

KRISTIANSTADS VATTENFÖRSÖRJNING

Förutsättningar - Möjligheter - Konsekvenser



Kristianstads kommuns vattenförsörjning är baserad på grundvatten

Grundvatten som resurs
Skydd och hushållning
Grundvatten
Historik

Allmänt om grundvatten

Grundvatten en förnybar resurs

Vattnets kretslopp
Begreppet akvifär
Vattenbalans
Grundvattenuttag och vattenbalans

Hydrologisk modell

MIKE SHE - Ett redskap att studera kretsloppet

MIKE SHE - modell för Kristianstadsslätten

Kristianstadsslättns grundvatten

Kristianstadsslätten, Sveriges största grundvattentillgång

Geologisk uppbyggnad och bildning
Urberg
Den sedimentära berggrunden
Jordlager
Den geologiska tidsskalan
Kristianstadsslättns geologiska utvecklingshistoria

Hydrogeologi

Akvifärer
Grundvattenbildning och läckage
Grundvattenbildning, inströmningsområden och läckage
Läckagets förändring under 1900-talet
Grundvattnets sammansättning
Saltvatteninträngning och fossilt grundvatten

Grundvattnets betydelse

Grundvattnet i naturen
Grundvattnets inverkan på våtmarksbiotoper
Kristianstads Vattenrike
Grundvattenuttag på Kristianstadsslätten
Grundvattenuttagens storlek
Uttag av grundvatten
Kristianstads kommuns vattenförsörjning
Vattenbalans för Kristianstadsslätten
När har vi nått gränsen?

Grundvattenskydd

Hot

Hot mot grundvattnets kvalitet

Markanvändning

Överuttag

Termisk påverkan

Sårbarhet

Glaukonitsandsakvifärens sårbarhet

Föroreningsspridning

Olika typer av föroreningars uppträdande

Spridning av vattenlösliga föroreningar

Beräkning av transporthastighet

Exempel på spridningsberäkning

Påverkan på Kristianstadsslättens grundvatten

Möjligheter till skydd av grundvatten

Möjligheter till skydd av Kristianstads kommuns
vattenförsörjning

Möjligheter till skydd av centralortens brunnar

Framtiden**Framtiden**

Framtida intressenter och behov

Mål

Begränsningar och möjligheter i befintligt vatten-
försörjningssystem för Kristianstads centralort

Framtida system

Påverkan på grundvattennivåer

Influensområde

Långsiktigt skydd

Saltvatteninträngning

Möjliga skyddsåtgärder

Bedömning av lokaliseringsalternativ

Sammanfattande bedömning av lokaliseringsalternativen

Rekommendationer

Litteratur

Beställare	Stefan Winberg	Projektschef	C4 Teknik, Kristianstads kommun
	Erik Modig	Kompetens- och erfarenhetsstöd	C4 Teknik, Kristianstads kommun
	Torgny Roosvall	Kompetens- och erfarenhetsstöd	C4 Teknik, Kristianstads kommun
	Ann-Christin Sundahl	Projektstöd	C4 Teknik, Kristianstads kommun
Utförare	Peter Englöv	Projektledare	VBB VIAK
	Lars-Göran Gustafsson	Ansvarig för hydrologisk modell	DHI Sverige
	Mats Hebrand	Ansvarig för geologisk modell	VBB VIAK
	Hans Jeppsson	Ansvarig för rapport	VBB VIAK
	Anders Refsgaard	Specialist för hydrologisk modell	DHI Danmark
	Ann-Marie Gustafsson	Handläggare för hydrologisk modell	DHI Sverige
	Johan Nilsson	Handläggare för geologisk modell	VBB VIAK
	Tony Pearce	Rapportlayout, fotografi	Stadsingenjörskontoret, Kristianstads kommun
	Per Lewis Johnsson	Illustrationer, akvareller	FFNS
	Michael Dahlman	Vattenskyddsfrågor	Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen, Kristianstads kommun
Referensgrupp	Åke Lindgren	Översiktsplanefrågor	Stadsarkitektkontoret, Kristianstads kommun
	Ove Gustafsson	Geologiska och hydrogeologiska frågor	Sveriges Geologiska Undersökning
	Carl Andersson	Frågor rörande lantbruksbevattnings	Länsstyrelsen i Skåne län
	Hans Cronert	Vattenskydds- och vattenresursfrågor	Länsstyrelsen i Skåne län
	Kurt Hagenrud	Vattenskydds- och vattenresursfrågor	Länsstyrelsen i Skåne län

De personer som huvudsakligen arbetat med projektet.

Förord

Vattenförsörjningen i Kristianstad baseras sedan ca 60 år på grundvatten, som utvinns ur den sedimentära berggrund bestående av kalk- och sandstenar som underlagrar Kristianstadsslätten. Tillgångarna på grundvatten med hög kvalitet är betydande. Detta vet man genom dels den erfarenhet man vunnit genom nyttjandet av tillgångarna, dels den kunskap som under decennier byggts upp i utredningar om slättens grundvatten.

Kommuner och industrier har sedan början på 1900-talet varit viktiga intressenter i Kristianstadsslättens grundvattentillgångar, men efterhand har man kunnat notera ett ökat intresse för andra ändamål än vattenförsörjning, bl a bevattning och olika energiändamål. Även om konkurrensen än så länge varit begränsad kan man vänta sig att denna kommer att tilltaga i omfattning.

Vidare har insikten vuxit fram att slättens grundvatten, även om det inom stora områden är skyddat av mäktiga jord- och berglager, utsätts för hot av förorening från olika mänskliga aktiviteter. De kvalitetsförsämringar som hittills

observerats är lokala, men på sikt kan man befara mer storskaliga försämringar om man inte vidtar skyddsåtgärder.

Kristianstads vattentäkter är belägna inom eller mycket nära stadsbebyggelsen, som kan betraktas som en diffus källa för många typer av föroreningar. Vid centralortens västra kant ligger avfallsdeponin Härlövs ängar, vilken också är en potentiell föroreningskälla. Kvalitetsförsämring av betydelse har hittills inte konstaterats i centralortens brunnar, men kan inte uteslutas på sikt.

Utredningsarbetet

Under 1995 tog Kristianstads kommun initiativet till en utredning med målen att klarlägga hotbilden mot centralortens brunnar samt identifiera och värdera tänkbara lokaliseringalternativ för framtida brunnar. Ytterligare ett mål var att få ett underlag att i kommunens översiktsplan kunna reservera tänkbara lokaliseringsområden för nya brunnar för centralorten och även kunna markera områden kring dessa där grundvattenskydd bör prioriteras.

Den utförda utredningen bygger i allt

väsentligt på redan tillgänglig kunskap. Det som skiljer den från tidigare utförda regionala undersökningar är den metodik och de redskap som använts i arbetet. Med det nya datorbaserade beräknings- och modellverktyg, den s k MIKE SHE-modellen, som nyttjats i arbetet har olika hydrologiska processer kunnat simuleras och kvantifieras på ett sätt som inte varit praktiskt möjligt tidigare.

Utredningsarbetet, som påbörjades med en förstudie under 1995 och avslutades under 2000 med föreliggande rapport, har bedrivits i en tämligen stor projektgrupp, som under arbetets gång delvis förändrats och anpassats efter uppgiften. Projektgruppen har underhand haft kontakter och möten med personer, som bildat referensgrupp. Även denna grupps sammansättning har varierat något. Utöver ovannämnda personer bör särskilt omnämnas Kaj Nilsson, som endast i begränsad utsträckning medverkat i det föreliggande arbetet, men som genom sina insatser genom åren vid först Sveriges Geologiska Undersökning

och senare (1967-1993) vid VIAK, lämnat grundläggande bidrag till dagens kunskap om Kristianstadsslättens grundvattentillgångar.

Rapporten

I föreliggande rapport redovisas en sammanfattning av de resultat som erhållits under utredningsarbetet avseende centralortens framtida vattenförsörjning. Hotbilden mot centralortens brunnar och tänkbara lokaliseringalternativ för framtida brunnar redovisas. Det framtida skyddet av grundvattentillgångarna diskuteras och förslag ges till hur den framtida vattenförsörjningen kan arbetas in i den kommunala översiktsplanen.

MIKE SHE-modellen har varit ett centralt arbetsredskap och redovisning av utredningsresultaten görs till stor del med hjälp av kartor som visar olika beräkningsresultat.

Grundläggande kunskap om geologiska och hydrogeologiska förhållanden i allmänhet, och om Kristianstadsslätten i synnerhet, är viktig för att dels kunna förstå vattenför-

sörjningssituationen för centralorten, dels kunna tillgodogöra sig utredningsresultaten. Rapporten innehåller därför avsnitt där grundläggande kunskap om grundvatten presenteras. De speciella grundvattenförhållandena på Kristianstadsslätten belyses också.

Rapporten är skriven med tanke på en bred målgrupp. I första hand vänder den sig till tjänstemän och politiker inom Kristianshads kommun som i varierande omfattning kommer i kontakt med grundvattenfrågor och som har varierande förkunskaper. Men rapporten vänder sig också till en intresserad allmänhet, myndigheter, skolor, föreningar, lantbrukare m fl som på något sätt och i någon omfattning är intresserade av grundvattenförhållandena på Kristianstadsslätten.

Rapporten har en disposition i fem delar med följande innehåll:

Allmänt om grundvatten: Grundläggande begrepp och principer.

MIKE SHE: Det datorbaserade modellverktyget MIKE SHE. Modell för Kristianstadsslätten.

Kristianstadsslättens grundvatten: Kristianstadsslättens geologiska uppbyggnad, de specifika hydrogeologiska förhållandena inom slätten, vattenkvalitetsförhållanden och grundvattnets användning. Sammanfattande vattenbalans. Det nuvarande vattenförsörjningssystemet i centralorten.

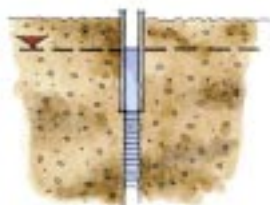
Grundvattenskydd: Hot mot grundvattnets kvalitet och kvantitet, grundvattnets sårbarhet och möjligheter till skydd. Föroreningsspridningen från avfallsdeponin Härlövs ängar. Riskbedömning för nuvarande brunnar i centralorten.

