

Ove Gustafsson, Sven A. Jonasson, Eva Magnusson och Carl Andersson

SGU

Fotot på omslaget visar bevattning med grundvatten vid Nymö på
Kristianstadsslätten.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

GRUNDVATTENUNDERSÖKNINGAR PÅ KRISTIANSTADSSLÄTTEN 1976-1987

Ove Gustafsson, Sven A. Jonasson, Eva Magnusson och Carl Andersson

Uppsala 1988

INNEHÅLL

	sid
SAMMANFATTNING.....	5
INLEDNING.....	9
GEOLOGISK OCH HYDROGEOLOGISK ÖVERSIKT.....	11
GRUNDVATTENSTÅNDSFLUKTUATIONER.....	13
Mätningar av SGU.....	13
Kommunala mätningar.....	20
Privata mätningar.....	21
PROVPUMPNINGAR.....	23
Provpumpningar av kommunala vattentäkter.....	24
Provpumpningar av industrivattentäkter.....	24
Provpumpningar av bevattningsbrunnar.....	24
GRUNDVATTNETS FYSIKALISK-KEMISKA EGENSKAPER.....	26
Avslutade analysserier.....	26
Pågående analysserier.....	26
Grundvattnets kvalitet och kvalitetsförändringar 1976-1987.....	27
GRUNDVATTNETS TRITIUMHALT.....	32
JORDBRUKETS VATTENANVÄNDNING.....	34
GRUNDVATTENUTTAG.....	35
Kommunal vattenförsörjning.....	35
Industriella grundvattenuttag.....	36
Bevattningsuttag.....	36
Grundvattenuttag för energiändamål.....	37
Framtida grundvattenuttag.....	37
GRUNDVATTENMODELLERING.....	39
FÖRSLAG TILL KONTROLL- OCH ÅTGÄRDSPROGRAM.....	42
LITTERATUR.....	44
BILAGOR.....	45
1. Hydrauliska egenskaper.....	46
2. Vattenanalyser.....	48
3. Tritiumanalyser.....	60
4. Grundvattenuttag.....	62
5. Grundvattenmodellering av Kristianstadsslättens akviferer...65	65

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport kan betraktas som ett komplement till SGU:s utredning från 1979 "Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten". I denna redovisades det dåvarande kunskapsunderlaget om Kristianstadsslättens hydrogeologi och ett detaljerat program för önskvärda, kompletterande undersökningar lämnades. Vissa delar av detta undersökningsprogram har nu genomförts. I föreliggande rapport presenteras mätningar av grundvattnets fluktuationer i olika akviferer, grundvattnets fysikalisk-kemiska egenskaper och tritiumhalter, grundvattenuttagens storlek och en grundvattenmodellering av Kristianstadsslättens akviferer.

Den geologiska uppbyggnaden av Kristianstadsslätten medför att grundvattnet uppträder i olika våningar. Följande överensstämmelse mellan geologi och akviferer är redovisad i SGU:s rapport 1979:

Grovkorniga jordlager	-	övre eller undre jordakvifer
Kalksten m.m.	-	övre bergakvifer
Glaukonitsand(sten)	-	undre bergakvifer

Allmänt gäller att vattnet i de olika akvifererna är i långsam rörelse från Kristianstadsslättens högre delar mot de lägre. De olika akvifererna står i hydraulisk kontakt med varandra genom att tryckskillnaden mellan dem ger upphov till en vertikal transport av vatten (läckage). Läckaget kan vara såväl nedåt- (inläckage) som uppåtriktat (utläckage). Med ledning av noggranna grundvattennivåmätningar i olika akviferer som utförts i samband med provpumpningar har de områden avgränsats, där inläckage och utläckage till glaukonitsanden för närvarande äger rum. Inläckningsområdena utgör samtidigt riskområden, där föroreningar från markytan eller den övre jordakviferen kan tränga ned till djupare belägna akviferer.

Grundvattenståndsmätningar med självregistrerande pegrar har utförts i 6 observationsbrunnar i olika akviferer. Mätningarna visar att fluktuationerna till största delen beror på nederbördens storlek och fördelning under året. Grundvattenuttagen för bevattning har endast påverkat observationsbrunnarna obetydligt utom i Fjälkinge. Kritberggrunden inklusive glaukonitsanden är där tunn och berggrundsakvifererna därigenom mindre än vad som är vanligt på Kristianstadsslätten. Bevattningsuttagen har orsakat en avsänkning av 3-4 m i observationsbrunnen i Fjälkinge under bevattningssäsongen.

Ett överuttag av grundvatten för bevattningsändamål skulle medföra kontinuerligt sjunkande grundvattennivåer. Tendensen skulle först märkas i de största uttagsbrunnarna. För att följa utvecklingen har 28 bevattningsbrunnar utvalts för grundvattennivåmätningar två gånger per år, före och efter bevattningssäsongen. De årliga fluktuationerna visar på samma sätt som för föregående grupp av brunnar att höga och låga grundvattennivåer kan sättas i direkt samband med nederbördens storlek och fördelning under året. Någon permanent grundvattensänkning till följd av bevattningsuttagen har däremot inte kunnat konstateras i något fall.

Övriga mätningar visar samma överensstämmelse mellan nederbörd och grundvattennivåer. I östra delen av Kristianstad framgår av de kommunala mätningarna att grundvattennivån stigit långsamt men mer eller

Industrins grundvattenuttag inklusive läns pumpningen av Ignaberga kalkbrott har beräknats till ca 4.0 miljoner m³ under 1986, vilket väl överensstämmer med tidigare uppskattningar.

Det totala grundvattenuttaget för bevattning har bedömts med ledning av det uppmätta uttaget ur ett antal bevattningsbrunnar med vattendom. För 1986 har uttaget uppskattats till ca 8 miljoner m³, medan det maximala uttaget under ett extremt torrår har bedömts uppgå till omkring 14 miljoner m³.

Vid användningen av grundvatten som värmekälla i värmepumpsanläggningar återförs i allmänhet vattnet till akviferen genom infiltration. Det direkta grundvattenuttaget för energiändamål torde därför vara relativt obetydligt och har bedömts uppgå till 0,3 miljoner m³ under 1986.

Det totala grundvattenuttaget har uppskattats till 20,5 miljoner m³ för 1986 och har bedömts öka till 23-25 miljoner m³ år 2000. Under torrår kan ökningen av bevattningen väntas medföra ett totalt uttag av 30-32 miljoner m³ vid denna tidpunkt.

Kristianstadsslättens akviferer har simulerats med hjälp av två olika numeriska datormodeller, SUTRA och MODFLOW.

Den regionalt viktigaste akviferen (glaukonitsanden) har simulerats med hjälp av SUTRA. Dessa simuleringar har omfattat större delen av Kristianstadsslätten och har haft till syfte att summera omsatta vattenmängder. Följande vattenbalans för akviferen har erhållits:

Grundvattenbildning:	3.2 m ³ /s
Utläckage på land:	2.0 m ³ /s
Uttag ur brunnar:	0.5 m ³ /s
Utläckage i Hanöbukten:	0.7 m ³ /s

Den sydvästra delen av Fjälkingeområdet har simulerats med hjälp av MODFLOW. Simuleringarna visar att uttagen tillsammans med det naturliga utflödet av grundvatten från området torde ligga nära den möjliga grundvattenbildningen.

Förutom simulering av den regionala situationen i Fjälkingeområdet har MODFLOW även utnyttjats för att simulera avsänkningen runt en enskild brunn med motsvarande hydrogeologiska parametrar som i detta område. Resultaten visar bl a att avsänkningen uppgår till ungefär en meter på ett avstånd av 400 m från brunnen vid de maximala bevattningsuttag som förekommer i området. Läckaget begränsar avsänkningen under en längre tids pumpning, men under pumpningens tidiga skede är avsänkningen obetydligt påverkad av läckaget.

Sammanfattningsvis visar simuleringarna att en viss försiktighet bör iaktas för att inte riskera överuttag i Fjälkingeområdet.

De utförda grundvattennivåmätningarna och de beräkningar som utförts vid modellarbetet visar klart att nuvarande och förväntade uttag fram till sekelskiftet inte innebär någon överexploatering av grundvattentillgångarna. Däremot är grundvattenkvaliteten med avseende på nitrathalten mer problematisk. För närvarande är mycket grundvatten i jordlagren och en del grundvatten i kritberggrunden inom inläckningsområdena (där grundvattenbildningen till de djupare akvifererna sker)

förorenat av nitrat. Det finns på sikt risk för att allt mer grundvat-
ten i kritberggrunden kommer att förorenas.

För att kontrollera eventuella förändringar av grundvattenförhållande-
na föreslås följande program:

1. Utförda grundvattennivåmätningar samlas in, registreras och bearbetas centralt.
2. Samma sak genomförs för de fysikalisk-kemiska vattenanalyserna.
3. En serie observationsbrunnar som registrerar näringsläckage till olika akviferer upprättas snarast inom känsliga områden, dvs där grundvattenbildning äger rum.

Inom ett intensivt odlat jordbruksområde som Kristianstadsslätten måste dessutom åtgärder genomföras för att reducera kvävetillförseln och därigenom avlasta miljön.

4. Bevattnings- och gödslingsåtgärder måste därför balanseras omsorgsfullt mot varandra så att utlakning av näringsämnen till ytvattnen och grundvattenmagasinen minimeras.
5. Miljöpropositionens riktlinjer bör snarast följas vad gäller krav på:
 - a) Ökad andel höst/vinterbevuxen mark
 - b) Ökad lagringskapacitet för stallgödsel
 - c) Ökade restriktioner vad gäller spridningstillpunkt av gödsel
 - d) upprättande av gödslings/växtodlingsplan
6. Det bör vara en absolut strävan att minimera miljöproblemen i samband med stallgödselhanteringen genom att:
 - a) använda täta lagringsutrymmen
 - b) sprida lägsta möjliga givor (dock max 40 ton/hektar och år)
 - c) utföra stallgödselanalys
 - d) undvika spridning i kuperad terräng samt nära vattendrag eller vattentäkt

Det här skisserade kontroll- och åtgärdsprogrammet bör snarast genomföras med tanke på den stora betydelse som grundvattentillgångarna har i dag och även kan förväntas få i framtiden på Kristianstadsslätten.

INLEDNING

Grundvattenuttagen på Kristianstadsslätten ökade mycket snabbt under 1970-talet på grund av lantbruksbevattningens utveckling. Eftersom det fanns risk för att stora problem därmed skulle uppkomma i framtiden vände sig länsstyrelsen i Kristianstad till Sveriges geologiska undersökning (SGU) med en hemställan om att SGU skulle utföra en hydrogeologisk kartering av grundvattentillgångarna på Kristianstadsslätten. Denna skulle bli en grund för en nöjaktig prioritering och fördelning av tillgångarna.

SGU ansåg att någon form av översiktlig hydrogeologisk kartering borde utföras men framhöll att uppgiften eventuellt kunde bli så omfattande att den inte rymdes inom SGU:s anslagsram. Som en första etapp genomfördes en sammanställning av det dåvarande kunskapsunderlaget om Kristianstadsslättens hydrogeologi och ett detaljerat program för de fortsatta undersökningarna utarbetades. Denna rapport "Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten" av O. Gustafsson, J.E. Andersson och J. De Geer utkom 1979. Rapporten innehöll förutom en textdel en hydrogeologisk karta i skala 1:100 000 och sex planscher i skala 1:250 000.

Alla de kompletterande undersökningar som i SGU:s rapport bedömdes nödvändiga för att klarlägga de hydrogeologiska förhållandena på ett nöjaktigt sätt har av ekonomiska orsaker inte kunnat genomföras. Däremot har vissa delar av undersökningsprogrammet utförts av SGU, t.ex. mätningar av grundvattnets fluktuationer i olika akviferer och analysering av grundvattnets fysikalisk-kemiska egenskaper och tritiumhalter. Liknande mätningar och analyser har även utförts av de kommunala myndigheterna på Kristianstadsslätten. Genom att ett stort antal lantbrukare ansökt om lagligförklaring av sina grundvattenuttag, har ett drygt 50-tal bevattningsbrunnar blivit noggrannt provpumpade som underlag för ansökan till vattendomstol. I avkunnade vattendomar har de olika sökandena blivit ålagda att förutom registrering av vattenuttaget utföra vattenståndsobservationer och fysikalisk-kemiska vattenanalyser. För att rätt kunna behandla den stora informationsmängd som finns har Geologiska institutionen vid Chalmers Tekniska Högskola fått i uppdrag att framställa grundvattenmodeller över Kristianstadsslättens akviferer. Modellerna har blivit använt för att göra prognoser av grundvattenavsänkning vid maximala uttag under extrema torrår.

Föreliggande rapport får betraktas som ett komplement till den tidigare från 1979 och bör användas parallellt med denna. Alla grundläggande data om geologiska och hydrogeologiska förhållanden finns t.ex. i den tidigare rapporten.

Denna rapport har utarbetats i samarbete mellan SGU, Lantbruksnämnden i Kristianstad och Geologiska institutionen vid Chalmers Tekniska Högskola (CTH). Avsnitten om grundvattenståndsfluktuationer, fysikalisk-kemiska egenskaper, tritiumhalter och grundvattenuttag har författats av Ove Gustafsson, SGU, som också redigerat den slutliga texten. Carl Andersson, Lantbruksnämnden har skrivit kapitlet om jordbrukets vattenanvändning och medverkat i avsnitten om grundvattenuttagen och kontroll- och åtgärdsprogrammet medan Sven A. Jonasson och Eva Magnusson, CTH, har svarat för den matematiska modelleringen med tillhörande textavsnitt.

För att göra den matematiska modellen och tryckningen av rapporten möjlig har ekonomiska bidrag lämnats av Kristianstads kommun, Kristianstad-Blekinge Slakteriförening, Föreningsbanken i Kristianstad, Kristianstadsortens Lagerhusförening, AB Skånebrännerier, Skånska Lantmännen, Sveriges Stärkelseproducenter, Skånemejerier, Malmbergs i Yngsjö och Kristianstads Sparbank.

Vid insamlingen av data i fält har Mats Pålsson och Marianne Teeling, SGU deltagit. Naturvårdsenheten vid Länsstyrelsen i Kristianstad har genom Jan-Åke Lönqvist insamlat uppgifter om grundvattenuttag, grundvattennivåmätningar och vattenanalyser från lantbrukare med vattendom. Sven Norup vid Lantbruksnämnden i Kristianstad har lämnat synpunkter på det föreslagna kontroll- och åtgärdsprogrammet. Ritarbetet har utförts av Christin Andreasson och Lillemor Schultz, medan Elsa Zachrisson svarat för utskriften av texten. Slutgranskningen av rapporten har utförts av Jan De Geer.

Till samtliga dessa samt övriga som på olika sätt bidragit till denna rapport riktas ett varmt tack.

GEOLOGISK OCH HYDROGEOLOGISK ÖVERSIKT

Kristianstadsslättens geologi har bl a beskrivits kortfattat av Gustafsson m fl (1979). De avlagringar som huvudsakligen förekommer där är:

Jordlager
Kalksten m.m.
Glaukonitsand(sten)
Urberg (ibland lervittrat)

Kristianstadsslätten begränsas mot sydväst av markerade förkastningar utmed de båda horstarna, Nävlingeåsen och Linderödsåsen. Sedimentberggrundens mäktighet är störst utmed Linderödsåsens förkastning.

Den indelning i olika akviferer som tidigare gjorts (se fig. 5 i Gustafsson m fl, 1979) ger följande överensstämmelse mellan geologi och akviferer:

Grovkorniga jordlager	-	övre och/eller undre jordakvifer
Kalksten m.m.	-	övre bergakvifer
Glaukonitsand	-	undre bergakvifer

Allmänt gäller att vattnet i de olika akvifererna är i långsam rörelse från Kristianstadsslättens högre delar mot de lägre. De olika akvifererna står i hydraulisk kontakt med varandra genom att tryckskillnaden mellan dem ger upphov till en vertikal transport av vatten (läckage). Läckaget kan vara såväl nedåt- (inläckage) som uppåtriktat (utläckage).

I samband med provpumpningar har noggranna grundvattennivåmätningar utförts i olika akviferer på Kristianstadsslätten. Med ledning av dessa mätningar har de områden avgränsats, där inläckage och utläckage till den undre bergakviferen (glaukonitsanden) för närvarande äger rum (se fig. 1). Vid stora grundvattenuttag som sänker trycknivån i den undre bergakviferen, kan utläckning inom ett område övergå till inläckning. Grundvattenbildningen till den undre bergakviferen kommer därigenom att öka. Inläckningsområdena utgör samtidigt riskområden, där föroreningar från markytan eller den övre jordakviferen kan tränga ned till djupare belägna akviferer.

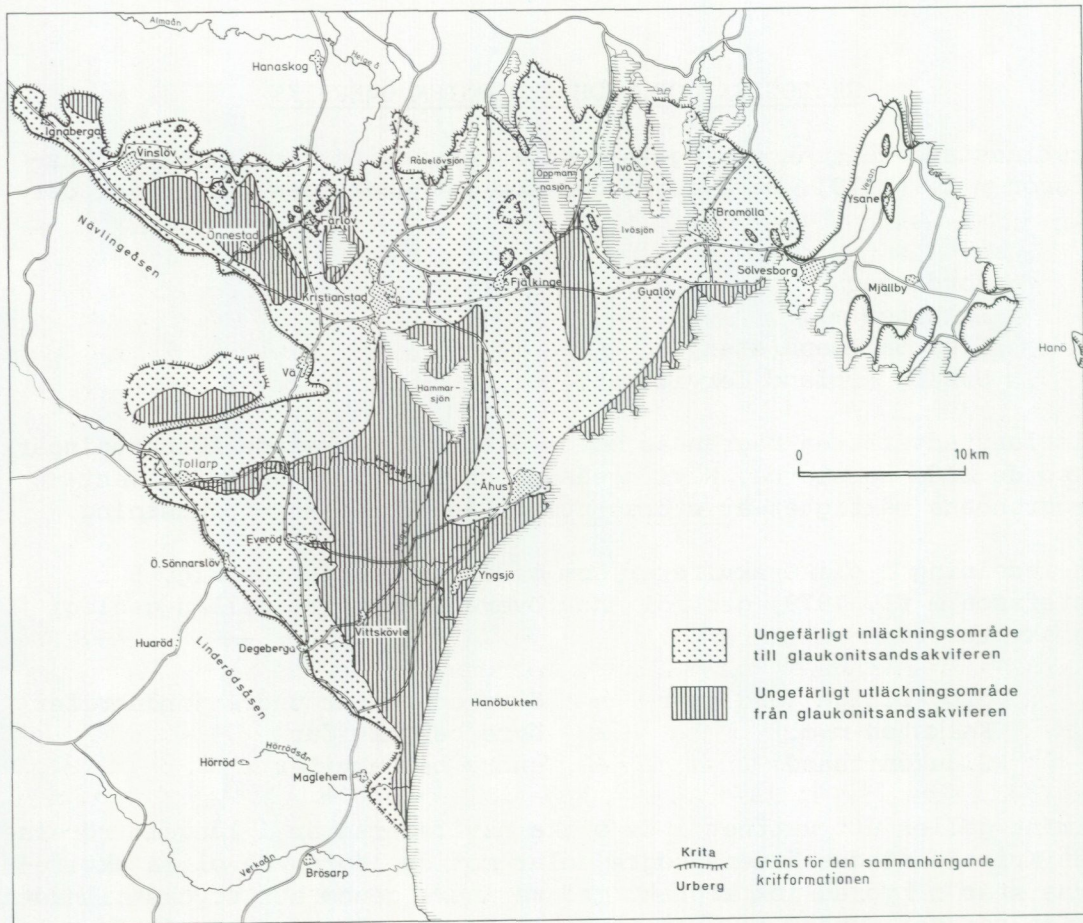


Fig. 1. Områden med inläckage respektive utläckage till den undre bergkvifern (glaukonitsanden).

GRUNDVATTENSTÄNDSFLUKTUATIONER

Grundvattenståndsfluktuationer har sedan länge utförts på Kristianstadssläätten. En redovisning av äldre mätningar liksom pågående mätserier under senare delen av 1970-talet har lämnats av Gustafsson m fl (1979). Av de under perioden 1976 - 87 utförda observationerna märks SGU:s olika mätningar i observationsbrunnar och bevattningsbrunnar. Kristianstads kommun har under samma tid mätt grundvattennivån i ett antal brunnar omkring centralortens vattentäkter. Vidare har ett drygt 40-tal lantbrukare i vattendom ålagts att under bevattningssäsong mäta grundvattennivåer i brunnar omkring sina bevattningsbrunnar.

Mätningar av SGU

Kontinuerliga mätningar

De mest detaljerade grundvattenståndsmätningarna har utförts av SGU i 6 observationsbrunnar där självregistrerande pglar varit installerade. Mätstationernas lägen framgår av fig. 2. Brunnarna vid Fjälkinge och Ö. Ljungby består av oanvända, äldre vattentäkter, medan de övriga brunnarna har borrats speciellt för denna undersökning. Stationen vid Skadde består av två brunnar som borrats ned till olika akviferer.

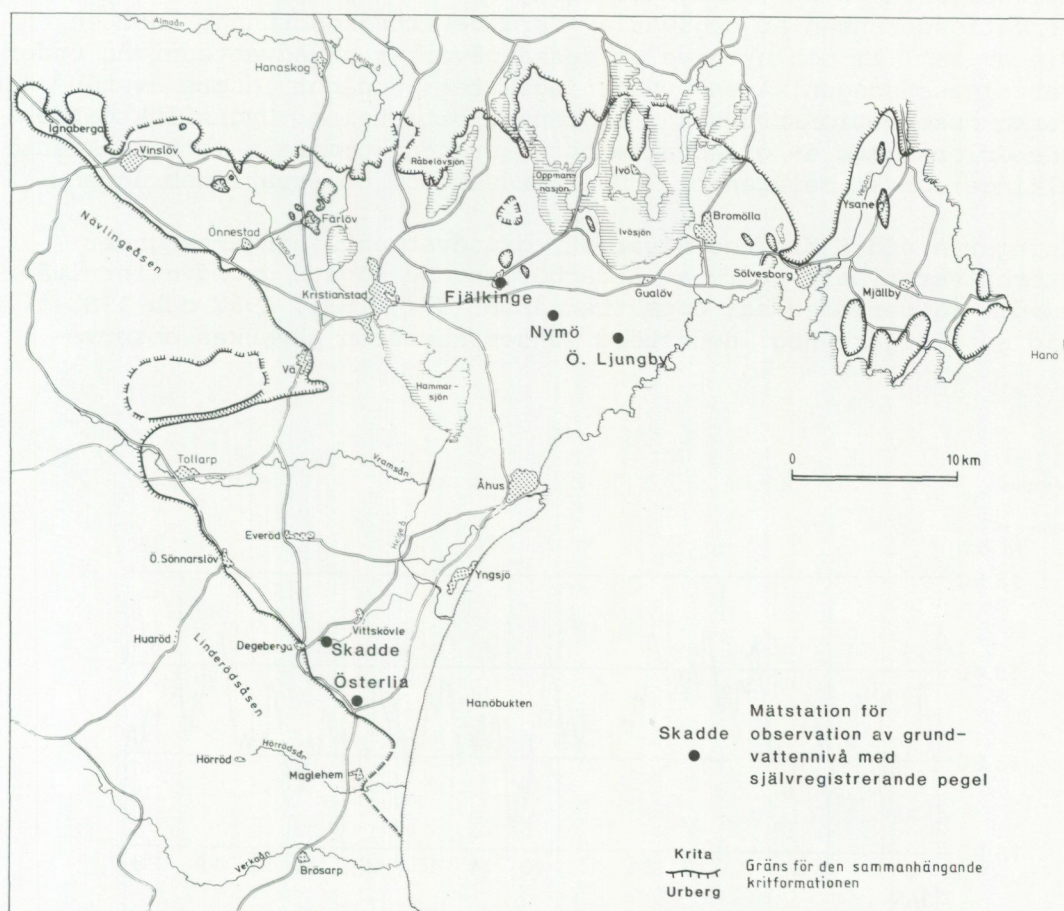


Fig. 2. Mätstationer för kontinuerlig registrering av grundvattennivån.

De utförda mätningarna från samtliga stationer redovisas tillsammans med nederbördsobservationer från Ugerup i fig. 3. Nederbörden har varit riklig under vissa perioder, t.ex. under hösten 1976, 1980, 1981 och 1985 liksom under våren 1983 och sommaren 1987. Perioder med låg nederbörd har t.ex. inträffat under våren 1978, 1980, 1984 och 1987 liksom under sommaren 1983.

Observationsbrunnen vid **Fjälkinge** är 80 m djup. Jordlagren består överst av ca 15 m finkorniga sediment som underlagras av ca 5 m lerig morän. Kritberggrunden är i detta område till största delen utbildad som sandkalksten och kalksten, medan glaukonitsanden är tunn eller saknas helt. Det är möjligt att brunnen når ned i den översta delen av det underliggande urberget.

I stora drag är grundvattenståndsfluktuationerna vid Fjälkinge klart beroende av årstiderna med de högsta nivåerna under våren och de lägsta under sommaren-hösten. Fluktuationerna återspeglar också nederbördsförhållandena. Hög höst- och/eller vårnederbörd åtföljs således av höga grundvattennivåer och omvänt.

Grundvattennivån vid Fjälkinge kännetecknas också av snabba dygnsfluktuationer med en amplitud av omkring 0,1 m (se fig. 4). Under sommarmånaderna tillkommer som framgår av fig. 3 betydligt större fluktuationer på 3 - 4 m under dagar eller ibland veckor. Dessa fluktuationer orsakas av grundvattenuttag ur omkringliggande brunnar. Observationsbrunnen är omgiven av fyra bevattningsbrunnar inom en radie av ca 1 km och uttagen ur dessa påverkar grundvattennivån under bevattningssäsongen. Även bevattningsuttag på något längre avstånd kan påverka observationsbrunnen i begränsad omfattning. Dygnsfluktuationerna är orsakade av grundvattenuttag ur den kommunala vattentäkten i Fjälkinge som är belägen ca 700 m nordväst om observationsbrunnen.

Mätningarna vid Fjälkinge visar att grundvattenhöjningarna under vinterhalvåret helt styrs av nederbörden. De högsta grundvattennivåerna under mätperioden har uppmätts våren 1977, 1981, 1982 och 1983 till följd av tidigare hög nederbörd. Under sommaren påverkas observa-

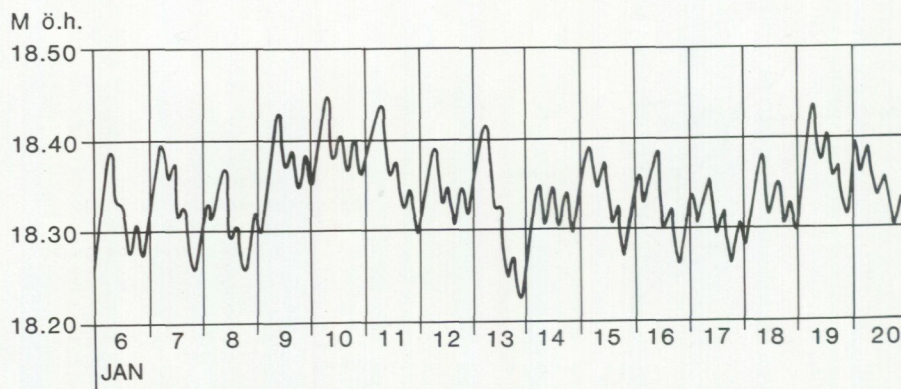


Fig. 4. Grundvattennivåns dygnsfluktuationer vid Fjälkinge under januari 1977.

tionsbrunnen av grundvattenuttag för bevattning. Denna påverkan orsakar emellertid inte någon permanent grundvattensänkning. Den lägsta grundvattennivån under mätperioden har noterats under sommaren 1980 på grund av låg grundvattennivå på våren samma år i kombination med tämligen intensiv bevattning under sommaren. Under icke-bevattningssäsong har de lägsta grundvattennivåerna uppmätts under hösten 1976 och 1980.

Observationsbrunnen vid **Nymö** är borrarad genom Oppmannaåsen, en av de stora rullstensåsarna på Kristianstadsslätten. Åsen är 39 m mäktig vid borrhplatsen. Brunnen är försedd med ett brunnsfilter mellan 31 och 35 m.

Som fig. 3 visar är grundvattenståndsfluktuationerna vid Nymö ganska små och regelbundna. De högsta och lägsta grundvattennivåerna kan på samma sätt som för Fjälkinge hänföras till perioder med hög eller låg nederbörd. Observationsbrunnen är belägen 450 m norr om en bevattningsbrunn som utvinnet vatten ur samma rullstensås, men någon påverkan av detta uttag märks inte.

Mätningarna vid Nymö visar att grundvattenståndsfluktuationerna är klart beroende av nederbörden. De små årliga fluktuationerna tyder på en stor akvifer.

Observationsbrunnen vid **Ö. Ljungby** är 120 m djup. Jordlagren består av 25 m sand som överlagrar 16 m morän. Glaukonitsanden påträffas 90 m under markytan och fortsätter till brunnens botten.

Mätningarna vid Ö. Ljungby överensstämmer i stort med mätningarna vid Nymö. De ganska små och regelbundna fluktuationerna visar att akviferen är betydande. Under sommaren tillkommer upprepade, små snabba avsänkningar åtföljda av nästan lika snabba återhämtningar, vilket anger påverkan av vattenuttag i området. Observationsbrunnen är omgiven av åtta bevattningsbrunnar inom en radie av 2 km och det är uttagen ur dessa som påverkar grundvattennivån. Fluktuationerna är emellertid i stora drag helt beroende av nederbördsförhållandena på samma sätt som för övriga observationsbrunnar.

De båda observationsbrunnarna vid **Skadde** är 5 och 18 m djupa och är borrhade från botten av ett sandtag i en av de stora isälvsavlagringarna på Kristianstadsslätten. Jorddjupet på borrhplatsen är 9,5 m. Den grunda brunnen är försedd med filter på nivån 3-5 m, medan den djupa brunnen är filtersatt i den övre delen av kritberggrunden på nivån 15-18 m.

Mätresultaten från de båda brunnarna är markerade i samma diagram på fig. 3. Överensstämmelsen mellan de båda kurvorna är som synes god. Den övre kurvan härrör från den grunda brunnen, vilket visar att den vertikala vattentransporten är nedåtriktad och att grundvatten därigenom tillförs berggrunden från jordlagren. Mätstationen ligger i en glesbygd och observationsbrunnarna är inte heller märkbart påverkade av några grundvattenuttag.

Observationsbrunnen vid **Österlia** är 110 m djup. Brunnen är borrarad genom samma stora isälvsavlagring som finns vid Skadde. Jordlagren är 72 m mäktiga och består enbart av grus, sand och grovmo. Från 72 m till 88 m är brunnen borrarad genom en okonsoliderad kalksandsten som

därunder övergår i en okonsoliderad sandsten. Brunnen är försedd med filter på 106,5-109,5 m.

Mätningarna vid Österlia överensstämmer i stora drag med resultaten från Ö. Ljungby. De årliga fluktuationerna är små vilket tyder på en betydande akvifer. Periodvis uppträder under hela året dygnsfluktuationer på några centimeter, sannolikt orsakade av lufttrycksvariationer. Under sommaren märks också en obetydlig påverkan (1-2 cm) från en 83,5 m djup bevattningsbrunn som är belägen 350 m sydväst om observationsbrunnen.

