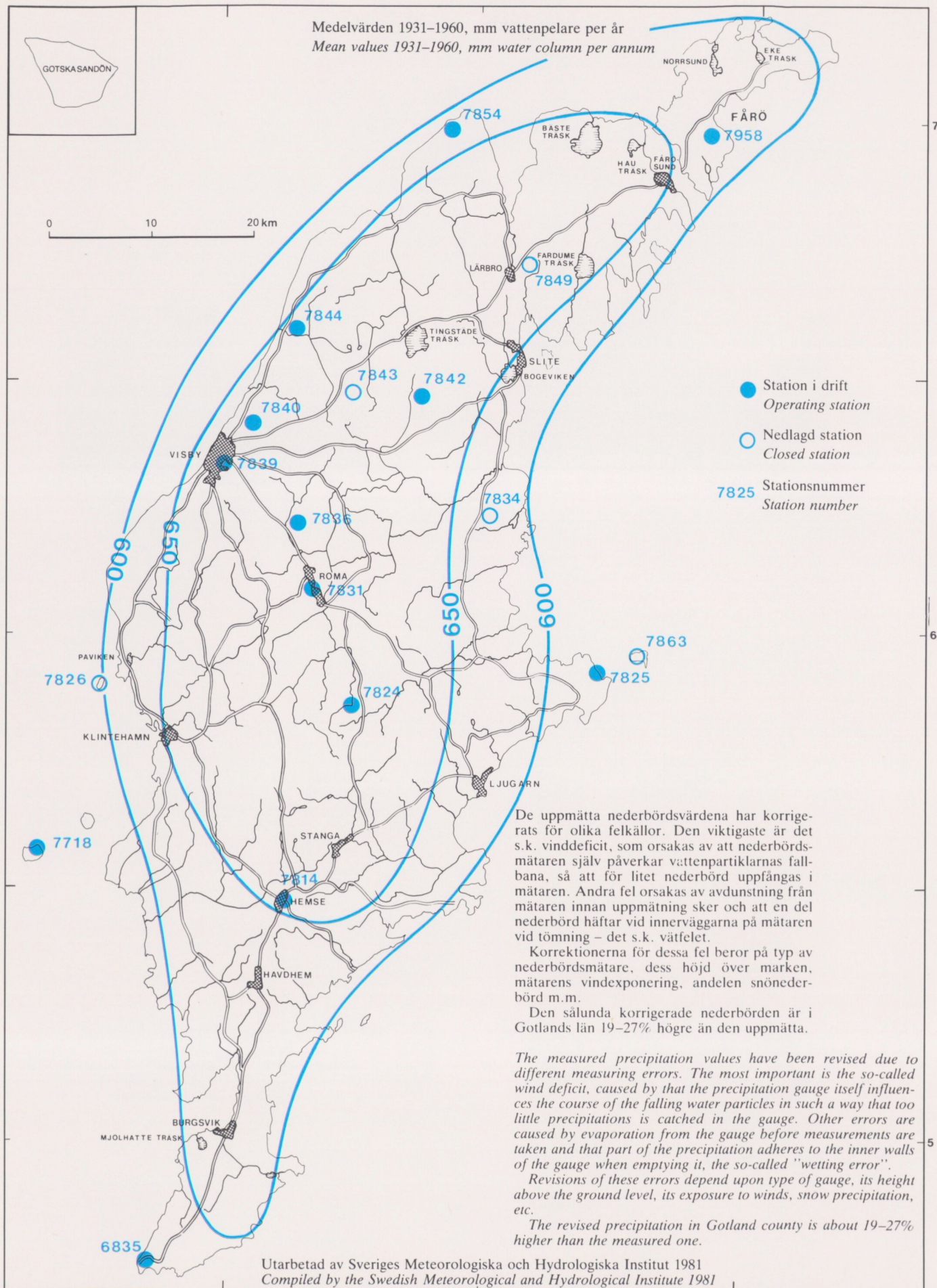
Nummer <i>Numbering</i>	Benämning <i>Location</i>	Nummer <i>Numbering</i>	Benämning <i>Location</i>
6855	Hoburg	7839	Visby
7718	Stora Karlsö	7840	Visby flygplats
7814	Hemse	7842	Hejnum
7824	Buttle	7843	Rings
7825	Herrvik	7844	Lummelunda
7826	Västergarn	7849	Risungs
7831	Roma	7854	Västö
7834	Gothem	7863	Östergarn
7836	Stenstugu försöksg.	7958	Fårö

Vattenföringsstationer *Runoff stations*

Nummer <i>Numbering</i>	Benämning <i>Location</i>	Vattendrag <i>Water course</i>
117-1197	Gothem	Gothemsån
117/118-1602	Sundstaån	Storsundaån
118/117-1859	Leffedarve	Idå
118/117-1179	Furubjers	Ireån
118/117-1924	Ire	Ireån
118/117-1590	Hauträsk nedre	Hauträskbäcken
118/117-1586	Hellvi 2	Bångå