Framtiden: Alternativ för framtida lokalisering av brunnsområden för centralortens vattenförsörjning. Bedömning av alternativ. Rekommendationer.

Kristianstads kommuns vattenförsörjning är baserad på grundvatten



Vattenförsörjningen i Kristianstad baseras sedan 1940-talet på uttag av grundvatten ur borrhållade brunnar. De äldsta brunnarna finns inne i centrala staden. Senare brunnansättningar finns vid Näsby industriområde och Näsby fält, båda inom eller i anslutning till stadsbebyggelsen. Även inom övriga delar av kommunen finns vattenverk som utnyttjar grundvatten.



De geologiska förutsättningar för uttag av grundvatten på Kristianstadsslätten är unika. Här finns Sveriges största grundvattentillgång i ett sandlager, den så kallade glaukonitsanden, på stort djup. Denna tillgång utnyttjas av kommuner, industrier, lantbruk m fl. På Kristianstadsslätten finns idag uppskattningsvis 3000 - 4000 borrhållade brunnar som utnyttjar grundvattnet i glaukonitsanden eller den övriga sedimentära berggrunden.

Inom Kristianstads kommun finns stora grundvattentillgångar och goda uttagsmöjligheter även i isälvsavlagringar. Dessa utnyttjas bl a för kommunal vattenförsörjning. Lokalt kan grundvattentillgångar i andra typer av jordlager vara av betydelse. Tex finns i storleksordningen 3000 grävda brunnar inom kommunen för enskild vattenförsörjning. Även grundvattnet i urberget kan lokalt vara av intresse för vattenförsörjning. Några av Kristianstads

kommuns vattenverk, bl a på Linderödsåsen, utnyttjar brunnar i urberget.

Grundvatten som resurs

Grundvatten är en värdefull resurs som ofta utgör basen för vattenförsörjningssystem. Detta beror på att grundvatten vanligen är av hög kvalitet, såväl kemiskt som temperaturmässigt och bakteriologiskt. I flertalet fall kan grundvatten användas utan omfattande rening. Grundvatten är också en förnybar resurs i den meningen att det sker en kontinuerlig nybildning av grundvatten.

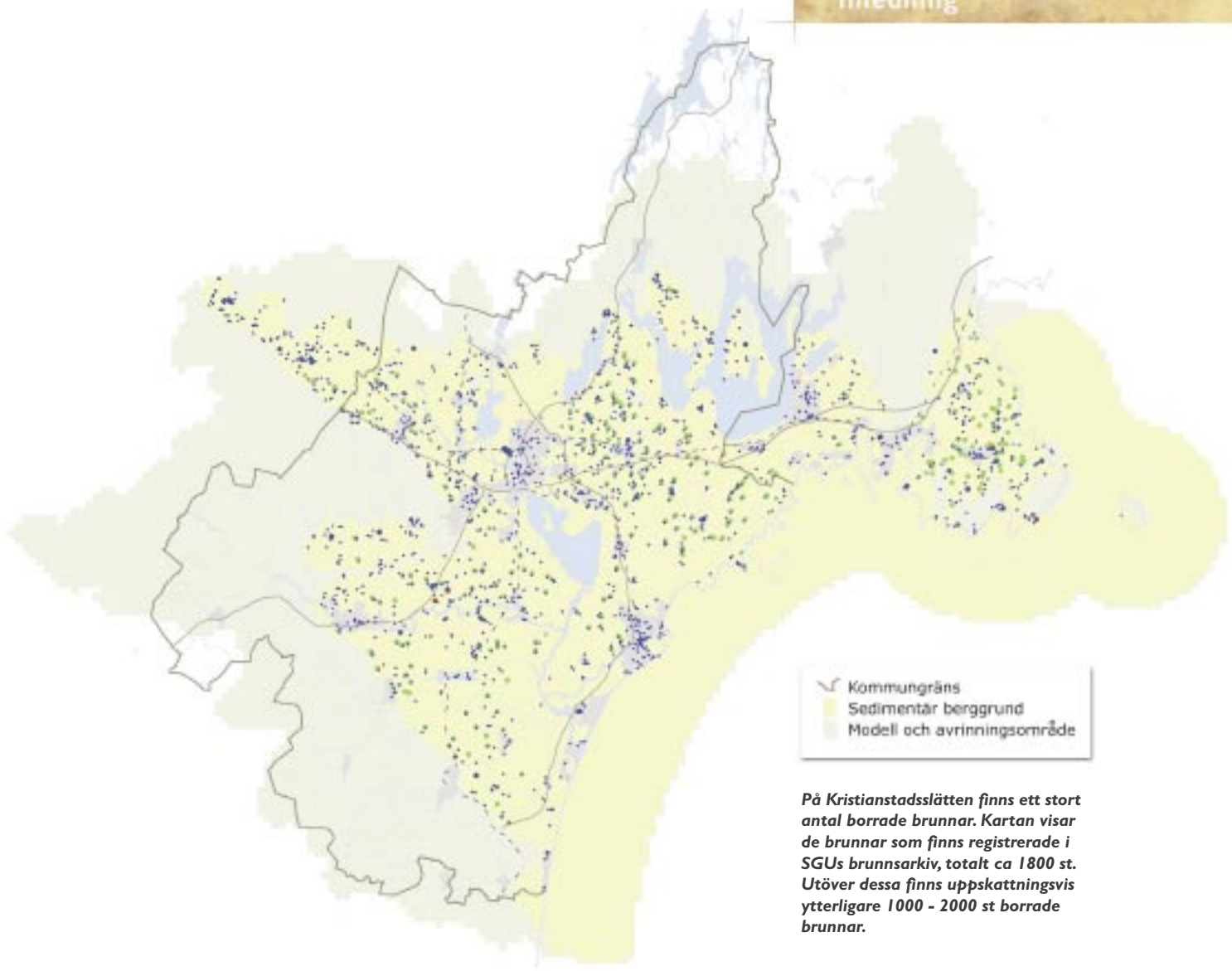
Skydd och hushållning

Grundvattnets kvalitet kan påverkas, bl a genom förorening, så att användbarheten minskar. Då omsättningshastigheten ofta är låg kan det ta lång tid innan påverkan sker. Att återställa kvaliteten tar ännu längre tid.

Grundvatten är en förnybar resurs, men tillgången är inte obegränsad. För varje grundvattenförekomst finns en övre gräns för hur stora uttag som kan göras.

För att trygga den framtida vattenförsörjningen är det därför viktigt att grundvattnet skyddas mot förorening och att uttagen anpassas till de hydrogeologiska förutsättningar.

Borrhållade brunnar kan utföras på olika sätt:
Överst: Borrhållad brunn utförd som öppet borrhåll i berg,
Nederst: Borrhållad brunn utförd som filterbrunn i jordlager eller löst berg.



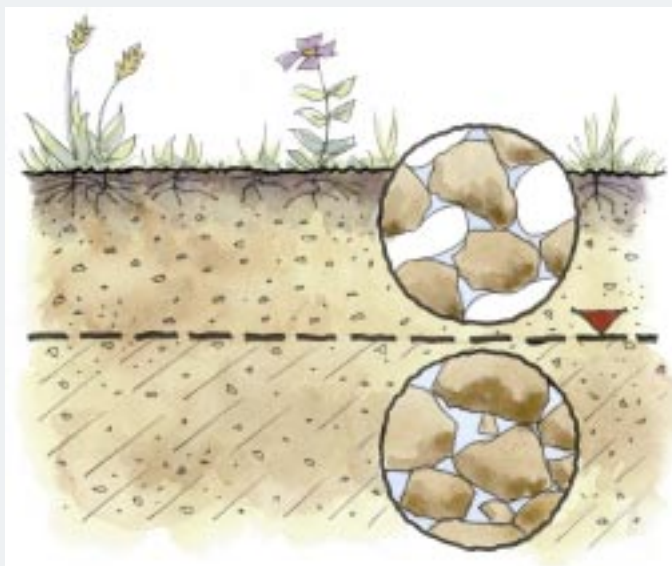
På Kristianstadslätten finns ett stort antal borrhade brunnar. Kartan visar de brunnar som finns registrerade i SGUs brunnarkiv, totalt ca 1800 st. Utöver dessa finns uppskattningsvis ytterligare 1000 - 2000 st borrhade brunnar.

Grundvatten

Grundvatten definieras som det vatten som finns i den mättade zonen, vilken karaktäriseras av att vattnet helt fyller hålrummen. Ovanför den mättade zonen finns en omättad zon. I denna är hålrummen endast delvis fyllda med vatten.

Grundvatten bildas genom att nederbörd eller ytvatten tränger ner i marken och så småningom når den mättade zonen.

Grundvattenbildningens storlek beror bl a på jordlagrens genomsläpplighet och varierar således med de geologiska förhållandena.



Grundvatten fyller helt porerna i den mättade zonen. I den omättade zonen är porerna endast delvis vattenfyllda. Gränsen mellan den mättade och den omättade zonen utgörs av grundvattenytan.