Sammanfattning: De utförda mätningarna visar att grundvattenståndsfluktuationerna i observationsbrunnarna till allra största delen beror på nederbördens storlek och fördelning under året. Den högsta grundvattennivån förekommer nästan alltid under våren och den lägsta under sensommaren - hösten. Till följd av den höga nederbörden under hösten 1980 och 1981 är de högsta nivåerna i samtliga observationsbrunnar uppmätta under våren 1982. Den ganska låga nederbörden under vinterhalvåret 1979-80 orsakade i sin tur de låga grundvattennivåerna under hösten 1980. Grundvattenuttagen för bevattning har endast påverkat observationsbrunnarna i de stora akvifererna obetydligt (brunnarna vid Nymö, Ö. Ljungby och Österlia). I Fjälkingeområdet är kritberggrunden inklusive glaukonitsanden tunn och berggrundsakviferen därför betydligt mindre. Bevattningsuttagen har i den där belägna observationsbrunnen orsakat en avsänkning av 3-4 m.

Grundvattennätets mätningar

SGU:s grundvattennät består av ett antal observationsområden i hela landet. På Kristianstadsslätten finns ett av dessa områden, där för närvarande sju mätstationer för grundvattennivåmätningar ingår. I allmänhet utförs mätningarna två gånger per månad. Fluktuationerna vid en av dessa stationer, ett 6 m djupt observationsrör vid Mosslunda, ca 7 km sydväst om Kristianstad, redovisas i fig. 5. Observationsröret är nedfört till ett sandlager under morän.

GRUNDVATTENNIVÅ I M UNDER RÖRÖVERKANT

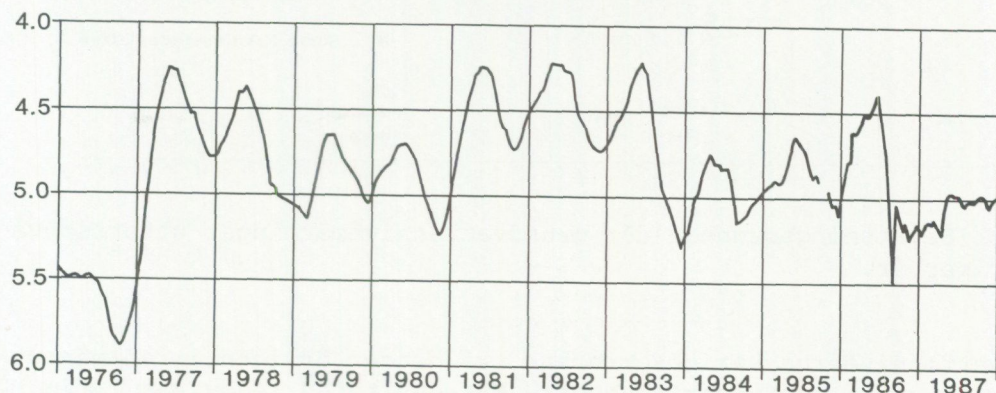


Fig. 5. Grundvattennivåns fluktuationer vid Mosslunda.

Fluktuationerna vid Mosslanda överensstämmer väl med de ovan redovisade. Den mycket låga nivån under hösten 1976 till följd av den låga nederbörden tidigare åtföljs av en snabb återhämtning i början av 1977. Höga grundvattennivåer är också uppmätta under våren 1981, 1982 och 1983 på grund av nederbördsförhållandena under denna tidsperiod.

Mätningar i bevattningsbrunnar

Ett överuttag av grundvatten på Kristianstadsslätten för bevattningsändamål skulle medföra kontinuerligt sjunkande grundvattennivåer. Tendensen skulle först märkas i de största uttagsbrunnarna. För att följa utvecklingen utvaldes därför 35 bevattningsbrunnar 1976 för grundvattenståndsmätningar. Av olika anledningar bortföll 7 av dessa under mätperioden. De återstående 28 brunnarnas lägen framgår av fig. 6.

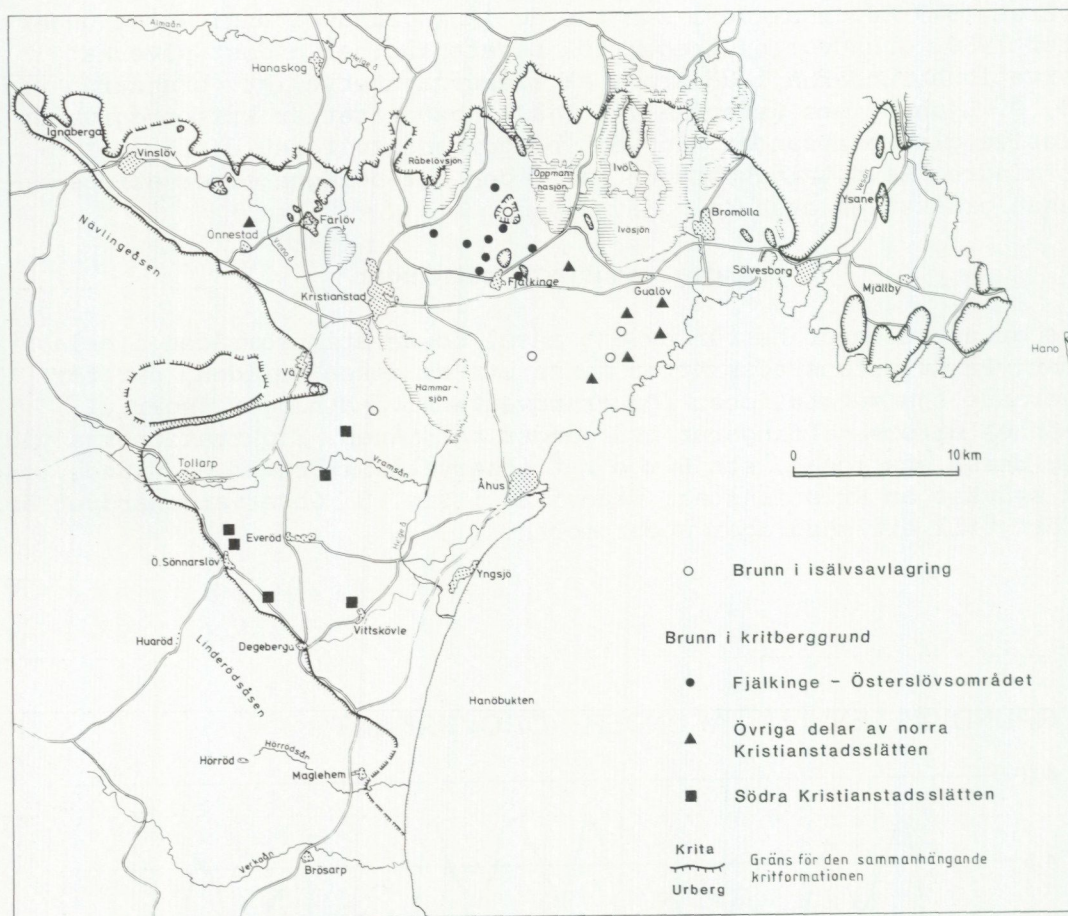


Fig. 6. Bevattningsbrunnar där grundvattennivåmätningar utförts två gånger per år.

Grundvattennivåerna har observerats två gånger årligen, i allmänhet i slutet av april och under november. Mätresultaten redovisas i fig. 7. Brunnarna har indelats i fyra grupper, där de geologiska förhållandena är någorlunda likartade i varje grupp. Samtliga kurvor har gruppsvis fått en gemensam startpunkt i början av april 1976 och de visar därför relativa förändringar av grundvattennivåerna under mätperioden.

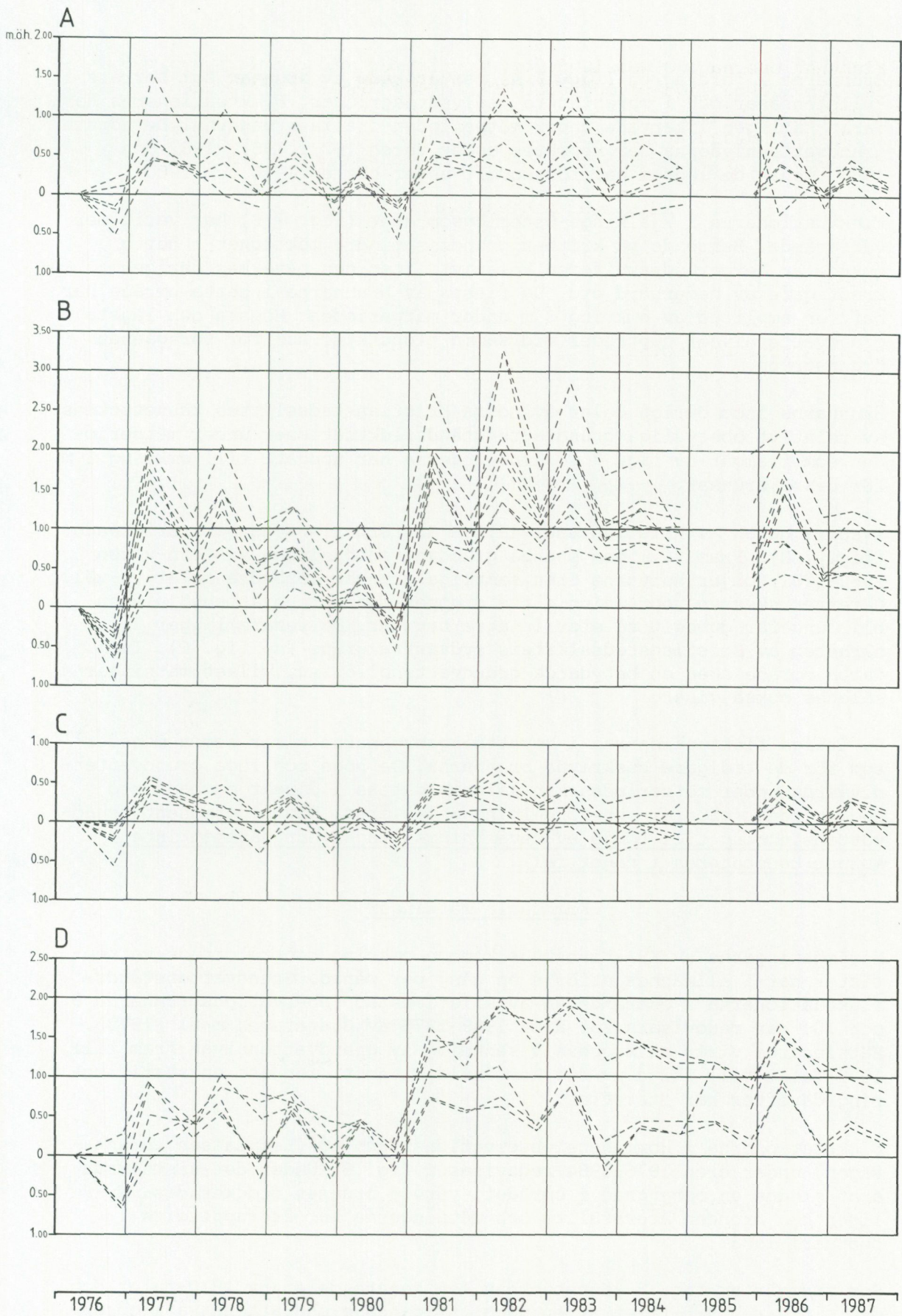


Fig. 7. Grundvattenståndsfluktuationer i 28 brunnar. A=brunnar i isälvsavlagringar. B-D=brunnar i kritberggrunden. B: Fjälkinge-Österslövområdet, C: övriga delar av norra Kristianstadsslätten, D: södra Kristianstadsslätten.

Brunnarna i jordlagren (fig. 7 A) består både av brunnar som borrats i rullstensåsar och i moräntäckta isälvsavlagringar. Fluktuationerna har varit tämligen likartade under mätperioden i alla brunnarna. De högsta grundvattennivåerna har uppmätts under våren 1977, 1981, 1982 och 1983, medan de lägsta har förekommit under hösten 1976 och 1980.

Fluktuationerna i Fjälkinge-Österlövsområdet (fig. 7 B) har varit mer varierande. Beroende på kritberggrundens mindre mäktighet i detta område är berggrundsakviferen relativt liten och påverkas därigenom kraftigare av nederbörd etc. De flesta av brunnarna i detta område har haft en amplitud av omkring 3 m under mätperioden. Högsta och lägsta grundvattennivåer uppträder vid samma tidpunkter som för föregående brunngrupp.

Brunnarna inom övriga delar av norra Kristianstadsslätten kännetecknas av relativt obetydliga grundvattenståndsfluktuationer under mätperioden som framgår av fig. 7 C. Amplituderna har uppgått till omkring 1 m för dessa brunnar.

I södra delen av Kristianstadsslätten är förhållandena mer varierande (fig. 7 D). Fram till den snabba grundvattenhöjningen vintern-våren 1980-1981 följer kurvorna från samtliga brunnar varandra relativt väl. Därefter sker en uppdelning i två grupper, där grundvattenhöjningen blir ungefär dubbelt så stor i några brunnar. De senare ligger i närheten av Kristianstadsslättens sydvästra gräns (se fig. 6). Inom detta område sker en betydande grundvattenbildning, vilket mätningarna således också visar.

De årliga fluktuationerna i bevattningsbrunnarna visar samma mönster som för de tidigare beskrivna brunnarna. De höga och låga grundvattennivåerna under mätperioden kan således sättas i direkt samband med nederbördens storlek och fördelning under året. Någon permanent grundvattensänkning till följd av bevattningsuttagen har däremot inte kunnat konstateras i något fall.

Kommunala mätningar

Nivåmätningarna av Kristianstads kommun omkring centralortens vattentäkter har i allmänhet utförts en gång per månad. Grundvattenståndsfluktuationerna i östra delen av Kristianstad (observationsbrunnarna 9 och 10) har redovisats för åren 1949-1978 av Gustafsson m fl (1979). Mätningarna visar en successiv sänkning av grundvattennivån fram till 1970-talet till följd av det kommunala uttaget, men att en stabilisering därefter har inträffat.

Fluktuationerna i kommunens observationsbrunn 10 (Lekplatsen, Brunnsvägen) under åren 1976-1984 redovisas i fig. 8. Under det sistnämnda året skedde en ombyggnad i området, varvid brunnen blockerades. Nyligen har brunnen återställt och mätningarna har återupptagits i februari 1988.

Som framgår av fig. 8 kännetecknas den senare delen av 1970-talet och det tidigare 1980-talet av en något stigande grundvattennivå i observationsbrunn 10. Delvis torde de allmänt höga grundvattennivåerna på Kristianstadsslätten under åren 1981-83 (se tidigare avsnitt) ha orsakat denna höjning. Kommunens minskade uttag inne i Kristianstad

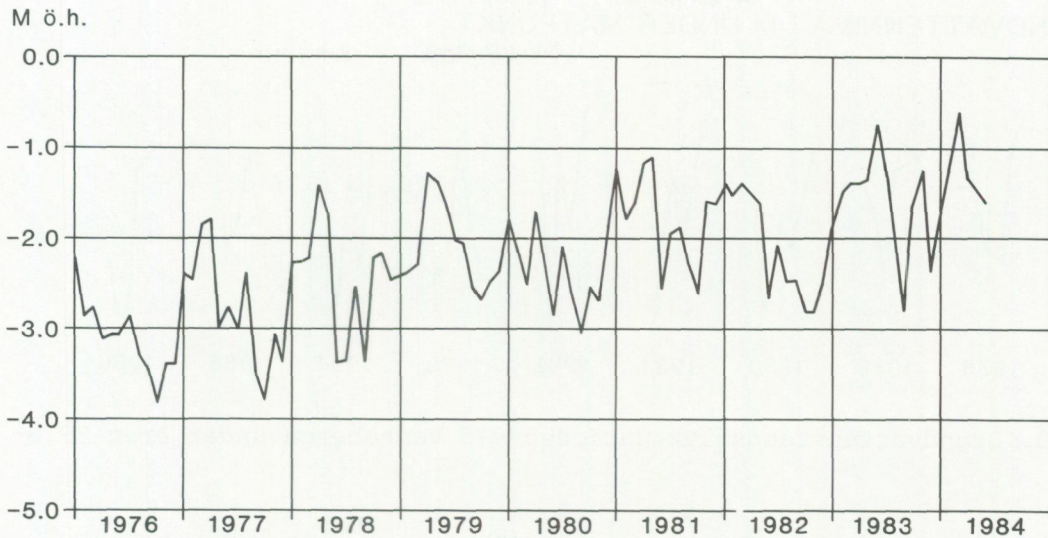


Fig. 8. Grundvattenståndsfluktuationer i östra delen av Kristianstad under åren 1976-1984.

och motsvarande ökning nordväst om samhället har säkerligen också bidragit till denna utveckling.

Mätningarna inne i Kristianstad visar således en stigande grundvattennivå under den senaste 10-årsperioden och därmed en återgång till de förhållanden som rådde under början av 1960-talet.

Privata mätningar

Under den senaste 10-årsperioden har drygt 40 lantbrukare sökt och erhållit vattendom för jordbruksbevattning med grundvatten. Eftersom flera lantbrukare har mer än en vattentäkt finns vid årsskiftet 1987-1988 vattendomar rörande 55 bevattningsbrunnar. Som villkor för vattendomen har sökandena ålagts att mäta grundvattennivåer i omkringliggande brunnar i samband med bevattningssäsongen. Oftast har en borrhäls och en grävd brunn utvalts för observation omkring varje bevattningsbrunn. Mätningarna skall enligt vattendomen utföras vid bevattningssäsongens början och slut samt var sjätte vecka däremellan och pågå under den tid som bestämts för oförutsedd skada, dvs i allmänhet 10 eller 20 år. Resultaten skall förvaras i anslutning till brukningsenheten.

De flesta vattendomarna för jordbruksbevattning har utfärdats under 1980-talet och mätserierna är därför i allmänhet ganska kortvariga. I fig. 9 redovisas mätningar från en observationsbrunn vid Vanneberga. Brunnen är utvald för observation i vattendomen för den av Trolle-Ljungby AB ägda bevattningsbrunnen på fastigheten Vanneberga 34:7. Förutom av denna brunn påverkas observationsbrunnen av några andra bevattningsbrunnar i Vannebergaområdet.

GRUNDVATTENNIVÅ I M UNDER MÄTPUNKT

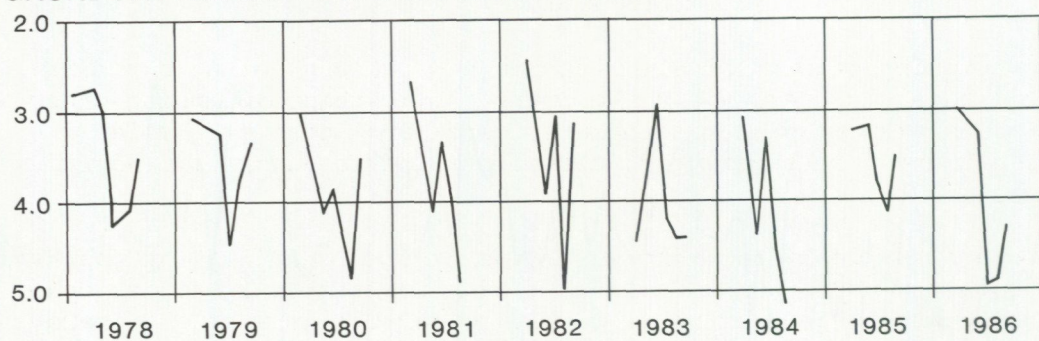


Fig. 9. Grundvattenståndsfluktuationer vid Vanneberga under åren 1978-1986

Som framgår av fig. 9 ger de utförda mätningarna väsentlig information om grundvattennivåns fluktuationer trots att de inte utförs under hela året. De allmänt höga grundvattennivåerna under våren 1982 framträder således klart. Vid mätningstillfället under våren 1983 pågick tydligen grundvattenuttag ur någon brunn i området. Mätningarna under bevattningssäsongen visar också genom den oroliga kurvbilden uttagens inverkan på grundvattennivån. I allmänhet har den sista mätningen för året utförts sedan bevattningen varit helt avslutad och grundvattennivån återhämtats. Under 1981, 1983, 1984 och sannolikt också 1986 pågick däremot fortfarande uttag för bevattning i området vid mätningstillfället.

De grundvattennivåmätningar som utförs av privatpersoner kommer i framtiden att vara de mest omfattande på Kristianstadsslätten. Det är därför väsentligt att mätningarna utförs i enlighet med vattendomarna och att mätresultaten samlas in och registreras centralt.

olika områdena redovisas i bilaga 1. De erhållna resultaten har använts för de matematiska modeller som beskrivs senare (se sid. 39 och bilaga 5).

Provpumpningar av kommunala vattentäkter

Den första av de mer ingående grundvattenundersökningarna på Kristianstadsslätten utfördes inom Kristianstads vattentäktssområde. Undersökningen omfattade en stegprovpumpning och en provpumpning under en vecka av kommunens då nyanlagda brunn B9. De utförda beräkningarna ledde fram till värden på de hydrauliska egenskaperna för glaukonitsandsakviferen som sedan dess använts för Kristianstadsområdet (se bilaga 1, provpumpning nr 1). Undersökningen är redovisad av VIAK (1973).

Hässleholms kommun inledde grundvattenundersökningar i nordvästra delen av Kristianstadsslätten i början av 1970-talet. Avsikten var att klargöra om grundvatten från detta område kunde användas som tillskottsvatten för Hässleholms vattenförsörjning. I de omfattande undersökningarna ingick bl a provpumpningar av såväl privata brunnar som av särskilda rekognoseringsbrunnar. De senare provpumpades under en till två veckor. Undersökningsresultaten är redovisade av VIAK (1974) och VBB (1976 och 1977). En sammanställning av de hydrauliska egenskaperna på de olika borrhålplatserna lämnas i bilaga 1 (provpumpningarna 2-6).

Provpumpningar av industrivattentäkter

Kristianstad-Blekinge Slakteriförening (KBS) är beroende av tre brunnar för sin vattenförsörjning. I samband med en ansökan till vattendomstolen om tillstånd för ökade grundvattenuttag utfördes stegprovpumpningar av två av brunnarna och en kortvarig provpumpning under tre timmar av den tredje brunnen. Undersökningen är i sin helhet redovisad av VIAK (1979) och de viktigaste resultaten lämnas i bilaga 1 (provpumpning nr 7).

Malmbergs i Yngsjö AB baserar i huvudsak sin uppvärmning på ett grundvattenvärmsystem. För grundvattenuttaget till värmepumparna i systemet finns tre brunnar med varierande djup som utviner grundvattnet ur sedimentberggrunden. Det nedkylda grundvattnet avleds till Helga å efter att ha passerat värmepumparna. Den djupaste brunnen, B4, som helt utnyttjar glaukonitsandsakviferen har provpumpats vid två tillfällen under två veckor vardera. Undersökningsresultaten är redovisade av VIAK (1987). De beräknade hydrauliska egenskaperna återfinns i bilaga 1 (provpumpning nr 8).

Provpumpningar av bevattningsbrunnar

Det största antalet provpumpningar på Kristianstadsslätten har utförts av bevattningsbrunnar. För närvarande (mars 1988) finns 58 provpumpade brunnar någorlunda jämnt fördelade över slätten. I allmänhet har såväl en stegprovpumpning som en provpumpning under ca 7 dygn utförts på varje brunn. Vid provpumpningen har omkringliggande befintliga brunnar använts som observationsbrunnar, vilket medför att antalet observationspunkter varierat betydligt från fall till fall. För de av Lantbruksnämnden och SGU utförda provpumpningarna finns basdata angivna i vattendomsansökningarna, medan de teoretiska beräkningarna

utförts speciellt för denna rapport. En sammanställning av de beräknade hydrauliska egenskaperna lämnas i bilaga 1 (provpumpningarna 9-66).

GRUNDTVATTNETS FYSIKALISK-KEMISKA EGENSKAPER

Grundvattnets fysikalisk-kemiska egenskaper har bl a beskrivits översiktligt av Gustafsson m fl (1979). Beskrivningen grundades främst på analyser från kommunala vattentäkter och från privata brunnar som undersökts i samband med kommunala grundvattenundersökningar. Dessutom baserades beskrivningen på de första resultaten av de årliga analyser av 50 brunnar som SGU lät utföra under perioden 1976-1985.

Av de för närvarande pågående undersökningarna har analyseringen från de kommunala vattentäkterna fortsatt i ungefär samma omfattning som tidigare. Dessutom har omkring 40 lantbrukare i vattendom ålagts att vartannat år låta analysera grundvattnet från sina bevattningsbrunnar. Flera tusen vattenanalyser finns också registrerade vid de kommunala miljö- och hälsoskyddskontoren. Sammanlagt finns således ett mycket stort antal analyser från olika brunnar på Kristianstadsslätten både i form av analysserier under många år och i form av enstaka analyser vid ett tillfälle.

Avslutade analysserier

De 50 brunnar som ingått i SGU:s grundvattennät och som analyserades 1976-1985 består av såväl grävda brunnar i jordlagren som borrhållsbrunnar i jordlager och berggrund. Ungefär hälften av brunnarna utgörs av bevattningsbrunnar. De grävda brunnarna är belägna såväl i anslutning till bevattnade arealer som långt ifrån dessa. Avsikten med analysserien har varit att klargöra om någon kvalitetsförändring av grundvattnet skulle äga rum och om så var fallet, i vilka områden och i vilka akviferer detta skulle ske.

Några av de ursprungligen utvalda brunnarna har tagits ur drift under perioden och provtagningen har då överflyttats till andra vattentäkter. Detta medför att analyseringen av några brunnar har avbrutits före 1985, medan andra analysserier börjar först 1979. Provtagningen har antingen utförts under sommaren eller tidigt på hösten. Samtliga längre analysserier från dessa brunnar är redovisade i bilaga 2.

Pågående analysserier

Fullständiga vattenanalyser från de kommunala vattentäkterna utförs vanligen en gång per år. Ibland kompletteras dessa däremellan med ytterligare någon analys av en eller flera parametrar av speciellt intresse.

De vattenanalyser som SGU för närvarande utför inom ramen för grundvattennätet äger rum två gånger per år. F.n. analyseras 12 brunnar på Kristianstadsslätten.

De analyser som utförs i privat regi härstammar till stor del från bevattningsbrunnar, där ägarna i vattendom ålagts att låta analysera sitt vatten en gång vartannat år. Dessa undersökningar kommer i framtiden att tillhöra de mest omfattande på Kristianstadsslätten. Det är därför viktigt att de utförs i enlighet med vattendomarna och att analyserna samlas in, registreras och bearbetas centralt.

Grundvattnets kvalitet och kvalitetsförändringar 1976-1987

Nedanstående beskrivning av grundvattnets kvalitet utgör ett komplement till redovisningen av Gustafsson m.fl (1979). Grundvattnets kvalitetsförändringar redovisas huvudsakligen med utgångspunkt från de årliga analyser av 50 brunnar som SGU utfört under perioden 1976-1985 (se bilaga 2). Detta material har kompletterats med en del kommunala analysserier.

Järn (Fe)

Järnhalten varierar många gånger kraftigt från år till år i samma brunn. Enstaka höga halter i bevattningsbrunnarna beror ofta på att provtagningen skett en relativt kort tid efter pumpningens igångsättning och att det tidigare stillastående vattnet i ledningarna därför inte varit helt utbytt. Även i de mindre vattentäkterna kan varierande uttag före provtagningstillfället sannolikt orsaka skiftande järnhalter vid analyseringen.

Järnhalten kan också variera på olika nivåer i samma borrhunn. När den nyanlagda borrhunnen vid det lilla vattenverket i Vanneberga i östra delen av Kristianstadsslätten provpumpades med hög kapacitet, var järnhalten ganska obetydlig. Vattenverket togs därefter i drift, men vid de små uttag som då gjordes, mångdubblades järnhalten (E. Modig, Gatukontoret, Kristianstad, muntligt meddelande). Anledningen var att vid provpumpningen erhöles den större delen av vattenmängden från de undre, mer vattenförande delarna av berggrunden (översta delen av glaukonitsanden) och att detta vatten har en lägre järnhalt. Vid de små uttag som gjordes under drift kom i stället det mesta vattnet från den högre nivå med mer järnrikt vatten, där pumpen var installerad. Problemet med det järnrika vattnet löstes genom att brunnen fördjupades ned i glaukonitsanden och försågs med ett brunnsfilter på denna lägre nivå.

Erfarenheterna från den utförda analyseringen tyder på att variationer av järnhalten till följd av uttagets storlek kan vara betydande. Ett enstaka högt värde behöver därför inte betyda att järnhalten normalt är hög, utan endast att förhållandena vid provtagningstillfället varit speciella. De analyser som redovisas i bilaga 2 tyder inte på att järnhalten i någon brunn generellt skulle ha stigit eller sjunkit under den aktuella tidsperioden.

Alkalinitet (HCO_3)

Alkaliniteten, som vid normala pH-värden motsvarar bikarbonathalten (HCO_3 -halten), är ett mått på vattnets förmåga att motstå försurning. Halten bör överskrida 60 mg/l HCO_3 . De kalkrika jord- och bergarterna på Kristianstadsslätten utgör ett gott skydd mot försurning. Detta framgår klart av bilaga 2, eftersom samtliga värden där överstiger 100 mg/l.

Sulfat (SO_4)

Höga sulfathalter har konstaterats i några fall, speciellt i brunnar från nordöstra delen av Kristianstadsslätten. De höga halterna förekommer både i jordlager och berggrund, men tycks vara speciellt vanliga i jordbrunnar. Orsaken till de förhöjda värdena kan vara en utlösning av sulfat från de torvjordar som finns i området.

Klorid (Cl)

De allmänt låga kloridhalterna i jordlager och berggrund som konstaterades av Gustafsson m fl (1979) har bestått under tidsperioden. Analyser från de kustnära brunnarna i bilaga 2 (stationerna 103, 130, 131 och 133) visar således inte några stigande kloridhalter till följd av en saltvatteninträngning från Östersjön.

Mycket höga kloridhalter har konstaterats i en grävd brunn (station 147 i bilaga 2) under de första åren av undersökningsperioden beroende på läckage från ett saltupplag. Sedan saltet avlägsnats sjönk kloridhalten, men ännu 1985 var värdet betydligt över det normala. Förhöjda kloridhalter (mer än 50 mg/l Cl) har också noterats i några andra grävda brunnar (stationerna 120, 121 och 148). Den förstnämnda brunnens vatten innehåller även höga kaliumhalter vilket skulle kunna tyda på inverkan av kaligödselmedel. De två andra brunnarna är sannolikt något påverkade av vägsalt.

Nitrat (NO₃)

Som tidigare har konstaterats är nitrathalterna ofta höga eller mycket höga i grundvattnet från de övre delarna av jordlagren (se bl a Gustafsson m fl 1979). De i bilaga 2 redovisade analyserna från grunda brunnar uppvisar ibland värden på över 100 mg/l NO₃ (se stationerna 120, 121, 142 och 147). Variationerna i nitrathalt från år till år kan vara betydande i dessa brunnar (se fig. 11), men någon allmän tendens till högre värden med tiden finns inte. Många av de grävda brunnarna på Kristianstadsslätten är påverkade av en dominerande faktor t ex jordbruk, (Widarsson m fl 1987) och de årliga fluktuationerna kan därför bero på hur denna påverkan förändras.