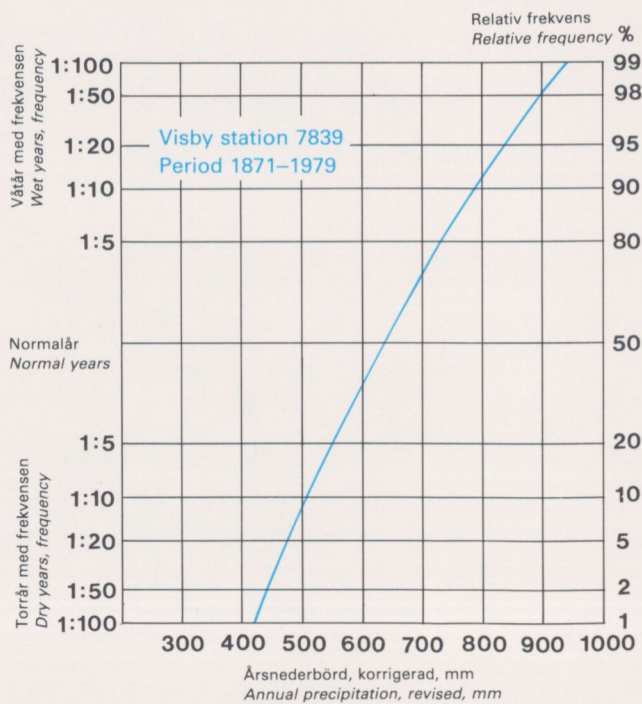
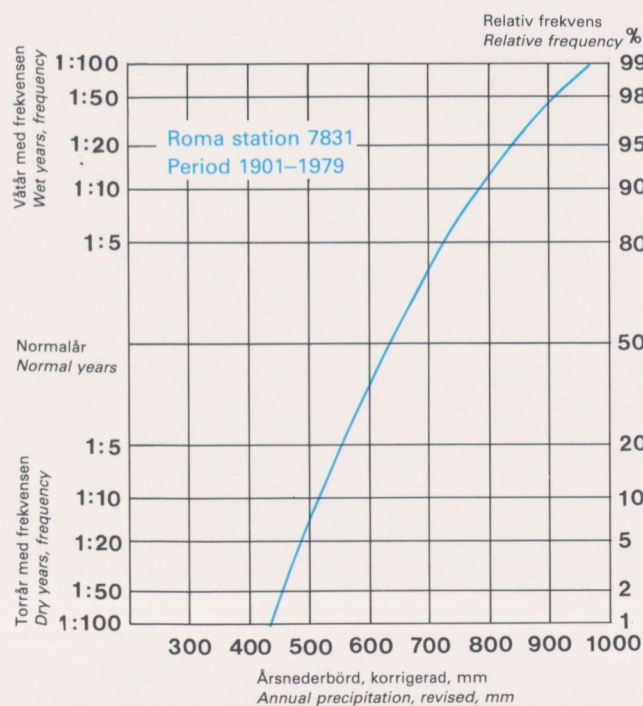
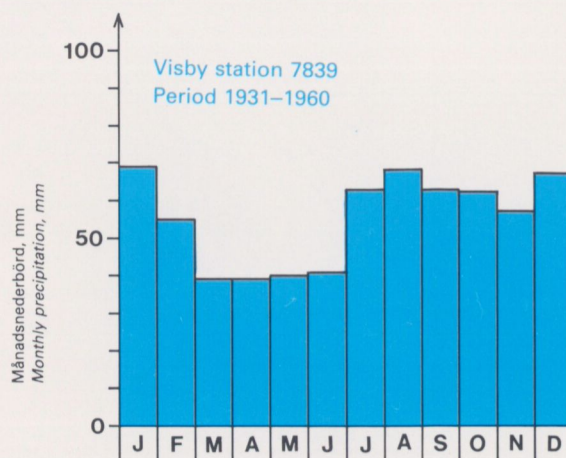
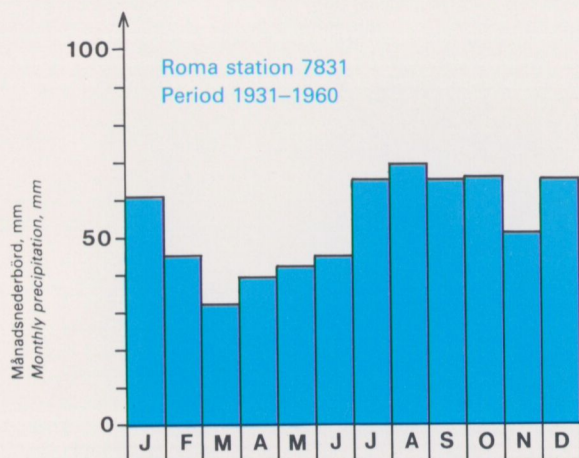
Bilaga 17

Korrigerad nederbörd Revised precipitation



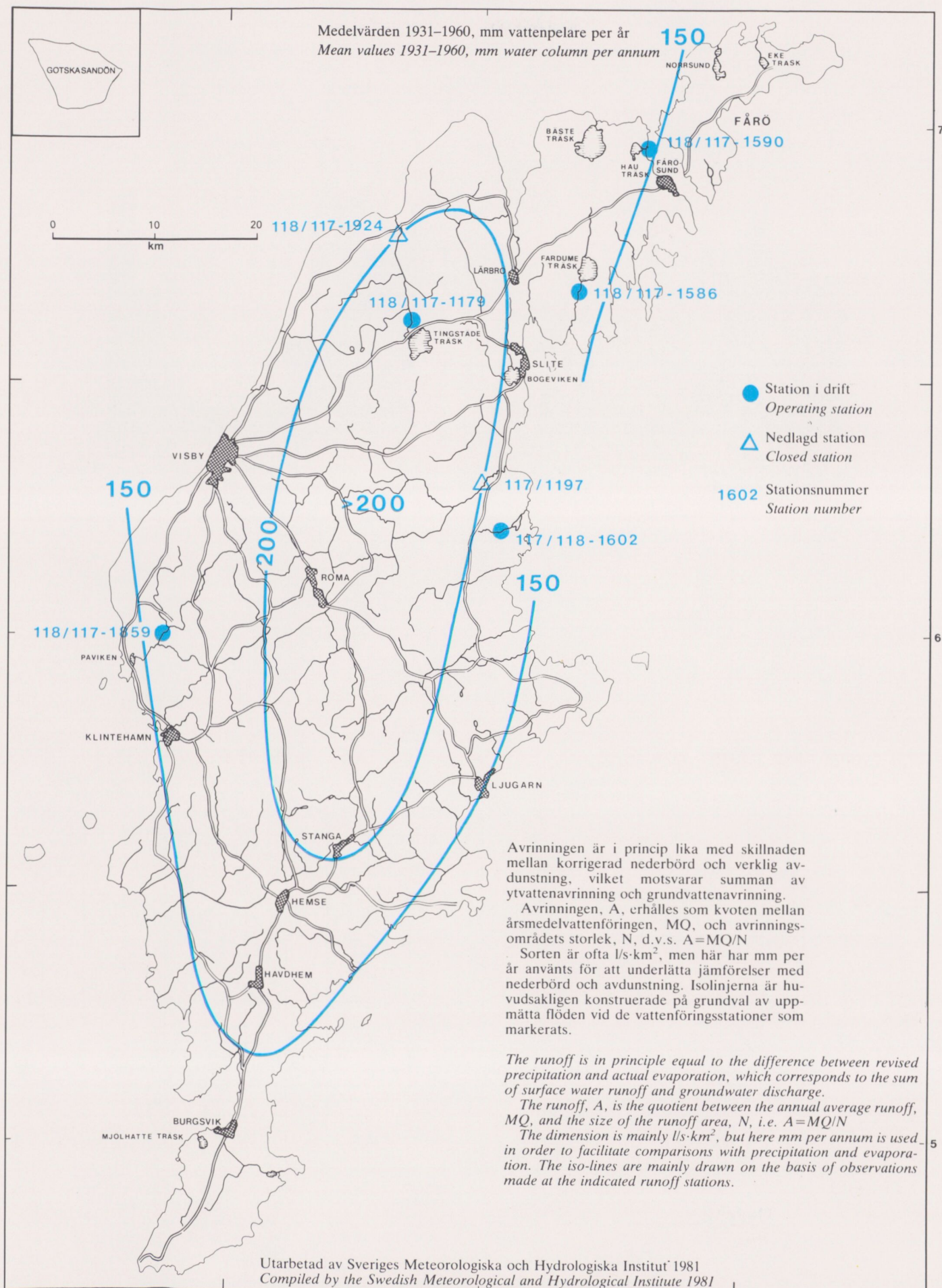
Bilaga 18

Korrigerad månadsnederbörd och frekvenser av årsnederbörd Revised monthly precipitation and frequencies of annual precipitation



Bilaga 19

Avrinning Runoff



Avrinningen är i princip lika med skillnaden mellan korrigerad nederbörd och verklig avdunstning, vilket motsvarar summan av ytvattenavrinning och grundvattenavrinning.