Historik

Viktiga händelser i Kristianstads vattenförsörjning

1847

Brinner 34 gårdar ned i sydvästra delen av fästningsstaden

1857

En vattenburen kolera-epedemi där ca 600 av stadens ca 5.800 innevånare dog

Dessa båda händelser gör att man utreder vattenfrågan

1873

Invigdes det första vattenledningssystemet av gjutjärn, inkl vattenverk och vattentorn byggt av Hassel & Teudt, Köpenhamn, med vatten ur Helgeån

1877

Beviljar kommunfullmäktige medel för två artesiska brunnar för dricksvattenhämtning, då vattenledningsvattnet var av mycket skiftande kvalitet. Ytterligare ett tio-tal artesiska brunnar borrades under 1800-talets slut

1900

Invigs nytt vattenverk, nytt vattentorn och nytt intag från Helgeån. Tyvärr hade man lagt åt sidan det alternativa förslaget där man tänkt utnyttja det djupa grundvattenmagasinet

1900-1941

Många klagomål på vattenkvaliteten

1939

Den första bergborrade brunnen anläggs på vattenverkets tomt. Djup 106 m

1941

Vattenförsörjningen baseras helt på grundvatten ur berggrunden

1947

Den första brunnen anläggs inom Näsby industriområde. Djup 80 m

1965

Det nuvarande vattentornet tas i bruk och det gamla rivs

1970

Nytt vattenverk tas i bruk

1971

Den första brunnen anläggs inom Näsby fält. Djup 77 m

1880-TALET

Geologiska kartblad över Kristianstadsslätten ges ut av Sveriges Geologiska Undersökning. Dessa ger en ökad förståelse för slättens geologi och i viss mån dess hydrologi

Några historiska notiser om grundvattenförhållandena på Kristianstadsslätten

1890-TALET

Borrningstekniken utvecklas. Borrning kan utföras till stora djup i berg

1930-TALET

Den första samlade beskrivningen av Kristianstadsslättns kritbergrund ges av Alf Lundegren i "Kristianstadsområdets kritbildningar"

1950-60-TALET

Samarbetskommittén för Kristianstadsslättns hydrologi utför en lång rad utredningar om slättns geologiska och hydrologiska förhållanden. Den uttagbara grundvattenmängden i berggrunden bedöms uppgå till 18 Mm³/år. Isälvsavlagringarna bedöms inte innehålla uttagbara mängder av betydelse. Kommittén rekommenderar förstärkning med ytvatten för att täcka framtida behov

1960-70-TALET

Borrnings- och brunnstekniken utvecklas. Genom brunnfilter kan den ofta dåligt konsoliderade sandstenen utnyttjas mer effektivt för grundvattenuttag

SLUTET AV 1960- OCH BÖRJAN AV 1970-TALET

Kristianstads kommun utför omfattande grundvattenutredningar som underlag för beslut om den framtida vattenförsörjning. Kommunen väljer grundvatten som bas för denna och ställer sig utanför det s k Bolmenprojektet

1970-TALET

Även Hässleholms och Sölvesborgs kommuner genomför grundvattenutredningar och tar ställning för grundvatten ur kalkberggrunden som bas för framtida vattenförsörjning

1970-TALET OCH FRAMÅT

Stora bevattningsanläggningar, flera baserade på grundvatten, anläggs. Utbyggnaden fortsätter under 1980- och -90-talet. Hydrogeologiska undersökningar utförs som bidrar till ökad kunskap om Kristianstadsslättns hydrologi

SLUTET AV 1970-TALET

Sveriges Geologiska Undersökning sammanställer data från utförda hydrogeologiska undersökningar inom Kristianstadsslätten. De uttagbara grundvattenmängderna ur berggrunden bedöms uppgå till 70 Mm³/år och ur isälvsavlagringarna till 15 Mm³/år

1980-TALET OCH FRAMÅT

Energianläggningar etableras för utvinning och lagring av värme och kyla i grundvattenmagasin

SLUTET AV 1990-TALET

Arbete inleds med en MIKE SHE-modell för Kristianstadsslätten. Vattenöversikt och miljöprogram arbetas fram för Kristianstads kommun.

Grundvatten, en förnybar resurs

Vattnets kretslopp

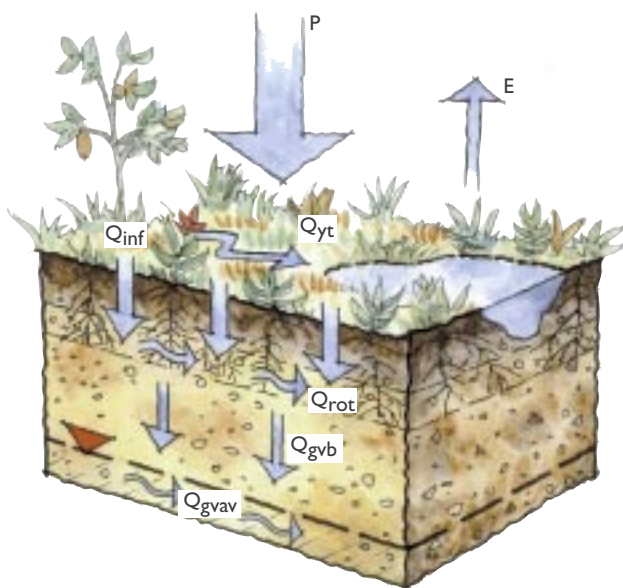
Vattnet i naturen ingår i det *hydrologiska kretsloppet*.

Från oceanerna avdunstar vatten vilket transporteras i atmosfären och faller som *nederbörd*. Av nederbörden återgår en betydande del till atmosfären genom avdunstning och växternas transpiration, vilket sammanfattas i begreppet *evapotranspiration*. Den del av nederbörden som inte avgår genom evapotranspiration kallas *nettonederbörd*.

En del av nettonederbörden infiltrerar i de ytliga marklagren. Här, och ett stycke ner i marken, är hålrummen vanligen endast delvis fyllda med vatten. Vattnet i denna omättade zon kallas *markvatten*.

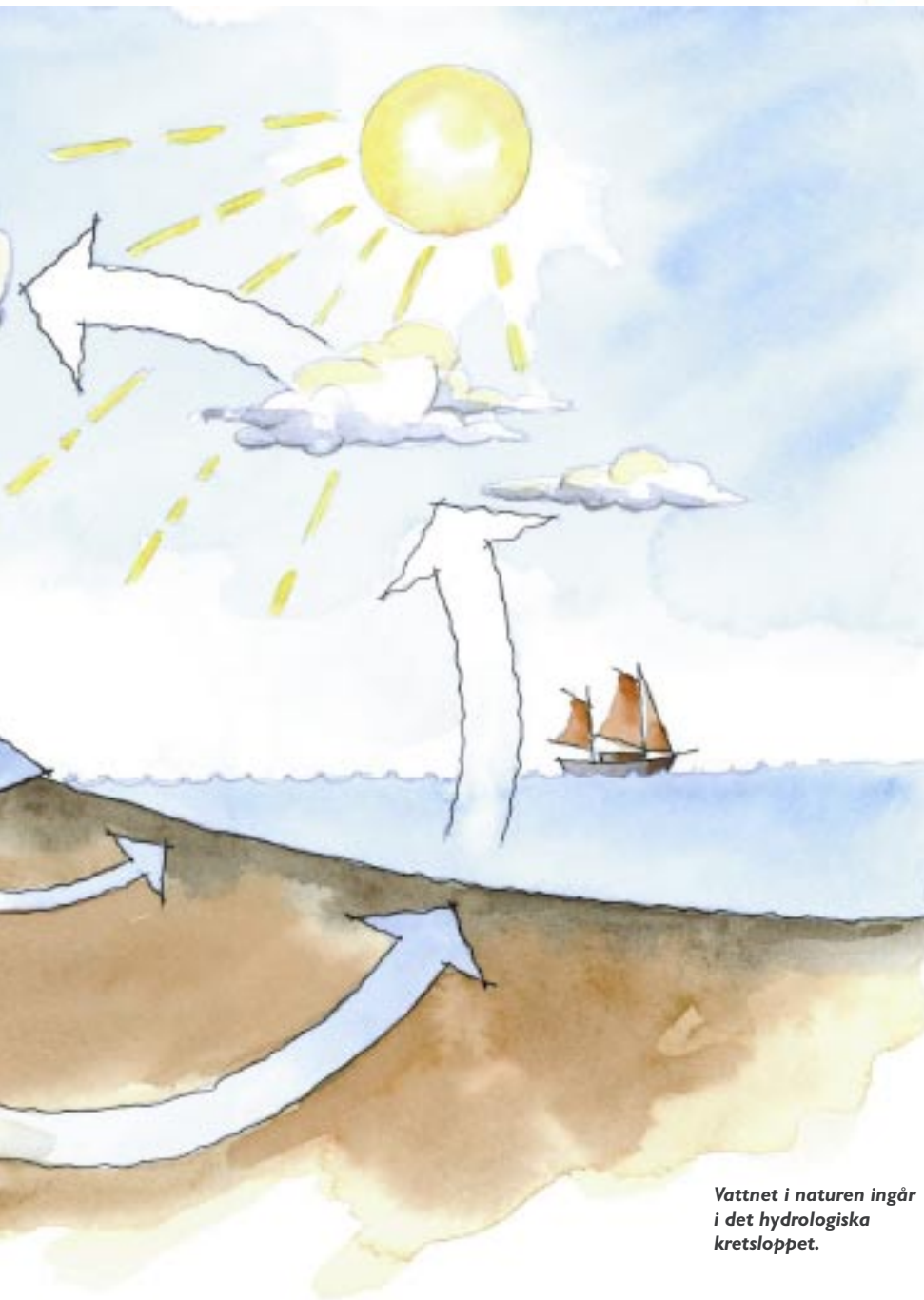
Ofta är genomsläppligheten störst i den översta delen av den omättade zonen, den s k *rotzonen*. Nederbörden infiltrerar därför lätt i de översta delarna, medan fortsatt transport till djupare liggande marklager går långsammare. Det kan därför tillfälligt uppstå vattenmättade förhållanden i rotzonen, vilket gör det möjligt för vatten att avrinna i denna och snabbt nå vattendrag. Under vissa förhållanden kan vatten även avrinna direkt på markytan. Avrinning i rotzon och på markytan benämns tillsammans *ytlig avrinning*.

Av den nederbörd (P) som faller på marken återgår en del till atmosfären genom avdunstning och växternas transpiration (E), medan en del infiltrerar (Q_{inf}) eller avrinner på markytan (Q_{yt}). En del av den infiltrerade nederbörden avrinner i rotzonen (Q_{rot}), medan en del transporteras vidare nedåt till den omättade zonen och bildar grundvatten (Q_{gvb}). Grundvattnet avrinner till våtmarker, sjöar, vattendrag eller till havet (Q_{gvav}).