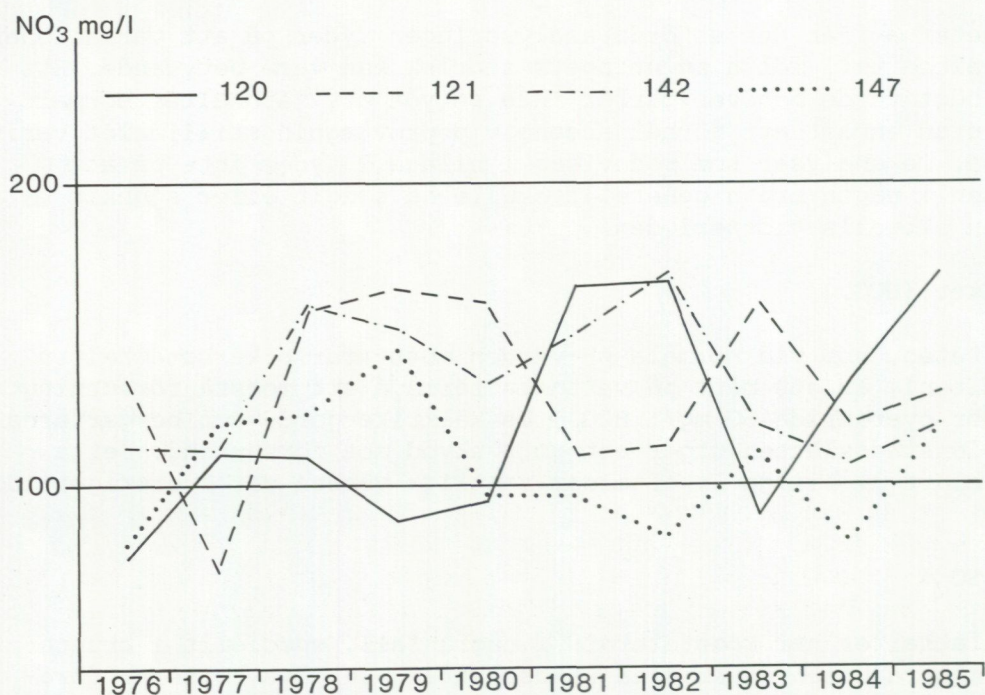


Fig. 11. Nitrathaltens variationer i några grunda brunnar.

De högsta nitrathalterna har uppmätts i grunda brunnar inom uppodlade områden. När liknande brunnar är belägna inom skogsområdena är nitrat-halterna betydligt lägre (se t ex station 108). De höga halterna inom de uppodlade områdena får därför främst tillskrivas jordbrukets gödsling.

I de djupare delarna av jordlagren är nitrathalterna varierande. Analyser från borrbrunnar i de stora isälvsavlagringarna, där lagren genomgående består av grovsediment, uppvisar ibland förhöjda värden (se stationerna 139 och 141). Ibland är halterna låga i dessa avlagringar (station 138). Där täta jordarter (morän eller sedimentär lera) ingår i lagerföljden förefaller halterna normalt att vara låga (stationerna 136, 137 och 140). Av fig. 12, där värdena för stationerna 139 och 141 har plottats, framgår att nitrathalten för den sistnämnda brunnen långsamt har stigit. Det låga värdet 1984 beror sannolikt på att detta år provtogs av misstag en betydligt djupare bevattningsbrunn, som parallellpumpas med brunn 141. Den låga nitrat-halten 1977 i brunn 139 är svårare att förklara och kan möjligen bero på sammanblandning av vattenprover eller analysfel.

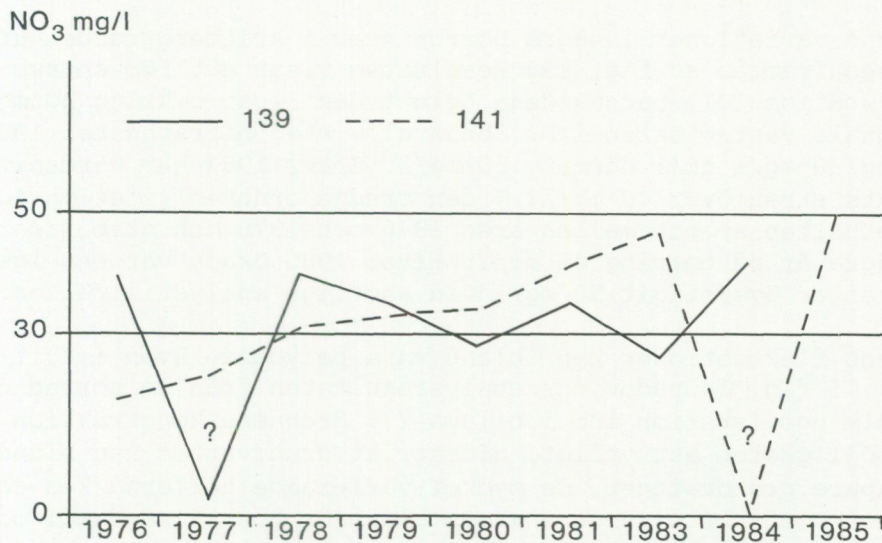


Fig. 12. Nitrathaltens variationer i två djupa borrbrunnar i isälvsavlagringar.

Sedan länge har det varit känt att förhöjda nitrathalter förekommer allmänt i kritberggrunden inom vissa områden på Kristianstadsslätten (se bl a Gustafsson m fl 1979). Dessa områden förekommer främst i anslutning till Nävlinge- och Linderödsåsen. Genom undersökningar av Miljö- och hälsoskyddskontoret i Kristianstad har också området norr om Tollarp nu blivit bättre känt. De utförda vattenanalyserna visar att nitrathalterna ofta uppgår till 30-50 mg/l i detta område, men att låga värden även förekommer lokalt (Michael Dahlman, Miljö- och hälsoskyddskontoret, Kristianstad, opublicerad sammanställning).

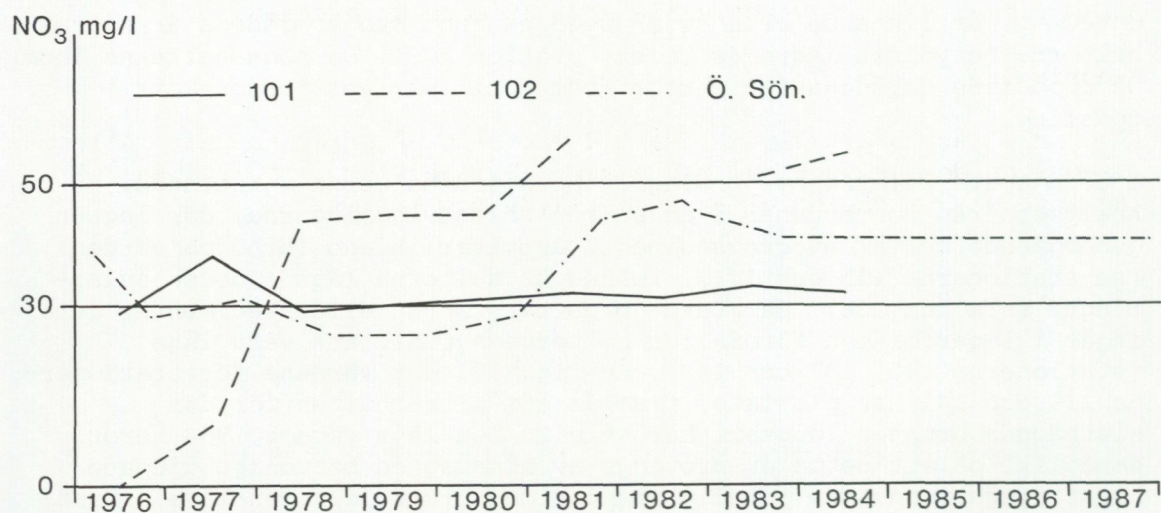


Fig. 13. Nitrathaltens variationer i tre borrbrunnar i kritberggrunden utmed Linderödsåsen.

Nitrathaltens variationer i några borrbrunnar i kritberggrunden utmed Linderödsåsen framgår av fig. 13. Resultaten visar att för en av brunnarna (station 101) har värdena hela tiden legat omkring 30 mg/l. I den kommunala vattentäkten i Ö. Sönnarslöv steg nitrathalten 1981 från omkring 30 mg/l till närmare 50 mg/l. Efter 1983 har värdena stabiliserats strax över 40 mg/l. I den tredje brunnen (station 102) ökade nitrathalten snabbt mellan åren 1976 och 1978 och stabiliserades därefter några år på omkring 45 mg/l. Efter 1980 ökade värdena igen och har därefter överstigit 50 mg/l vid samtliga analystillfällen.

Nitrathaltens fluktuationer kan ibland vara betydande även i kritberggrunden. I fig. 14 redovisas analysresultaten från en borrbrunn norr om Fjälkinge (station 135 i bilaga 2). Brunnens konstruktion utesluter möjligheten att ytligt, nitratrikt grundvatten kan blandas med det djupare grundvattnet. De mycket varierande halterna kan sannolikt förklaras med att brunnen används både för hushållsändamål och för bevattning och att uttaget därför varierar betydligt. De höga nitrathalterna får antas förekomma i grundvattnet från de övre delarna av berggrunden. När uttaget är litet, kommer den övervägande delen av vattnet från dessa partier och nitrathalten blir följaktligen hög. Vid stora uttag utnyttjas även de undre delarna av berggrunden med lägre nitrathalt som resultat.

Nitrathaltens variationer på Kristianstadsslätten kan sammanfattas på följande sätt: I de övre jordlagren förekommer ofta höga eller mycket höga halter, men det är svårt att se någon tendens till ökning eller minskning med tiden. Nitrathalterna i de undre delarna av jordlagren varierar från mycket låga till höga. I ett fall (station 141 i fig. 12) har en klar ökning kunnat konstateras under åren 1976-1985. Grundvattnet i kritberggrunden har i allmänhet mycket låg nitrathalt. Utmed Nävlinge- och Linderödsåsen samt lokalt inom andra områden där grundvattenbildning äger rum, är dock halter på 30-50 mg/l NO₃ inte ovanliga. I några fall (se fig. 13) har nitrathalterna ökat under perioden i brunnar inom dessa områden. En brunn i kritberggrunden (se fig. 14) uppvisar mycket varierande värden, troligen beroende på att

grundvatten med skiftande nitrathalt från olika nivåer blandas i olika proportioner vid de mycket varierande uttagen ur brunnen.

Fluorid (F)

Fluoridhalten förefaller att alltid vara låg på Kristianstadsslätten. I samtliga de analyser som redovisas i bilaga 2 är fluoridhalten så låg att den ger dåligt eller inget skydd mot karies.

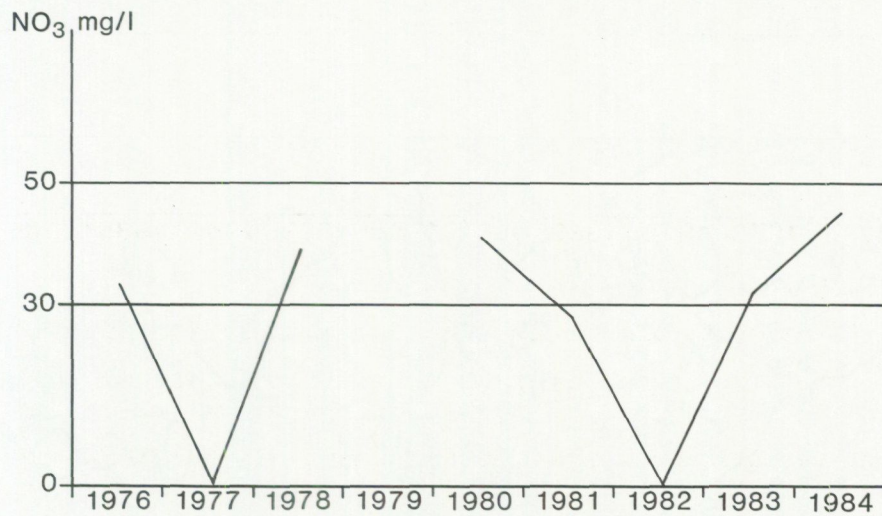


Fig. 14. Nitrathaltens variationer i en borrbrunn i kritberggrunden norr om Fjälkinge.

GRUNDTVATTNETS TRITIUMHALT

En redovisning av utförda tritiumanalyser på Kristianstadsslätten t o m 1977 har lämnats av Gustafsson m fl (1979), där också dessa analysvärden diskuterats. Den teoretiska bakgrunden till förekomsten av tritium beskrivs också kortfattat i denna publikation. De mätserier som pågick under 1970-talet på Kristianstadsslätten har senare av ekonomiska orsaker reducerats alltmer. För närvarande utförs endast tritiumanalyser på Vramsåns vatten och på grundvatten från en av Kristianstads kommuns vattentäkter.

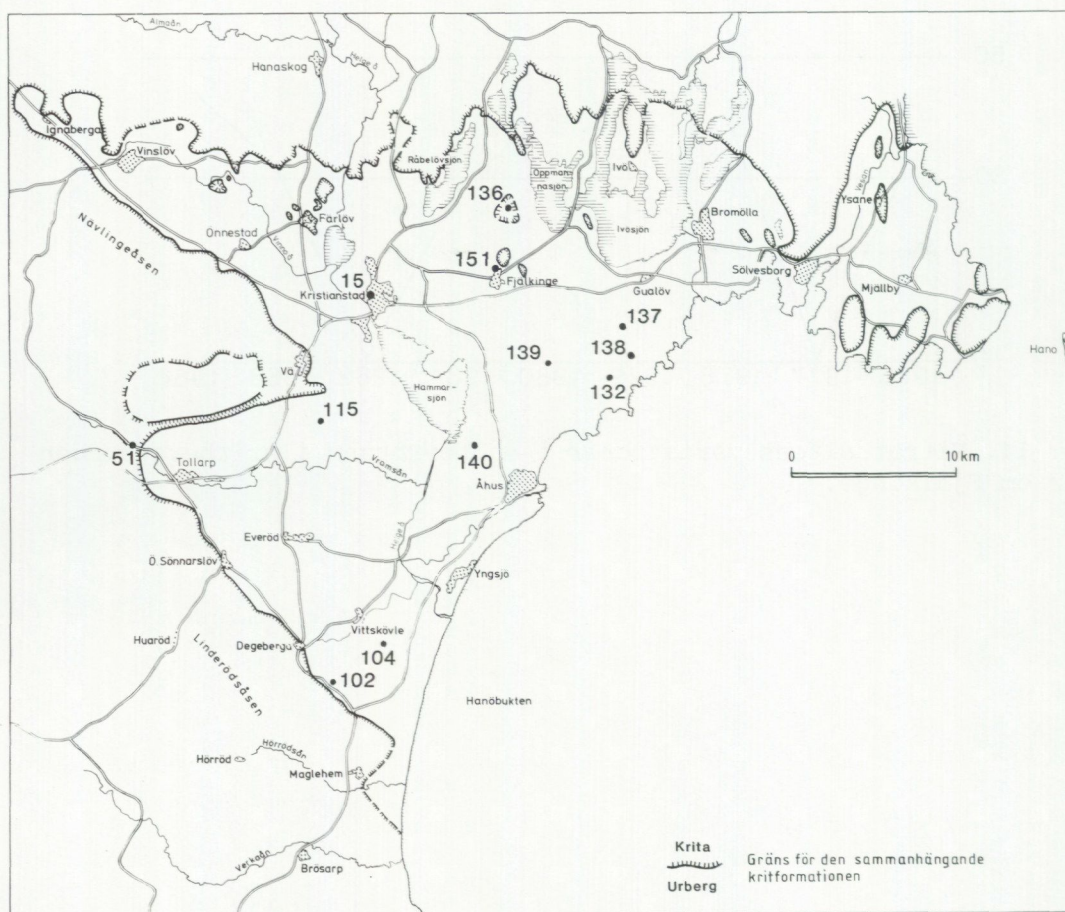


Fig. 15. Brunnar som provtagits för tritiumbestämningar. Numreringen är densamma som i bilaga 3.

De längre analysserier som finns från 1976 och framåt redovisas i bilaga 3. Provtagningsplatsernas översiktliga lägen framgår av fig. 15. Resultaten från ett urval av de provtagna brunnarna är plottade i fig. 16.

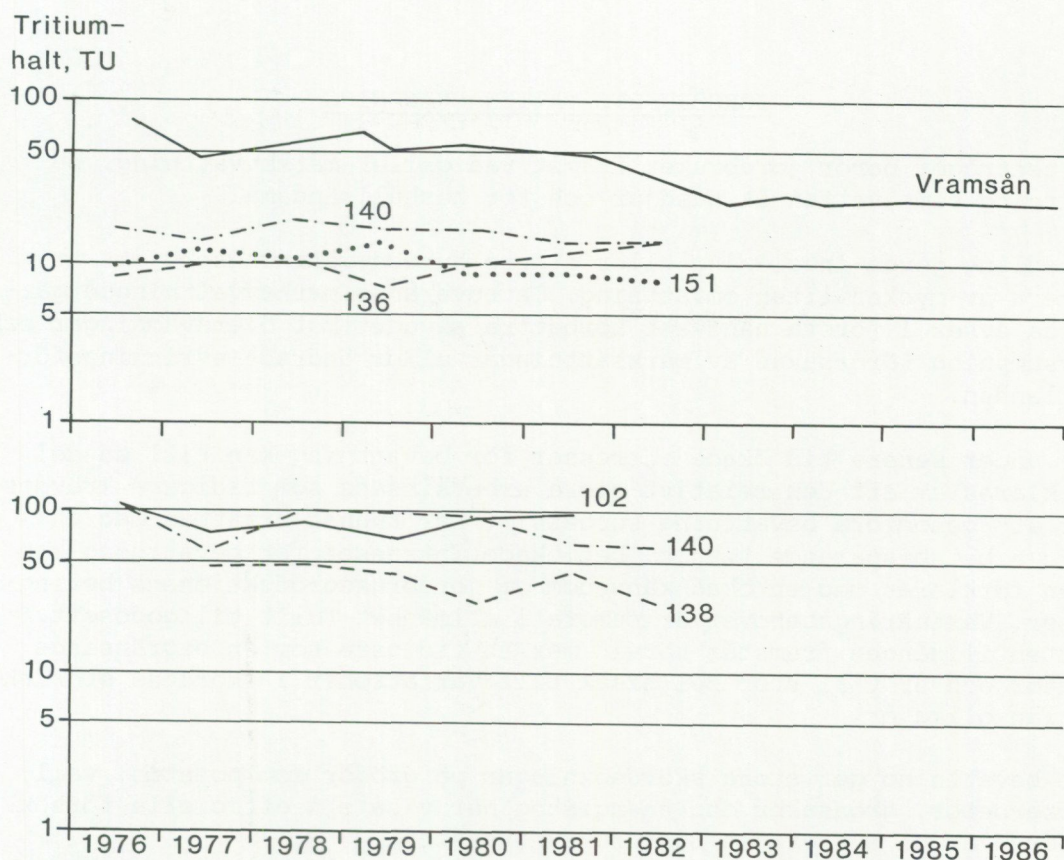


Fig. 16. Variationer av tritiumhalten i ytvatten från Vramsån och grundvatten från några av de provtagna brunnarna.

Av bilaga 3 och fig. 16 framgår hur tritiumhalten i Vramsån sjunkit under perioden och under de senaste åren stabiliserats mellan 25 och 30 tritiumenheter (TU). Dessa värden överensstämmer sannolikt väl med nederbördens tritiumhalter (jfr Gustafsson m fl 1979). Av de brunnar som redovisas i fig. 16 visar halterna för brunn 138 god överensstämmelse med Vramsåns värden, vilket skulle innebära en snabb omsättning av grundvattnet i den isälvsavlagring brunnen är nedförd i. Tritiumvärdena för brunnarna 102 (i sandsten) och 140 (i en isälvsavlagring) ligger hela tiden högre än värdena för Vramsån (nederbörden), vilket anger en fördröjning av grundvattenbildningen. Åldern på vattnet från dessa brunnar torde uppgå till 5-15 år. De övriga tre brunnarna som redovisas i fig. 16 har måttliga och ganska oförändrade halter under hela tidsperioden. I brunn 136 stiger tritiumhalten något mot slutet av perioden, vilket tyder på att mer tritiumhaltigt vatten börjar nå ner till de djupare delar av denna isälvsavlagring, dit brunnen är borrarad. Åldern på vattnet från dessa tre brunnar torde uppgå till 20-30 år.

I bilaga 3 redovisas även analyser från brunnar med i stort sett oförändrat låga tritiumhalter under hela perioden, vilket tyder på en mycket långsam omsättnings hastighet av vattnet. Dessa analyser är i huvudsak utförda på grundvatten från glaukonitsanden och anger en ålder av åtminstone 30 år.

JORDBRUKETS VATTENANVÄNDNING

Vattenfrågor berör jordbruket främst vad gäller markavvattning, bevattning samt vatten åt husdjur och för hushållsändamål.

Uppodling genom invallning eller större huvudavvattningsprojekt är numera av mycket liten omfattning. De nuvarande markavvattningsåtgärderna avser i första hand att förbättra skyddet mot översvämningar och försumpning förorsakad av marksättningar eller ändrade avrinningsförhållanden.

Det under senare tid ökade intresset för bevattning kan till en del förklaras av att den relativt stora arbetsinsats som tidigare krävdes för att genomföra bevattning successivt har kunnat ersättas med en mera arbetsbesparande teknik. Det ökade intresset för bevattning kan även förklaras med en ökad kännedom om jordbruksproduktionens betingelser. Växtnäringsbehovet är numera i allmänhet fullt tillgodosett. Vattentillgången framstår härvid mer än tidigare som en begränsande faktor och är till stor del orsak till variationer i skördens storlek mellan olika år.

Att bevattning ger stora skördeökningar på grödor som potatis, vall, sockerbeter, grönsaker och energiskog har visats i officiella försök utförda av bl a Sveriges Lantbruksuniversitet.

En användning av traditionell bevattningsteknik ger alltid en förbättrad odlingssäkerhet, vilket medför en bättre odlingsekonomi.

En lämpligt avpassad bevattning är också bra ur miljösynpunkt, eftersom den vid torra ökar grödans upptag av näringsämnen som annars riskerar att urlakas från jordbruksmarken.

Stora uttag ur vattendragen kan medföra olägenhet framförallt under perioder med ringa vattenföring, då behovet av bevattning oftast är störst. Genom olika åtgärder kan variationerna i det naturliga vattenflödet utnyttjas för att öka tillgången på vatten för bevattning under torra perioder. Magasinering av vatten och ledningsdragning från större sjöar eller vattendrag förefaller att bli de vanligaste lösningarna.

Vad gäller behovet av dricksvatten till husdjuren ställs samma krav på kvalitet och säker tillgång som för människor.

GRUNDVATTENUTTAG

Kommunal vattenförsörjning

Den kommunala vattenförbrukningen för de större tätorterna på Kristianstadssläätten under åren 1963-1978 har översiktligt redovisats av Gustafsson m fl (1979, fig. 19). Av denna figur framgår det klart att förbrukningen stagnerat under 1970-talet. Inom Kristianstads län uppgick 1978 den kommunala vattenförbrukningen till omkring 7.5 miljoner m³.

Vattenförbrukningen för de större tätorterna under perioden 1976-1987 framgår översiktligt av fig. 17 som visar den fortsatta, i stort sett oförändrade förbrukningen i Kristianstad. Däremot har förbrukningen ökat i de övriga tätorterna under 1980-talet, till stor del beroende på att Hässleholm efter 1981 tagit en del av sitt vatten från Kristianstadssläätten.

Den kommunala vattenförbrukningen 1987 redovisas i detalj i bilaga 4. Under detta år uppumpades totalt 8.25 miljoner m³ för den kommunala försörjningen, en ökning med 0.75 miljoner m³ sedan 1978. Hässleholms centralort har under 1987 använt ungefär 0.7 miljoner m³, vilket innebär att de övriga tätorterna sammanlagt förbrukat ungefär lika mycket 1987 som 1978.

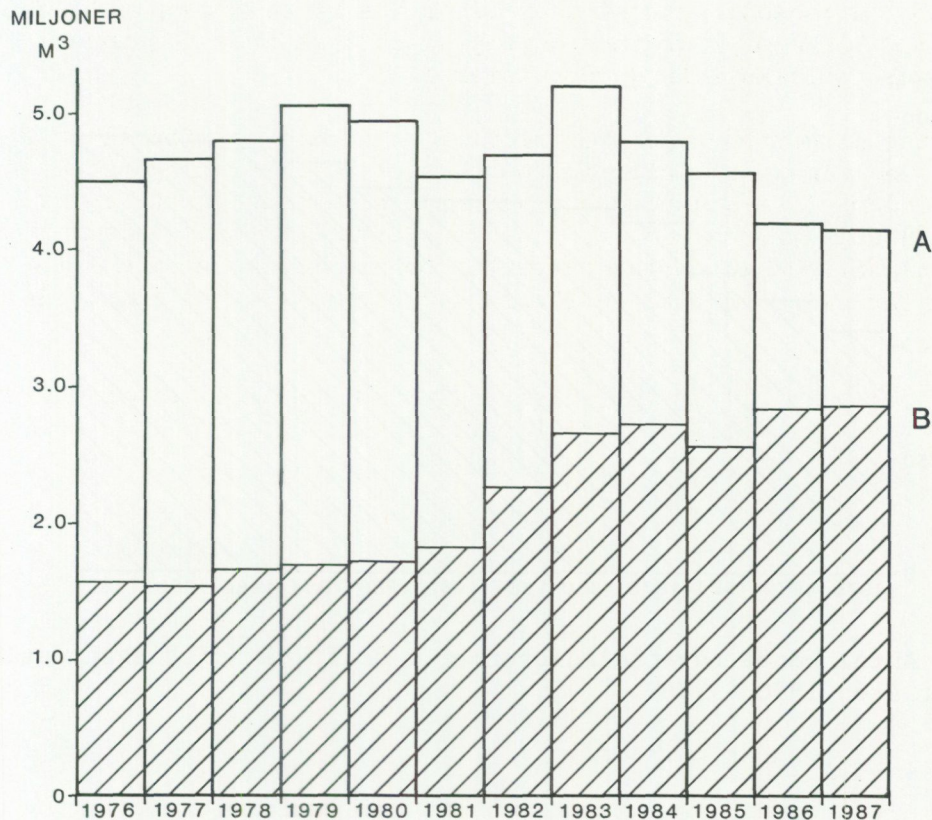


Fig. 17. Vattenförbrukningen i några större tätorter under perioden 1976 - 1987. A = Kristianstad. B = Hässleholm, Vinslöv, Tollarp, Åhus och Bromölla.

Industriella grundvattenuttag

Industrins grundvattenuttag 1978 har uppskattats till ca 4 miljoner m³ (Gustafsson m fl 1979). Till denna förbrukning har räknats läns-pumpningen av Ignaberga kalkbrott. Industrins uttag under 1986 redovisas mer detaljerat i bilaga 4, där också tillåtna uttag enligt befintliga vattendomar är angivna. Som bilagan visar uppgick förbrukningen till ungefär 4.2 miljoner m³ under detta år vilket väl överensstämmer med det uppskattade värdet från 1978. En jämförelse mellan de tillåtna och faktiska uttagen visar att under 1986 utnyttjades ungefär 55% av den vattenmängd som erhållits i vattendom.

Bevattningsuttag

Statistiska centralbyråns senaste sammanställning av bevattningens omfattning på Kristianstadsslätten är från 1985. Detta år bevattnades 11 650 ha åkerareal i Kristianstads kommun, medan ytterligare 2 700 ha skulle bevattnats om så varit nödvändigt. För bevattningen användes 154 vattendragstäckter, 78 insjötäckter och 204 grundvattentäckter.

Antalet kända bevattningsbrunnar i drift på Kristianstadsslätten under perioden 1976-1987 framgår av fig. 18, som sammanställts efter registrerade brunnsborrningar vid SGU:s brunnsarkiv. Som framgår av figuren ökade antalet bevattningsbrunnar snabbt under senare delen av 1970-talet, då det tillkom 5-15 brunnar varje år. Under 1980-talet har däremot ökningen varit mera måttlig med ofta bara någon enstaka nytillkommen brunn årligen.

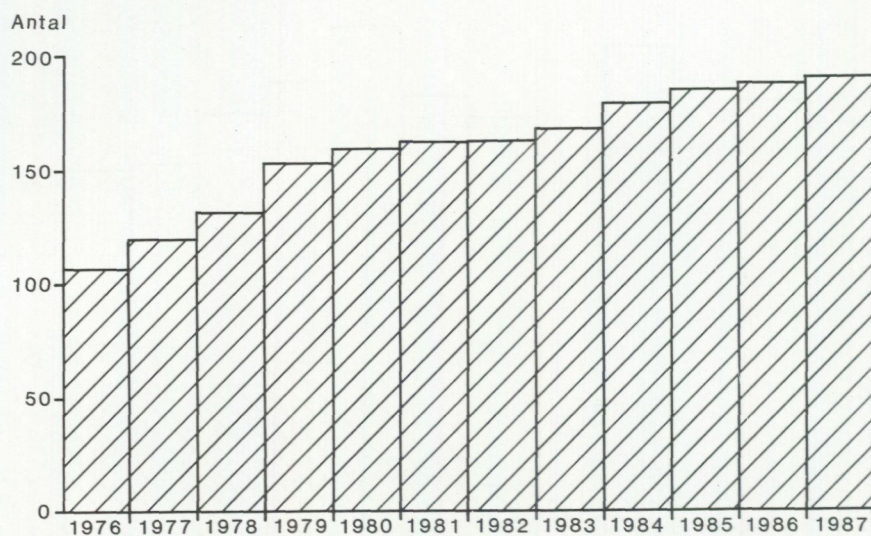


Fig. 18. Antal kända bevattningsbrunnar i drift på Kristianstadsslätten under åren 1976 - 1987.

Bevattningen under 1986 vid 30 av de 54 bevattningsbrunnar som erhållit vattendom före detta år och där vattenuttagen mätts, redovisas i bilaga 4. Som framgår av bilagan uppgick 1986 det sammanlagda uttaget för dessa brunnar till 1.3 miljoner m³ eller 40.5% av det tillåtna uttaget enligt vattendom. Tyvärr har inte vattenuttagen registrerats i alla brunnar med vattendom. En uppskattning av uttagen i de brunnar där mätningar saknas, ger ett värde av omkring 1.4 miljoner m³ för år 1986.

De ca 150 bevattningsbrunnar som inte har vattendom och där inga uppgifter finns om vattenuttagen, tillhör i allmänhet de små till normalstora anläggningarna. För motsvarande brunnar med vattendom uppgår i medeltal de ansökta uttagen till ca 65 000 m³/år, medan de uppmätta uttagen uppgick till omkring 35 000 m³ per brunn under 1986. Om uttagen ur brunnar som saknar vattendom bedöms vara av samma storleksordning, ger detta ett maximalt uttag av 9.8 miljoner m³ och ett troligt uttag under 1986 av ca 5.3 miljoner m³ ur dessa brunnar.