Avrinningen, A , erhålles som kvoten mellan årsmedelvattenföringen, MQ , och avrinningsområdets storlek, N , d.v.s. $A = MQ/N$

Sorten är ofta $l/s \cdot km^2$, men här har mm per år använts för att underlätta jämförelser med nederbörd och avdunstning. Isolinjerna är huvudsakligen konstruerade på grundval av uppmätta flöden vid de vattenföringsstationer som markerats.

The runoff is in principle equal to the difference between revised precipitation and actual evaporation, which corresponds to the sum of surface water runoff and groundwater discharge.

The runoff, A , is the quotient between the annual average runoff, MQ , and the size of the runoff area, N , i.e. $A = MQ/N$

The dimension is mainly $l/s \cdot km^2$, but here mm per annum is used in order to facilitate comparisons with precipitation and evaporation. The iso-lines are mainly drawn on the basis of observations made at the indicated runoff stations.

Bilaga 20

Månadsmedelvattenföring, årsmedelvattenföring och frekvenser av årsmedelvattenföring Monthly and annual mean runoff and frequencies of annual runoff

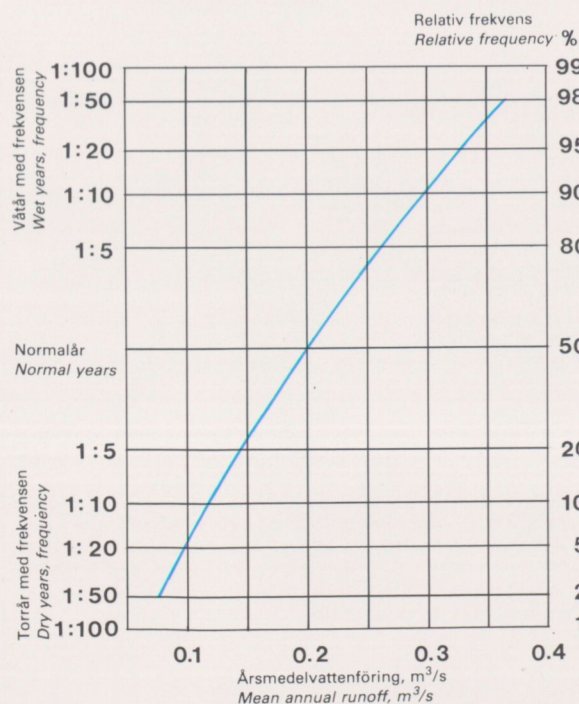
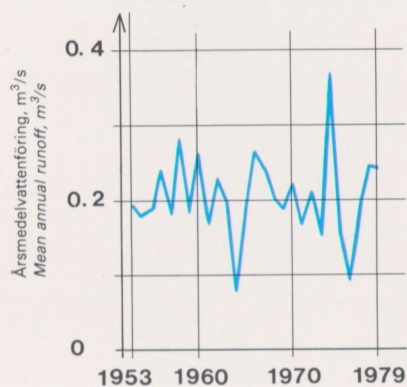
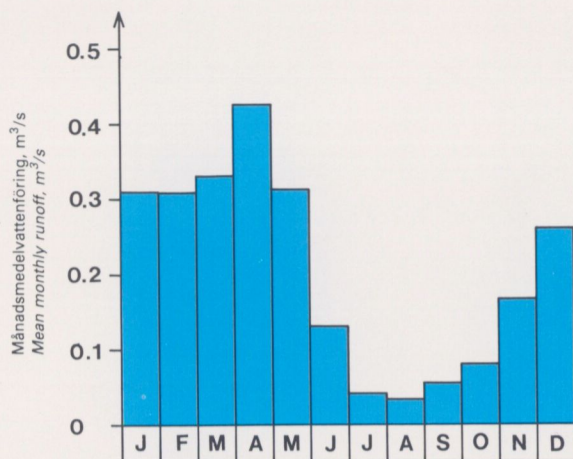
Bångå

Station 118/117 Hellvi 2

Period 1953–1979

Avrinningsområde 30 km²

Runoff area 30 km²



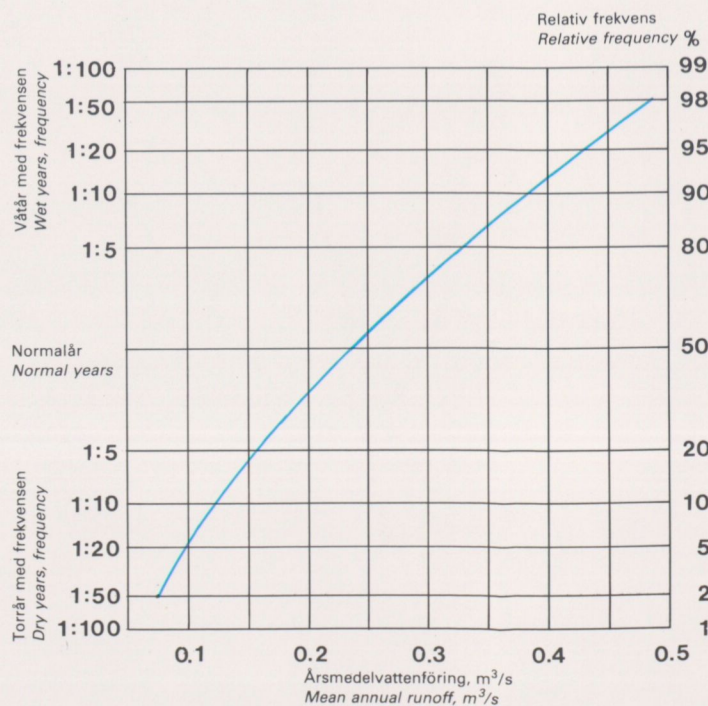
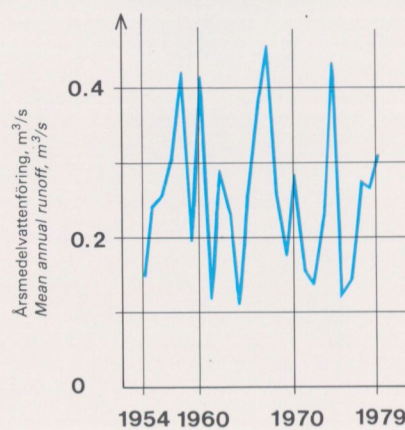
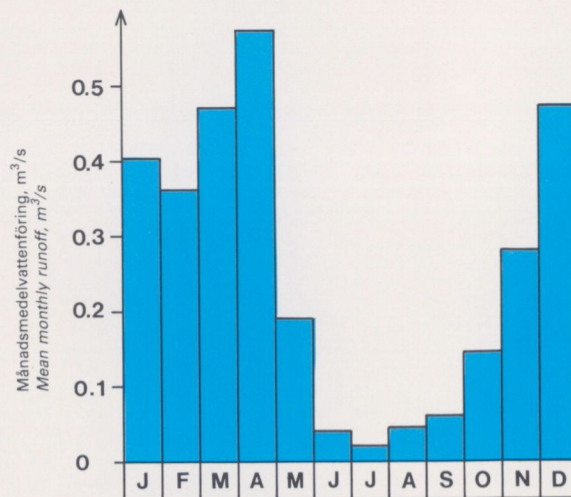
Storsundsån