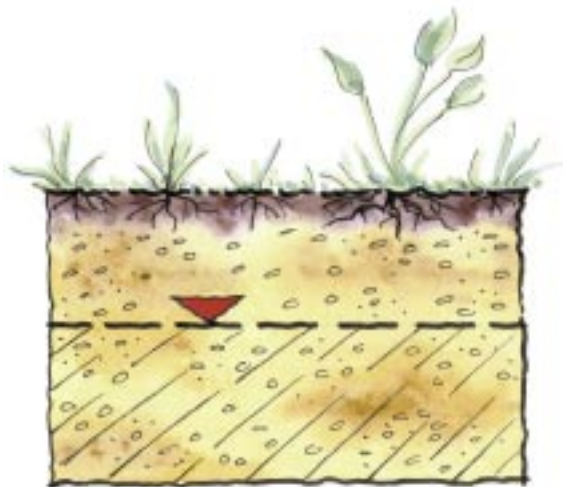


En del av den infiltrerade nettonederbörden transporteras genom hela den omättade zonen och når den mättade zonen. En geologisk enhet vilken innehåller grundvatten i större uttagbara mängder kallas *akvifär*. Grundvattnet strömmar från högre trycknivå till lägre, s k *grundvattenavrinning*, och strömmar förr eller senare ut i vattendrag, olika typer av våtmarker, sjöar eller direkt i havet. Om *uttag* av vatten görs är detta också en del av kretsloppet.





Vattnet i naturen ingår i det hydrologiska kretsloppet.

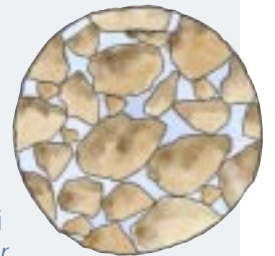


Öppen och slutna akvifär

Begreppet akvifär

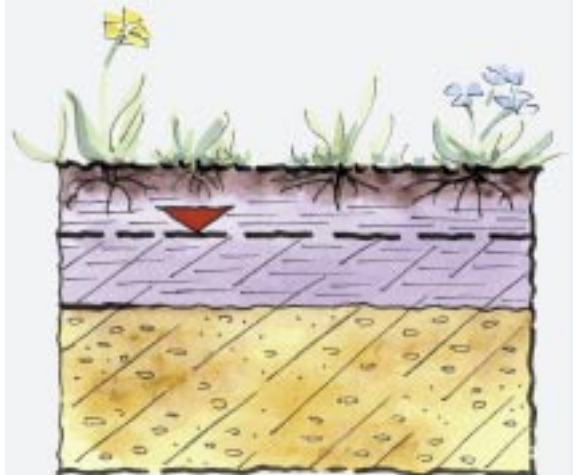
Med akvifär menas en geologisk bildning som innehåller grundvatten och är så pass genomsläpplig att grundvatten kan utvinnas ur den i större mängd.

Akvifärer indelas i *por- och sprickakvifärer*. I en porakvifär finns grundvattnet i hålrummen mellan mineralkorn. Isälsavlagringarna och glaukonitsanden på Kristianstadsslätten är exempel på porakvifärer. I en sprickakvifär finns grundvattnet i första hand i sprickor. De kalkrika sedimenten på Kristianstadsslätten och urberget är exempel på sprickakvifärer.



Sprickakvifär och porakvifär

Akvifärer indelas också i *öppna och slutna akvifärer*. I en öppen akvifär avgränsas grundvattnet uppåt av en fri grundvattenyta vid vilken vattentrycket är lika med atmosfärstrycket. En slutna akvifär täcks av lager med låg genomsläpplighet. Trycket i grundvattnet är högre än atmosfärstrycket och grundvattennivån ligger över akvifärens överyta. Isälsavlagringarna på Kristianstadsslätten är exempel på öppna akvifärer, medan glaukonitsanden är exempel på en slutna akvifär.



Vattenbalans

Genom att uppskatta storleken på flödena i det hydrologiska kretsloppet kan en vattenbalans etableras. I denna sammanfattas alla in- och utflöden för ett hydrologiskt väl definierat område, t ex en akvifär, en sjö eller ett avrinningsområde.

Vattenbalansen kan uttryckas som en s k balansekvation. I sin allra enklaste form kan denna skrivas:

$$\text{Summa In} = \text{Summa Ut} \pm \text{Magsinsförändring}$$

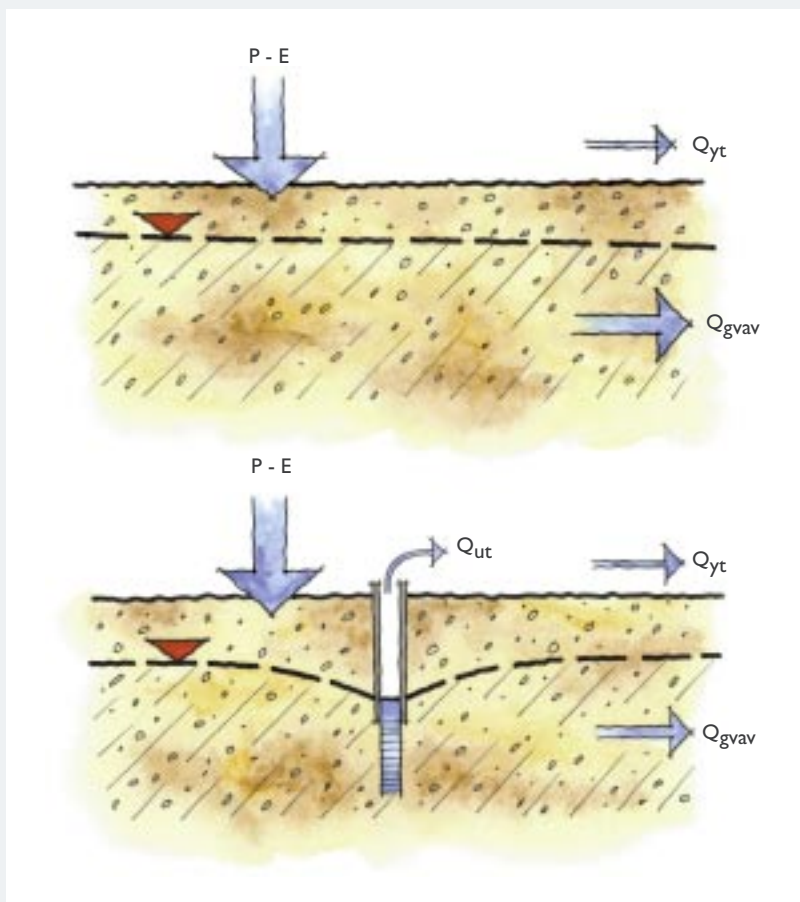
Om man specificerar de olika termerna kan balansekvationen skrivas:

$$P - E = Q_{yt} + Q_{gvav} +$$

$$Q_{ut} \pm \Delta M$$

där **P** = nederbörd,
E = evapotranspiration,
Q_{yt} = ytlig avrinning,
Q_{gvav} = grundvattenavrinning,
Q_{ut} = grundvattenuttag
ΔM förändring av
magasinerad vattenmängd
inom det studerade området.

Om balansekvationen antas omfatta en längre tidsperiod blir nettoförändringen av magasinerad vattenmängd noll och termen **ΔM** kan uteslutas ur ekvationen.



*Principiell vattenbalans för en akvifär.
Överst: Under naturliga förhållanden då inga uttag görs,
Nederst: Vid uttag av grundvatten.*

Grundvattenuttag och vattenbalans

En akvifär innehåller en magasinerad vattenmängd som fortlöpande fylls på med vatten genom infiltration av nederbörd, läckage från andra akvifärer eller genom infiltration/läckage från vattendrag. Under naturliga förhållanden, d v s då inga grundvattenuttag sker, är summan av alla vattentillflöden långsiktigt i balans med grundvattenavrinningen.

När grundvatten tas ut ur en akvifär tas en del av vattentillflödet i anspråk. Tillflödets storlek bestämmer den övre gränsen för de grundvattenuttag som uthålligt kan göras ur akvifären.

Under kortare perioder kan uttag större än tillflödet göras. Detta sker genom "lån" ur magasinet, vilket då minskar. Om tillflödet överskrids under en längre tid, kan den magasinerade vattenmängden minska kraftigt så att en fortgående avsänkning sker.

För att på sikt kunna trygga tillgången på grundvatten måste uttagen vara i balans med tillflödet, d v s tillgångarna måste hushållas. Ett viktigt underlag för att uppnå en god hushållning är en s k *vattenbalans*.

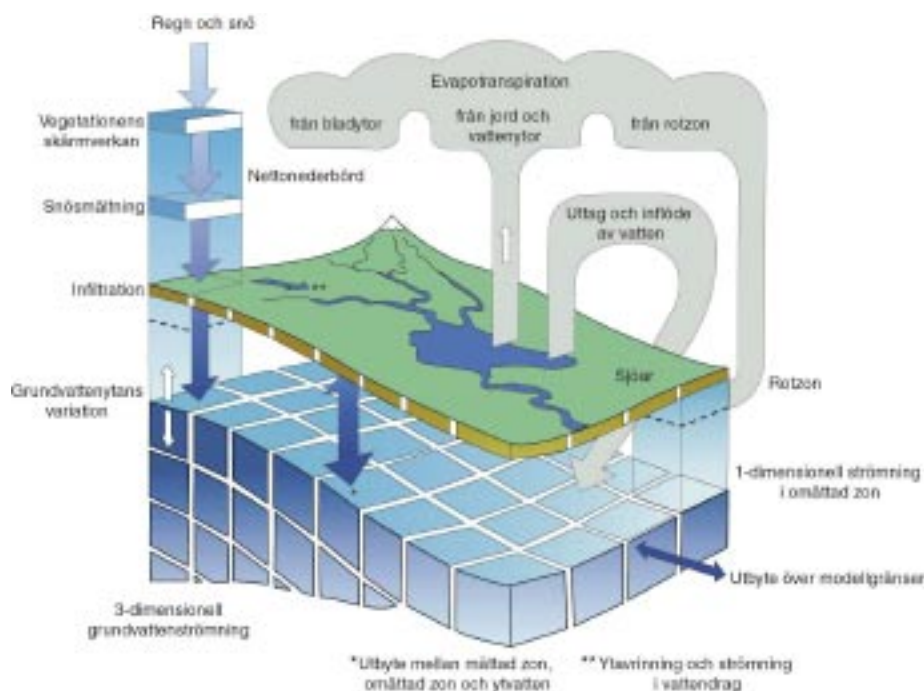
MIKE SHE - Ett redskap att studera kretsloppet

Det hydrologiska kretsloppet är ett mycket komplext system. För att kunna studera sambanden mellan olika komponenter i kretsloppet, göra prognoser m m, görs förenklingar och generaliseringar.