Sammanfattningsvis innebär det ovan sagda att ett maximalt grundvattenuttag för bevattning på Kristianstadsslätten med nuvarande antal bevattningsbrunnar torde kunna uppgå till omkring 14 miljoner m³/år. Under 1986 kan uttaget uppskattas till ca 8 miljoner m³.

Grundvattenuttag för energiändamål

Under den första hälften av 1980-talet installerades åtskilliga värmepumpsanläggningar med grundvatten som värmekälla på Kristianstadsslätten. I de större anläggningarna återförs vattnet i allmänhet efter användningen till akviferen genom infiltration i en returbrunn. Det är såvitt känt endast vattnet från värmepumpen vid Malmerbergs i Yngsjö som avleds till ett ytvattendrag (se bilaga 4).

Även i de mindre värmepumpsanläggningarna återförs vattnet ofta till akviferen genom en returbrunn. Det direkta grundvattenuttaget för energiändamål torde därför vara obetydligt i jämförelse med övriga uttag på Kristianstadsslätten. Bortsett från det tidigare nämnda uttaget vid Malmerbergs i Yngsjö redovisas inte några enskilda energiuttag i bilaga 4. Det sammanlagda uttaget har bedömts uppgå till 0.3 miljoner m³ år 1986.

Framtida grundvattenuttag

Den kommunala vattenförbrukningen i Sverige bedömdes öka mycket obetydligt fram till år 2000 enligt den prognos som uppgjordes under 1970-talet (VAV 1975, jordbruksdepartementet 1977). Som tidigare redovisats har denna utveckling också ägt rum på Kristianstadsslätten under 1980-talet och ingenting tyder på en ändrad tendens fram till sekelskiftet. Det kommunala uttaget torde därför i huvudsak vara oförändrat de närmaste 10-15 åren och under den perioden uppgå till 8-9 miljoner m³ årligen.

Även den industriella förbrukningen har stagnerat och den kommer sannolikt inte heller att förändras speciellt mycket fram till sekelskiftet. Ett årligt grundvattenuttag av 4-5 miljoner m³ för industrins behov förefaller därför att vara ett rimligt värde under denna period.

Jordbrukets vattenförbrukning på Kristianstadsslätten torde inte heller öka markant under de närmaste 10-15 åren. En bedömning grundad på nuvarande bevattning och utförda jordbruksutredningar antyder en ökning av 10-20% fram till år 2000. Detta skulle medföra ett grundvattenbehov vid denna tidpunkt som skulle uppgå till omkring 10 miljoner m³ under normalår. Förbrukningen kan under torrår som mest beräknas öka till ca 17 miljoner m³. Dessa värden är något lägre än de som redovisades av Gustafsson m fl (1979), men är baserade på ett säkrare underlagsmaterial.

Grundvattenbehovet för energiändamål är svårare att bedöma. En höjning av nuvarande energipriser kan på nytt få antalet värmepumpsinstallationer att öka kraftigt. Sannolikt kommer dock det använda vattnet även i framtiden att i stor utsträckning återföras till akvifererna. En bedömd tredubbling av nuvarande energiuttag fram till år 2000 ger en förbrukning av ca 1 miljon m³/år vid denna tidpunkt.

En sammanställning av grundvattenuttagen 1960, 1978 och 1986 samt de bedömda uttagen för år 2000 lämnas i tabell 1.

Tabell 1. Grundvattenuttag i miljoner m³/år på Kristianstadsslätten (inom Kristianstads län) 1960, 1978 och 1986 samt bedömda uttag år 2000.

År	1960	1978	1986	2000
Kommunala uttag	4.8	7.5	8.2	8-9
Industriuttag	5.6	4	4.0	4-5
Jordbruksuttag	0.5	5-6	8	10 (17)*
Energiuttag	-	-	0.3	1
Sammanlagt uttag	10.9	16.5-17.5	20.5	23-25 (30-32)*

()*Maximalt uttag under torrår

GRUNDVATTENMODELLERING

Kristianstadsslättens grundvattenmagasin (akviferer) har simulerats med hjälp av två olika numeriska datormodeller, SUTRA och MODFLOW.

Båda dessa datormodeller har ursprungligen utvecklats av United States Geological Survey (USGS). SUTRA baserar sig på finita elementmetoden, medan MODFLOW är baserad på finita differensmetoden.

Den regionalt viktigaste akviferen, glaukonitsandsakviferen, har simulerats med hjälp av SUTRA. Dessa simuleringar omfattar större delen av akviferen och har haft till syfte att summera omsatta vattenmängder. Simuleringarna har utförts som "steady-state", dvs simuleringar av jämviktstillstånd.

Vid simuleringarna har de brunnar som svarar för ca 80% av totalt beräknat uttag tagits med. In/utläckage från akviferen har antagits kunna ske inom vissa höjdområden, vid sjöar, större vattendrag, där bäckar når akviferens begränsning samt vid Hanöbukten. En begränsning med denna modell är att den inte helt speglar det in/utläckage som sker till/från kalkstensakviferen över större delen av slätten. Beträffande omsatta vattenmängder torde dock skillnaden bli liten mellan denna modell och en modell där läckage kunnat ansättas i varje element.

En sammanfattande vattenbalans för glaukonitsandsakviferen baserad på simuleringarna ovan är:

Grundvattenbildning:	3.2 m ³ /s
Utläckage på land:	2.0 m ³ /s
Uttag ur brunnar:	0.5 m ³ /s
Utläckage i Hanöbukten:	0.7 m ³ /s

Ett område på Kristianstadsslätten som speciellt behandlats är Fjälkingeområdet som utgör ett mindre höjdområde mellan omgivande sjöar och slätten. Grundvattentrycknivåerna i detta område präglas delvis av topografin. Inom detta område har glaukonitsanden på sina ställen en mycket begränsad mäktighet eller saknas helt. Uttagen för bevattning är stora och väsentligt avsänkta trycknivåer under torrår har konstaterats (se sid. 14).

Den sydvästra delen av Fjälkingeområdet har simulerats med hjälp av MODFLOW. Området har i modellen beskrivits som en trelagerföljd bestående av: överst kvartära avlagringar (övre akvifer), därunder kalkstensakvifer och underst glaukonitsandsakvifer. Verkliga mäktigheter hos de olika lagren har angivits i respektive beräkningspunkt (nod) i modellen. Hydraulisk konduktivitet (horisontell och vertikal) har i viss mån generaliserats.

Simuleringsresultaten påvisar den stora betydelsen av kalkstensakviferen i området. På grund av kalkstensakviferens stora mäktighet i jämförelse med glaukonitsanden har kalkstensakviferen i stora delar av området högre transmissivitet än glaukonitsandsakviferen. Även stora områden med grovsediment i markytan har betydelse för grundvattenbildningen och läckageförhållandena i området.

Avsänkningen i en enstaka brunn begränsas väsentligt av det inläckage som utbildas under pumpningens fortskridande.

Avsänkningens regionalt beror i huvudsak på om grundvattenbildningen räcker till för både uttag och naturligt utflöde av grundvatten. På grund av områdets topografi sker ett tämligen stort utflöde av grundvatten från området.

Det naturliga utflödet av grundvatten har genom simuleringarna beräknats till ca 150 mm/år. Brunnsuttagen är nu ca 30 mm/år vilket tillsammans med naturligt utflöde torde ligga nära möjlig grundvattenbildning. Överskrids den möjliga grundvattenbildningen avsänks trycknivåerna från den nivå där de befinner sig nu. Någon trend till avsänkning i området kan dock inte skönjas i dag.

Förutom simulering av den regionala situationen i Fjälkingeområdet har MODFLOW även utnyttjats för att simulera avsänkningens runt en tänkt enskild brunn med hydrogeologiska parametrar motsvarande de i Fjälkingeområdet.

Det bör observeras att flertalet beräkningar av avsänkningens runt en enskild brunn i en akvifer med läckage kan utföras med analytiska metoder. Enbart om anisotropi samt komplexa randvillkor komplicerar bilden måste en numerisk modell utnyttjas. I detta fall har förhållandet att transmissiviten (i horisontell riktning) hos det läckande lagret är större än i akviferen ansetts motivera att numerisk datormodell utnyttjas.

Resultaten från simuleringarna visar som väntat att läckaget begränsar avsänkningens under en längre tids pumpning. Emellertid sker den mesta pumpningen under bevattningssäsongen och under pumpningens tidiga skede blir avsänkningens obetydligt påverkad av läckaget.

En brunn med ett uttag av 160.000 m³/år (högsta tillåtna uttag enligt vattendom) får vid kontinuerligt uttag under året en avsänkning av 2.3 m på ett avstånd av 5 m från brunnscentrum och 1 m på 50 m avstånd. Om samma vattenvolym uttas kontinuerligt under enbart bevattningssäsongen (135 dygn) blir avsänkningens på samma avstånd 10.6 m resp. 5.6 m. Gränsen för ca 1 m avsänkning går då 400 m från brunnen.

Det bör konstateras att både SUTRA-modellen (större delen av Kristianstadssläätten) och MODFLOW-modellen (Fjälkingeområdet) är relativt grova modeller. För frågeställningar som gäller enstaka brunnar måste resultaten kompletteras med mer detaljerade studier och analyser.

Sammanfattningsvis kan sägas att simuleringarna indikerar att en viss försiktighet bör iakttas så att överuttag inte blir följden i Fjälkingeområdet.

Höga kloridhalter har observerats i några enstaka brunnar nära Hanöbukten. En begränsad analys av möjliga orsaker till detta har utförts.

En möjlig orsak är inläckage av vatten med hög kloridhalt från Östersjön till Gropahålet och Helgeån. En annan tänkbar orsak är saltvatteninträngning i akvifererna på grund av det salta vattnets högre densitet jämfört med sötvatten.

Vid analys av denna senare orsak har hänsyn tagits till att vattnet i Hanöbukten vanligen är densitetsskiktat med ett övre, lättare skikt med lägre salthalt, och ett undre, tyngre skikt med högre salthalt.

Resultatet av analysen visar att vid nuvarande trycknivåer vid strandlinjen (ca 5 m ö h) bör gränssytan mellan sötvatten/saltvatten återfinnas vid ca 600 m djup.

Om avsänkning av trycknivån sker genom grundvattenuttag kommer denna gränssyta att komma närmare havsytan. För att säkert undvika saltvatteninträngning/uppträngning till en brunn som går ned 200 m under havsytan måste trycknivån vara minst 1.60 m ö hy. Risken i dag för förhöjda kloridhalter i akviferen på grund av saltvatteninträngning orsakad av stora grundvattenuttag är därför liten.

En översiktlig bedömning av risken för spridning av nitratföroreningar har gjorts. Bedömningen är resonerande, men kan ligga som underlag för en eventuell simulering med hjälp av den numeriska modellen SUTRA.

Höga nitrathalter i glaukonitsandsakviferen förekommer främst i områden närmast Nävlingeåsen och Linderödsåsen.

De större vattentäkter som på sikt kan bli berörda av nitratföroreningar är industrivattentäkterna strax väster om Kristianstad. En översiktlig bedömning av transporttiden från Önnestadsområdet till dessa vattentäkter indikerar en transporttid av ca 40 år för eventuella föroreningar.

På grund av den avsänkning som sker vid industribrunnarna och den därigenom uppkomna flödesbilden, minskar risken för att de kommunala brunnarna i Kristianstad skall erhålla vatten med förhöjda nitrathalter från detta håll. Däremot kan en transport av nitratrikt vatten äga rum mot de kommunala vattentäkterna från andra delar av slätten.

För att kontrollera en eventuell nitrattransport mot de kommunala vattentäkterna rekommenderas observationsbrunnar mellan områden med hög nitrat halt och dessa brunnar.

FÖRSLAG TILL KONTROLL- OCH ÅTGÄRDSPROGRAM

Behovet av ytterligare undersökningar på Kristianstadsslätten är angivna av Gustafsson m fl (1979). En del av de där föreslagna undersökningarna är nu genomförda och har redovisats i tidigare avsnitt. Även i framtiden kommer dock fortsatta undersökningar att behövas, främst för att kontrollera långsiktiga förändringar av grundvattenförhållandena.

De utförda grundvattennivåmätningarna och de beräkningar som utförts vid modellarbetet visar klart att nuvarande och förväntade uttag fram till sekelskiftet inte innebär någon överexploatering av grundvattentillgångarna (jfr de av Gustafsson m fl angivna möjliga grundvattenuttagen av omkring 70 miljoner m³/år ur glaukonitsandsakviferen och ca 15 miljoner m³ årligen ur de stora isälvsavlagringarna).

Om grundvattentillgångarnas storlek väl räcker till för det kommande vattenbehovet är däremot grundvattenkvaliteten med avseende på nitrathalten mer problematisk. I de övre jordlagren förefaller således nitrathalten nästan alltid att vara hög inom de uppodlade områdena. Även i de djupare delarna av de stora isälvsavlagringarna har i något fall en långsam ökning av nitrathalten under en 10-årsperiod kunnat konstateras. Samma tendens har kunnat skönjas i några brunnar i kritberggrunden utmed Linderödsåsen. Det finns på sikt risk för att allt mer grundvatten i kritberggrunden kommer att förorenas av nitrat inom de områden där grundvattenbildning sker (se fig. 1). På mycket lång sikt finns dessutom viss risk för att detta nitratrika grundvatten kommer att strömma ut mot de centrala delarna av Kristianstadsslätten.

För att kontrollera eventuella förändringar av grundvattenförhållandena föreslås följande program:

1. Utförda grundvattennivåmätningar samlas in, registeras och bearbetas centralt
2. Samma sak genomförs för de fysikalisk-kemiska vattenanalyserna
3. En serie observationsbrunnar som registerar näringsläckage till olika akviferer upprättas snarast inom känsliga områden, dvs där grundvattenbildning äger rum. Sådana områden är ett några kilometer brett stråk längs Linderödsåsen och Nävlingeåsen, Tollarp-Djurröd-Vä-området, Österslövs- och Oppmannatrakten, isälvsavlagringarna m fl mindre områden.

Inom ett intensivt odlat jordbruksområde som Kristianstadsslätten måste dessutom åtgärder genomföras för att reducera kvävetillförseln och därigenom avlasta miljön.

4. Bevattnings- och gödslingsåtgärder måste därför balanseras omsorgsfullt mot varandra så att utlakning av näringsämnen till ytvattnen och grundvattenmagasinen minimeras.
5. Miljöpropositionens riktlinjer bör snarast följas vad gäller krav på:
 - a) ökad andel höst/vinterbevuxen mark
 - b) ökad lagringskapacitet för stallgödsel
 - c) ökade restriktioner vad gäller spridningstillpunkt av gödsel
 - d) upprättande av gödslings/växtodlingsplan

6. Det bör vara en absolut strävan att minimera miljöproblemen i samband med stallgödselhanteringen genom att:
- a) använda täta lagringsutrymmen
 - b) sprida lägsta möjliga givor (dock högst 40 ton/hektar och år)
 - c) utföra stallgödselanalys
 - d) undvika spridning i kuperad terräng samt nära vattendrag eller vattentäkt

Det här skisserade kontroll- och åtgärdsprogrammet bör snarast genomföras med tanke på den stora betydelse som grundvattentillgångarna har i dag och även kan förväntas få i framtiden på Kristianstadsslätten.

LITTERATUR

SGU = Sveriges geologiska undersökning, Uppsala

VBB = Vattenbyggnadsbyrån, Malmö

VIAK = VIAK AB, Malmö

Andersen, L.J. & Haman, Z., 1970: Nye metoder for provepumpning af boringer og grundvandsreservoirer. — Danmarks geologiske undersøgelse III. Række nr 38, København.

Carlsson, L. & Gustafsson, G., 1984: Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik. — Statens råd för byggnadsforskning R41:1984, Stockholm.

Gustafsson, O., Andersson, J.-E. & De Geer, J., 1979: Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. — SGU Rapp. & Medd. nr 12.

Jordbruksdepartementet, 1977: Vattenbrist eller inte?

Samarbetskommittén för Kristianstadsslättens hydrologi (SKH) 1969: Slutrapport.

Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV), 1975: Vattenprognos 1975 - 2000. Riktvärden för dimensionering av kommunala vattenförsörjningsanläggningar. — VAV P 30.

VBB, 1976: PM angående anläggande av grundvattentäkt på Kristianstadsslätten för Hässleholms kommun.

- 1977: PM nr 2 angående anläggande av grundvattentäkt på Kristianstadsslätten för Hässleholms kommun.

VIAK, 1973: Kristianstads kommun. Geohydrologisk utredning rörande Kristianstads nuvarande och framtida grundvattenuttag.

- 1974: Hässleholms kommun. Geohydrologiska undersökningar inom nordvästra delen av Kristianstadsslätten 1973 - 1974.

- 1979: Kristianstad-Blekinge slakteriförening. Vattendomsansökan. Geohydrologisk utredning.

- 1987: Malmbergs i Yngsjö AB. Grundvattenvärmepumpsanläggning. Teknisk utredning för vattendomsansökan.

Widarsson, L.-E., Saltiel, G. & Dahlman, M., 1987: Water quality in private wells in the district of Kristianstad - status and variation. — Vatten 43:77, Lund.

BILAGOR

BILAGA 1. MEDELVÄRDEN AV DE HYDRAULISKA EGENSKAPERNA BERÄKNADE EFTER
PROVPUMPNINGAR INOM OLIKA DELAR AV KRISTIANSTADSSLÄTTEN.

Provpumpningsplatsernas översiktliga lägen framgår av fig. 10.

Förkortningar: Is-isålsavlagring, K-kalksten etc.,

G-glaukonitsand, S-övrig sandsten, U-urberg

LN-Lantbruksnämnden, KristianstadÅASGU-Sveriges geologiska

undersökning, Lund, VBB-VattenbÅagnadsbyrå, Malmö, VIAK-VIAK AB,

Malmö.

Prov- pumpn. nr	Lokalt brunn nr	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet eller ägare	Akvi- fer	Transmissivitet $\times 10^{-3}$ m ² /s	Magasinskoeficient $\times 10^{-4}$	Läckagefaktor $P/m \times 10^{-5}$ s ⁻¹	Undersökningen utförd av
1	B9	3D SO:211	Kristianstads k:n	G	6.5	6.4	1.2	VIAK
2	B1	3D SO:218	Vanneberga 7:20	G	10	4	7	VIAK
3	REK1	3D SO:219	Gulastorp 7:8	K+G	3	6-30	10	VBB
4	REK2	3D SO:220	Ignaberga 63:1	K+G	5	1	56	VBB
5	REK3	3D SO:221	Lommarp 8:9	K+G	3	1	3	VBB
6	REK4	3D SO:222	Lommarp 4:13	K+G	10	100-200	21	VBB
7	B103	-	KBS	K+G	7.8	6	3.5	VIAK
8	B4	2E NV:504	Yngsjö 286:4	G	2.4	2.3	0.38	VIAK
9	C38	3D SO:342	Önnestad 12:2	K+G	4	4	5	LN+SGU
10	A52	3E SV:535	Österslöv 12:1	K+G	1	-	-	LN+SGU
11	560	3E SV:528	Österslöv 56:1	K	0.5	5-10	-	LN+SGU
12	514	3E SV:502	Balsby 7:9	K	2	5	5	LN+SGU
13	550	3E SV:518	Håstad 68:1	K+U	0.4	3	15	LN+SGU
14	57	3E SV:503	Österslöv 4:1	Is	32	50	40	LN+SGU
15	554	3E SV:56	Österslöv 14:1	Is	40	20	30	LN+SGU
16	55	3E SV:59	Håstad 3:2	K	6	-	-	LN+SGU
17	58	3E SV:241	Österslöv 9:1	K+G	7.5	-	-	LN+SGU
18	8	3E SV:506	Balsby 21:1	K	0.2	4	1	LN+SGU
19	37	3E SV:69	Fjälkinge 14:1	K	3	2.2	1	LN+SGU
20	62	3E SV:119	Fjälkinge 14:1	K	15	-	1	LN+SGU
21	156A	3E SV:527	Åraslöv 6:19	K	4	2.5	-	LN+SGU
22	149	3E SV:217	Hammar 116:1	K+G	14	-	-	LN+SGU
23	144	3E SV:71	Fjälkinge 10:1	K+G	2	4	1	LN+SGU
24	17	3E SV:8	Nosaby 34:1	K+G	0.6	0.8	0.8	LN+SGU
25	139	3E SV:68	Fjälkinge 1:2	K+G	3	1	5	LN+SGU
26	36	-	Fjälkinge 32:3	K+G(?)	1	2	2	LN+SGU
27	47	3E SV:16	Fjälkinge 32:3	K+G	3	20	20	LN+SGU
28	40	3E SV:42	Fjälkinge 6:1	K(+U)	1.5	2	1.5	LN+SGU
29	77	3E SV:14	Kiaby 111:1	K+G	3	5	80	LN+SGU
30	218	3E SV:738	Fjälkinge 47:10	K+G	1.5	2	1	LN+SGU
31	129	3E SV:701	Fjälkinge 47:10	K+G	3	5	1	LN+SGU
32	70	3E SV:67	Fjälkinge 41:3	K	1	1	1	LN+SGU
33	50	3E SV:519	Ö.Ljungby 3:2	K	3.5	2	50	LN+SGU
34	234A	3E SV:753	Nymö 15:9	K+G	6	3	0.6	LN+SGU
35	330	3E SV:72	Nymö 93:1	Is	27	1800	-	LN+SGU

Prov- pumpn. nr	Lokalt brunn nr	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet eller ägare	Akvi- fer	Transmissivitet Tx10 ⁻³ m ² /s	Magasinskoeficient Sx10 ⁻⁴	Läckagefaktor P/m x10 ⁻⁵ s-1	Undersökningen utförd av
36	246	3E SV:13	Nymö 2:1	K+G	20			
37	270A	3E SV:554	Nymö 94:1	K+G	20			
38	321	3E SV:47	Nymö 94:1	K+G	3	3	2	LN+SGU
39	B1	3E SV:107	Trolle-Ljungby 1:1	G	2.5	5	2	LN+SGU
40	32	3E SV:243	Tosteberga 28:1	K+G	7	6	3	LN+SGU
						10	4	VIAK
41	334	3E SV:537	Nymö 79:1	K	1			LN+SGU
42	343	3E SV:508	Galltofta 2:24	K	6	4	2	LN+SGU
43	400	-	Vanneberga 12:22	K(+G?)	2	3	5	LN+SGU
44	392	3E SV:703	Vanneberga 60:1	K+G	6	3	1	LN+SGU
45	383	-	Vanneberga 60:1	K	1.5	5-10	2	LN+SGU
						3	1	LN+SGU
46	1	3E SV:76	Vanneberga 34:7	G	1.7			
47	434	3E SV:108	Rinkaby 16:1	K	20	6	0.7	VIAK
48	617	3E SV:709	Horna 2:22	Is	12	-	-	LN+SGU
49	1	-	Ö.Vram 49:1	K+G	4	-	-	LN+SGU
50	838	3D SO:859	Nöbbelöv 18:16	K	6	5	30	LN+SGU
						5	5	LN+SGU
51	803	3D SO:510	Ugerup 41:5	K	4			
52	772	3D SO:234	Ugerup 41:5	K+G	6	3	4	LN+SGU
53	709	3D SO:223	Mosslunda 8:3	G	1.2	5	5	LN+SGU
54	660	3D SO:187	Ugerup 38:2	K	1	3.5	1	LN+SGU
55	1	3D SO:202	Gringelstad 4:1	K+G	5	8	8	LN+SGU
						3	3	LN+SGU
56	25	2D NO:701	V.Vram 5:2	K+G	20			
57	1	3D SO:713	Hommentorp 11:4	K	1.8	-	-	LN+SGU
58	2	3D SO:712	Hommentorp 4:6	K	2	7	30	LN+SGU
59	1	-	Lyngsjö 14:1	K	40	7	20	LN+SGU
60	55	3D SO:702	Gringelstad 71:2	G	13	20	-	LN+SGU
						20	-	LN+SGU
61	1	-	Sönnarslöv 69:35	K	40			
62	B24	-	Lyngby 8:3	K	3	-	-	LN+SGU
63	Br1	2D NO:80	Borrestad 9:1	K+S	34	-	-	LN+SGU
64	Br1	2D NO:77	Vittskövle 95:1	S	22	6	12	VIAK
65	1	2D NO:71	Österlia 6:3	S	20	-	6	VIAK
						10	-	LN+SGU
66	42	2D NO:541	Hjortholmen 1:5	K+S	40			LN+SGU
						-	-	LN+SGU

BILAGA 2. VATTENANALYSER.

Vattenanalyser från brunnar på Kristianstadsslätten ingående i SGU:s grundvattennät. Förkortningar: Gs-grovsediment, Må-morän, K-kalksten etc., G-glaukonitsand, S-övrig sandsten

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	101	2D NO:176	Ö.Sönnarslöv 79:1	114	K+G	760720	7.75	<0.02	0.04	7.9	0.9	82	1	205	8.0	16	29	
						770726	7.65	<0.02	<0.02	8.3	1.2	91	0.5	220	6.6	20	38	0.2
						780718	7.7	<0.02	<0.02	8.8	0.8	81	2.5	211	12	18	29	0.23
						790823	7.7	0.04	<0.01	12	1.0	80	3	207	16	22	30	0.20
						800819	7.8	0.06	<0.02	7.5	0.6	83	2	210	16	11	31	0.25
						810720	7.6	<0.01	<0.01	8.6	1.5	87	1.9	205	13	20	32	0.15
						820715	7.9	0.02	<0.01	7.1	1.1	87	1.7	200	13	19	31	0.38
						830707	7.8	0.09	0.04	7.5	0.96	84	1.9	206	13	19	33	0.14
840802	7.78	0.01	<0.005	6.3	0.77	78	2.0	212	13.8	16.9	32.3	0.17						
3	102	2D NO:71	Österlia 6:3	58	S	760720	7.5	<0.02	<0.02	8.8	1.4	84	2	183	20	18	0.04	
						770726	7.35	<0.02	<0.02	7.6	1.0	88	1.5	188	32	19	10	0.2
						780718	7.4	0.02	<0.02	8.1	1.0	88	1.5	183	38	18	44	<0.10
						790823	7.45	0.03	<0.01	8.1	1.2	88	2	182	38	17	45	<0.10
						800819	7.75	0.03	<0.02	8.1	1.1	89	3	181	44	16	45	0.22
						810909	7.8	<0.01	<0.01	8.9	1.7	100	2.6	183	48	18	58	0.12
						830707	7.8	0.08	<0.01	8.1	1.4	89	2.0	180	51	17	51	0.14
						840802	7.75	0.01	<0.005	7.0	1.4	86	2.4	187	42.1	16.1	54.9	0.13
3	103	2D NO:24	Åhus 48:236	52	K	760720	7.55	0.34	0.08	5.5	1.1	61	3	188	7.2	14	0.33	
						770726	7.8	0.36	0.6	4.7	0.8	61	2	192	3.6	9	0.90	0.25
						780718	7.6	0.66	0.08	5.1	0.8	61	2	185	5.4	11	0.30	0.1
						790823	7.6	0.35	0.02	4.7	0.9	57	4	186	3	10	0.64	0.15
						800819	7.85	0.17	0.03	5.0	0.4	60	3	190	5	10	0.21	0.26
						810809	7.7	0.95	0.11	5.7	1.3	67	2.5	191	4.0	8.5	0.4	0.12
						820907	7.9	0.01	0.10	5.0	1.3	64	2.3	184	3.2	8.4	0.5	0.47
						830714	7.8	0.04	0.14	5.3	1.2	60	2.2	191	4.5	8.7	<0.1	0.20
						840809	7.93	0.02	0.070	4.3	1.2	58	2.4	200	3.4	8.1	0.013	0.13
						850821		<0.05	0.073	5.4	1.3	56	2.2		3.4	7.8	<1.0	0.2
3	104	2D NO:171	Vittskövle 106:7	150	K+G	760720	7.5	0.07	0.02	4.7	1.3	68	3.5	206	6.0	10	0.11	
						770726	8.05	0.60	<0.02	5.3	1.1	67	2	210	7.5	9	0.55	0.3
						780718	7.9	0.50	<0.02	4.3	1.2	67	3	204	9.6	10	0.34	0.13
						790718	7.35	0.21	<0.01	4.1	1.1	63	5	204	8	10	0.07	0.14
						800820	7.6	0.07	<0.02	4.3	0.6	68	2.5	207	10	10	0.10	0.25
						810909	7.7	0.96	0.02	4.5	1.8	73	2.1	209	8.5	7.4	0.4	0.15
						820907	8.0	3.7	0.03	4.4	1.9	69	2.0	202	5.7	7.9	0.4	0.41
						830714	7.6	0.61	0.01	4.6	1.6	70	2.0	205	9.8	7.8	<0.1	0.19
						840809	7.89	0.49	0.038	3.6	2.1	64	2.2	220	7.7	7.7	0.049	0.20
						850821		0.95	0.059	4.5	1.7	65	2.0		7.1	6.8	<1.0	0.2
3	105	2D NO:75	Härnestad 41:2	119	K+G	760720	7.5	<0.02	<0.02	6.9	1.6	67	8.5	246	2.4	9	0.18	
						770726	8.0	0.63	<0.02	6.2	1.6	68	7	245	6.3	8	0.26	0.35
						780718	7.8	0.18	<0.02	7.3	1.4	68	7	244	7.2	8	0.26	0.20