Station 117/118–1602 Sundstaån

Period 1954–1979

Avrinningsområde 30 km²

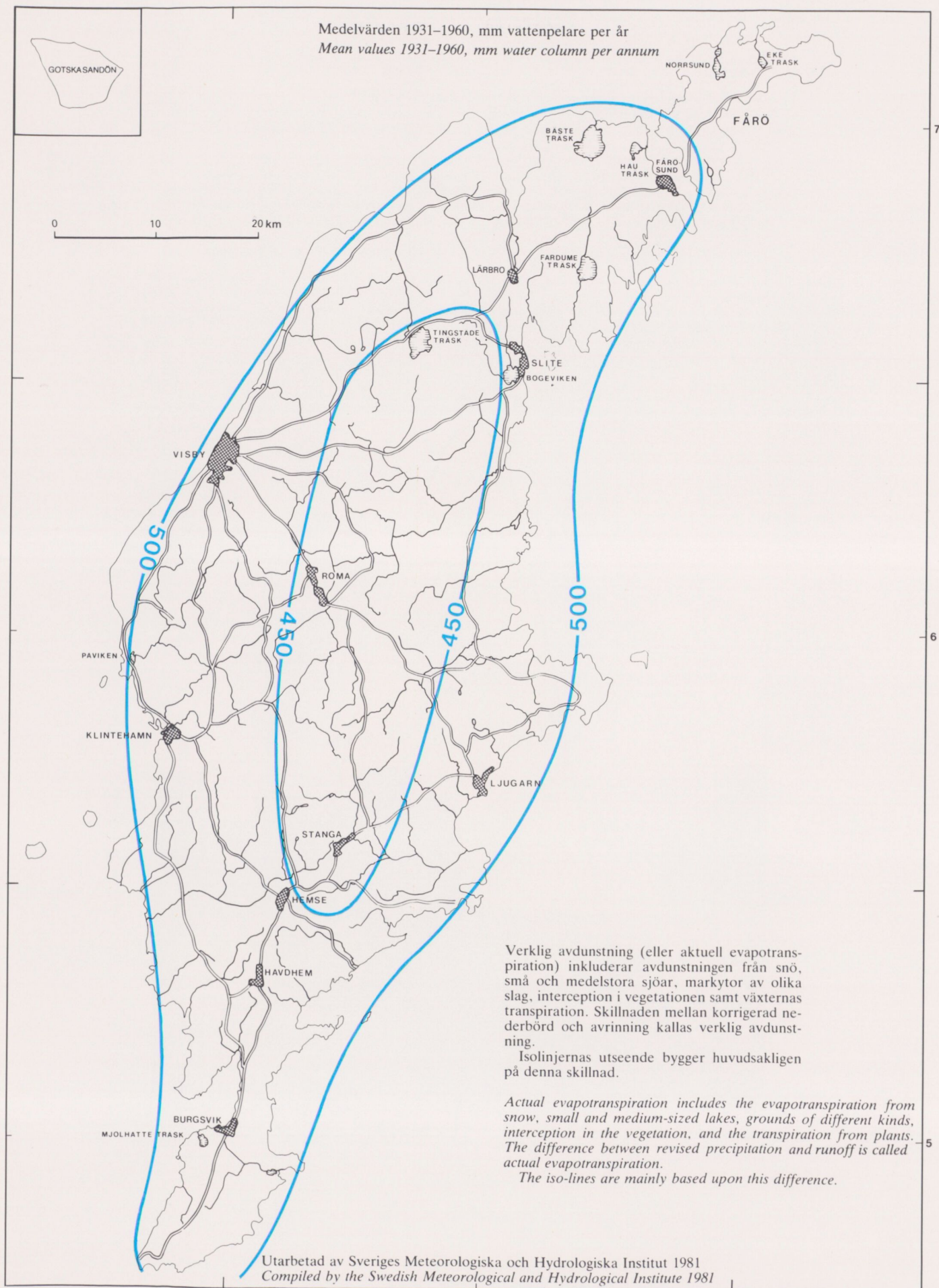
Runoff area 30 km²



Utarbetad av Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut 1981
Compiled by the Swedish Meteorological and Hydrological Institute 1981

Bilaga 21

Verklig avdunstning Actual evapotranspiration



Bilaga 22

Vattenbalans Water balance

Diagram över den genomsnittliga vattenbalansen för perioden 1931–1960 vid station 7839 Visby.
Diagram of the mean water balance for the period 1931–1960 at station 7839 Visby.

Den s.k. klimatologiska vattenbalansen, V_b , utgör skillnaden mellan korrigerad nederbörd, P_k , och potentiell avdunstning, E_p , d.v.s. $V_b = P_k - E_p$.

Potentiell avdunstning motsvarar den högsta möjliga. Den kan endast förekomma när tillräckligt med vatten finns tillgängligt.

För perioden 1931–1960 erhöles i medeltal vid mätstationen i Visby $P_k = 663$ och $E_p = 667$ mm vattenpelare per år.