En *modell* är en förenklad beskrivning av verkligheten. Det finns många olika typer av modeller. En modell kan bestå av en principiell beskrivning av olika egenskaper eller samband, en s k *konceptuell modell*. I mer sofistikerade modeller beskrivs egenskaper med olika fysikaliska parametrar och samband formuleras som ekvationssystem där de olika variablerna är kopplade till varandra, s k *numeriska modeller*.

För att studera det hydrologiska kretsloppet används vanligen olika typer av numeriska modeller. När en numerisk modell byggs upp, vilket görs med datorprogram, kan olika flöden i det hydrologiska kretsloppet studeras och olika förlopp simuleras. Detta innebär att modellen kan användas som ett prognosverktyg.

MIKE SHE är ett avancerat datorbaserat numeriskt modellverktyg, baserat på fysikaliska ekvationer och geografiskt fördelade indata, med vilket man kan simulera det hydrologiska kretsloppet inom ett område. Med hjälp av MIKE SHE kan man beräkna olika komponenter i det hydrologiska kretsloppet, t ex grundvattenbildningens eller avrinningens storlek, och hur dessa varierar inom modell-området. Prognoser kan göras för hur stor grundvattenbildningen blir under torrår respektive våår, eller för hur mycket grundvattenytan sänks inom ett område vid en viss kombination av olika grundvattenuttag. Resultaten kan presenteras som grundvattennivåkartor, flödeskartor m m. Beräkningar kan också göras av föroreningsspredning och transporttider.

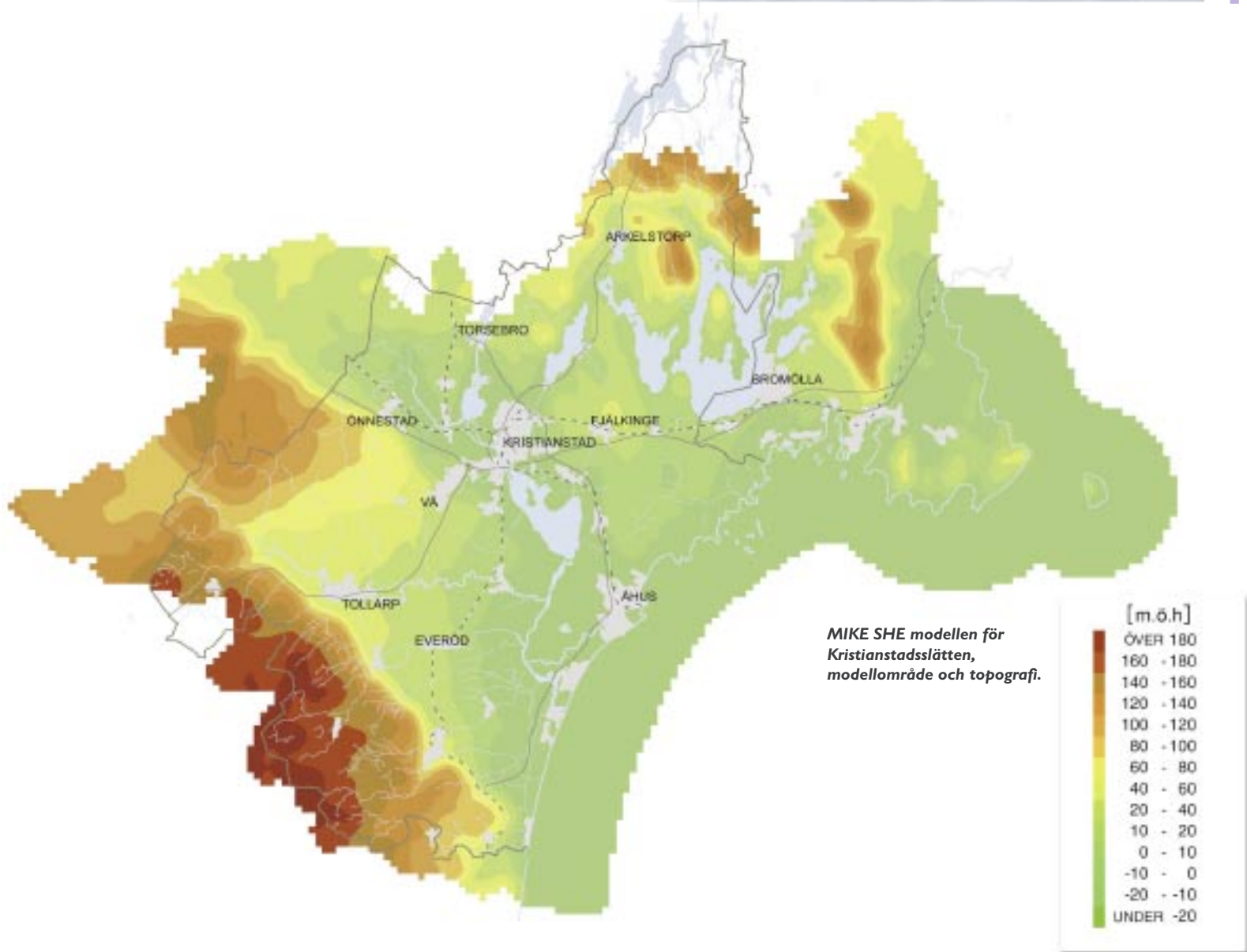


MIKE SHE
systemets
uppbyggnad,
principfigur.

MIKE SHE skiljer sig från andra modellverktyg i att beskrivningen av de olika hydrologiska processerna är mycket mer detaljerad. En följd av detta blir att det behövs en stor mängd indata för att kunna bygga upp modellen. Indata omfattar bl a topografi, klimatdata, markanvändning, vegetationstyp, geologiska förhållanden och hydrauliska parametrar.

MIKE SHE-modell för Kristianstadsslätten

Med hjälp av MIKE SHE har en hydrologisk modell byggts upp över Kristianstadsslätten, inklusive Listerlandet, samt omgivande tillrinningsområdena. Helgeåns och Skräbeåns avrinningsområden uppströms Torsebro respektive Näsum har dock inte tagits med i modellområdet då detta skulle ha gjort modellen onödigt stor och även minskat precisionen i beräkningarna. Vattenflödena i dessa vattendrag har i stället beaktats



som randvillkor. Totalt omfattar modellen ca 2350 km². Med denna avgränsning omfattar modellen allt yt- och grundvatten som finns på Kristianstadsslätten och som strömmar till eller från denna.

Modellen har använts för att utföra olika typer av beräkningar. Resultaten utgör underlag för att dels kunna bedöma hotbilden mot brunnarna i centralorten, dels kunna värdera tänkbara lokaliseringsalternativ för nya brunnar. Följande beräkningar har utförts:

Vattentransportberäkningar: Beräkning av grundvattennivåer och grundvattenströmning i glaukonitsanden, samt av tryckskillnaden mellan grundvattnet i glaukonitsanden och i de övre jordlagren.

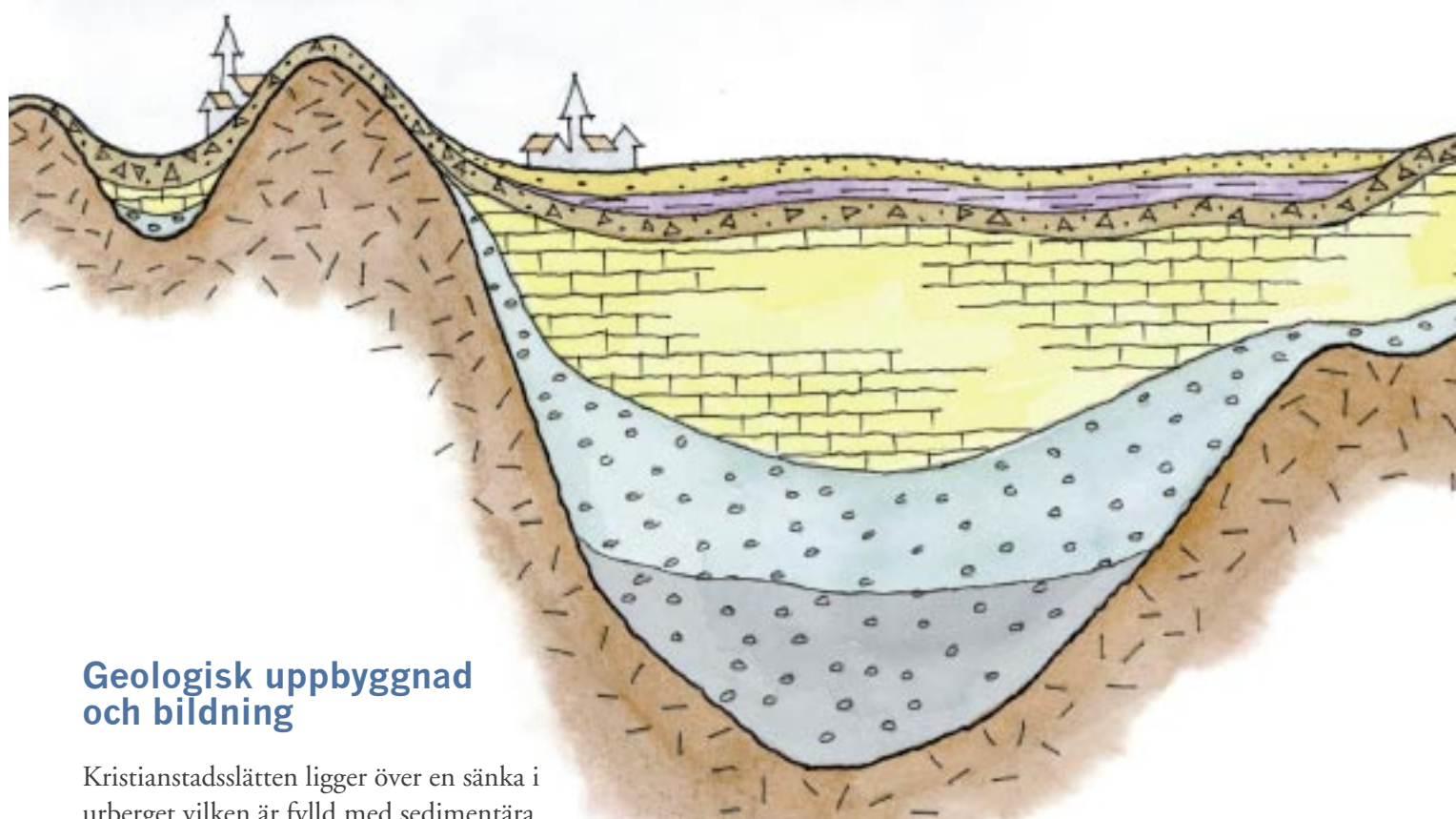
Partikelspärningsberäkningar: Beräkning av inom vilka områden infiltration sker till olika brunnsfält samt transporttiden från infiltrationsområde till brunnsfält.