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	105	2D NO:75	Härnestad 41:2	119	K+G	790718	7.4	0.17	<0.01	6.0	2.0	69	8	250	5	8	0.16	0.22
						800820	7.55	0.23	<0.02	5.8	0.8	68	8	246	8	9	0.06	0.27
						810909	7.5	0.03	0.02	7.8	2.2	76	8.3	248	7.7	7.1	0.4	0.19
						820907	8.2	0.48	0.01	7.2	2.1	70	7.9	239	5.6	7.1	0.6	0.41
						830714	7.8	0.59	0.02	7.5	2.4	70	5.7	244	7.0	7.0	<0.1	0.19
						840809	7.19	0.59	0.013	6.3	1.4	64	7.5	171	5.8	5.7	0.049	0.24
						850821		0.78	0.020	8.1	1.9	64	7.6		5.8	5.9	<1.0	0.3
3	106	-	Vittskövle 95:1	10	Gs	760720	7.6	0.09	<0.02	14	3.5	110	4	290	45	22	9.0	
						770726	8.25	0.19	<0.02	10	5.8	113	5	265	73	20	6.0	<0.1
						780718	7.6	0.94	<0.02	14	7.1	112	3.5	290	54	23	8.4	<0.10
						790823	7.35	0.09	<0.01	9.0	0.8	82	2	210	40	19	0.11	<0.10
						800819	7.7	0.14	<0.02	8.9	0.2	86	2.5	215	46	20	0.05	0.16
						810909	7.6	0.31	0.02	9.8	0.89	102	2.0	217	45	23	<0.1	0.06
						820907	8.0	0.33	0.03	9.0	0.82	95	2.1	216	44	19	<0.1	0.35
						830811	7.8	1.5	0.03	9.5	0.78	99	2.0	243	46	21	<0.1	0.08
						840809	8.40	0.26	0.020	7.3	0.55	84	2.2	228	34.8	19.9	0.004	0.07
						850821		0.49	0.031	8.9	0.97	90	2.1		45	18	<1.0	<0.1
3	107	-	Vittskövle 24:6	15	Gs	760720	7.6	0.03	<0.02	8.5	2.3	67	1.5	176	17	15	1.22	
						770726	8.3	<0.02	<0.02	7.1	0.6	68	3.5	185	25	15	1.1	<0.1
						780718	7.8	0.08	<0.02	7.3	0.6	70	1.5	184	25	15	0.81	<0.10
						800819	7.7	0.05	<0.02	7.7	0.2	69	2	187	29	14	0.89	<0.10
						810909	7.8	0.06	0.01	8.4	0.94	80	2.1	183	29	16	0.4	0.08
						820907	8.0	0.09	0.01	7.4	0.84	69	1.7	181	26	13	1.3	0.41
						830811	7.9	0.07	0.10	8.8	1.4	73	1.5	198	29	13	1.5	0.08
						840809	7.83	0.04	0.006	5.9	0.64	66	1.8	187	23.8	11.8	1.97	0.07
						850821		<0.05	0.006	7.6	0.74	65	1.6		25	10	2.3	<0.1
3	108		Vittskövle 95:1	2.8	Gs	760720	7.3	0.42	0.02	2.5	4.5	54	3.5	157	10	6	1.22	
						770726	8.3	0.58	<0.02	4.1	2.8	106	3.5	298	20	14	0.56	<0.1
						780718	7.6	0.24	<0.02	3.4	2.9	82	4	245	18	7	0.72	0.13
						790823	7.3	0.19	0.01	4.2	3.1	90	3	275	14	8	2.6	<0.10
						800819	7.2	0.28	<0.02	2.8	1.2	86	2	254	18	5	0.06	<0.10
						810909	7.3	0.25	0.05	5.3	2.7	131	4.7	347	22	6.0	<0.1	0.09
						820907	7.7	0.20	0.08	5.1	4.7	118	4.8	348	14	5.7	0.9	0.26
						830811	7.4	0.22	0.06	4.5	5.0	104	3.8	305	18	8.9	<0.1	0.09
						840809	7.56	0.06	0.029	2.7	1.8	93	3.4	288	13.5	11.8	0.208	0.07
						850821		1.2	0.034	4.3	2.0	120	3.9		20	12	<1.0	0.1

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l	Cl mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	F mg/l
3	111	3D SO:167	Skättilljunga 17:9	33	K	760721	7.6	<0.02	<0.02	12	2.2	64	5	154	26	27	17	
						770802	7.65	<0.02	0.02	10	2.0	65	4.5	156	28	28	17	0.4
						780814	7.6	0.04	0.02	13	2.0	65	4	151	30	28	18	0.32
						790718	7.6	0.04	<0.01	12	2.0	64	4	150	30	26	22	0.32
						800819	7.65	<0.02	<0.02	12	2.1	68	4.5	154	30	29	23	0.30
						810915	7.6	<0.01	<0.01	12	2.7	72	5.0	148	33	27	19	0.29
						820823	7.8	<0.01	<0.01	12	2.7	64	4.6	140	36	27	22	0.67
						830803	7.6	0.05	<0.01	13	2.9	69	4.8	155	37	27	23	0.31
						840802	7.89	0.32	0.063	10	1.8	64	4.6	145	32.6	28.2	25.0	0.27
						850903		<0.05	0.013	13	2.5	65	4.7		35	27	28	0.3
3	112	3D SO:182	Skättilljunga 76:1	55	K	760721	7.75	<0.02	<0.02	9.5	1.0	55	2	138	16	18	6.1	
						770802	7.75	<0.02	<0.02	9.5	1.0	55	1.5	139	22	18	7.7	0.35
						780814	7.7	0.05	<0.02	8.9	1.0	56	2	134	20	19	7.7	0.24
						790718	7.85	0.06	<0.01	9.0	1.0	56	1.5	137	23	18	7.4	0.26
						800819	7.8	0.07	<0.02	9.6	1.0	56	3	139	30	19	6.7	0.28
						810915	7.6	<0.01	<0.01	10	1.5	64	2.8	139	28	20	5.9	0.23
						820823	8.1	<0.01	<0.01	9.5	1.4	57	2.2	133	31	20	7.2	0.67
						830803	7.7	0.16	<0.01	11	1.5	62	2.6	147	33	20	7.6	0.25
						840804	7.68	<0.01	<0.005	8.5	1.2	58	2.8	138	30.1	21.1	8.05	0.23
						850903		<0.05	<0.005	11	1.4	56	2.6		34	20	10	0.3
3	113	3D SO:358	Träne 2:1	39	K	760721	7.6	0.02	<0.02	9.0	1.0	67	3	154	18	19	26	
						770802	7.4	<0.02	0.02	9.3	1.0	71	1.5	156	25	22	27	0.3
						780814	7.4	0.04	<0.02	9.8	1.0	72	1.5	156	28	21	26	0.23
						790718	7.6	0.06	<0.01	9.3	1.1	69	2.5	154	33	20	27	0.18
						800819	7.65	0.03	<0.02	9.5	1.0	74	3	157	38	21	30	0.28
						810915	7.5	<0.01	<0.01	10	1.4	86	2.6	159	35	23	31	0.18
						820823	7.8	0.03	<0.01	9.7	1.4	75	2.2	153	36	21	31	0.52
						830803	7.6	0.03	<0.01	11	1.4	82	2.4	169	37	23	36	0.16
						840802	7.72	0.02	<0.005	8.6	1.2	72	2.5	156	31.7	20.3	31.9	0.20
						850903		<0.05	0.015	10	1.3	77	2.6		35	20	35	0.2
3	114	3D SO:702	Gringelstad 71:2	143		760721	7.75	0.02	<0.02	4.7	1.2	65	3	199	7.8	9	0.20	
						770802	7.5	0.13	0.02	4.3	1.0	67	1	200	9.0	9	0.63	0.3
						780814	7.9	0.26	<0.05			74		200		75	<5	
						800819	7.85	0.16	0.02	4.3	1.1	66	2	200	11	9	0.22	0.26
						810720	7.2	<0.01	<0.01	5.6	3.5	69	1.9	184	10	11	<0.2	0.19
						820722	8.0	0.26	0.03	4.5	1.4	70	1.9	193	8.5	6.8	0.2	0.47
						830707	7.7	0.28	0.04	5.0	1.5	68	1.7	198	11	7.3	<0.1	0.16
						840802	7.88	0.08	0.018	3.9	1.4	66	1.8	198	10.7	7.7	<0.1	0.19
						850909		0.44	0.028	4.8	1.6	64	1.8		9.1	7.4	<1.0	0.2
						3	115	3D SO:223	Mosslunda 8:1	87	K+G	760721	7.35	0.87	0.03	10	1.8	82
770802	7.4	5.3	0.08	10	2.0							84	2	281	4.8	12	0.11	0.45
780814	7.4	0.61	0.05	14	2.0							82	5.5	271	8.4	15	0.08	0.43
800819	7.85	0.28	0.02	11	2.3							81	5	268	9.5	15	0.38	0.30
810909	7.5	3.8	0.07	11	2.8							90	4.8	276	2.4	15	<0.1	0.30

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	115	3D SO:223	Mosslunda 8:1			820722	8.0	1.9	0.05	10	2.9	87	4.3	262	5.2	14	0.3	0.60
						830707	7.8	0.87	0.03	11	3.2	86	4.2	261	7.5	15	<0.1	0.24
						840802	7.82	0.82	0.042	8.5	1.9	76	4.1	261	6.8	12.9	0.004	0.31
						850903		5.1	0.11	12	2.5	85	4.0		4.9	11	<1.0	0.3
3	117	3D SO:344	Önnestad 28:15	64	K+G	760720	7.65	0.86	<0.02	8.2	2.5	83	2	226	20	17	0.40	
						770802	7.55	1.5	0.02	8.6	2.7	83	1.5	223	23	18	0.22	0.5
						780718	7.5	1.07	0.02	8.3	2.4	84	2.5	226	26	18	0.29	0.24
						790718	7.45	2.4	0.03	12	3.1	91	3.5	204	68	23	0.80	0.22
						800819	7.5	1.08	<0.02	9.0	2.3	84	4	227	39	21	0.16	0.35
						810915	7.5	0.47	0.04	9.4	2.9	97	3.0	227	31	19	<0.1	0.23
						820823	8.0	2.6	0.04	12	4.5	97	3.7	204	77	25	<0.1	0.35
						830803	7.8	1.2	0.08	10	3.2	97	2.7	243	35	20	<0.1	0.23
						840808	7.96	<0.01	<0.01	110	0.60	1.1	0.11	233	56.2	24.5	<0.1	0.29
						850903		0.18	<0.01	150	0.76	1.8	0.20		80	25	<1.0	0.3
						3	118	3D SO:26	Skoglösa 8:5	84.5	K	760728	7.45	<0.02	0.03	13	5.2	95
770802	7.5	1.1	0.08	12	5.3							110	6	224	73	52	8.3	0.55
780718	7.5	0.06	0.05	17	6.6							113	5.5	236	85	52	7.4	0.40
790718	7.4	0.07	0.03	16	6.2							104	6	218	72	45	5.0	0.34
800819	7.5	0.04	0.04	14	6.6							100	7	210	78	41	2.4	0.32
810915	7.5	1.6	0.06	16	8.2							122	6.9	219	79	49	2.1	0.38
820823	7.9	0.02	0.05	15	8.7							107	6.5	210	83	41	<0.1	0.42
830803	7.7	<0.01	0.04	16	8.9							120	6.4	238	83	45	4.2	0.34
840808	7.81	0.02	0.046	15.0	5.8							100	6.9	224	88.3	52.5	5.13	0.37
850903		<0.05	0.054	17	6.8							120	7.7		100	56	7.1	0.4
3	119	3D SO:163	Ignaberga 3:28	23.7	G							760720	7.95	0.04	<0.02	8.4	0.6	54
						770802	7.8	0.19	0.02	10	1.9	86	2	127	42	54	34	0.3
						780718	7.9	0.12	<0.02	8.8	0.6	57	1.5	107	32	27	10	0.21
						790718	7.8	0.14	0.01	8.0	0.6	58	1.5	110	29	28	13	0.15
						800819	7.85	0.06	<0.02	15	0.9	93	2.5	161	55	38	45	0.22
						810915	7.6	0.05	0.01	9.4	0.93	59	1.4	115	33	19	1.6	0.22
						820823	8.0	<0.01	<0.01	11	1.0	68	1.7	115	36	34	20	0.22
						830811	7.6	0.14	<0.01	11	1.0	68	1.7	139	36	22	17	0.18
						840808	7.65	<0.01	<0.005	10	0.70	55	1.7	129	30.0	19.8	16.8	0.16
						850903		0.11	0.006	14	1.0	79	2.3		27	29	31	0.1
						3	120	-	Ugerups säteri 1:113	3.8	Gs	760721	7.3	0.22	0.02	86	73	158
770802	7.0	0.29	0.02	70	158							169	7	388	160	164	110	0.25
780718	7.2	0.27	0.02	71	150							155	8.5	382	180	140	109	0.20
790718	7.2	0.26	0.03	57	96							150	7	345	148	109	88	0.22
800820	7.25	0.21	0.03	64	116							158	7.5	381	180	125	95	<0.10
810909	7.1	0.13	0.04	84	132							162	8.5	367	100	156	166	0.19
820722	7.2	0.54	0.05	86	144							146	7.0	297	115	155	167	0.56
830803	6.8	0.37	0.05	79	163							157	6.8	341	130	150	90	0.18
840802	6.98	0.15	0.043	41	110							130	7.7	292	153	115	134	0.17
850903		0.16	0.046	56	170							82	11		130	190	170	0.3

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	121	-	Ugerups säteri 1:112	4.0	Gs	760721	7.55	<0.02	<0.02	25	3.3	150	3.5	215	48	72	135	
						770802	7.85	<0.02	<0.02	18	9	110	3	212	34	47	73	0.2
						780718	7.6	<0.02	<0.02	38	6.2	155	5	215	69	77	158	0.13
						790718	7.35	0.05	0.01	38	4.5	160	4	220	75	80	165	0.16
						800820	7.55	0.10	<0.02	45	2.6	166	3	220	83	92	160	0.10
						810909	7.4	<0.01	<0.01	44	10	172	3.3	221	60	100	110	0.10
						820722	8.2	<0.01	<0.01	52	9.7	162	3.3	223	43	110	113	0.56
						830803	7.6	0.01	<0.01	51	7.5	155	3.0	259	61	140	160	0.11
						840802	7.75	0.01	<0.005	41	4.7	130	2.9	232	61.0	115	120	0.18
						850903		0.07	<0.005	48	8.8	130	3.0	62	130	130	130	0.1
3	122	-	Ugerup 5:5	4.6	Gs	760721	7.3	0.30	<0.02	16	11	130	5	276	72	34	55	
						770802	7.6	<0.02	<0.02	10	11	118	5	250	54	24	67	0.1
						780718	7.5	0.02	<0.02	16	6.9	119	4.5	237	58	20	94	<0.10
						790718	7.35	0.11	0.01	8.5	10	118	5	244	47	26	82	<0.10
						800820	7.45	0.06	<0.02	13	3.4	126	4.5	227	66	33	80	0.10
						810909	7.3	<0.01	<0.01	11	14	133	6.4	246	54	27	69	0.11
						820722	8.0	0.03	<0.01	8.1	12	112	5.3	252	33	16	52	0.18
						830803	7.6	<0.01	<0.01	10	12	103	5.0	265	32	18	53	0.13
						840802	7.63	0.02	<0.005	4.4	12	87	5.2	244	20.4	12.4	47.1	0.13
						850903		<0.05	0.006	74	3.2	140	4.3	57	180	94	94	0.1
3	124	-	Mosslunda 8:30	3.5	Ma	760721	7.65	0.19	0.02	9.0	2.5	109	3	206	44	27	29	
						770802	7.7	0.29	0.47	8.6	19	83	3	264	30	12	11	0.2
						780718	7.7	0.04	0.04	9.5	11	95	4	224	62	16	20	0.21
						790718	7.5	0.08	<0.01	5.7	11	70	3	204	24	10	11	0.18
						800820	7.65	0.10	<0.02	7.6	7.0	84	3.5	226	62	15	6.0	0.20
						810909	7.5	<0.01	<0.01	7.9	15	104	3.3	223	48	10	26	0.19
						820722	8.0	0.01	0.01	6.0	18	86	3.5	232	27	7.6	14	0.22
						830803	7.6	<0.01	<0.01	7.1	18	83	3.4	244	30	11	20	0.19
						840802	7.70	0.02	<0.005	5.0	9.6	72	2.8	176	35.5	11.9	24.4	0.20
						850903		0.19	<0.005	8.9	12	97	3.7	47	11	28	28	0.2
3	125	3E SV:242	Balsby 17:3	65	K	760721	7.65	0.03	<0.02	8.0	1.6	106	4	243	38	28	9.8	
						770801	7.05	0.06	<0.02	4.8	8	43	1.5	103	20	12	18	0.3
						780822	7.6	0.05	<0.02	8.3	1.4	118	3	237	74	32	20	0.25
						790717	7.2	0.08	<0.01	7.0	1.2	124	2	239	72	33	19	0.13
						800819	7.8	1.38	<0.02	9.0	0.7	132	1.5	256	76	37	18	0.20
						810901	7.4	<0.01	0.01	9.9	2.1	148	2.8	239	90	41	23	0.15
						820715	8.0	<0.01	<0.01	10	2.2	151	2.9	234	100	40	25	0.21
						830707	7.6	0.09	<0.01	11	3.7	164	3.6	245	96	42	39	0.14
3	126	3E SV:217	Hammar 116:1	81	K+G	760721	7.6	<0.02	<0.02	7.0	1.7	110	3	226	70	22	0.98	
						770801	7.8	0.10	<0.02	10	1.6	120	2.5	210	107	29	0.72	0.25
						780822	7.6	0.07	<0.02	12	2.0	129	2	215	120	32	17	0.24
						790717	7.35	0.17	0.01	12	2.6	129	2.5	215	121	31	19	0.15
						800819	7.7	0.06	<0.02	14	0.8	136	2.5	210	140	33	20	0.21
						810909	7.5	0.04	0.03	8.1	2.5	150	3.3	217	127	23	<0.1	0.22

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	126	3E SV:217	Hammar 116:1	81	K+G	820715	8.0	0.02	0.02	13	2.4	151	2.7	209	130	35	27	0.18
						830707	7.9	0.36	0.03	12	2.5	160	2.8	215	146	37.6	28	0.16
						840802	7.85	0.03	0.015	12	1.5	140	2.8	215	146	37.6	29.9	0.16
						850903		0.07	0.036	8.0	2.2	140	2.9		170	25	1.0	0.2
3	127	3E SV:47	Nymö 94:1	114	K+G	760721	7.75	0.06	0.02	11	3.0	81	16	327	8.4	9	0.18	
						770801	7.7	5.3	0.10	10	2.5	78	13	312	3.9	11	0.07	0.35
						780822	7.7	0.29	0.02	10	3.9	82	14	323	12	9	0.21	0.47
						800819	7.55	<0.02	<0.02	9.8	2.9	81	14.5	325	12	10	0.22	0.40
						810720	7.6	<0.01	0.02	11	4.2	85	14	322	12	8.7	<0.2	0.42
						820715	8.2	0.31	0.03	9.6	3.7	84	15	311	12	8.2	0.9	0.41
						830707	7.6	0.29	0.02	8.1	3.2	76	14	318	13	8.2	1.2	0.28
						840802	7.83	0.34	0.030	7.8	2.6	75	15	309	13.3	8.3	0.031	0.36
						850903		4.0	0.089	10	3.4	79	15		1.5	7.2	<1.0	0.4
						3	128	3E SV:107	Trolle Ljungby 1:1	103,5	G	760721	7.75	0.26	<0.02	6.0	1.6	71
770801	7.75	3.1	0.06	5.2	1.2							70	2.5	234	3.9	8	0.11	0.3
780822	7.75	0.25	<0.02	5.9	1.4							72	3.5	229	8.4	8	0.12	0.40
800819	7.55	0.05	<0.02	4.5	1.5							72	3.5	227	10	10	0.08	0.38
811021	7.9	0.51	0.03	8.0	2.9							81	3.3	233	0.6	7.1	<0.1	0.28
820715	8.1	0.48	0.03	5.7	2.1							77	3.1	225	5.5	7.0	<0.1	0.38
830707	7.7	0.48	0.02	4.7	1.6							63	2.8	229	6.6	6.7	<0.1	0.21
840802	7.86	0.42	0.023	4.2	1.3							70	3.4	235	6.4	7.2	0.42	0.30
850909		3.1	0.068	6.6	1.8							71	3.7		3.0	5.9	<1.0	0.3
3	129	3E SV:65	Gualöv 61:1	35	K+G							760721	7.5	0.17	<0.02	6.0	2.3	78
						770801	7.8	2.4	0.08	5.6	2.0	78	2.5	224	5.4	23	0.08	0.2
						780822	7.6	0.05	<0.02	6.2	2.6	77	2	222	8.4	23	0.21	0.34
						790717	7.4	0.35	<0.01	2.1	2.4	78	6	227	5	23	0.62	0.18
						800819	7.55	0.04	<0.02	5.5	2.4	80	2.5	227	8	22	0.08	0.30
						810901	7.6	3.5	0.09	7.2	3.5	93	1.9	236	3.9	25	<0.1	0.15
						820715	8.0	0.41	0.05	6.8	3.5	89	1.6	224	6.4	25	<0.1	0.26
						830707	7.8	0.24	0.04	6.0	2.9	79	1.3	233	8.3	25	<0.1	0.18
						840802	7.78	0.38	0.044	5.0	2.2	76	1.8	231	7.4	23.3	<0.1	0.20
						3	130	3E SV:243	Tosteberga 28:1	101	K+G	760720	7.65	0.45	0.02	11	2.1	73
770801	7.8	1.8	0.02	7.0	1.5							78	7	278	2.4	10	0.08	0.3
780822	7.7	0.95	0.02	7.7	1.9							78	7	278	4.2	10	0.10	0.32
790717	7.35	0.65	<0.01	8.5	2.9							71	6	238	12	14	0.39	0.32
800819	7.5	0.28	<0.02	9.8	1.0							75	4.5	235	18	15	0.18	0.21
810901	7.6	3.5	0.04	8.3	2.4							87	7.6	2.6	2.4	8.8	<0.1	0.23
870722	8.1	0.78	0.05	10	2.8							81	4.3	231	16	15	<0.1	0.36
830707	7.8	0.75	0.05	9.1	2.4							75	4.2	241	16	15	<0.1	0.31
840802	7.80	0.21	0.042	8.4	2.0							70	4.3	240	16.5	13.5	0.10	0.37
850903		1.5	0.040	9.4	2.3							76	7.5		2.8	8.2	<1.0	0.3

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l						
3	131	3E SV:224	Ö. Ljungby 20:10	40	K	760728	7.45	6.0	0.06	10	3.4	110	3	247	64	16	0.09							
						770801	7.65	5.9	0.22	9.3	3.3	106	7.5	247	79	16	0.55	0.35						
						780822	7.5	6.3	0.04	12	3.5	134	7	222	181	20	0.07	0.40						
						790717	7.25	5.8	0.06	8.6	2.9	116	4	225	120	17	0.09	0.28						
						800819	7.15	7.3	0.04	9.9	1.8	132	5.5	212	190	20	0.16	0.35						
						810918	7.3	8.5	0.11	9.9	3.6	130	3.7	206	113	19	<0.1	0.22						
						820715	8.1	0.95	0.02	8.2	2.4	82	7.5	259	3.0	10	<0.1	0.33						
						830707	7.6	7.1	0.11	9.0	4.5	122	4.7	213	130	22	<0.1	0.26						
						840802	7.67	5.9	0.115	7.9	2.9	120	4.6	208	149	23.1	0.035	0.31						
						3	132	3E SV:76	Vanneberga 34:7	140	G	760721	7.75	0.51	<0.02	8.0	1.9	90	9	308	8.4	13	0.11	
770801	7.65	8.3	0.10	7.1	1.6							90	8.5	308	6.9	12	0.33	0.3						
780822	7.7	0.14	0.02	8.3	2.2							90	8.5	307	16	14	0.26	0.34						
790717	7.7	0.20	0.01	7.4	2.1							92	8.5	309	11	13	0.50	0.26						
800819	7.5	0.05	<0.02	6.9	1.9							91	9	305	19	13	<0.01	0.32						
811021	7.9	3.6	0.11	12	3.7							93	9.1	301	0.3	12	<0.1	0.25						
820715	8.0	0.39	0.03	8.2	2.4							99	8.5	298	12	13	0.3	0.27						
830707	7.7	0.51	0.05	7.5	2.5							95	8.5	305	11	14	<0.1	0.24						
840802	7.82	0.05	0.029	6.2	1.6							85	8.3	312	13.2	11.8	0.90	0.28						
850909		0.44	0.035	8.0	2.1							93	8.9		11	12	<1.0	0.3						
3	133	3E SV:48	Landön 34:	35	K	760720	7.25	0.56	<0.02	18	9.8	55	25	324	48	13	0.44							
						770727	7.6	0.91	0.04	12	8.6	71	17	315	14	15	2.0	0.7						
						780718	7.4	7.5	0.05	15	10	64	18	300	13	15	1.3	0.65						
						790821	7.4	1.5	0.07	18	9.0	70	17	322	11	16	1.5	0.62						
						800819	7.6	2.8	<0.02	18	4.9	62	22	322	13	14	0.14	0.61						
						810901	7.4	4.1	0.12	17	12	69	18	299	12	16	0.4	0.55						
						820823	7.9	2.5	0.21	18	14	80	16	282	12	19	16	0.46						
						830811	7.7	3.5	0.16	17	14	82	15	310	40	18	<0.1	0.40						
						840809	7.70	0.02	0.032	16	8.8	64	20	327	15.3	13.9	0.004	0.72						
						3	135	3E SV:241	Österslöv 9:1	47	K+G	760720	7.75	0.06	<0.02	9.5	2.4	100	1.5	203	39	20	33	
770727	7.65	0.03	<0.02	5.7	2.2							74	2.5	216	14	10	0.64	0.4						
780718	7.8	0.04	<0.02	15	6.4							103	7	210	65	23	39	0.26						
800819	7.75	0.02	<0.02	9.4	1.3							108	3	205	70	22	41	0.30						
810901	7.4	0.01	0.04	7.7	2.6							102	2.2	212	48	17	28	0.25						
820715	8.1	0.07	0.02	8.0	2.5							93	1.9	207	39	16	<0.1	0.35						
830707	7.8	0.15	0.02	11	3.3							121	2.3	209	50	21	32	0.18						
840802	7.78	0.04	0.013	9.9	2.0							95	2.4	212	65.8	25.2	45.4	0.28						
3	136	3E SV:56	Österslöv 14:1	58.7	Gs							760720	7.55	2.2	0.08	8.3	3.1	95	2.5	238	30	21	0.31	
												770727	7.7	0.94	0.04	8.2	3.0	94	4	236	37	22	0.33	0.35
						780718	7.7	0.17	0.02	8.0	3.3	100	2	240	45	25	0.18	0.37						
						790821	7.45	2.7	<0.01	6.5	2.9	79	3.5	222	22	20	0.16	0.10						
						800819	7.5	0.03	<0.02	8.8	3.2	102	4	246	55	26	0.06	0.32						
						810901	7.6	3.5	0.11	9.8	4.2	116	3.4	250	55	32	<0.1	0.23						
						820715	8.1	1.1	0.09	10	4.1	115	3.6	245	55	29	<0.1	0.26						
						830707	7.7	1.3	0.08	8.2	3.8	121	3.1	254	41	22	<0.1	0.18						
						840802	7.85	1.02	0.080	8.3	2.7	96	3.5	243	57.6	30.2	0.049	0.28						
						850909		0.58	0.041	18	7.7	110	5.8		116	39	<1.0	0.3						

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l	Cl mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	F mg/l						
3	137	3E SV:64	Ö. Ljungby 20:3	42	Gs	760720	7.7	4.6	0.08	11	2.2	80	3	244	15	15	0.09							
						770801	7.5	1.9	0.08	9.8	1.8	74	2	232	6.0	15	0.08	0.4						
						780822	7.6	1.12	0.08	14	2.5	87	3.5	246	39	15	0.27	0.42						
						790821	7.6	2.0	0.01	12	1.8	87	4.5	246	32	16	4.5	0.33						
						800819	7.55	0.15	<0.02	10	2.2	88	4.5	233	53	16	0.05	0.32						
						810901	7.6	3.6	0.09	9.9	2.6	100	2.9	224	50	18	<0.1	0.26						
						820722	8.0	2.5	0.08	11	3.1	97	3.6	241	38	16	<0.1	0.35						
						830707	7.8	2.1	0.07	10	2.9	104	3.7	248	26	12	<0.1	0.21						
						840820	7.73	2.1	0.078	8.6	1.6	79	3.1	232	50.9	17.4	0.004	0.30						
						850909		<0.05	0.051	15	2.8	130	4.8		85	48	5.6	0.3						
						3	138	3E SV:223	Ö. Ljungby 1:2	21	Gs	760720	7.65	0.66	0.02	9.3	2.0	77	5	259	6	10	0.22	
770728	7.5	3.2	0.08	12	1.2							116	2.5	197	113	23	0.17	0.2						
780718	7.5	2.4	0.04	12	1.6							122	2.5	196	140	24	0.23	0.20						
790718	7.45	2.7	0.06	14	0.2							124	3	193	160	25	6.2	0.20						
800819	7.65	1.9	0.07	12	1.4							126	4	198	160	22	0.05	0.28						
810909	7.4	0.83	0.10	12	2.1							137	2.8	194	140	26	<0.1	0.23						
820722	7.8	2.9	0.09	11	1.9							117	2.7	193	112	20	0.7	0.24						
830707	7.7	2.9	0.16	12	2.3							121	3.3	187	78	15	<0.1	0.14						
840802	7.58	2.5	0.082	9.2	1.6							99	2.5	189	116	20.1	0.43	0.20						
3	139	3E SV:72	Nymö 93:1	21	Gs							760721	7.5	2.1	0.04	7.6	9.0	150	4.5	345	55	21	39	
												780718	7.4	3.5	0.02	7.7	10	150	4	350	94	21	3.4	<0.10
						790718	7.2	2.8	0.02	6.7	10	154	6	350	90	16	40	0.10						
						800819	7.3	0.30	<0.02	7.9	9.0	151	5.5	340	95	22	35	0.16						
						810909	7.4	0.69	0.08	8.8	14	170	4.3	344	92	35	28	0.70						
						820722	8.0	1.5	0.08	8.2	13	150	3.9	318	79	21	35	0.36						
						830707	7.5	2.2	0.16	8.2	15	164	4.8	320	48	14	26	0.11						
						840802	7.62	1.3	0.076	6.6	11	130	3.7	260	71.5	19.1	42.1	0.13						
						3	140	3E SV:74	Horna 18:1	46.5	Gs	760721	7.8	0.37	0.02	4.0	1.1	62	1	149	25	8	0.24	
												770801	7.8	0.94	0.04	3.4	2.5	64	1.5	151	34	8	0.29	0.15
												780718	7.8	0.75	0.04	3.3	0.3	63	1.5	150	40	7	0.37	0.14
790717	7.7	0.39	0.01	2.9	0.8							64	2	151	38	8	0.80	0.10						
800819	7.8	0.06	<0.02	3.5	0.8							66	1.5	154	42	8	0.17	0.12						
810909	7.8	1.1	0.05	3.5	1.1							74	1.2	156	40	6.4	<0.1	0.12						
820722	7.9	0.65	0.04	3.5	1.1							69	0.88	152	49	6.6	<0.1	0.26						
830707	7.7	0.40	0.03	3.4	1.2							78	1.0	161	51	7.1	<0.1	0.34						
840809	7.77	0.60	0.039	3.1	0.82							60	1.1	162	37.8	6.5	0.022	0.13						
850821		1.1	0.044	4.3	1.2							69	1.2		47	7.6	<1.0	<0.1						
3	141	3E SV:74	Nymö 1:9	26	Gs							760721	7.6	0.03	0.02	10	1.3	110	2	214	70	27	19	
						770801	7.55	0.05	0.04	9.8	1.2	120	2	216	98	26	23	0.1						
						780718	7.6	0.03	0.02	13	1.5	121	5.5	212	115	25	31	0.17						
						790717	7.3	0.06	<0.01	12	1.2	125	3.5	215	108	24	33	<0.10						
						800819	7.5	0.02	<0.02	11	1.4	130	3	218	120	26	34	<0.10						
						810918	7.6	<0.01	0.05	12	2.1	150	2.6	217	110	29	41	0.11						