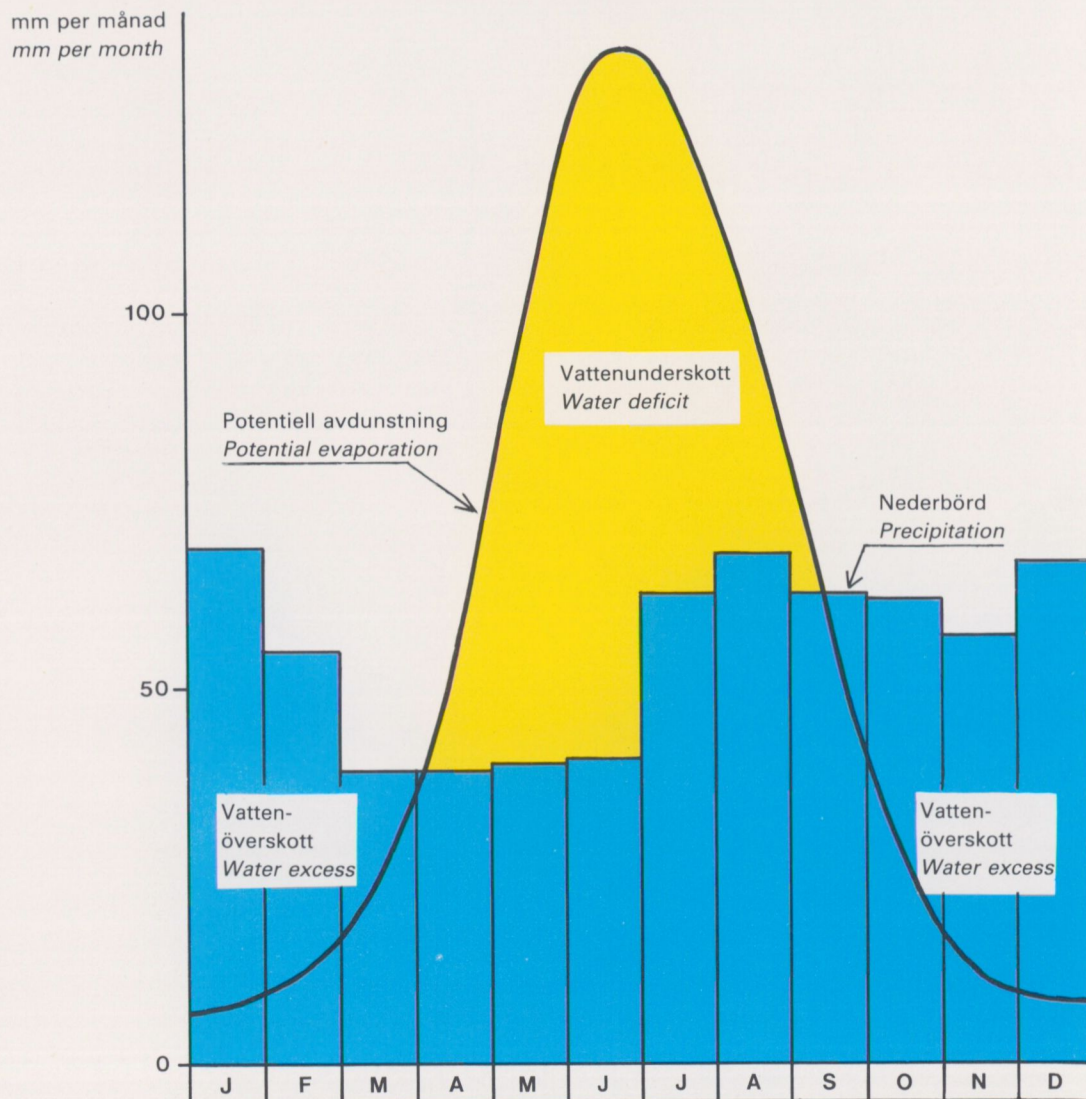
Figuren motsvarar typiska förhållanden i Gotlands län och visar att vattenbalansen är positiv under hösten och vintern. Under denna tid uppstår ett vattenöverskott. Under sommaren är vattenbalansen som regel negativ.

The so called climatologic water balance, V_b , is the difference between revised precipitation, P_k , and potential evaporation, E_p , i.e. $V_b = P_k - E_p$.

Potential evaporation is equivalent to the highest possible. It can only occur when sufficient water is available.

For the period 1931–1960, the mean annual values of P_k and E_p at the Hoby measuring station were 663 and 667 mm water column, respectively.

The figure shows typical conditions in Gotland county. The water balance is positive during autumn and winter, when a water excess is built up. In the summer, the water balance is usually negative.



Variationer i grundvattennivå samt avvikelser från månadsmedelvärden för grundvatten och nederbörd
Variations in groundwater level and deviations from monthly mean values for groundwater and precipitation

Grundvattnet i *File Hajdar* förekommer i ett extremt snabbreagerande magasin i kalk- och mägersten utan jordtäck. Stigningar på upp till 25 m under mindre än ett dygn i samband med nederbörd är inte ovanliga. Grundvattennivån påträffas företrädesvis i endera av två extrempositioner: på sommaren i ett bottenläge och under resten av året i ett toppläge. Årsamplituden uppgår till 20–30 m. Sålunda är grundvattenmagasinet i allmänhet helt fyllt under 7–9 månader under året. Under sommaren ligger grundvattenytan i ett bottenläge, såvida riklig nederbörd inte påverkar grundvattenmagasinet. I ett magasin som *File Hajdar* blir avvikelserna från månadsmedelvärdet därför stora och oförutsebara, och klara trender kan knappast skönjas.

I ett mer normalt reagerande magasin som i *Isums* sker förändringarna betydligt långsammare och med mindre be-
 lopp. Här förekommer grundvattnet i flackt lagrad mägersten under moränlera. Årsamplituden uppgår till ca 2 m. Högsta grundvattennivå inträffar på vintern och i samband med snösmältningen, varefter grundvattnet vanligen sjunker under hela vegetationsperioden till en lägsta nivå på hösten. Även mycket stora nederbördsöverskott under vissa månader ger endast relativt små utslag i grundvattenmagasinet och dessutom med tidsfördröjning gentemot nederbörden. Förändringar och avvikelser är därför väsentligt mindre i *Isums* än i *File Hajdar*. Grundvattenrörelserna i *Isums* kan också mycket lättare förutses än i *File Hajdar*.

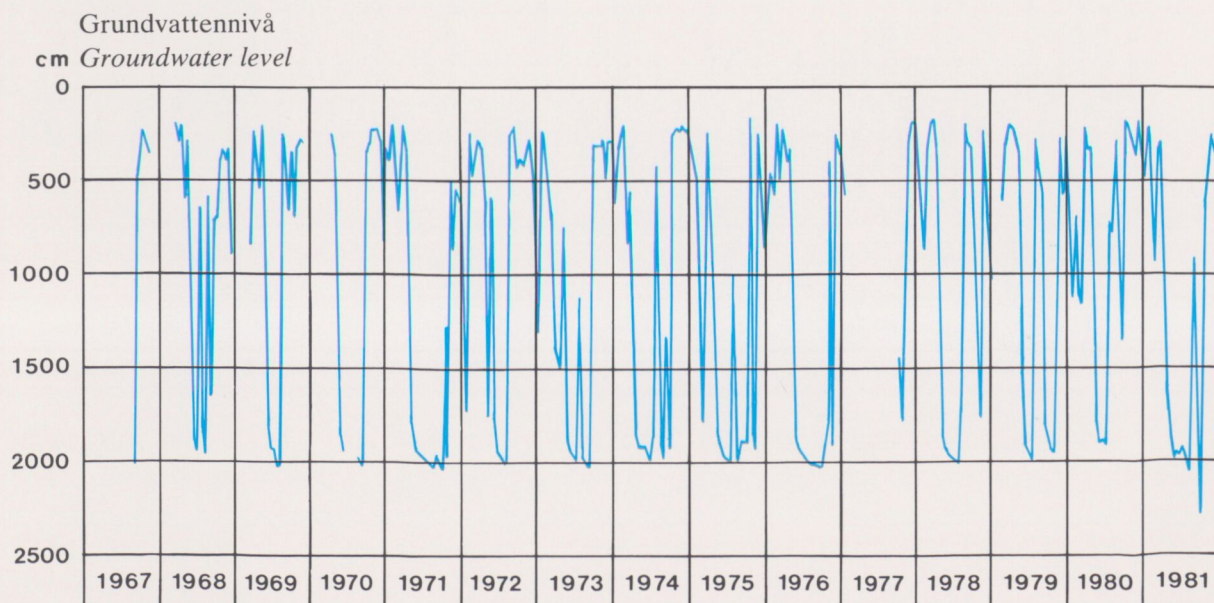
Grundvattnets regim åskådliggörs i de små diagramrutorna överst till vänster i resp. nivådiagram. Kurvorna (grundvatten) och staplarna (nederbörd) visar månadsmedelvärdenas fördelning under året, beräknade på observationsperioden 1967–1981. Diagrammets höjd motsvarar skillnaden mellan högsta och lägsta månadsmedelvärde för grundvatten på resp. observationsstation, för *File Hajdar* 1458 cm och för *Isums* 136 cm. Skillnaden i regim är mycket tydlig. I den snabbreagerande akviferen i *File Hajdar* inträffar årsminimum i juni och maximum i december, medan i den långsamt reagerande akviferen i *Isums* minimum inträffar i september och maximum i april.