Spridningsberäkningar: Simulering av föroreningsspredning från avfallsdeponin Härlövs ängar.

Vattentransport- och partikelspärningsberäkningarna har utförts dels för nuvarande förhållanden, dels för olika fall där uttagen vid Kristianstads centrala vattenverk flyttas till alternativa lokaliseringsområden vid Karpalund, Råbelöv respektive Rinkaby.

Spridningsberäkningarna har utförts dels för nuvarande förhållanden, dels för fallen att uttaget från brunnsfältet Centrala staden flyttas till Näsby fält eller Näsby industriområde.

Kristianstadsslätten, Sveriges största grundvattentillgång



Geologisk uppbyggnad och bildning

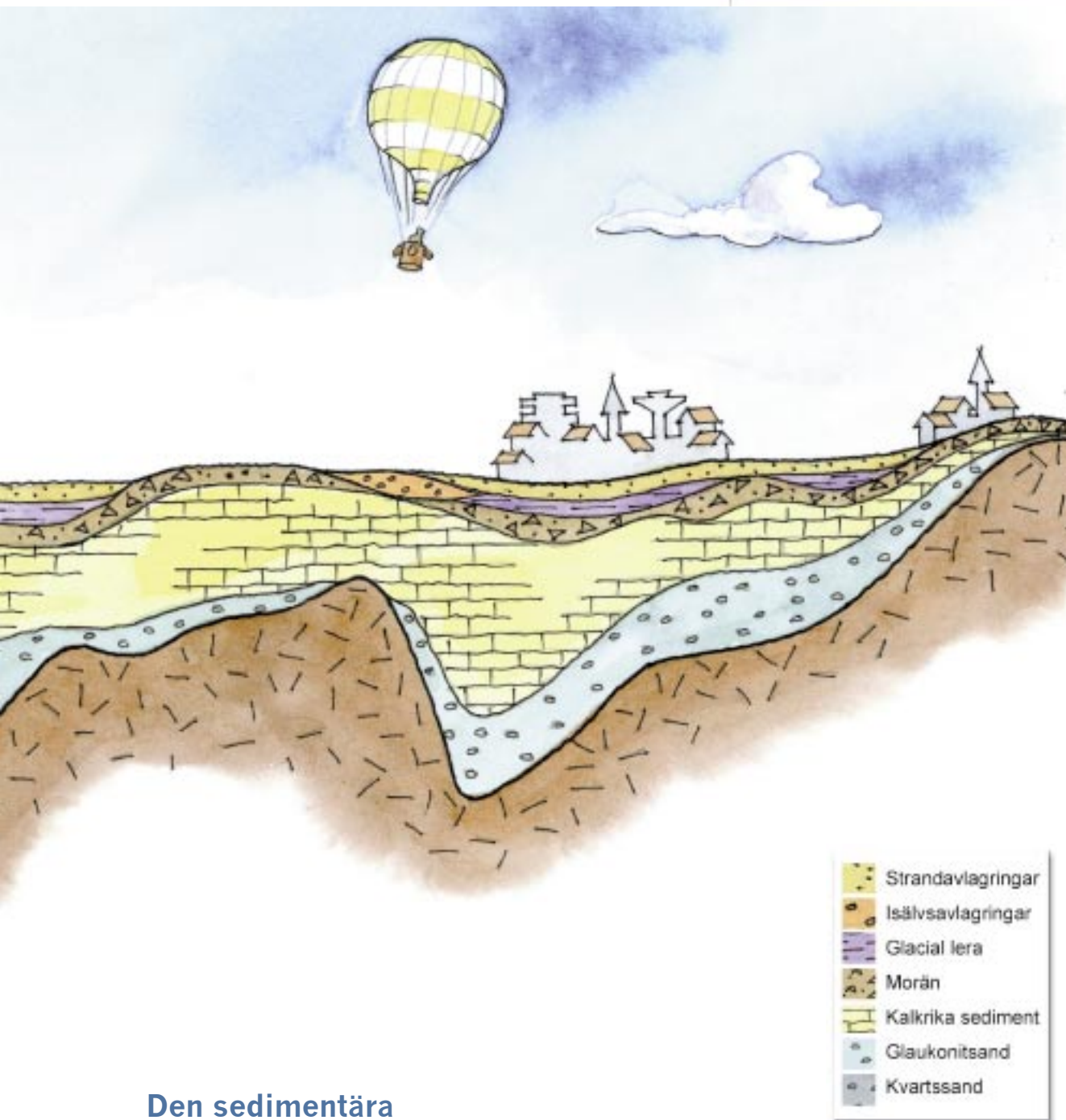
Kristianstadsslätten ligger över en sänka i urberget vilken är fylld med sedimentära bergarter och jordlager. Där sänkan är som djupast, i de sydöstra delarna, mellan Yngsjö och Maglehem, kan jordlagrens och de sedimentära bergarternas sammanlagda mäktighet uppgå till >300m.

Urberg

Urberget utgörs till största delen av *gnejs*, med inslag av granit, diabas, amfibolit och syenit.

Urbergsytans nivå under Kristianstadsslätten är känd från borrhningar och seismiska undersökningar. Nivån varierar kraftigt, men ligger inom större delen av slätten 50 - 250m under havets yta.

Från de borrhningar som når ner i urberget är känt att de övre delarna av urberget vanligen är vittrade. Vittringen är generellt mer omfattande där urbergets överyta ligger lågt eller är uppsprucken. Vid vittringen har gnejsberggrunden omvandlats till kvartssand och kaolin, som är ett lermineral.



Kristianstadsslättens geologiska uppbyggnad, sektion Maglehem - Kristianstad - Torsbro. Jordlagren byggs inom huvuddelen av slätten upp av tre lager. Dessa är i ordning uppi från och ner: strandavlagringar, glacial lera och morän. I högre liggande områden saknas strandavlagringar och lera. Inom stråk där inlandsisens smältvatten koncentrerats finns isälvavlagringar. Den sedimentära berggrunden består överst av kalkrika sediment och underst av glaukonitsand eller kvartssand. Underst i lagerföljden ligger urberg.

Den sedimentära berggrunden

Urberget överlagras av sedimentära bergarter från kritperioden. Sedimentberggrundens gräns mot urberget i SV, mot Linderödsåsen och Nävlingeåsen, utgörs av förkastningar. Mot N och NV tunnar sedimentbergarterna gradvis ut och gränsen mot urberget är här en flikig erosionsgräns. Mot SO fortsätter sedimentberggrunden in under Hanöbukten.

Direkt ovanpå urberget ligger ofta en *sedimentär lera*, huvudsakligen kaolinlera. Denna har bildats genom omlagring av vittringsprodukter, då havet under krittiden steg in över land.

Mäktigheten är inte närmare känd, men kan antagas variera betydligt.

Ovanpå den sedimentära leran följer vanligen *kvartssand*, som också bildats genom omlagring av vittringsprodukter. Kvantssanden innehåller ofta en hel del *glaukonit* och benämns då *glaukonitsand* eller "grönsand". Glaukonit är ett grönaktigt mineral som bildas i strandnära marina sediment. Glaukonitsanden är ofta relativt lös och uppvisar hög porositet. Vanligtvis är sanden finkornigare i de undre delarna och grövre högre upp.

Glaukonitsanden kan ha betydande mäktighet. Vid Kristianstad bedöms mäktigheten variera från ca 25 m upp till över 50 m. I södra delen av Kristianstadsslätten, kring Degeberga, Vittskövle och Yngsjö, har mäktigheter på över 70 m påvisats. I dessa delar av slätten underlagras glaukonitsanden av en finkornig kvartsand med en mäktighet på upp till 70 m eller mer.

Uppgifter från borrhningar tyder på att glaukonitsanden saknas, eller har liten tjocklek, från trakten av N Åsum till Åhus, dvs på Nävlingeåsens geologiska förlängning mot SO. Glaukonitsanden överlagras av *kalkrika sediment*. Deras mäktighet kan inom slättens sydöstra delar överstiga 150 m. Sedimenten består av omväxlande lager med kalksten (>90% kalk), sandkalksten (90 - 50 % kalk), kalksandsten (50 - 10 % kalk)