Omr.	Station	Brunnsnr i SCU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	141	3E SV:74	Nymö 1:9	26	Gs	820715	8.0	0.12	0.05	11	2.0	143	2.4	207	122	28	47	0.22
						830707	7.7	0.46	0.02	8.9	2.8	80	7.9	269	23	9.3	<0.1	0.43
						850909		<0.05	<0.005	11	1.7	140	2.6		140	29	50	0.1
3	142		Nymö 1:8	7.5	Gs	760721	7.6	<0.02	<0.02	12	0.8	120	3	190	45	24	113	
						770801	7.6	<0.02	<0.02	10	0.8	142	5	190	88	28	112	0.1
						780718	7.6	0.07	<0.02	14	0.8	150	2	195	89	29	160	<0.10
						790717	7.35	0.06	<0.01	15	1.0	145	3	185	86	25	152	<0.10
						800819	7.55	0.08	<0.02	16	0.4	139	3.5	188	97	27	134	0.15
						810901	7.4	<0.01	<0.01	17	1.7	170	3.2	194	91	3.2	150	0.60
						820823	7.9	<0.01	0.02	16	1.5	158	3.0	197	94	30	170	0.45
						830811	7.5	0.18	<0.01	12	1.3	128	6.3	210	66	21	120	0.13
						840802	7.66	0.25	0.017	15	0.96	114	2.3	201	47.2	21.3	107	0.15
						850821		0.10	0.006	13	1.4	120	2.8		74	25	120	0.1
3	143	-	Nymö 2:2	8	Gs	760721	7.6	<0.02	<0.02	18	12	105	3.5	189	54	31	78	
						770801	7.55	0.03	<0.02	13	10	110	4.5	196	65	30	86	0.1
						780718	7.6	0.15	<0.02	16	20	113	3.5	184	72	27	95	<0.10
						790717	7.3	3.5	0.01	18	15	111	4	178	78	28	97	<0.10
						800819	7.5	0.16	<0.02	21	16	109	6	181	82	33	110	0.14
						810901		<0.01	<0.01	23	25	127	5.3		25.3	43	90	0.30
						820823	7.6	<0.01	<0.01	24	24	122	4.9	174	89	38	120	0.25
						830811	7.4	0.19	0.01	18	23	102	4.5	205	55	24	97	0.14
						840802	7.57	0.04	<0.005	18	21	95	4.7	185	58.1	34.6	99.0	0.14
						850821		<0.05	0.007	25	30	93	4.8		49	33	94	0.1
3	144	-	Nymö 3:24	16	Må(K)	760721	7.8	0.29	0.08	13	9.3	130	6.5	320	68	28	0.04	
						770801	7.45	7.5	0.10	10	3.6	122	10	309	63	29	1.4	0.3
						780718	7.6	3.8	0.05	13	3.3	129	7.5	315	85	27	0.27	0.32
						790717	7.25	0.03	0.16	13	3.3	124	8	315	79	28	0.34	0.24
						800819	7.4	3.1	0.02	13	1.8	144	6.5	318	115	29	0.42	0.26
						810901	7.6	2.4	0.11	13	5.2	139	8.6	309	70	35	<0.1	0.28
						820823	7.8	0.45	0.12	14	4.5	159	5.8	306	124	36	<0.1	0.26
						830811	7.6	0.59	0.12	13	4.8	147	5.9	326	97	33	4.4	0.24
						840802	7.81	0.29	0.130	13	2.9	140	5.5	295	128	38.5	2.01	0.22
						850821		0.16	0.12	13	4.4	140	6.6		120	34	5.3	0.3
3	145	-	Nymö 28:12	4.5	Gs	760721	7.7	<0.02	<0.02	10	3.4	75	3	183	34	12	55	
						770801	7.7	<0.02	<0.02	9.8	32	75	4.5	185	45	13	55	<0.1
						780718	7.7	0.08	<0.02	9.5	30	79	4.5	176	56	14	70	0.10
						790717	7.5	0.06	0.01	8.8	25	73	4.5	183	34	11	64	<0.10
						800819	7.6	0.04	<0.02	8.2	30	74	5.5	193	48	14	49	<0.10
						810901	7.6	<0.01	<0.01	12	42	85	4.6	196	42	13	52	0.16
						820823	7.8	<0.01	<0.01	10	35	81	4.4	204	46	12	55	0.07
						830811	7.7	0.16	0.09	9.2	34	84	4.4	233	47	18	59	0.06
						840802	7.75	<0.01	<0.005	6.8	24	69	4.8	201	47	20.2	49.8	0.08
						850821		0.05	0.006	9.4	38	76	5.1		43	17	71	<0.1

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l						
3	147	-	Balsby 110:2	7.3	Ma	760720	7.35	0.03	<0.02	135	47	253	18	418	67	443	81							
						770727	7.4	0.15	0.04	150	46	258	15	300	76	545	120	0.2						
						780718	7.3	0.48	0.02	340	51	325	36	331	97	920	123	0.14						
						790821	7.5	0.10	0.01	65	46	151	10	285	48	165	144	0.15						
						800819	7.3	0.05	<0.02	140	61	194	11	394	84	295	97	<0.10						
						810901	7.4	<0.01	<0.01	113	85	193	9.8	358	72	265	86	1.0						
						820907	7.6	0.02	<0.01	55	50	135	7.6	325	49	98	83	0.15						
						830803	7.6	0.07	<0.01	23	37	106	5.2	315	29	42	110	0.14						
						840820	7.59	0.08	<0.005	67	34	130	7.2	373	52	157	81.9	0.14						
						850909		0.08	0.005	35	46	130	7.6		33	72	120	0.2						
						3	148	-	Balsby 6:4	4.4	Gs	760720	7.9	0.04	0.02	14	1.1	140	4	235	60	57	53	
												770727	7.6	0.12	<0.02	10	3.0	143	6.5	244	69	54	62	0.2
780718	7.7	0.07	<0.02	13	3.3							136	3.5	246	68	48	49	0.20						
790821	7.35	0.14	0.01	10	2.4							126	5	224	56	51	51	0.17						
800819	7.55	0.06	<0.02	17	1.1							152	5.5	235	90	73	54	0.13						
810901	7.4	<0.01	1.3	16	6.9							157	5.9	195	95	61	65	0.30						
820907	7.7	<0.01	0.01	12	7.1							151	5.4	218	92	53	84	0.14						
830803	7.6	0.15	0.02	12	6.7							142	5.5	249	76	70	100	0.20						
840820	7.51	0.06	<0.005	9.5	3.7							110	4.6	231	58	49.5	64.2	0.24						
850903		0.21	0.021	15	14							120	5.1		69	58	120	0.3						
3	149	-	V. Ljungby 11:1	9	Gs							760728	7.5	<0.02	0.02	12	3.0	114	4	282	45	26	1.0	
												770727	7.45	<0.02	0.02	10	2.6	110	6	284	50	22	8.7	0.25
						780718	7.6	0.04	0.02	14	2.8	116	4	278	61	27	16	0.23						
						790821	7.35	0.06	0.02	14	2.4	112	6	287	58	23	12	0.17						
						800819	7.45	0.04	0.02	15	1.3	114	5	285	64	24	11	0.19						
						810909	7.4	0.02	0.03	16	3.7	134	5.5	289	58	28	13	0.16						
						820722	7.8	0.01	0.02	15	3.7	127	5.5	276	73	30	19	0.15						
						830811	7.5	0.04	<0.01	13	4.0	116	4.6	305	69	30	13	0.17						
						840809	7.67	0.04	0.038	12	2.8	102	4.8	297	65	26.8	14.4	0.24						
						850821		0.06	0.034	15	3.3	110	5.3		72	23	16	0.2						
						3	150	-	Vanneberga 34:14	4.5	Gs	760728	7.45	0.36	0.04	12	33	135	5	254	135	30	14.6	
												770727	7.6	<0.02	0.15	12	30	150	6	255	176	34	44	0.3
780718	7.5	2.4	0.06	15	19							144	5	257	170	27	11	0.23						
790821	7.35	0.46	0.09	16	30							167	8	323	162	33	51	0.22						
800819	7.45	0.11	0.02	15	34							140	6	273	160	32	29	0.24						
810901	7.5	0.07	0.17	19	56							167	6.7	278	160	27	30	0.30						
820823	7.9	0.69	0.17	16	29							143	6.1	293	130	29	9.8	0.15						
830811	7.8	0.11	0.14	15	21							137	5.5	266	140	39	39	0.18						
840802	7.55	0.09	0.150	14	26							120	5.3	248	139	34.3	41.0	0.23						
850821		0.05	0.17	13	36							130	5.9		170	29	63	0.3						

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Fastighet	Djup m	Akvi- fer	Datum	pH	Fe mg/l	Mn mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	F mg/l
3	158	3D SO:334	Bröd 1:3	39	K	790718	8.05	1.4	0.03	5.7	1.0	57	2	186	0.6	10	0.07	0.37
						800819	7.75	0.11	<0.02	6.3	1.2	60	2	187	9	10	0.08	0.22
						810915	7.9	1.6	0.03	6.7	1.5	69	2.0	191	4.7	7.5	0.3	0.32
						820803	8.0	1.1	0.03	6.0	1.4	64	5.0	183	7.9	8.9	0.2	0.51
						830803	7.8	0.09	<0.01	6.3	1.5	60	1.7	201	5.9	8.6	<0.1	0.32
						840802	7.88	0.22	0.015	5.2	1.2	48	1.9	196	7.0	8.0	0.009	0.43
						850821		0.08	0.013	6.8	1.4	59	1.8		7.2	7.6	<1.0	0.4
3	161	3D SO:522	Trobromölla 2:1	49	K	790718	7.45	0.55	0.04	6.7	1.2	64	5	210	12	12	0.24	0.26
						800819	7.75	0.52	<0.01	11	0.8	65	4	204	12	22	0.18	0.27
						810918	7.9	0.01	0.02	7.7	1.7	74	3.4	204	9.8	11	0.3	0.44
						820823	7.9	1.2	0.06	8.7	1.9	66	3.2	201	19	15	0.2	0.51
						830803	7.8	0.28	0.08	6.9	1.7	62	2.7	217	8.5	11	<0.1	0.32
						840802	7.81	0.07	0.011	6.1	1.2	52	2.8	208	11.6	10.0	0.20	0.32
						850903		0.58	0.022	8.7	1.8	67	3.1		8.6	8.3	<1.0	0.3
3	162	3D SO:519	Vanneberga 1:11	50	K	790718	7.55	0.16	<0.01	7.1	0.8	62	2	185	6	14	1.8	0.20
						800819	7.7	0.03	<0.02	8.7	1.0	62	2	185	8	15	2.2	0.18
						811021	7.8	<0.01	<0.01	12	1.9	71	1.3	195	6.1	16	<0.1	0.21
						820823	7.9	0.04	0.03	8.7	1.3	67	0.83	199	7.4	16	0.2	0.41
						830803	7.8	0.03	<0.01	8.6	1.3	69	1.3	225	6.0	17	<0.1	0.16
						840808	7.85	2.7	0.038	7.8	0.85	56	1.5	209	7.5	13.3	0.004	0.22
						790718	7.55	0.10	<0.01	4.9	0.7	62	2	180	6	12	8.9	0.10
3	163	3D SO:308	Ullstorp 1:9	50	K	800819	7.7	<0.02	<0.02	5.6	0.8	64	1.5	178	10	11	9.0	0.16
						810915	7.7	<0.01	0.01	6.1	1.0	73	1.2	182	7.6	11	9.2	0.18
						820823	7.7	0.06	<0.01	19	39	120	6.9	296	58	34	52	0.22
						830803	7.6	0.17	<0.01	14	37	101	4.9	282	23	38	31	0.08
						840808	7.98	0.04	0.013	5.0	0.72	53	1.05	186	9.2	10.0	8.84	0.16
						850903		<0.05	0.012	6.6	0.97	64	1.2		9.8	8.9	8.0	0.1
						790718	7.4	0.06	<0.01	10	0.8	108	2	170	56	29	79	0.18
3	164	3D SO:542	Vinslöv 16:7	43	K	800819	7.55	<0.02	<0.02	12	0.8	107	2.5	162	70	30	81	0.12
						810915	7.7	<0.01	0.01	11	1.1	123	1.8	162	62	35	68	0.08
						820823	7.9	<0.01	<0.01	11	1.1	118	1.1	161	74	36	81	0.09
						830803	7.6	0.61	<0.01	9.7	1.1	115	1.5	173	63	41	80	0.06
						840808	7.71	0.04	0.010	8.4	0.58	100	1.6	165	61.9	41.9	81.9	0.10
						850903		0.23	<0.005	11	1.0	110	1.9		63	37	85	<0.1
						790718	7.6	0.06	<0.01	9.5	0.9	82	2	170	36	24	29	0.10
3	165	3D SO:343	Skepparslöv 60:2	81	K	800819	7.7	<0.02	<0.02	11	1.0	81	2.5	171	40	24	31	<0.10
						810915	7.7	<0.01	<0.01	12	1.7	98	2.1	175	43	29	30	0.08
						820823	7.8	0.01	<0.01	11	1.4	86	1.6	169	52	30	32	0.14
						830803	7.7	0.05	<0.01	9.7	1.2	87	1.7	183	45	31	35	0.08
						840802	7.70	0.06	<0.005	8.7	0.73	70	1.8	172	42.9	28.4	31.0	0.10
						850903		<0.05	0.006	12	1.4	86	2.1		47	29	36	<0.1

BILAGA 3

BILAGA 3. TRITIUMANALYSER.

Tritiumanalyser från borrbrunnar på Kristianstadsslätten. Brunnarnas lägen framgår översiktligt av fig. 15. Förkortningar enligt bilaga 2.

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Djup m	Akvi- fer	Datum	Tritium- halt, TU					
3	15	3D SO:18	100	K+G	760930	<3					
					770309	<3					
					771006	8±3					
					780308	3±3					
					790329	<3					
					811016	5					
					821016	<3					
					831016	46±2					
					841022	<2					
					851009	8±2					
					860318	3±2					
					3	51	Vramsån			760930	78±4
										770309	44±3
790330	67±3										
791004	52±2										
800310	56±3										
801004	52±3										
811016	46±2										
821014	35										
830320	25±1										
831016	30±2										
840311	26±1										
850323	28±1										
851008	27±2										
860318	24±2										
861004	25±3										
3	102	2D NO:71	58	Ss	760720	101±2					
					770726	74±6					
					780718	84±4					
					790823	67±3					
					800819	87±2					
					810909	94±5					
					3	104	2D NO:171	150	K+G	760720	<3
770726	5±3										
780718	3±2										
790718	<3										
800820	<3										
810909	<3										
3	115	3D SO:223	87	K+G						760721	<3
					770802	<5					
					780814	<3					
					800819	<3					
					810909	<3					

Omr.	Station	Brunnsnr i SGU:s arkiv	Djup m	Akvi- fer	Datum	Tritium- halt, TU
3	132	3E SV:65	140	G	760721	<3
					770801	<5
					780822	4±2
					790717	<3
					811021	<3
3	136	3E SV:56	58.7	Gs	760720	8±3
					770727	10±3
					780718	10±2
					790821	7±3
					800819	10±3
					810901	12±2
3	137	3E SV:64	42	Gs	760720	5±3
					770801	<5
					780822	<3
					800819	<3
					810901	4±2
3	138	3E SV:223	21	Gs	770728	46±6
					780718	47±3
					790718	38±2
					800819	29±2
					810909	44±2
3	139	3E SV:72	21	Gs	760721	100±3
					770801	64±4
					780718	101±3
					790717	94±4
					800819	84±3
3	140	3E SV:74	46.5	Gs	760721	16±2
					770801	14±3
					780718	19±3
					790717	16±2
					800819	16±2
3	151	3E SV:17	77	K+G	760721	10±2
					770830	13±3
					780913	11±3
					790905	14±2
					800901	9±2
					810918	9±3
					820722	8±1

BILAGA 4. GRUNDTVATTENUTTAG PÅ KRISTIANSTADSSLÄTTEN.

Ägare el. fastighet	Tillåtet uttag enl. vattendom, m ³ /år	Uttag, m ³	Anm.
KOMMUNALA UTTAG			Alla kommunala uttag från 1987
Kristianstads k:n			
Kristianstad	6 387 500	4 153 565	
Fjälkinge	182 500	154 313	
Bäckaskog	66 000	52 178	
Vanneberga		898	
Färlöv		145 959	
Önnestad		92 350	
Ovesholm		16 030	
Vä		161 520	
Träne		11 432	
Everöd	219 000	74 240	
Gärds Köpinge		89 380	
Åhus	949 000	1 040 991	
Tollarp	1 241 000	290 718	
Hommentorp		2 134	
Degeberga		209 578	
Vittskövle		18 565	
Friseboda		19 922	
Östra Sönnarslöv		22 547	
Hässleholms kommun			
Hässleholm		679 000	
Vinslöv	824 900	265 200	
Bromölla kommun			
Bromölla	730 000	601 941	
Nymölla		80 520	
Gualöv		42 316	
Råby		17 164	
Totalt kommunalt uttag		8 242 461	
INDUSTRIUTTAG			Alla industri- uttag från 1986
AB Novia, Karpalund	730 000	436 747	
KBS, Kristianstad	1 460 000	ca 825 000	
AB Skånebrännerier	491 400	244 482	Uttag 1/9 - 31/5
Stärkelsen, Nöbbelöv		ca 147 000	
- " - , Villand		ca 165 000	
Önos, Tollarp		200 000	Uppskattat värde
Vin & Spritc., Åhus		100 000	- " -
Skånemejerier, K-stad		60 000	- " -
Culinar, Fjälkinge		50 000	- " -
Ignaberga kalkbrott		1 800 000	Länspumpning, uppskattat värde
Totalt industriuttag		ca 4 030 000	

Ägare el. fastighet	Tillåtet uttag enl. vattendom, m ³ /år	Uttag, m ³	Anm.
BEVATTNINGSUTTAG			
Balsby 7:9	104 880	27 508	Alla uttag från 1986. Bevattnings- säsong i allmän- het 1/5 - 15/9.
Fjälkinge 1:2, 32:3			
Brunn 1	48 300	9 660	
Brunn 2	35 880	9 024	
Brunn 3	42 780	16 600	
Fjälkinge 6:1	40 710	38 659	
Fjälkinge 41:3	72 450	39 810	
Gringelstad 4:1	34 500	29 669	
Gälltofta 2:24	77 970	47 894	
Hjortholmen 1:5	40 020	15 698	
Hommentorp 11:4	59 340	28 715	
Horna 2:22	91 770	37 340	
Håstad 68:1	50 370	14 251	
Kiaby 111:1	65 550	54 660	
Nymö 2:1	69 000	51 223	
Nöbbelev 18:16	64 860	34 896	
Sönnarslöv 83:1, 79:1, 2 brunnar	276 000	110 570	
Tosteberga 28:1	103 500	54 559	
Trolle Ljungby 1:1	535 500	65 650	
Ugerup 41:5			
Brunn 1	92 460	35 511	
Brunn 2	138 690	65 505	
Vanneberga 12:22	77 280	48 187	
Vanneberga 34:7	160 650	18 913	
Vanneberga 60:1			
Brunn 1	57 960	51 000	
Brunn 2	53 130	39 050	
Åraslöv 6:26	73 830	32 000	
Österlia 6:3	117 300	35 645	
Österslöv 4:1	46 920	33 215	
Österslöv 9:1	70 380	35 500	
Österslöv 14:1	37 950	31 403	
Östra Vram 49:1	42 780	15 560	
Summa	2 782 710	1 127 875	
Övriga bevattnings- brunnar med vattendom	2 701 590	1 400 000	Uppskattat värde
Ca 150 bevattnings- brunnar utan vatten- dom		5 300 000	Uppskattat värde
Totalt bevattningsuttag		ca 7 800 000	

Ägare el. fastighet	Tillåtet uttag enl. vattendom, m ³ /år	Uttag, m ³	Anm.
---------------------	---	-----------------------	------

ENERGIUTTAG

Uppskattade
uttag 1986

Malmbergs i Yngsjö AB		150 000	
Övriga uttag		150 000	
Totalt energiuttag		ca 300 000	
TOTALT GRUNDVATTENUTTAG 1986 (1987)		20 500 000	

GRUNDVATTENMODELLERING AV KRISTIANSTADSSLÄTTENS AKVIFERER

INNEHÅLL

	sid
SAMMANFATTNING.....	67
INLEDNING.....	70
UNDERSÖKNINGSOMRÅDE.....	70
TIDIGARE GRUNDVATTENMODELLERINGAR.....	71
ALLMÄNT OM GRUNDVATTENMODELLERING.....	72
Vad är en grundvattenmodell?.....	72
Använda modeller.....	73
SUTRA.....	73
MODFLOW.....	74
INDATA FÖR MODELLERING.....	74
Vattenbalans.....	74
UTFÖRDA MODELLERINGAR.....	78
Kristianstadsslätten regionalt - SUTRA.....	78
Sydvästra delen av Fjälkinge - MODFLOW.....	84
Enstaka brunn - MODFLOW.....	85
Sammanfattande slutsatser.....	85
SPECIELLA FRÅGESTÄLLNINGAR.....	86
Saltvatteninträngning.....	86
Föroreningsspredning.....	89
REFERENSER.....	91

SAMMANFATTNING

Kristianstadsslättens grundvattenmagasin (akviferer) har simulerats med hjälp av två olika numeriska datormodeller, SUTRA och MODFLOW.

Båda dessa datormodeller har ursprungligen utvecklats av United States Geological Survey (USGS). SUTRA baserar sig på finita elementmetoden, medan MODFLOW är baserad på finita differensmetoden.

Den regionalt viktigaste akviferen, glaukonitsandsakviferen, har simulerats med hjälp av SUTRA. Dessa simuleringar omfattar större delen av akviferen och har haft till syfte att summera omsatta vattenmängder. Simuleringarna har utförts som "steady-state", dvs simuleringar av jämviktstillstånd.

Vid simuleringarna har de brunnar som svarar för ca 80% av totalt beräknat uttag på Kristianstadsslätten tagits med. In/utläckage från akviferer har antagits kunna ske vid sjöar, större vattendrag, där bäckar når akviferens begränsning samt vid Hanöbukten. En begränsning med denna modell är att den inte helt i detalj speglar det in/utläckage som sker till/från kalkstensakviferen över större delen av slätten. Beträffande omsatta vattenmängder torde dock skillnaden bli liten mellan denna modell och en modell där läckage kunnat ansättas i varje element.

En sammanfattande vattenbalans för glaukonitsandsakviferen baserad på simuleringarna ovan är:

Grundvattenbildning:	3.2 m ³ /s
Utläckage på land:	2.0 m ³ /s
Uttag ur brunnar:	0.5 m ³ /s
Utläckage i Hanöbukten:	0.7 m ³ /s

Ett område på Kristianstadsslätten som speciellt behandlats är Fjälkingeområdet som utgör ett mindre höjdområde mellan omgivande sjöar och slätten. Grundvattentrycknivåerna i detta område präglas delvis av topografin. Inom detta område har glaukonitsanden på sina ställen en mycket begränsad mäktighet eller saknas helt. Uttagen för bevattning är stora och väsentligt avsänkta trycknivåer under torrår har konstaterats (se sid. 14).

Den sydvästra delen av Fjälkingeområdet har simulerats med hjälp av MODFLOW. Området har i modellen beskrivits som en trelagerföljd bestående av: överst kvartära avlagringar (övre akvifer), därunder kalkstensakvifer och underst glaukonitsandsakvifer. Verkliga mäktigheter hos de olika lagren har angivits i respektive beräkningspunkt (nod) i modellen. Hydraulisk konduktivitet (horisontell och vertikal) har i viss mån generaliserats.

Simuleringsresultaten påvisar den stora betydelsen av kalkstensakviferen i området. På grund av kalkstensakviferens stora mäktighet i jämförelse med glaukonitsanden har kalkstensakviferen i stora delar av området högre transmissivitet än glaukonitsandsakviferen. Även stora områden med grovsediment i markytan har betydelse för grundvattenbildningen och läckageförhållandena i området.

Avsänkningen i en enstaka brunn begränsas väsentligt av det inläckage som utbildas under pumpningens fortskridande.

Avsänkningen regionalt beror i huvudsak på om grundvattenbildningen räcker till för både uttag och naturligt utflöde av grundvatten. På grund av områdets topografi sker ett tämligen stort utflöde av grundvatten från området.

Det naturliga utflödet av grundvatten har genom simuleringarna beräknats till ca 150 mm/år. Brunnsuttagen är nu ca 30 mm/år vilket tillsammans med naturligt utflöde torde ligga nära möjlig grundvattenbildning. Överskrids den möjliga grundvattenbildningen avsänks trycknivåerna från den nivå där de befinner sig nu. Någon trend till avsänkning i området kan dock inte skönjas i dag.

Förutom simulering av den regionala situationen i Fjälkingeområdet har MODFLOW även utnyttjats för att simulera avsänkningen runt en enskild brunn med hydrogeologiska parametrar motsvarande de i Fjälkingeområdet.

Det bör observeras att flertalet beräkningar av avsänkningen runt en enskild brunn i en akvifer med läckage kan utföras med analytiska metoder. Enbart om anisotropi samt komplexa randvillkor komplicerar bilden måste en numerisk modell utnyttjas. I detta fall har förhållandet att transmissiviten (i horisontell riktning) hos det läckande lagret är större än i akviferen ansetts motivera att numerisk datormodell utnyttjas

Resultaten från simuleringarna visar som väntat att läckaget begränsar avsänkningen under en längre tids pumpning. Emellertid sker pumpningen intermittent och under pumpningens tidiga skede blir avsänkningen obetydligt påverkad av läckaget.

En brunn med ett uttag av 160.000 m³/år (högsta tillåtna uttag i Fjälkingeområdet enligt vattendom) får vid kontinuerligt uttag under året en avsänkning av 2.3 m på ett avstånd av 5 m från brunnscentrum och 1 m på 50 m avstånd. Om samma vattenvolym uttas kontinuerligt under enbart bevattningssäsongen (135 dygn) blir avsänkningen på samma avstånd 10.6 m resp. 5.6 m. Gränsen för ca 1 m avsänkning går då 400 m från brunnen.

Det bör konstateras att både SUTRA-modellen (större delen av Kristianstadsslätten) och MODFLOW-modellen (Fjälkingeområdet) är relativt grova modeller. För frågeställningar som gäller enstaka brunnar måste resultaten kompletteras med mer detaljerade studier och analyser.

Sammanfattningsvis kan sägas att simuleringarna indikerar att viss försiktighet bör iakttas så att överuttag inte blir följden i Fjälkingeområdet.

Höga kloridhalter har observerats i några enstaka brunnar nära Hanöbukten. En begränsad analys av möjliga orsaker till detta har utförts.

En möjlig orsak är inläckage av vatten med hög kloridhalt från Östersjön till Gropahålet och Helgeån. En annan tänkbar orsak är saltvatteninträngning i akvifererna på grund av det salta vattnets högre densitet jämfört med sötvatten.

Vid analys av denna senare orsak har hänsyn tagits till att vattnet i Hanöbukten vanligen är densitetsskiktat med ett övre, lättare skikt med lägre salthalt, och ett undre, tyngre skikt med högre salthalt.

Resultatet av analysen visar att vid nuvarande trycknivåer vid strandlinjen (ca 5 m ö h) bör gränsytan mellan sötvatten/saltvatten återfinnas vid ca 600 m djup.

Om avsänkning av trycknivån sker genom grundvattenuttag kommer denna gränsyta att komma närmare havsytan. För att säkert undvika saltvatteninträngning/uppträngning till en brunn som går ned 200 m under havsytan måste trycknivån vara minst 1.60 m ö hy. Risken i dag för förhöjda kloridhalter i akviferen på grund av saltvatteninträngning orsakad av stora grundvattenuttag är därför liten.

En översiktlig bedömning av risken för spridning av nitratföroreningar har gjorts. Bedömningen är resonerande, men kan ligga som underlag för en eventuell simulering med hjälp av den numeriska modellen SUTRA.

Höga nitrathalter i glaukonitsandsakviferen förekommer främst i områden närmast Nävlingeåsen och Linderödsåsen.

De större vattentäkter som på sikt kan bli berörda av nitratföroreningar är industrivattentäkterna strax väster om Kristianstad. En översiktlig bedömning av transporttiden från Önnestadsområdet till dessa vattentäkter indikerar en transporttid på ca 40 år för eventuella föroreningar.

På grund av den avsänkning som sker vid industribrunnarna och den därigenom uppkomna flödesbilden, minskar risken för att de kommunala brunnarna i Kristianstad skall erhålla vatten med förhöjda nitrathalter från detta håll. Däremot kan en transport av nitratrikt vatten äga rum mot de kommunala vattentäkterna från andra delar av slätten.

För att kontrollera en eventuell nitrattransport mot de kommunala vattentäkterna rekommenderas observationsbrunnar mellan områden med hög nitrathalt och dessa brunnar.

INLEDNING

Denna rapport beskriver tre olika grundvattenmodeller som satts upp för att simulera olika aspekter av grundvattenflödet på Kristianstadsslätten. Den första modellen är en regional grundvattenmodell som omfattar Kristianstadsslättens glaukonitsand(stens)akvifer. Denna akvifer är den av de olika akvifererna på slätten som har de bästa hydrauliska egenskaperna och samtidigt den största regionala kontinuiteten. Flertalet större uttagsbrunnar är nedförda till denna akvifer.

Denna första modell har främst haft till syfte att regionalt söka summera omsatta vattenmängder på Kristianstadsslätten.

Den andra grundvattenmodellen omfattar den sydvästra delen av Fjälkingeområdet. Syftet med de utförda simuleringarna har varit att söka utröna de maximala avsänkningarna på grund av bevattning under torrår.

Den tredje modellen har utnyttjats för att simulera effekterna av uttaget ur en enstaka brunn med hydrogeologiska parametrar motsvarande de i Fjälkingeområdet.

En grundvattenmodell bygger på en stor mängd information. Huvuddelen av denna information har tagits fram tidigare. Modellen kommer därför att kunna sägas sammanfatta och generalisera befintlig information. Vidare pekar modellarbetet på olika informationers relativa betydelse. Modelleringsarbetet pekar även på var brister i befintlig information finns. Härigenom kan vidare undersökningar styras och utföras på ett effektivare sätt.

Det måste poängteras att en modell inte kan vara "bättre" än det underlagsmaterial den baseras på. Men en god modell (en bra och väl verifierad numerisk datormodell, baserad på goda indata, och väl kalibrerad) gör det möjligt att göra kvantitativa bedömningar som annars inte skulle vara möjliga att utföra.

Förutom modelleringarna beskriver rapporten också två frågeställningar som hade varit möjliga att modellera, saltvatteninträngning och föroreningstransport. Det har dock bedömts vara mindre angeläget att för tillfället utnyttja numeriska modeller för dessa frågeställningar.

UNDERSÖKNINGSOMRÅDE

Det område som omfattas av här utförda grundvattenmodelleringar framgår av fig. B5:1. Detta område är något mindre än det område som behandlats i tidigare avsnitt. Orsaken till detta är att det modellerade området avgränsats av var glaukonitsandsakviferen är kontinuerlig samt tillgången till data. Akviferen kan antas vara kontinuerlig under Hanöbukten, men här finns ingen eller högst begränsad information att tillgå. Under sjöarna i norr, Oppmannasjön och Ivösjön, finns inte heller någon tillgänglig information.

Kontinuitet förekommer med stor sannolikhet mellan akviferen på Listerlandet och resterande område, men huvuddelen av kontinuiteten torde i så fall finnas i Hanöbukten.