The groundwater below File Hajdar represents an extremely fast-responding reservoir in limestone and marl with no soil cover. Increases of up to 25 m in less than 24 hours are not uncommon in connection with precipitation. These circumstances cause the groundwater level to be preferably at one of two extreme positions: in the summer at the bottom and for the rest of the year at the top. The annual amplitude is 20–30 m. Therefore, the groundwater reservoir is generally filled for 7–9 months of the year. In the summer the groundwater level is at a bottom position, unless heavy precipitation influences the reservoir. The deviations from monthly means are therefore large and unpredictable in a reservoir like File Hajdar, and distinct trends can hardly be depicted.

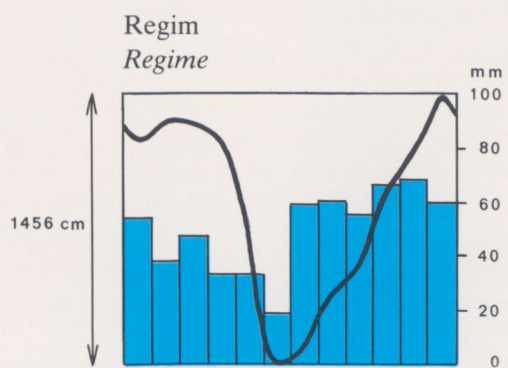
In a reservoir which responds more normally, as in Isums, the changes occur much more slowly and with much lower magnitude. The groundwater is found in almost horizontally layered marls beneath clay till. The annual amplitude is c. 2 m. The highest groundwater level is reached in the winter and in connection with the snowmelting, after which the groundwater decreases during the whole period of plant growth to a minimum in the autumn. Even a very large excess of precipitation causes only a small response in the groundwater reservoir, and with a time lag from precipitation. Variations and deviations are clearly much smaller in Isums than in File Hajdar. Groundwater changes in Isums can be predicted more easily than in File Hajdar.

The groundwater regime is depicted in the small framed diagram at the top left of the diagrams of changes in level. The curves (groundwater) and the bars (precipitation) show the distribution of monthly means during the calendar year, calculated for the observation period 1967–1981. The height of the diagram corresponds to the difference between highest and lowest monthly mean values for groundwater at the two observation stations, for File Hajdar 1458 cm and for Isums 136 cm. The regime difference is quite notable. In the fast-responding aquifer of File Hajdar the annual minimum is reached in June and maximum in December, whereas in the slow-responding aquifer of Isums the minimum is reached in September and the maximum in April.