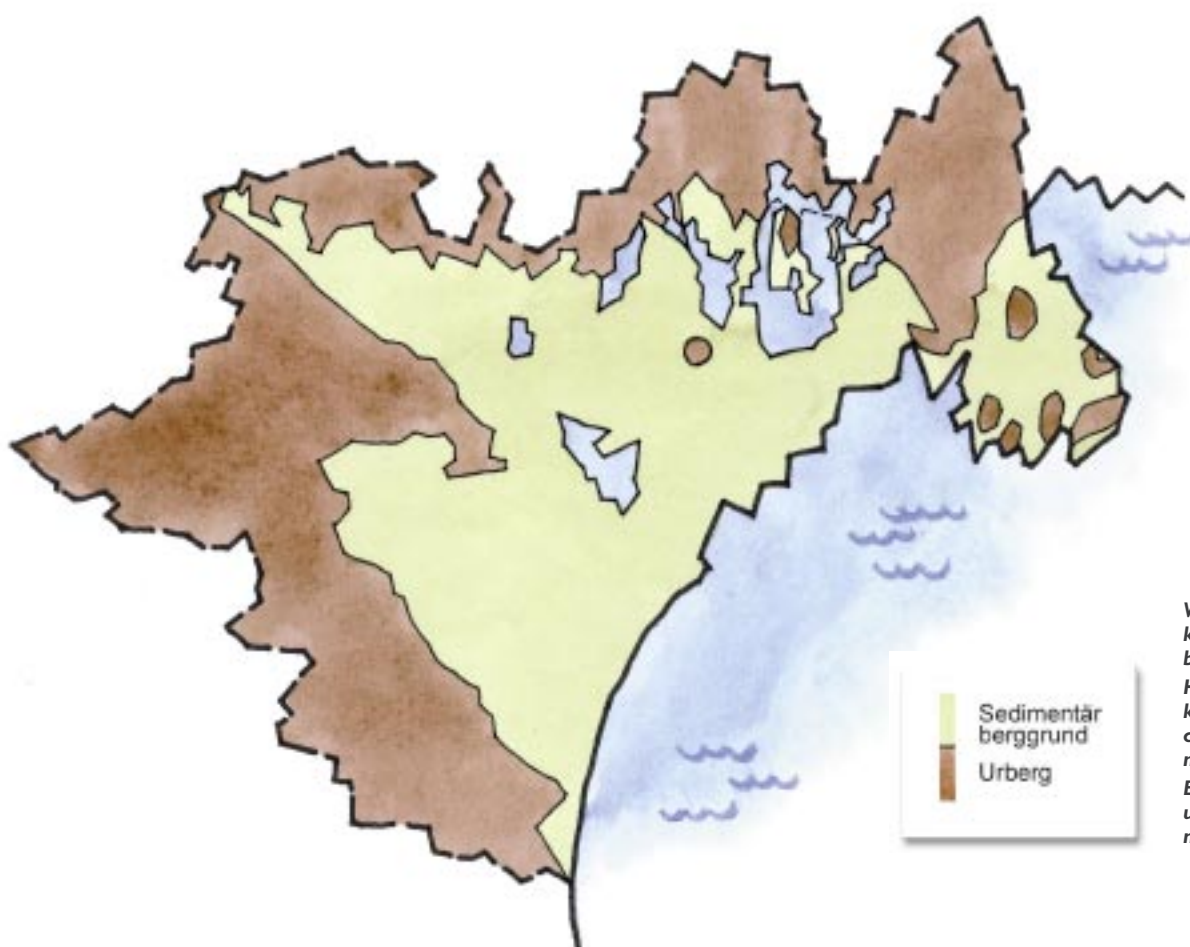
och sandsten (< 10 % kalk). De dominerade sedimenttyperna är kalksandsten och sandkalksten.

Sandkalkstenen är ofta relativt fast p g a att mineralkornen cementerats samman med kalkcement, medan kalksandstenen ofta är lösare. Hållrummen i sedimenten utgörs till övervägande delen av sprickor och porositeten är relativt låg.

Vid Åhus utgörs de översta delarna av den sedimentära berggrunden av kvartssandsten, s k *Åhussandsten*.

Jordlager

Den sedimentära berggrunden överlagras av ett jordtäckte, som i allmänhet har en mäktighet på 10 - 50 m.



Vänster: Översiktlig karta över den ytliga berggrunden.

Höger: Översiktlig karta över jordarter ca 0.5 m under markytan.

Begränsningslinjen utgör gränsen för modellområdet.

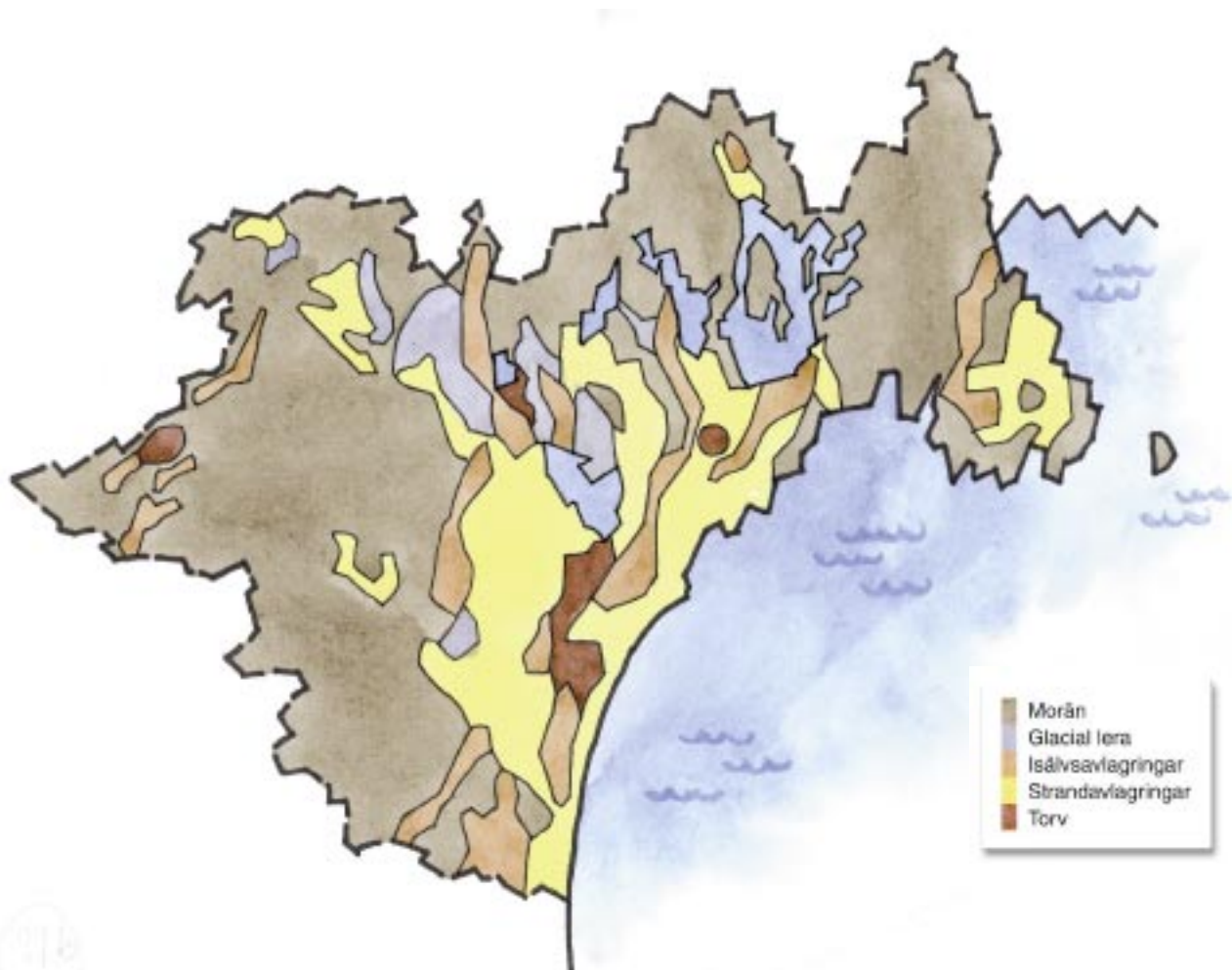
På berggrundsytan ligger ett lager *morän*, som är en osorterad jordart avsatt av inlandsisen. Moränen har en mäktighet som varierar mellan några få meter upp till 20 m eller mer. Moränen täcks inom stora delar av slätten av sorterade jordarter, avsatta i vatten i den s k Baltiska issjön under inlandsisens avsmältning. Inom områden med relativt lugna förhållanden avsattes *glacial lera*. Leran har inom stora områden en mäktighet i intervallet 3 - 15 m.

Inom områden där inlandsisens smältvatten koncentrerades avsattes *isälvsavlagringar*. Dessa bildar ett par större stråk vilka sträcker sig i N - S riktning över slätten. De utgörs huvudsakligen av sand med inslag av grus. Isälvsavlagringarna kan nå från markytan ner till den sedimentära berggrundens överyta. De innehåller stora grundvattentillgångar

och har även stor betydelse för grundvattenbildningen på Kristianstadsslätten.

De glaciala (genom inlandsisen bildade) jordarterna täcks ofta av postglaciala *strandavlagringar*, d v s sediment som bildats genom vågornas omlagring av äldre jordarter. Strandsedimenten består huvudsakligen av sand, men grusiga sediment förekommer också. Mäktigheten är inom de flesta områden 1 - 3 m.

De glaciala jordarterna och strandsedimenten kan i sin tur överlagras av *torv* och *svämsediment* (bäck- och åavlagringar) med mäktighet vanligen <10 m.



Den geologiska tidsskalan

Kristianstadsslättens lagerföljd byggs upp av tre huvudenheter, vilka bildats under tre olika perioder under jordens utvecklingshistoria:

Urberg, ålder ca 1800 - 900 miljoner år

Sedimentär berggrund, 140 - 65 miljoner år

Jordlager, ca 13.000 - 0 år.

Den geologiska tidsskalan. De röda avsnitten markerar de tidsperioder då de olika geologiska huvudenheter på Kristianstadsslätten bildades.



Kristianstadsslättens geologiska utvecklingshistoria

1800 - 1600 MILJONER ÅR SEDAN

De äldre delarna av urberget bildas genom omvandling av äldre bergarter, vulkaniska avlagringar m m. Under perioden spricker också berggrunden upp i block.

1200 - 900 MILJONER ÅR SEDAN

De yngre delarna av urberget, bl a bergarterna syenit och hyperitdiabas ("svart granit"), bildas genom att smält berg tränger upp från stora djup och långsamt kyls av och stelnar närmare markytan.

600 - 440 MILJONER ÅR SEDAN

Under denna tid var Skåne täckt av hav. I havet

avsattes sediment som bl a bildade sandsten, alunskiffer och lerskiffer. I SV delen av Skåne finns dessa bergarter kvar men i de NO delarna, inklusive Kristianstadsslätten, har de eroderats bort under efterföljande perioder då sedimenten utgjort landyta.