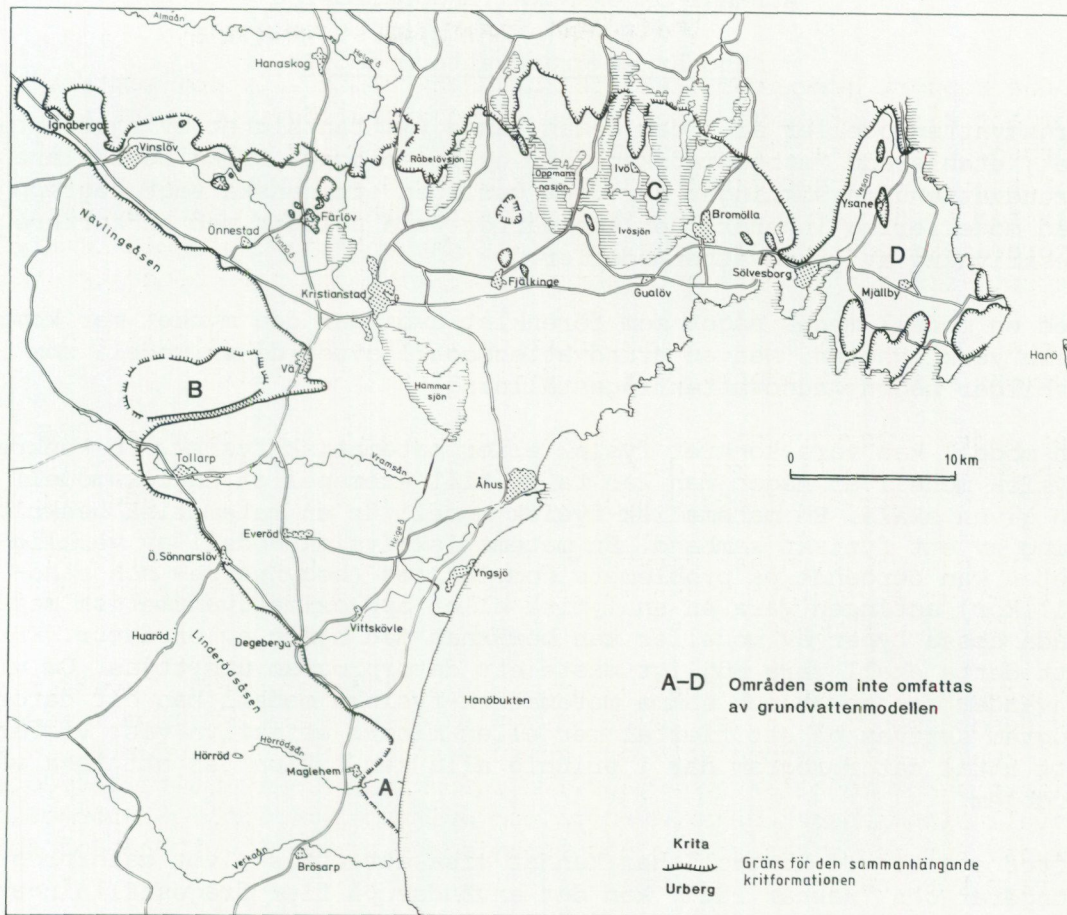


Fig. B5:1. Undersökningsområdets omfattning.

TIDIGARE GRUNDVATTENMODELLERINGAR

De grundvattenmodelleringar som utförts tidigare framgår av tabell 1.

Tabell 1. Tidigare grundvattenmodelleringar.

	Numerisk modell	Område	Antal element/celler i modell	Uttagspunkter (brunnar)
VBB 1976	?	Ignaberga	99	4
VIK 1979	GEOFEM-G	Kristianstad	100	3-4
VIK 1987	?	Yngsjö	?	1

Värdena i tabell 1 beträffande antal element/celler i modellen kan jämföras med antalet element i den här uppställda regionala modellen med 598 element och med modellen över Fjälkinge som har 50 celler.

ALLMÄNT OM GRUNDVATTENMODELLERING

Vad är en grundvattenmodell?

Grundvattenmodeller är i dag sedan länge (mitten/slutet av sjuttiotalet) etablerade "arbetsredskap" för hydrogeologer. Olika beställare av grundvattenundersökningar har dock vanligen ett ganska vagt begrepp om vad modellering innebär. Det kan därför vara befogat med en kortare beskrivning av grundvattenmodeller.

Med en modell menas något som förenklat avbildar den mycket mer komplexa verkligheten. Med en grundvattenmodell avses då en modell som avbildar någon grundvattenfrågeställning.

En modell kan vara konkret fysisk eller matematisk-fysisk. En konkret fysisk modell är något man kan ta i, till exempel en ångloksmodell i en given skala. En matematisk-fysisk modell är en matematisk beskrivning av ett fysiskt samband. En matematisk-fysisk modell av verkligheten kan beroende på problemets komplexitet (begynnelse- och randvillkor) antingen vara en analytisk eller approximativ-numerisk metod. Båda dessa typer av modeller kan beräknas med hjälp av en dator. För att detta skall vara möjligt måste ett datorprogram utnyttjas. Om vi använder oss av en och samma matematisk-fysiska modell kan ett datorprogram skrivas på ett flertal mer eller mindre effektiva vis. Vi får ett antal datorprogram där i princip alla kan hjälpa oss att lösa vårt problem.

Efter att vi vid kontroll har kunnat visa att ett skrivet datorprogram fungerar och "räknar rätt" kan det användas på fler frågeställningar som beskrivs av samma matematiska-fysiska samband. Vi säger att datorprogrammet är verifierat.

Om vi har ett verifierat datorprogram som skall användas för att göra prognoser måste det först ges indata för det aktuella fallet. Därefter görs kalibreringar av indata tills dess att datorprogrammet med givna indata kan beräkna resultat för observerade situationer som överensstämmer väl med observerade data. Denna anpassning brukar kallas "historie-anpassning" eller kalibrering. När nu modellen är kalibrerad är det möjligt att använda modellen för att göra prognoser. Prognoser-na blir bättre ju bättre indata är och ju bättre kalibrering som kunnat utföras.

När vi skall göra en modell av verkligheten, dvs vår akvifer, har vi i allmänhet enbart punktvis information. Där information saknas måste vi göra antaganden. Dessa antaganden baserar sig på en geologisk modell över hur akviferen geologiskt ser ut. Vår grundvattenmodell kommer således att bygga på en geologisk modell, med ytterligare antaganden om hydraulisk funktion (hydrauliska egenskaper, hur och när grundvattenbildning sker etc). Alla dessa indata (såväl kända som antagna) utgör vår grundvattenmodell.

När vi här i fortsättningen talar om en regional grundvattenmodell över Kristianstadsslättens glaukonitsandsakvifer är det alltså egentligen fråga om de indata (elementindelning, egenskapsområden) som givits till datormodellen SUTRA, men eftersom denna datormodell approximerar verkligheten på ett visst vis måste indata i allmänhet

modifieras något om de skall flyttas och utnyttjas i en annan datormodell. På så sätt kan en kombination av indata och datormodell sägas utgöra vår "simuleringsmodell".

Använda modeller

Två olika numeriska datormodeller har utnyttjats för de här utförda simuleringarna. Orsaken till detta är att olika datormodeller är olika lämpade för olika ändamål.

Den ena av dessa modeller, SUTRA, är en finit elementmodell medan MODFLOW är en finit differensmodell. Båda dessa datormodeller har utvecklats av United States Geological Survey (USGS).

Eftersom finita elementmodeller är mera flexibla när det gäller oregelbundna geometrier har SUTRA utnyttjats för den regionala modellen över Kristianstadsslätten. MODFLOW klarar å andra sidan av att tredimensionellt simulera multipla akviferer (flerlagerföljder), vilket gör den mer lämpad för simulering av grundvattenflöde och läckage i Fjälkingeområdet.

SUTRA

SUTRA (Voss, 1984) är en tvådimensionell finit elementmodell som förutom att simulera grundvattenströmning även klarar av att simulera vissa typer av föroreningstransport, saltvatteninträngning och värmetransport. Modellen har tidigare i Sverige använts för olika typer av simulering vid CTH (Magnusson, 1987) och KTH.

I en finit elementmodell beskrivs den yta som skall modelleras med enskilda avgränsade (finita) element. Varje element kan ha tre eller fyra hörnpunkter (nodpunkter). I SUTRA utnyttjas fyra hörnpunkter. Sidorna hos ett element i finita elementmetoden behöver inte (till skillnad från den så kallade finita differensmetoden) vara parvis parallella, och hörnvinklarna behöver inte vara räta (se fig. B5:2).

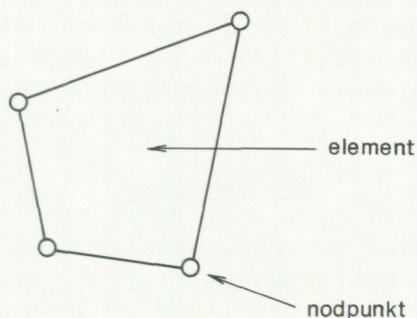


Fig. B5:2. Finit element med nodpunkter.

De indata som lämnas till SUTRA ges som information antingen i enskilda nodpunkter eller som areell information för hela elementet. Exempel på nodpunktsinformation är brunnstuttag och exempel på elementinformation är transmissivitet eller porositet. Elementinformation är konstant i hela elementet. Om transmissiviteten gradvis förändras i

akviferen måste detta i modellen anges som att porositeten stegvis förändras från element till element.

Viss information som egentligen är areell information måste i SUTRA anges som (nod)punktinformation. Exempel på detta är infiltrerande vattenmängd, vilken i modellen måste fördelas (arealrelativt) på aktuella noder.

SUTRA är i hög grad generell varför vissa indata ges i en form som inte är vanligt förekommande vid annan grundvattenmodellering. Exempelvis ges specifik permabilitet och lagermäktighet i stället för transmissivitet.

MODFLOW

MODFLOW (McDonald & Marbaugh, 1984) är en tredimensionell finit differensmodell för enbart simulering av grundvattenströmning (trycknivå och vattenbalans).

I en finit differensmodell delas det område (eller den rymd) som skall simuleras in i celler. För en cell är sidorna normalt parvis parallella och vinklarna rätta. Beräkningspunkterna (noderna) är antingen belägna i centrum av cellen eller i kontaktpunkterna mellan olika celler (se figur B5:3). MODFLOW använder sig av nodpunkter i centrum av cellen. Egenskaper kan variera från cell till cell men är konstanta inom en cell.

Den principiella uppbyggnaden av MODFLOW framgår av figur B5:3 vilken även visar numrering av rad ("row"), kolumn ("column") och lager ("layer") för de olika cellerna.

I MODFLOW kan indata ges i för hydrogeologiska undersökningar normala enheter.

INDATA FÖR MODELLERING

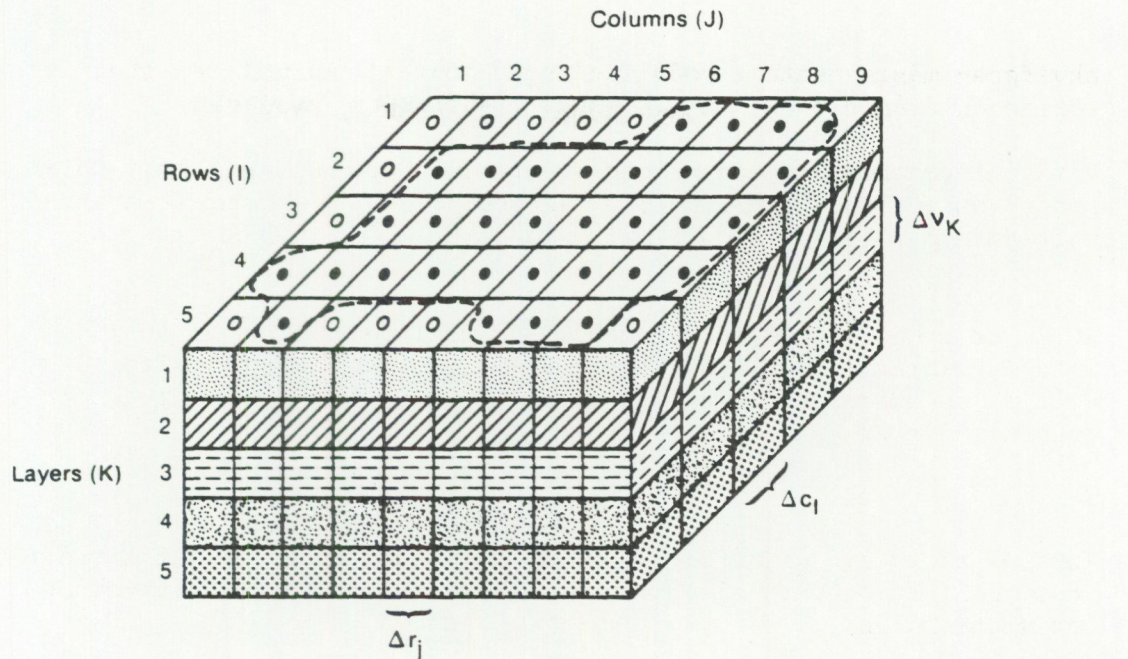
De indata som utnyttjats för modelleringarna har framför allt varit uppgifter från Gustafsson m fl 1979, men även data från de provpumpade brunnar som redovisas på sid 23-25 och i bilaga 1. Vissa kompletterande analyser av vattenbalansen utgående från meteorologiska data har dock gjorts.

Vattenbalans

De studier och beräkningar av vattenbalansen som utförts är huvudsakligen från SKH 1969 och Gustafsson m fl 1979. Dessa studier är dock delvis schematiska och grova.

Nederbörden är den parameter som är mest välundersökt. Emellertid har nederbördsstationer saknats i områdets södra del.

Nederbördens principiella fördelning över området framgår av fig. 2 i Gustafsson m fl (1979). Nederbörden över slätten är som framgår av denna figur i medeltal 500-750 mm.



Explanation

- Aquifer Boundary
- Active Cell
- Inactive Cell
- Δr_j Dimension of Cell Along the Row Direction. Subscript (J) Indicates the Number of the Column
- Δc_l Dimension of Cell Along the Column Direction. Subscript (I) Indicates the Number of the Row
- Δv_k Dimension of the Cell Along the Vertical Direction. Subscript (K) Indicates the Number of the Layer

Fig. B5:3. MODFLOW:s struktur. Från McDonald & Harbaugh, 1984.

Av de nederbördsstationer som var i drift på Kristianstadsslätten under perioden 1931-1960 finns idag endast station nr 5458 Ugerup kvar i drift.

Nederbördens normala fördelning över året framgår av fig. B5:4. Samma generella bild över årstidsvariationerna förekommer vid alla nederbördsstationer i området.

Den totala avdunstningen (evapotranspirationen) enligt Penman har beräknats som månadsmedelvärden, och redovisas i Eriksson 1981. För Kristianstad var den årliga medelavdunstningen 678 mm under perioden 1961 - 1978.

Nederbörden och avdunstningen är inte lika fördelade i tiden, utan avdunstningen sker framför allt under sommarhalvåret. Under vinterhalvåret är nederbörden i området större än avdunstningen. Detta nederbördsöverskott skapar avrinning och grundvattenbildning.

I fig. B5:4 ges en generell bild för nederbörd och avdunstning i Kristianstad.

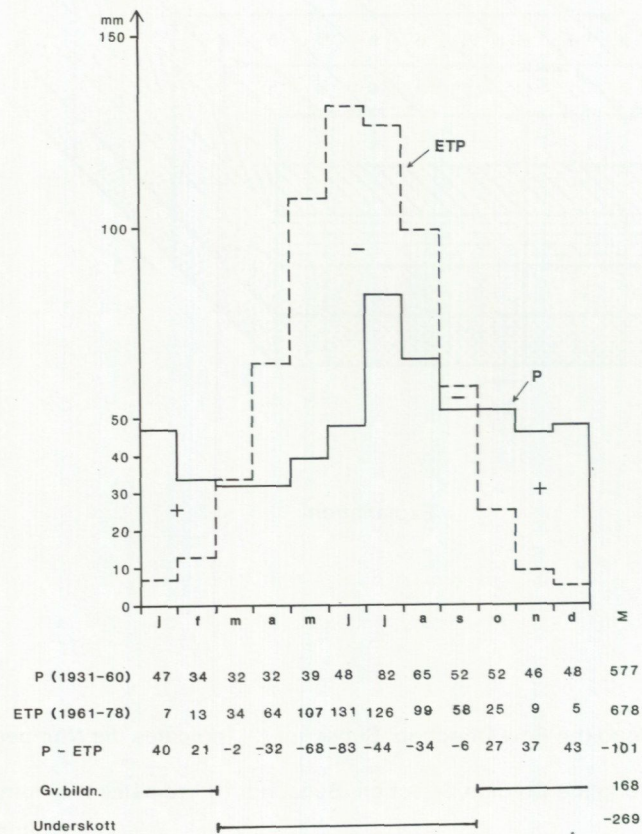


Fig. B5:4. Nederbörd (P) och avdunstning (ETP) i Kristianstad. Summa månadsvärden P-ETP för månader då differensen är positiv ger nettonebörörd (möjlig avrinning/grundvattenbildning). Summa månadsvärden P-ETP för månader då differensen är negativ ger bevattningsbehov.

Möjlig maximal grundvattenbildning styrs alltså av nettonebörörden (nederbörd - verklig avdunstning) liksom av temperaturförhållandena.

Avrinningen har mätts vid fyra avrinningsstationer. Tyvärr saknas avrinningsmätningar vid Helgeåns och Skräbeåns utlopp, varför det är svårt för att inte säga omöjligt att göra en noggrann vattenbalansberäkning. Däremot kan dessa mätningar ge en kompletterande bild över nettonebörördens mängd.

Låt oss nu jämföra några olika beräkningar av möjlig grundvattenbildning (om avrinningen = 0) eller möjlig avrinning (om grundvattenbildningen = 0). Det tillgängliga vattnet är i detta fall det vatten som är lätt åtkomligt i jorden.

Om vi förenklat antar att nederbördsfördelningen över året är likartad oavsett nederbördens storlek så kan vi räkna ut en approximativt värde

på årsavdunstning för olika årsnederbörd. Denna årsavdunstning uträknas från månadsvisa differenser mellan nederbörd och potentiell avdunstning. Den månadsvisa approximativa avdunstningen är lika stor som nederbörden om denna är mindre än den potentiella avdunstningen, annars är den lika stor som den potentiella avdunstningen.

Grundvattenbildning (eller avrinning) kan beräknas som summan av nederbörd minus potentiell avdunstning under de månader då denna differens är större än noll.

Tabell 2. Beräknad nettonederbörd. (P = nederbörd, ET = evapotranspiration, dvs avdunstning, P - ET = nettonederbörd, R = grundvattenbildning, SR = ytavrinning).

	P (mm)	ET (mm)	P-ET (mm)	Antagande	Uppmätta variabler
Köpingebäcken				R=0	P, SR
1970	603	373	320		
1971	488	324	164		
1972	424	329	95		
1973	481	375	106		
1974	535	380	155		
1975	391	254	137		
medel	487	339	148		
Helge å	(>600)		347	R=0	SR, (P)
Skräbe å	(=600)		300	R=0	
Sätarödsbäcken	(750)		321	R=0	
Köpingebäcken	(550)		211	R=0	
Kristianstad	577	409	168	ET ≤ ETP	P, (ETP)
	400	301	99		
	650	450	200		
	750	496	254		
	850	543	307		

Ett enkelt samband som ger acceptabel överensstämmelse mellan nederbörd och nettonederbörd i intervallet av intresse är:

Nettonederbörd = 0.5 x Nederbörd - 100. Eftersom Nederbörd - Avdunstning = Nettonederbörd får vi även att Avdunstning = 0.5 x Nederbörd + 100.

Vi kan sammanfattningsvis konstatera att bedömd/översiktligt beräknad nettonederbörd beroende på år och på läge inom Kristianstadsslättens avrinningsområde ligger mellan 100 och 300 mm/år. Detta förutsätter för beräkningarna som baserar sig på avrinning i bäckar och åar att nettogrundvattenbildningen är lika med noll (R=0), dvs lika mycket vatten läcker till akviferen som tvärtom.

Möjlig grundvattenbildning är alltså mer än 100 mm/år och torde i huvudsak bero på markens genomsläpplighet.

UTFÖRDA MODELLERINGARKristianstadsslätten regionalt - SUTRA

Den regionalt viktigaste akviferen, glaukonitsandsakviferen, har simulerats med hjälp av SUTRA. Dessa simuleringar omfattar större delen av akviferen (se fig. B5:1). Syftet med denna modellering har dels varit att söka summera omsatta vattenmängder, dels att erhålla maximala avsänkningar av grundvattentrycknivåerna orsakade av uttagen.

Fyra olika fall simulerades. Två av dessa var jämviktssituationer ("steady-state").

Tillvägagångssätt vid modellering

Som indata till modellen har bland annat använts information om brunnar som erhållits från SGU:s brunnsarkiv. Denna information erhöles i form av en databas på ett databand. Dessa brunnar kompletterades med brunnar som inte tidigare datalagrats, varefter alla brunnar av primärt intresse (brunnar i glaukonitsanden, med ett relativt stort uttag) plottades. På denna plot skissades ett finit elementnät med brunnarna som noder. Därefter digitaliserades övriga nodpunkter.

Elementnät

Det elementnät som utnyttjats vid modelleringen har skapats utgående från de brunnar som varit av speciell betydelse, dvs större brunnar i glaukonitsandsakviferen. Nätet är i princip vinkelrätt med relativt jämnstora element (fig. B5:5). Avvikelse från den helt regelbundna formen har motiverats av att söka representera varje större brunn med en enskild nodpunkt. Om två eller flera brunnar ligger mycket nära varandra har de representerats av enbart en gemensam nodpunkt.

I de (fåtaliga) fall då en brunn ligger mitt emellan två nodpunkter har brunns uttag fördelats på båda dessa nodpunkter.

Brunnarnas verkliga koordinater (i rikets nät) har utnyttjats som koordinater i modellen till skillnad från flertalet modelleringar som brukar utnyttja lokala koordinater. Härigenom underlättas sökning av brunnar och ges möjlighet till att i framtiden lätt kunna ändra läget av enstaka nodpunkter till en nytillkommande brunns läge.

Den modell som skapats med detta elementnät är en regional modell, dvs modellen är avsedd att i första hand kunna ge svar på frågor i en regional skala. Modellen kommer härigenom inte att kunna ge mycket detaljerad information. En detaljerad bild av avsänkningen i och vid en enskild brunn är således inte möjlig att erhålla.

Generellt kan sägas att ju mer detaljerad information som önskas (om exempelvis grundvattennivåer, desto mindre storlek på elementen krävs och desto fler element krävs för att beskriva samma area. Indatagivning samt modifiering av modellen blir mer komplicerad vid fler element. Och ju fler element som finns i en modell, desto längre blir beräkningstiden i datorn.

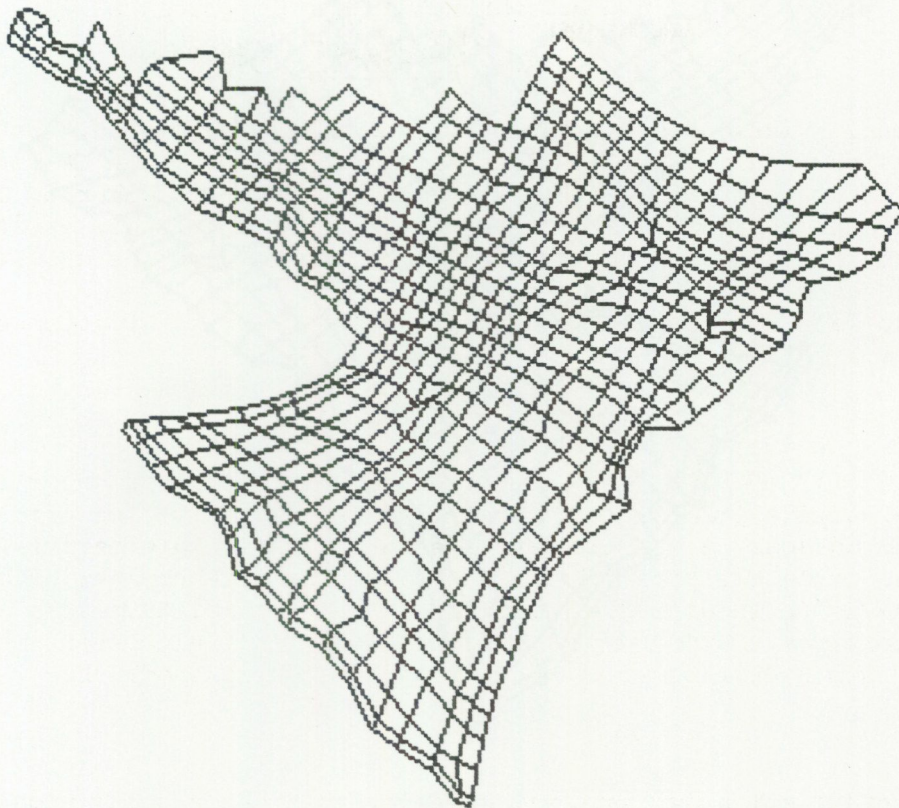


Fig. B5:5. Elementnät för simulering av Kristianstadsslättens glaukonnitsandsakvifer med SUTRA. Elementnätet har 598 element och 662 noder.

Randvillkor, begynnelsevillkor och specificerade noder

Vid dessa simuleringar användes följande randvillkor och specificerade villkor i annan nod än randnod:

Rand (noder) med
konstant tryckhöjd
(se fig. B5:6)

Hanöbukten
Sjöar i området
Randnod där bäck passerar

Täta ränder:

Övriga randnoder

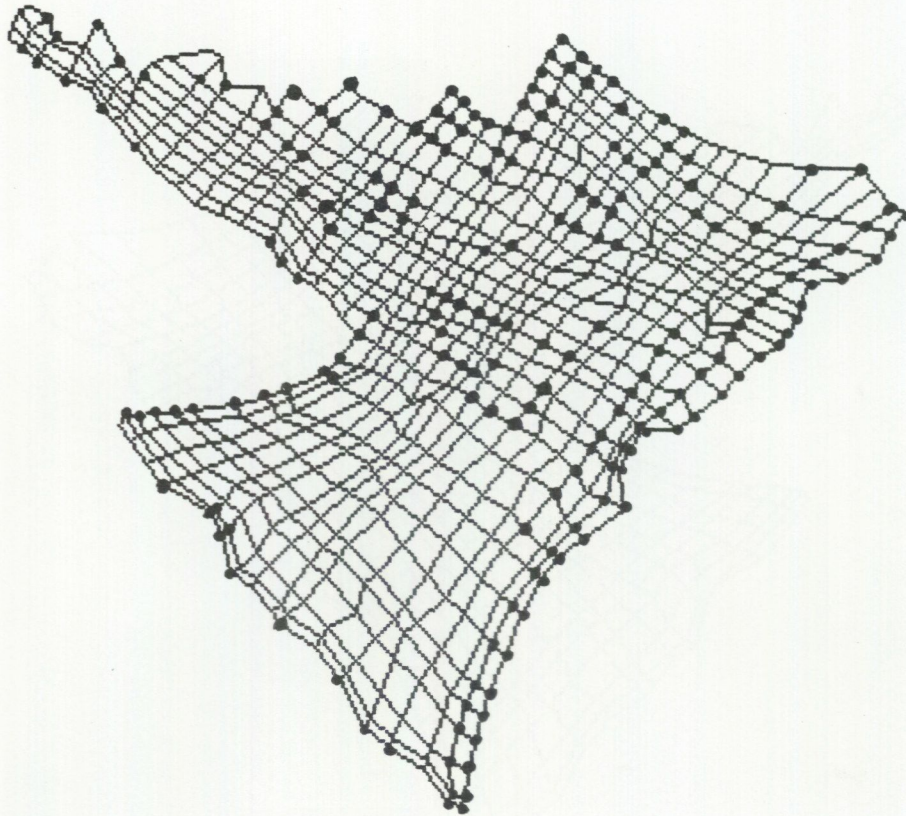


Fig. B5:6. Noder med konstant tryckhöjd i SUTRA.

Egenskapsområden

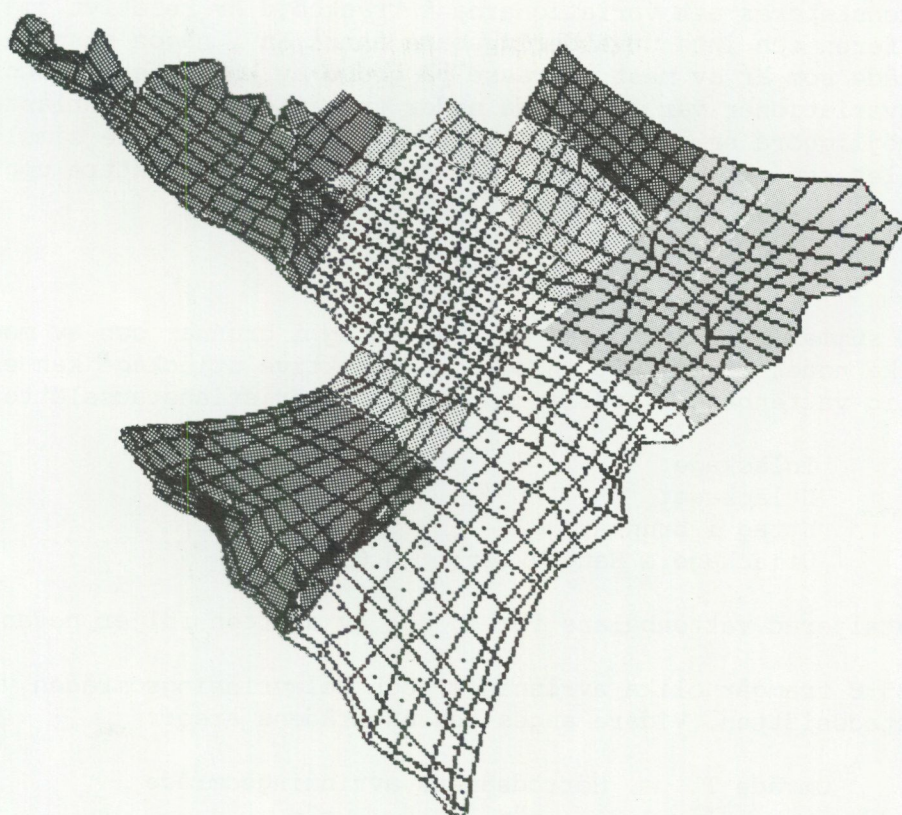
De egenskaper som här avses är transmissivitet (eller specifik permeabilitet och lagermäktighet) samt porositet/magasinskoeficient och läckagefaktor. Transmissivitet, magasinskoeficient och läckagefaktor har erhållits från utförda provpumpningar. Transmissivitetsområden i modellen framgår av fig. B5:7 som i huvudsak baserar sig på tabell 10 och figurerna 12 och 13 i Gustafsson m fl 1979, senare utförda provpumpningar och uppgifter om glaukonitsandens mäktighet.

Variationer av transmissiviteten i glaukonitsandsakviferen överensstämmer i hög grad med variationer av mäktigheten hos formationen. Mäktig glaukonitsand medför alltså hög transmissivitet, vilket kunde vara att förvänta.

Utförda simuleringar

De simuleringar som utfördes skilde sig främst avseende vilka brunnsuttag som gjordes. Tre olika pumpningsscheman har simulerats:

- 1) Konstant pumpning över hela året i alla brunnar.
- 2) Konstant pumpning i bevattningsbrunnar under bevattningssäsongen med uttag som under normalår. I övriga brunnar konstant pumpning under hela året.
- 3) Som 2) men med uttag motsvarande behov vid torrår (maxuttag enligt vattendom eller uppskattat maxuttag).