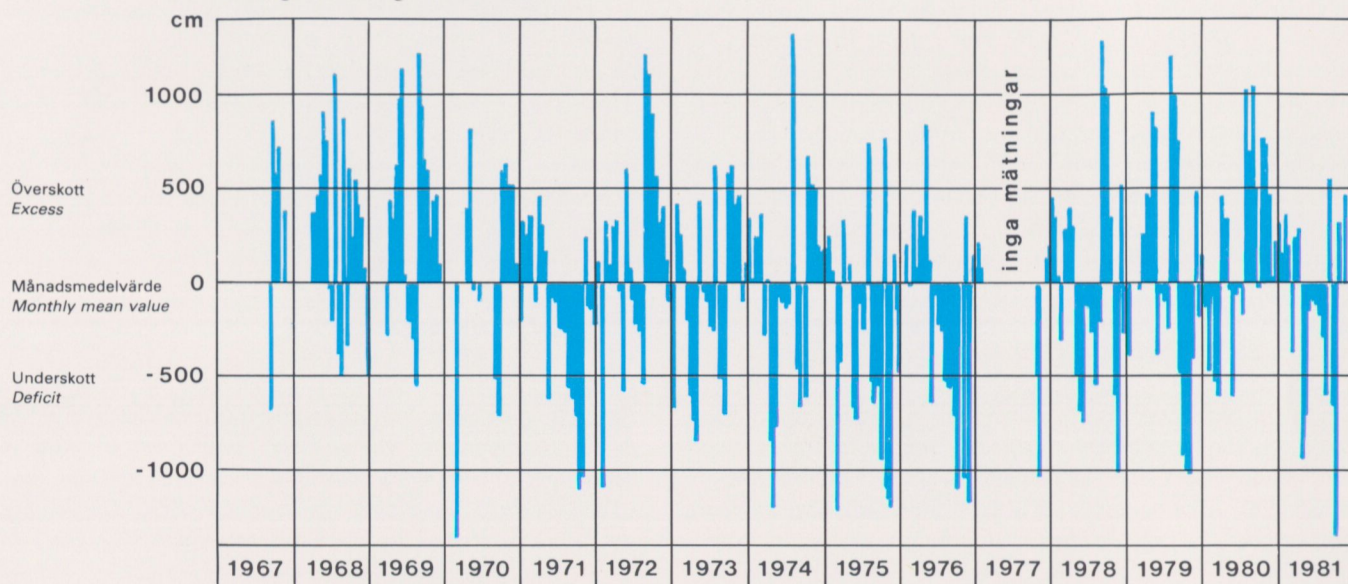
File Hajdar



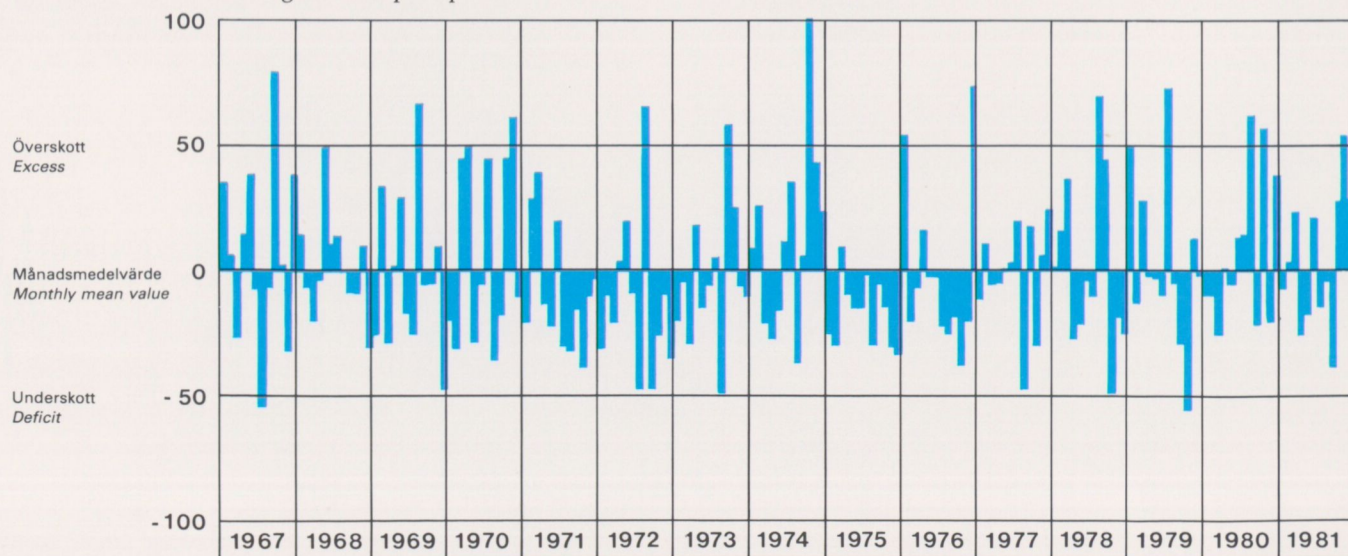
File Hajdar



Avvikelser i grundvattennivå
Divergences in groundwater level



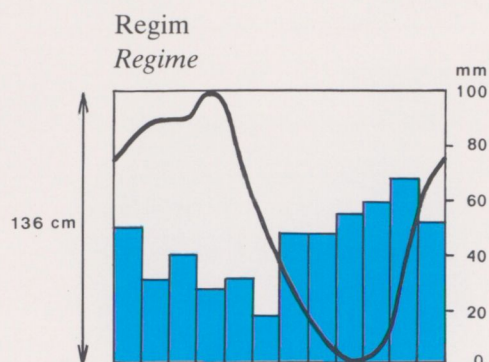
Avvikelser i nederbörd
Divergences in precipitation



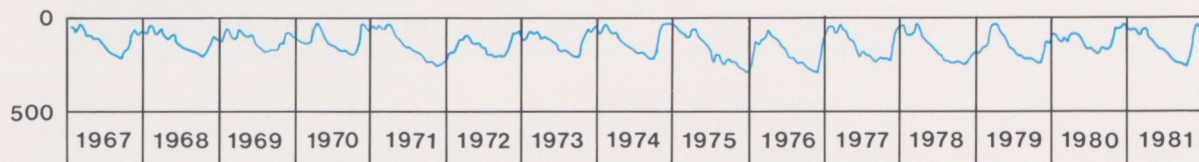
Årsnederbörd m.m.
Annual precipitation, m.m.

683 616 580 693 499 449 563 808 396 584 577 607 638 684 643

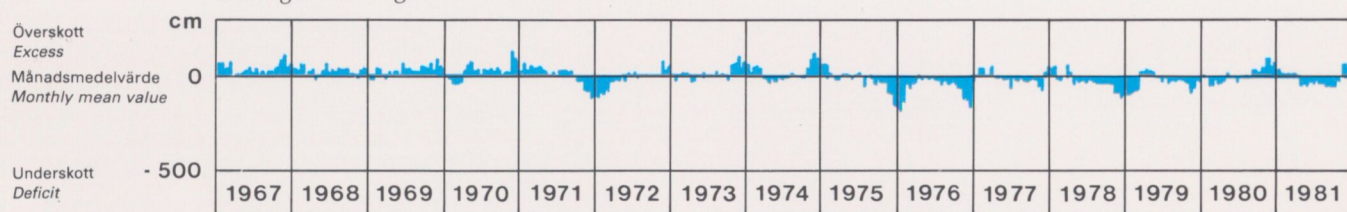
Isums



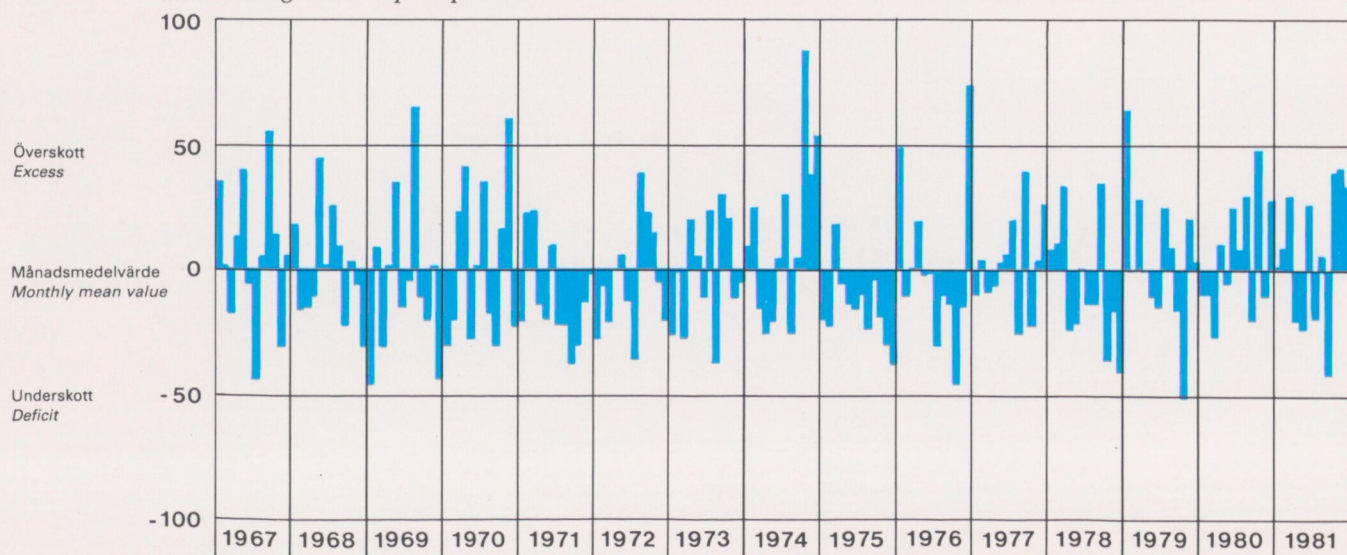
Grundvattennivå
cm Groundwater level



Avvikelser i grundvattennivå
Divergences in groundwater levels



Avvikelser i nederbörd
Divergences in precipitation



Årsnederbörd, m.m.
Annual precipitation, m.m.

601 531 473 563 408 453 511 694 350 543 560 452 585 597 610

Bilaga 24

Litteratur (i urval)

Literature (selected)

- AXELSSON, C.-L. & CARLSSON, L., 1978: Vattenplaneringsutredningen jordbruksdepartementet, Grundvattenbildning inom Gotland beräknad med numerisk modell. SGU. (Stencil)
- VON BRÖMSEN, U., 1968: Grundvattenbildning i geologiskt olika terrängavschnitt – Metod – Teknik – Analys. Orrje & Co, Stockholm.
- Der Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1980: Grundwasservorkommen in der Bundesrepublik Deutschland – Schriftenreihe "Raumordnung", Bonn.
- ENGQVIST, P. och WADLING, R., 1980: Framställning av geohydrokemiska kartor med hjälp av ADB vid SGU. – 6:e Nordiska Hydrologiska Konferensen. Uppsala Universitet Naturgeografiska Institutionen, Rapport Nr 53, Uppsala.
- Institute of Geological Sciences 1977: Hydrogeological map of England and Wales. – NERC, London.
- International Association of Hydrogeologists – Commission for the Geological Map of the World, 1979: International hydrogeological map of Europe with explanatory notes, sheet C 3 Oslo. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover – UNESCO, – Paris.
- KARREBERG, H., DEUTLOFF, O. & V. STEMPER, C., 1974: Generallegende für die Internationale Hydrologische Karte von Europa. – Bundesanstalt für Bodenforschung & UNESCO, Hannover.
- KNUTSSON, G. och MORFELDT, C.-O., 1973: Vatten i jord och berg – Ingenjörsläroverket AB, Stockholm.
- KNUTSSON, G., 1979: Hydrogeologisk översiktsskartering av Sverige. – Vannet i Norden Nr 1. Uppsala.
- KNUTSSON, G. & FAGERLIND, T., 1977: Grundvattentillgångar i Sverige. Rapporter och meddelanden nr 9, Stockholm.
- NORDBERG, L. och PERSSON, 1979: Vårt vatten – tillgång, utnyttjande. – LTs förlag, Stockholm.
- POUSETTE, J. et al., 1981: Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Kalmar län. SGU ser. Ah 1, Uppsala.
- SVANTESSON, S.-I., 1976: Granulometric and petrographic studies of till in the Cambro-Silurian area of Gotland, Sweden, and studies of the ice recession in northern Gotland. Striae 2, Uppsala.
- Tekniska Nomenklaturcentralen, 1970: Vattenordlista 2 – TNC 45. Uppsala.
- Tekniska Nomenklaturcentralen, 1981: Geologisk ordlista – TNC 77. Uppsala.
- UNESCO, 1970: International legend for hydrogeological maps – UNESCO, Paris.
- VIK, 1969: Gotlands vattenförsörjning på uppdrag av Statens naturvårdsverk.
- VIK, 1973: Vatten och avlopp på Gotland. Sammanställning av uppgifter om Gotlands VA-förhållanden.
- VIK, 1978: Vattenplaneringsutredningen. Inventering av grundvattentäkter på Gotland.
- VIK – AIB – Stockholms universitet, 1981: Undersökning av möjligheterna att utvinna geotermisk energi på Gotland.
- WIKNER, T. et al., 1982: beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Västmanlands län. SGU ser. Ah 2, Uppsala.

Utgivna publikationer med hydrogeologiskt innehåll

Publications with hydrogeological contents

SGU serie C, avhandlingar och uppsatser

- Nr 239. Om grundvattenförhållandena i trakten av Visby. (Med fyra planscher.) 1912.
243. Undersökning över vattnets rörelser i sandjord. (Med en plansch.) 1913.
245. Några försök angående jordarternas permeabilitet i naturen. (Med två planscher.) 1913.
256. Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt nebst Vorschlag zu einer Klassifikation. 1914.
311. Om några främmande länders officiella grundvattenundersökningar. 1922.
332. Hydrogeologisk undersökning av ett lerområde vid Skara. (Med en plansch.) 1926.
334. Hydrogeologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. 1926.
356. Om jordarternas kapillaritet. 1930.
371. Kulturtechnische Grundwasserforschungen. 1931.
375. Tjälbildningen och tjällyftningen. 1935.
461. Om jord och vatten på Lanna försöksgrd. 1944.
518. Vissa ämnens fördelning i marken i Kopparbergs län. 1953.
538. Hydrogeologiska förhållanden inom Slite köping på Gotland. 1955.
605. Geological data from the Kristianstad plain, southern Sweden. 1966.
667. Kvarntorpsområdets hydrogeologi. (Med tre planscher.) 1971.
670. Ölands hydrogeologi. 1971.
675. Grundvattenundersökningar på Ölands stora alvar. 1972.
702. Fortsatta grundvattenundersökningar på Öland. 1974.
707. Artesiskt grundvatten och naturgas i Kvarntorp, Närke. 1974.
721. Hydrogeologiska förhållanden inom Närke-slätans sedimentära berggrund. (Med fyra planscher.) 1976.
728. Mathematical modelling of groundwater level response in different geological environments. 1977.
734. Water leakage in the Forsmark tunnel, Uppland. 1977.
783. Hydraulic properties of a fractured granitic rock mass at Forsmark, Sweden. 1981.

SGU serie Ca

- Nr 48. The national groundwater network of Sweden. 1974.

SGU Rapporter och meddelanden

- Nr 8. Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
9. Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
10. Bebyggelse och vattnet. 1978.
12. Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. (Med hydrogeologisk karta i skala 1:100 000 samt sex planscher.) 1979.
14. Hydrogeologi vid SGU. 1979.
17. Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand-bentonitskikt. 1980.
18. Gruvhanterings inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs kommun. 1980.
21. Groundwater-level fluctuations as a measure of the effective porosity and groundwater recharge. 1980.
23. Störning av berggrundens temperaturförhållanden vid hammarborrning. 1981.
27. Intruded and relict groundwater of marine origin. 1981.
28. PMK-grundvatten. Lägesrapport mars 1982.
29. Energigeologi. Exempel på verksamhet vid energisektorn vid SGU. 1982.

Utgivna hydrogeologiska kartblad
Published hydrogeological map-sheets

SGU serie Ag, hydrogeologiska kartblad i skala 1:50 000

- Nr
1. Örebro SV
 2. Örebro NO
 3. Örebro NV
 4. Trelleborg NV/Malmö SV
 5. Örebro SO
 6. Trelleborg NO/Malmö SO
 7. Norrköping NV
 8. Eskilstuna NO
 9. Linköping NO
 10. Östergötlands sedimentära berggrund (skala 1:100 000)
 11. Eskilstuna NV
 12. Norrköping NO
 13. Malmö NV

SGU serie Ah, hydrogeologiska översiktskartor i skala 1:250 000

- Nr
1. Kalmar län
 2. Västmanlands län

KARTMAPP PRISKLASS J
MED BESKRIVNING PRISKLASS N

Distribution genom
LiberKartor
162 89 STOCKHOLM

ISBN 91-7158-259-2
ISSN 0280-0527