Transmissivitet






	0.25 x 10 ⁻³	m ² /s
	2.5 x	"-"
	6 x	"-"
	10 x	"-"
	25 x	"-"

Fig. B5:7. Generaliserade egenskapsområden för transmissivitet vid regionala simuleringar med SUTRA.

Resultat

Med det antal specificerade noder som framgår av figur B5:6 erhöles av SUTRA framräknade trycknivåer som väl överensstämmer med de uppmätta. Möjligen har tryckhöjden specificerats i väl många noder. I så fall måste kalibreringen anses ofullständig eftersom större avvikelser från uppmätta nivåer är svåra att erhålla och en för grov generalisering av transmissiviteten ändå kan ge acceptabla trycknivåer. Mot detta talar att generaliseringarna i tidigare grundvattenmodeller på Kristianstadsslätten varit väl så grova och att den geologiska informationen nu är bättre.

Anledningen till att denna punkt poängteras är att noggrannheten i simulerade trycknivåer och beräknad vattenbalans blir i relation till hur god transmissivitetsgeneraliseringen är.

Det kan konstateras att variationerna i tryckhöjd är relativt små över hela akviferen och inte utvärderingsbara annat än i någon enstaka nod. I det område som är av mest intresse på grund av konstaterade stora trycknivåvariationer var för många noder specificerade ("fastlåsta") för att möjliggöra en meningsfull utvärdering. Detta område simulerades istället separat med MODFLOW i en skala som medgav bättre upplösning.

Vattenbalans

Genom att summera till modellen angivet uttag i brunnar och av modellen i olika noder framräknat inläckage respektive utläckage kan en översiktlig vattenbalans ställas upp för hela Kristianstadsslätten.

Inläckage:	3.17 m ³ /s
Utläckage:	1.95 m ³ /s
Uttag i brunnar:	0.53 m ³ /s
Utläckage i Hanöbukten:	0.69 m ³ /s

En mer detaljerad vattenbalans för en del av slätten följer nedan.

Av fig. B5:8 framgår olika avrinnings- och delavrinningsområden vid Kristianstadsslätten. Vidare anges dessa områdens areor.

Område I	=	Hörrödsåsens avrinningsområde	
II	=	"-"	"-"
III	=	Helgeåns avrinningsområde	
IV	=	Skräbeåns	"-"
V	=	Lokalt	"-"
VI	=	Skräbeåns	"-" nedströms
		utloppet från Ivösjön	

De områden som ligger väster om akviferen men avvattnas mot den (område 1 - 21) har tillsammans en area av 510 km².

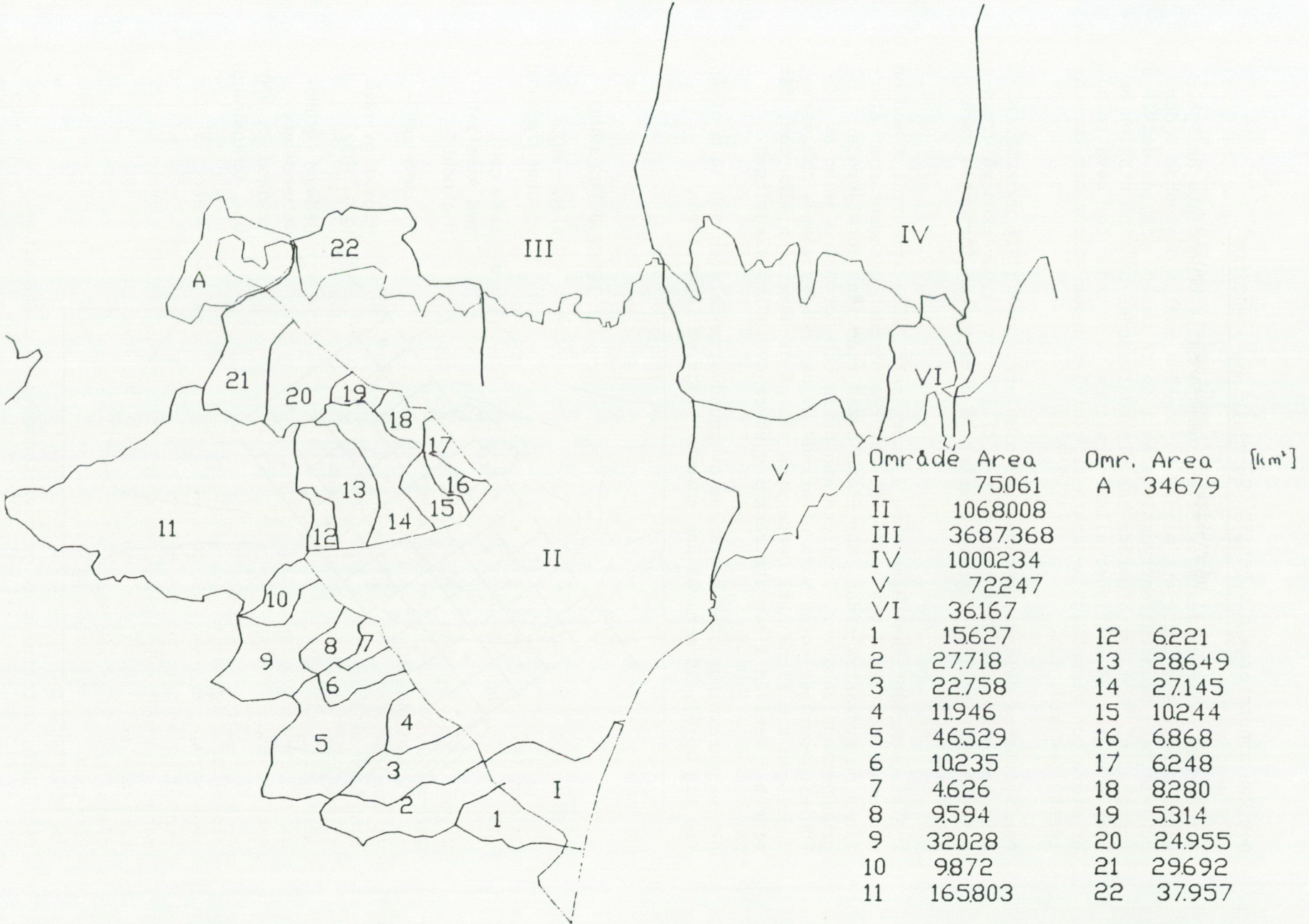
Vi kan konstatera att mycket stora vattenmängder tillförs eller genomrinner slätten från omgivande områden.

En analys av möjlig tillförsel till akviferen från de delar av avrinningsområdet som ligger väster om akviferen, ger att område 1-21 enligt fig. B:5:8 kan ge en avrinning motsvarande 1.618 m³/s och 100 mm nyttig nederbörd (eller ca 51 miljoner m³/år). En nyttig nederbörd om 100 mm motsvarar alltså ungefär 3 gånger det uttag som sker inom akviferen per år.

Vid simulering med hjälp av SUTRA har ett antal noder givits konstanta tryckhöjder, motsvarande de verkliga nivåerna för grundvattentrycket. Den mängd vatten som vid simuleringen läcker in i dessa noder ger den mängd grundvattenbildning som krävs för att ge aktuella, verkliga trycknivåer. I de noder i modellen som angränsar till område 1-21 måste 1.029 m³/s läcka in för att detta skall uppnås. Om detta vatten kom enbart från områden väster om akviferen, skulle det motsvara 63.6 mm nederbörd per år som bildar grundvatten.

Slutsatsen av detta blir att den mängd vatten som tillförs akviferen i dess västra del kraftigt överstiger de mängder som tas ut. Någon risk för överuttag föreligger därför inte.

Fig. B5:8. Olika delavrinningsområden i anslutning till Kristianstadsslätten.



Sydvästra delen av Fjälkinge - MODFLOW

Ett område på Kristianstadsslätten som speciellt behandlats är Fjälkingeområdet som utgör ett mindre höjdområde mellan omgivande sjöar och slätten. Grundvattentrycknivåerna i detta område präglas delvis av topografin. Inom detta område har glaukonitsanden på sina ställen en mycket begränsad mäktighet eller saknas helt. Uttagen för bevattning är stora och väsentligt avsänkta trycknivåer under torrår har konstaterats (se sid. 14).

Den sydvästra delen av området har simulerats med hjälp av MODFLOW. Grundvattenmodelleringen har syftat till att visa påverkan på grundvattennivåerna under extrema torrår, då uttaget kan förväntas vara maximalt.

Fjälkingeområdet kan sägas vara i stort sett flödessymmetriskt med en grundvattendelare i VNV - OSO. Den större mängden uttagsbrunnar återfinns på sydvästra sidan. Här finns också redovisat detaljerade grundvattennivåkurvor. Troligen kan östra och nordöstra delen av Fjälkingeområdet antas vara påverkade av den nordsydgående isälvsavlagringen som finns här. Detta syns väl på grundvattennivåkartan, där främst 5 m-nivån i hög utsträckning styrs av isälvsavlagringen.

Aktiva beräkningsnoder begränsas av grundvattendelaren och 10 m-nivån. (se fig B5:9). 10 m-nivån har ansetts ligga så långt ifrån

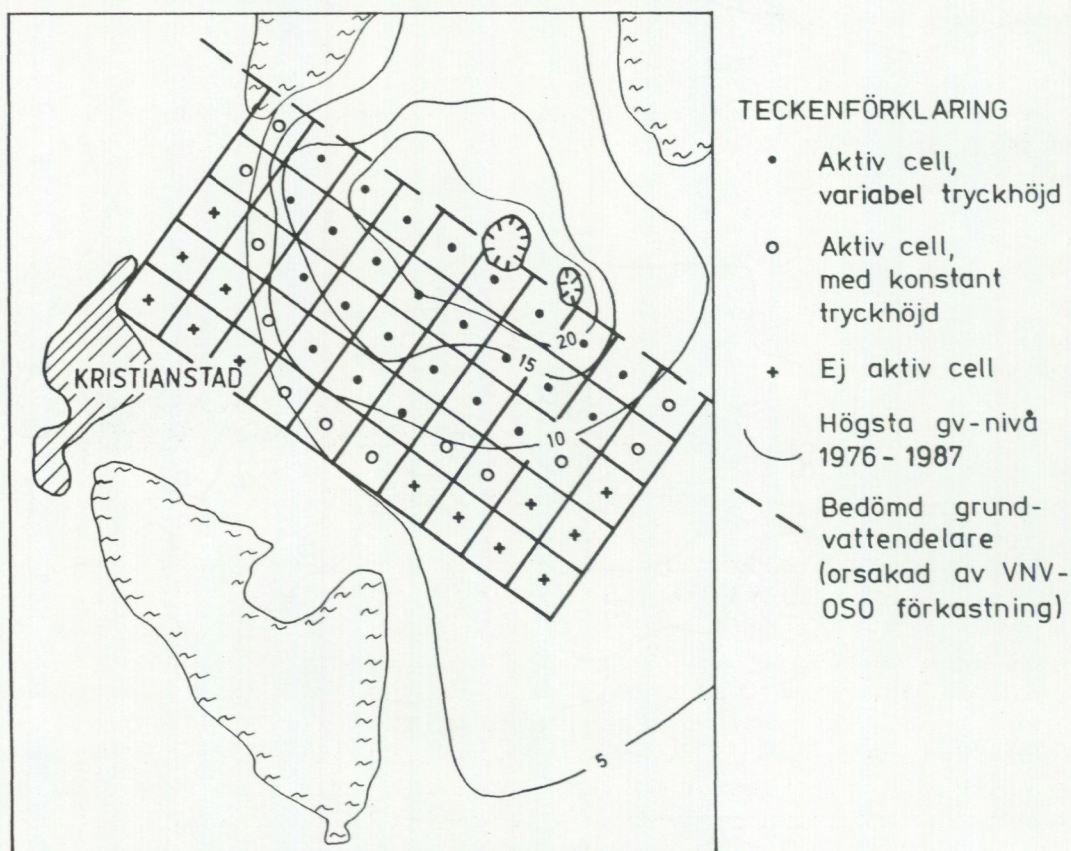


Fig. B5:9. Omfattning av grundvattenmodellen i Fjälkinge.

observationsbrunnen att denna nivå har satts som "constant head" och utgör yttre begränsning av modellen. Den andra begränsningen är nollflödet vid randen av vattendelaren.

Området har i modellen beskrivits som en trelagerföljd bestående av: överst kvartära avlagringar (övre akvifer), därunder kalkstensakvifer och underst glaukonitsandsakvifer. Verkliga mäktigheter hos de olika lagren har angivits i respektive beräkningspunkt (nod) i modellen. Hydraulisk konduktivitet (horisontell och vertikal) har i viss mån generaliserats.

Enstaka brunn - MODFLOW

Förutom simulering av den regionala situationen i Fjälkingeområdet har MODFLOW även utnyttjats för att simulera avsänkningen runt en enskild brunn med hydrogeologiska parametrar motsvarande de i Fjälkingeområdet. Vid simuleringarna har en typprofil antagits bestående av: 10 m kvartära avlagringar, 60 m kalksten och 5 m glaukonitsand.

Det bör observeras att flertalet beräkningar av avsänkningen runt en enskild brunn i en akvifer med läckage kan utföras med analytiska metoder. Enbart om anisotropi samt komplexa randvillkor komplicerar bilden måste en numerisk modell utnyttjas. I detta fall har förhållandet att transmissiviten (i horisontell riktning) hos det läckande lagret är större än i akviferen ansetts motivera att en numerisk datormodell utnyttjats.

Resultaten från simuleringarna visar som väntat att läckaget begränsar avsänkningen under en längre tids pumpning. Emellertid sker pumpningen intermittent och under pumpningens tidiga skede blir avsänkningen obetydligt påverkad av läckaget.

En brunn med ett uttag av 160.000 m³/år (högsta tillåtna uttag i Fjälkingeområdet enligt vattendom) får vid kontinuerligt uttag under året en avsänkning av 2.3 m på ett avstånd av 5 m från brunnscentrum och 1 m på 50 m avstånd. Om samma vattenvolym uttas kontinuerligt under enbart bevattningssäsongen (135 dygn) blir avsänkningen på samma avstånd 10.6 m resp. 5.6 m. Gränsen för ca 1 m avsänkning går då 400 m från brunnen.

Sammanfattande slutsatser

Från utförda studier och modelleringar kan vi konstatera att läckage är av mycket stor betydelse för Kristianstadsslättens akviferer. Akviferen kan mottaga mycket mer vatten genom grundvattenbildning (och läckage) än vad som idag pumpas upp och utnyttjas. Vattnet kommer från branta områden väster och sydväst om akviferen, nederbörd på akviferen (främst permeabla jordar), läckage från några sjöar, samt läckage från Helgeån. Det enda område som i stort sett inte får tillförsel annat än från lokal infiltration är Fjälkingeområdet. Grundvattennivåfluktuationerna under året är störst i detta område till följd av uttagen och de relativt begränsade akvifererna.

SPECIELLA FRÅGESTÄLLNINGAR

Saltvatteninträngning

Risken med saltvatteninträngning i glaukonitsandsakviferen har inte speciellt diskuterats tidigare. Det kan konstateras att vid Sölvesborg har uttaget medfört att grundvattennivåerna ligger på samma nivå som havsnivån. Vid Gropahålet söder om Åhus har höga kloridhalter i en 67 m djup brunn (i kalkstensakviferen) konstaterats. Detta skulle kunna bero på hydraulisk kontakt mellan vattnet i Hanöbukten och akviferen. Det kan konstateras att inträngning av vatten från Hanöbukten sker regelbundet i Helgeån (Svensson 1988). Salthalten hos vattnet i Hanöbukten över haloklinen (salthaltsgränsskiktet) ligger på cirka 7.5-8 0/00 (SMHI, 1987). Haloklinen ligger i allmänhet på cirka 60 m djup. Alldeles under haloklinen är salthalten cirka 12 0/00 för att i djuphålur kunna uppgå till 14 0/00.

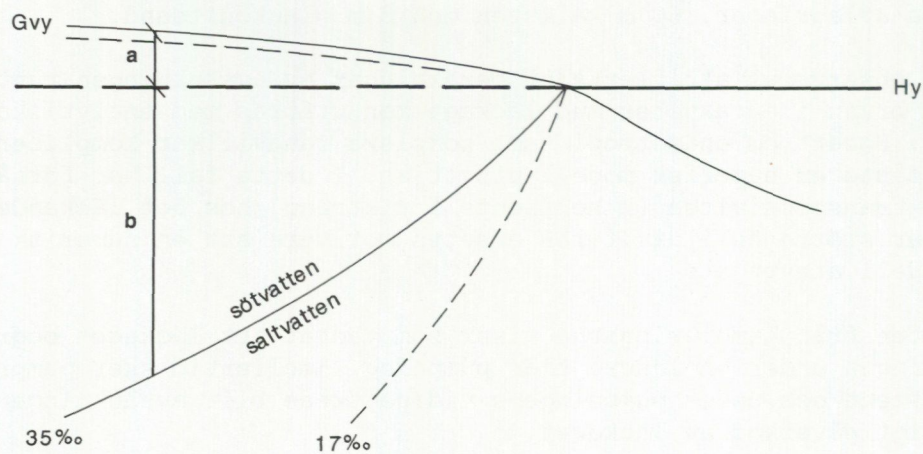


Fig. B5:10. Saltvatteninträngning - principfigur.

Låt oss betrakta fig. B5:10. Vi betecknar grundvattentrycknivån i m över havsytan med a och gränssytans läge i m under havsytan med b . Detta ger följande jämvikt mellan sötvattenpelare och saltvattenpelare (ρ_{sv} = saltvattendensitet):

$$(a + b) 1000 = b \rho_{sv}$$

$$a + b = b \rho_{sv} / 1000$$

$$a/b = ((\rho_{sv} / 1000) - 1)$$

$$b = a / ((\rho_{sv} / 1000) - 1)$$

Densiteten hos vatten ökar med salthalten enligt:

$$\rho_{sv} = 1000 + 0.741 S \quad \text{där } S \text{ är salthalt i 0/00}$$

Vi kan då skriva:

$$b = a / (7.41 \times 10^{-4} S)$$

Ju högre salthalt som det saltare vattnet har (och därmed högre densitet) desto längre sker saltvatteninträngningen. För havsvatten (salthalt 35 0/00) kan man överslagsmässigt beräkna djupet från grundvattennivån för gränsytan mellan sött och saltare vatten som 40 gånger grundvattennivåns höjd över havet. Risken för saltvatteninträngning är störst i de partier av glaukonitsandsakviferen där akviferens överyta ligger djupast. Detta är söder om Yngsjö (vid Gropahålet) samt strax norr om Åhus.

Av tabell 3 framgår några olika salthalter och vad de motsvarar för nivåer för gränsytan.

Tabell 3. Gränsyta sötvatten-saltvatten för olika densitet på saltvattnet.

Salthalt (0/00)	Densitet (kg/m ³)	1 m trycknivå över hy motsvarar gränsytan i m under hy
8	1005.928	168.69
10	1007.41	134.95
12	1008.892	112.46
14	1010.374	96.39
20	1014.82	67.48
35	1025.935	38.56

De här ovan angivna gränsnivåerna gäller om vi har enbart en salthalt hos det saltare vattnet. Låt oss nu göra en beräkning med salthalter för Hanöbukten, av vilken trycknivå som minst måste upprätthållas för att ingen risk för saltvatteninträngning skall ske. Sötvattenpelaren i vår brunn måste således balansera saltvattenpelaren.

$$1000 x = 60 \cdot 1005.928 + (d - 60) \cdot 1008.892$$

$$\text{ger } h = (60 \cdot 1.005928 + (d - 60) \cdot 1.008892) - d$$

där

d = brunnsdjup i m under havsytan

x = nödvändig mäktighet i m av sötvatten för jämvikt

$h = x - d$ = nödvändig grundvattentrycknivå i m ö h

Således får vi för tre olika brunnsdjup enligt tabell 4:

Tabell 4. Minsta tryckhöjd (i en brunn) vid Hanöbukten för att säkert undvika saltvatten på grund av saltvatteninträngning/uppträngning.

Brunnsdjup i m under havsytan	Minsta tryckhöjd i m för att säkert undvika saltvatteninträngning
100	0.71
150	1.15
200	1.60

Den hittills beskrivna situationen förutsätter stationära (jämvikts) förhållanden. Jämviktsberäkningarna gäller emellertid generellt, varför man även måste studera verkliga nivåer i uttagsbrunnar eftersom man kan få "up-coning" i dessa (se fig. B5:11).

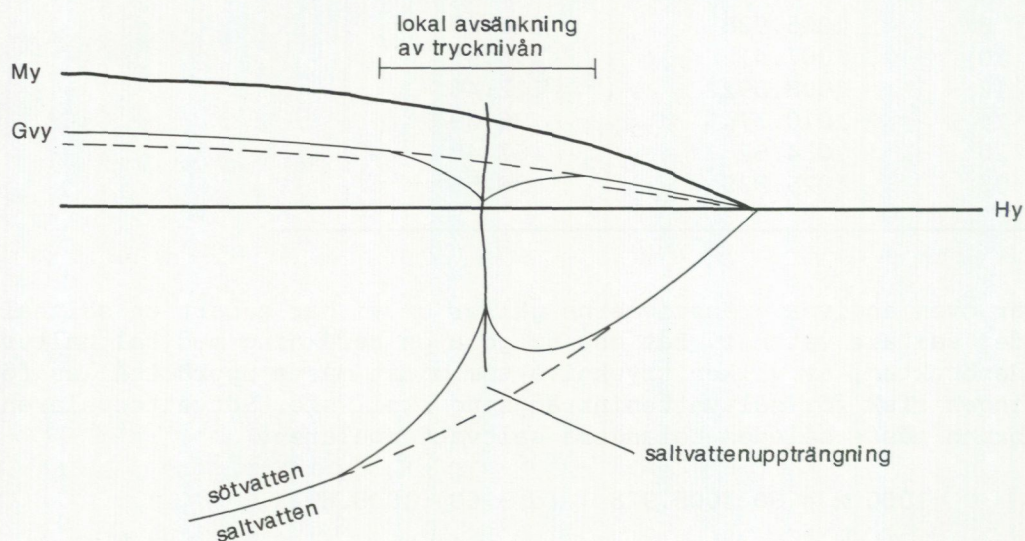


Fig. B5:11. Saltvatteninträngning - "upconing".

Sammanfattningsvis kan konstateras att risken för saltvatteninträngning i glaukonitsandsakviferen på Kristianstadsslätten inte är särskilt stor, eftersom akviferen har sin största mäktighet på de ställen där risken för saltvatteninträngning är störst. Även stora vattenuttag medför enbart små avsänkningar i dessa lägen. Nolltrycksnivån för akviferen går ute i Hanöbukten, vilket motsvarar utläckage från akviferen till havet. Små avsänkningar av trycknivån innebär av dessa orsaker och enligt ovan liten risk för saltvattenläckage.

Föroreningsspredning

Inom inte oväsentliga områden av akviferen förekommer förhöjda halter av nitrat. Detta gäller framför allt vid förkastningsbranterna samt vid områden med mäktiga grovsediment. Både kväveläckage och grundvattenbildning är vanligen intensiva i sådan miljö.

De största riskerna för nitratförorening av vatten till vattenkonsumtion synes föreligga i Vinslöv-Önnestadsområdet. Vatten från detta område kan senare nå industrivattentäkterna väster om Kristianstad. Hur snabbt denna transport sker samt hur stor andel av vattnet i dessa vattentäkter som kommer härifrån är i dagsläget okänt. I det följande ges en mycket grov överslagsberäkning.

Om nitrat väl tillförts glaukonitsandsakviferen kommer halterna i denna akvifer att bero på transport-, fastläggnings- och utspädnings/omblandningsmekanismer.

Brutto transporthastighet erhålls från akviferens hydrauliska konduktivitet och aktuell gradient.

$$v_b = Q/A = - K I$$

där

v_b = bruttoflödeshastighet (m/s)

Q = flöde (m^3/s)

A = tvärsnittsarea vinkelrätt flödet (m^2)

K = hydraulisk konduktivitet (m/s)

I = gradient (grundvattennivåns fall per längdenhet i flödesriktningen)

Nettotransporthastighet erhålls med hjälp av vilken flödesaktiv porositet som gäller. Denna porositet är något svår att bestämma noggrant.

$$v_e = v_b/n_e$$

där

v_e = nettoflödeshastighet (m/s)

n_e = flödeseffektiv porositet

Nettoflödeshastigheten är ett mått på hur snabbt vatten i medeltal flödar från en punkt till en annan. De vattenpartiklar som flödar snabbast kommer alltså att flöda snabbare.

Låt oss se på fig. B5:12.

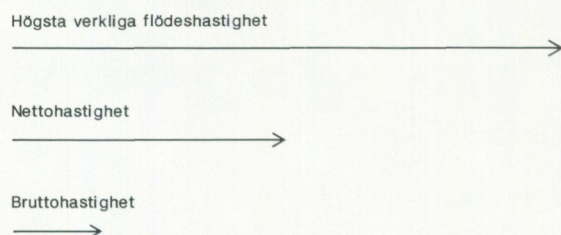


Fig. B5:12. Principiell jämförelse mellan netto, brutto och verklig snabbaste flödeshastighet.

Om vi har ett konstant tillflöde till hela akviferen av något ämne med koncentrationen C_0 som startar vid en viss given tid får vi en koncentrationsfördelning med avståndet från föroreningskällan som i fig. B5:13.

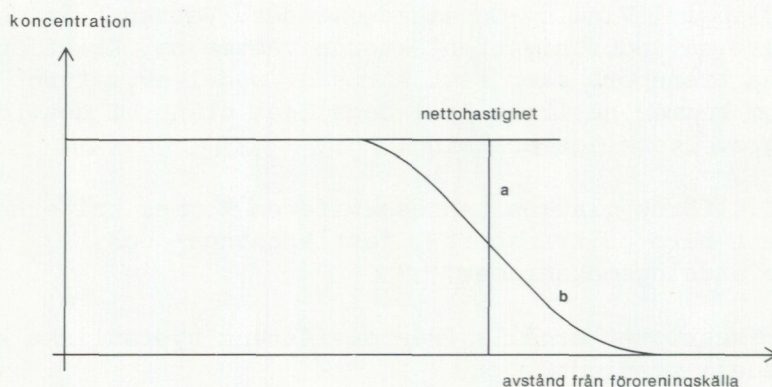


Fig. B5:13. Principiell bild över föroreningskoncentrationen som funktion av avstånd från föroreningskälla vid en viss given tid.

Beträffande nitratförorening är den konservativ, d v s den kan inte i någon större grad fastläggas, omvandlas eller nedbrytas i akviferen. Minskning av nitratkoncentrationen kan således enbart ske genom utspädning/omblandning.

Glaukonitsandsakviferen har från början innehållit vatten med en låg nitrathalt. Akviferen tillförs vatten från olika infiltrationsområden som har olika vattensammansättning. En viss omblandning av olika vatten kan sägas ske. Graden av omblandning är svår att bestämma, varför det är mycket svårt att göra någon prognos av framtida nitratkoncentrationer på olika ställen i akviferen.

Om vi trots detta vågar oss på en mycket grov uppskattning av transporttider från Önnestadsområdet till industribrunnarna väster om Kristianstad erhåller vi:

Avstånd ca: 5 km
 Tryckskillnad: >12 m
 Hydraulisk gradient: $2.4 \cdot 10^{-3}$
 Effektiv porositet: 0.1
 Hydraulisk konduktivitet: $1.625 \cdot 10^{-4}$

vilket ger en medeltransporttid av ca 40 år.

En motsvarande beräkning ger en transporttid av ca 70 år från området söder om Råbelövssjön till den närmaste av de kommunala vattentäkterna i Kristianstad.

Det bör än en gång poängteras att detta är mycket grova uppskattningar.

Med modellen SUTRA skulle det vara möjligt att göra mer noggranna bedömningar av nitrathalter i akviferen, om det funnits tillräckliga indata för beräkning av föroreningstransport. Men dels saknas tillräcklig mängd vattenanalyser, provtaget tillräckligt regelbundet i samma provtagningsbrunnar och dels saknas goda värden på dispersivitet i akviferen. Dispersivitetsvärden är tyvärr inte möjliga att bestämma lika relativt enkelt som parametrarna för flödesberäkning.

Av anledningarna ovan har det idag inte ansetts rimligt att med någorlunda säkerhet utnyttja grundvattenmodellen för någon simulering av föroreningsspridning.

REFERENSER

- SGU = Sveriges geologiska undersökning, Uppsala
 SMHI = Sveriges meteorologiska och Hydrologiska Institut, Norrköping
 USGS = United States Geological Survey
- Eriksson, B., 1981: Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige.- SMHI RMK 28.
- Gustafsson, O., Andersson, J.-E. & De Geer, J., 1979: Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. - SGU Rapp. & Medd. nr 12.
- Magnusson, E., 1987: Simulering av infiltrationsförsök med hjälp av datormodellen SUTRA. CTH/GU, Geologiska institutionen Publ. 312, Göteborg.
- McDonald, M.G. & Harbaugh, A.W., 1984: A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model. USGS.
- Samarbetskommittén för Kristianstadsslättens hydrologi (SKH) 1969: Slutrapport.
- SMHI, 1987: 15 års mätningar längs svenska kusten med kustbevakningens fartyg. SMHI, Oceanografi nr 7.
- Svensson, J. 1988: Personlig kontakt.
- VBB, 1976: PM angående anläggande av grundvattentäkt på Kristianstadsslätten för Hässleholms kommun.
- VIK, 1979: Kristianstad-Blekinge slakteriförening. Vattendomsansökan. Geohydrologisk utredning.
- 1987: Malmbergs i Yngsjö AB. Grundvattenvärmepumpsanläggning. Teknisk utredning för vattendomsansökan.
- Voss, C. I., 1984: SUTRA. Saturated-unsaturated transport. A finite-element simulation model for saturated-unsaturated, fluid-density-dependent ground-water flow with energy transport or chemically-reactive single species solute transport. - USGS, Water-Resources Investigations Report 84-4369, Reston, Virginia.

Litteratur med hydrogeologiskt innehåll,
utgiven av SGU

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 försöksgård. 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 Närkeslättens sedimentära berggrund. (Med fyra planscher.) 1976.
728. Mathematical modelling of groundwater level response in different geological environment. 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. Gruvhanteringens 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.
39. Salt grundvatten i Sverige. 1985.
43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.

Utgivna hydrogeologiska kartblad

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
14. Helsingborg SV

SGU serie Ah, hydrogeologiska översiktsskator/
kartor över grundvattnet i skala 1:250 000

- Nr 1. Kalmar län
2. Västmanlands län
3. Gotlands län
4. Blekinge län
5. Uppsala län
6. Stockholms län
7. Södermanlands län
8. Hallands län
10. Kronobergs län

Prisklass B (1988 SEK 30:--)

SGUs kartor och publikationer
beställer Du från vår distributör,
som gärna också skickar Dig våra
gratis kataloger.

Liber Distribution
162 89 Stockholm
tel. 08-739 96 60



Huvudkontor

Box 670
751 28 Uppsala
018-17 90 00

Filialkontor

Kungsgatan 4
411 19 Göteborg
031-17 68 80

Kiliansgatan 10
223 50 Lund
046-14 01 05

ISBN 91-7158-458-7
ISSN 0349-2176