440 - 140 MILJONER ÅR SEDAN

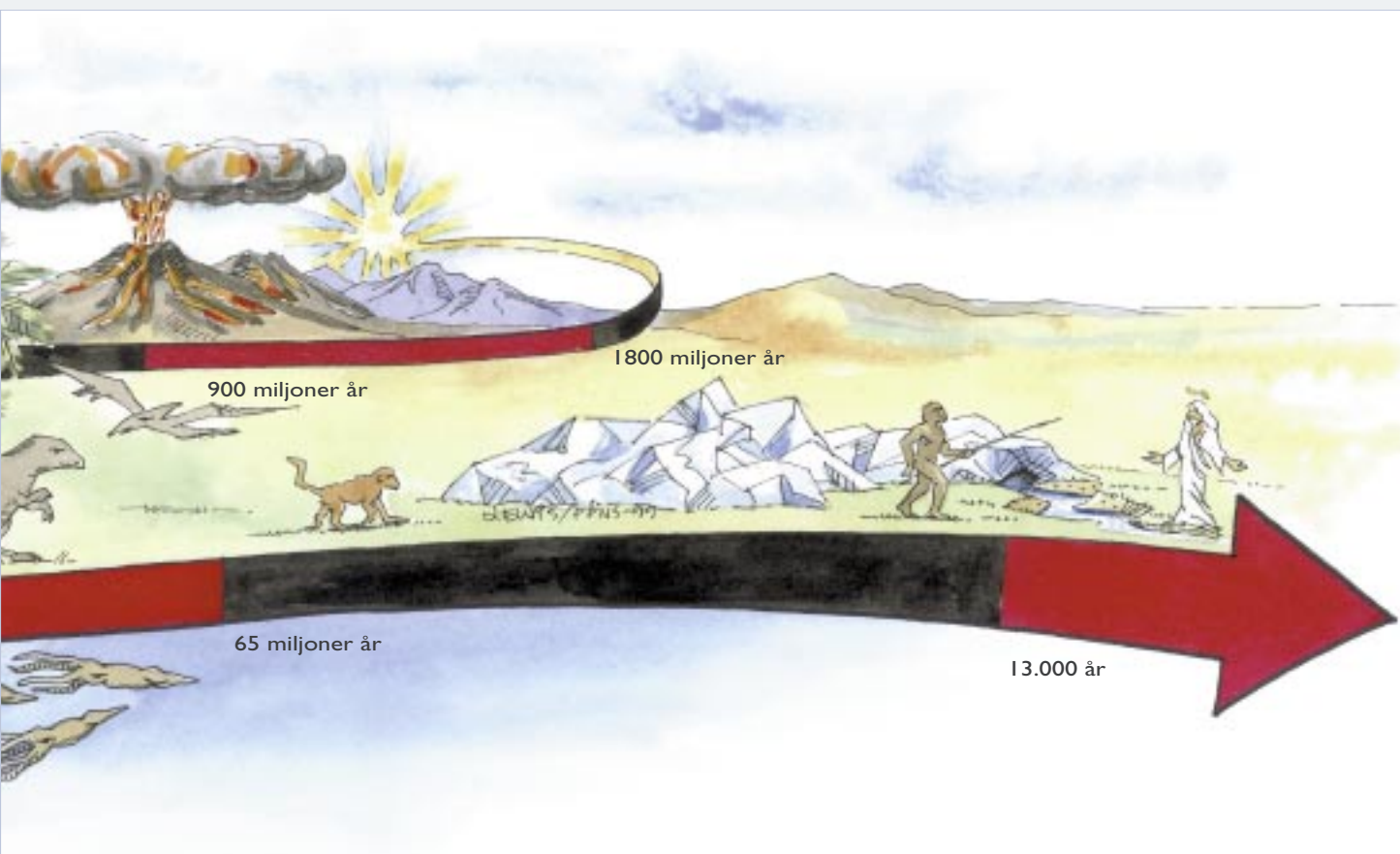
I början av perioden utsätts berggrunden för deformationer, som leder till rörelser mellan blocken, s k förkastningar. De första antydningarna till Skånes "åsar" uppstår. Dessa är egentligen s k *horstar*, d v s upplyfta urbergsblock. Under slutet av perioden börjar sänkan, som nu rymmer

Kristianstadsslätten, att bildas. Horstarnas höjning fortsätter in i kritperioden då de når sin nuvarande form.

Under en stor del av perioden är området kring Kristianstadsslätten land. En omfattande vittring av urberget äger rum och vittringsprodukter som lera och kvartssand täcker urberget.

140 - 65 MILJONER ÅR SEDAN

Under denna period, *kritperioden*, stiger havet i flera omgångar in över Kristianstadsslätten. Resterna av det vittrade urberget eroderas i strandzonerna, sorteras av vågorna och avsätts i havet,



kvartssanden nära stranden och leran längre ut. På grunt vatten sker också utfällning av mineralet glaukonit. På detta sätt bildas den sedimentära kaolinleran och glaukonit-sanden.

Det bildade grundhavet är en god livsmiljö som rymmer ett myller av organismer. Kalkrester samlas på havsbotten. Utfällning av kalk sker också på kemisk väg. På detta sätt bildas de kalkrika sedimenten.

2 MILJONER - 13.000 ÅR SEDAN

Kristianstadsslätten täcks i flera omgångar av inlandsis. Inlandsisens rörelser eroderar jord- och berglager, och det

eroderade materialet avsätts som en osorterad jordart, *morän*. Smältvattnet sorterar jordlager vilka avsätts i olika fraktioner. Där smältvattnets rörelse-energi är stor avsätts isälvsavlagringar, t ex rullstensåsar. Inom områden där vattnets rörelseenergi är liten avsätts finkorniga sediment, t ex lera och silt.

Jordarter bildade under denna tid brukar kallas *glaciala jordarter*.

13.000 - 0 ÅR SEDAN

Inlandsisen smälte av från Skåne för ca 13.000 år sedan. Direkt efter isavsmältningen täcks Kristianstadsslätten av

Baltiska issjön. Vågornas aktivitet leder till att strandavlagringar bildas. Baltiska issjön får så småningom kontakt med havet och vattenytan sänks. För ca 6 - 7000 år sedan stiger Litorinahavet in över de lägre delarna av Kristianstadsslätten och ny bildning av strandavlagringar sker.

Under perioden bildas också *svämavlagringar* när vattendrag svämmar över. När sjöar och våtmarker växer igen bildas *torvavlagringar*.

Jordarter bildade under denna tid brukar kallas *postglaciala jordarter*.

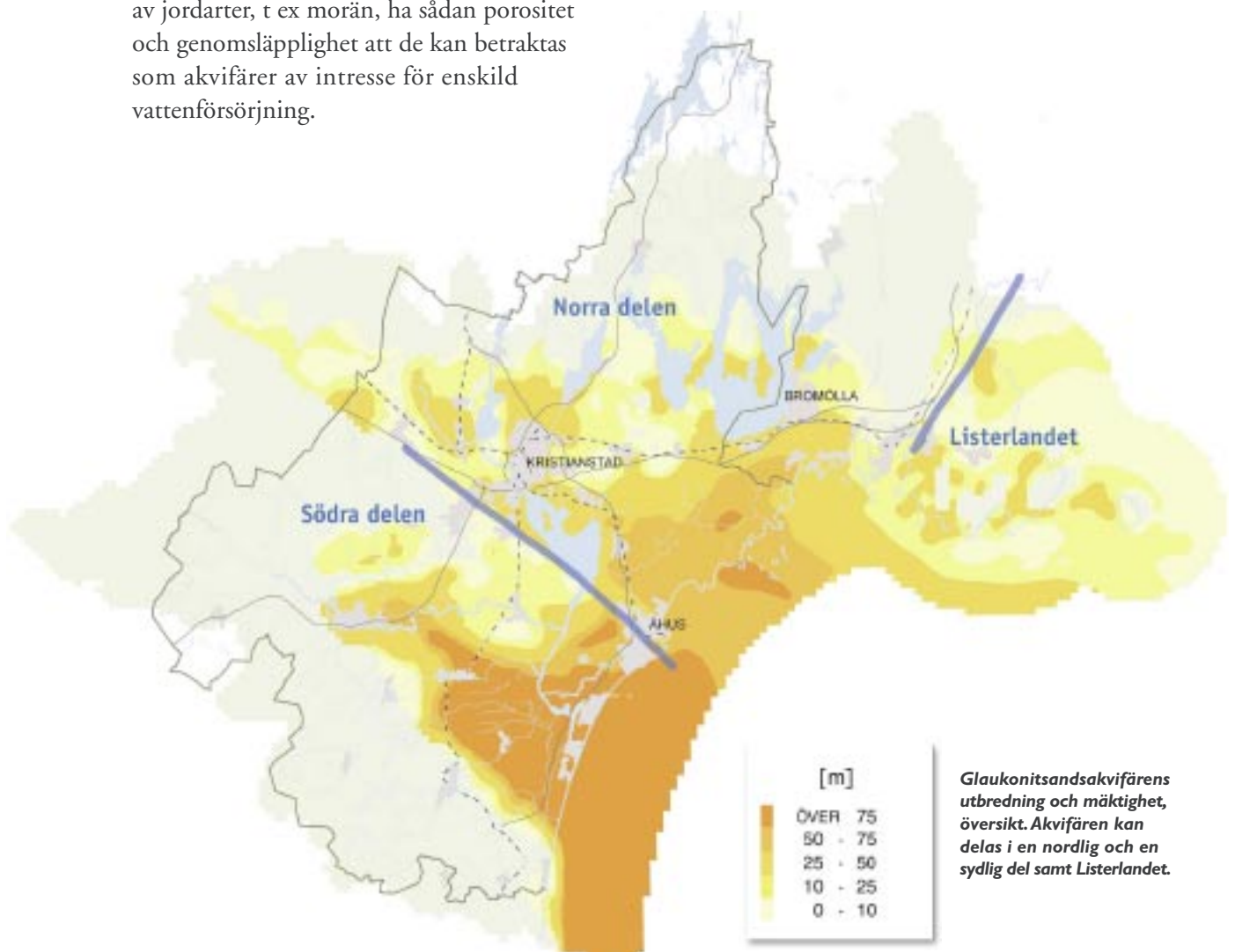
Hydrogeologi

Akvifärer

Beroende på de geologiska förhållandena på Kristianstadsslätten kan man definiera ett flertal akvifärer (grundvattenförande lager): De genomsläppliga **jordlagren**, i första hand isälsavlagringarna och strandavlagringarna, utgör porakvifärer som kan vara öppna eller slutna. Akvifärerna underlagras i allmänhet av tätare jordlager, d v s glacial lera och morän. Under de större isälsavlagringarnas centrala delar saknas dock i många fall de tätare jordarterna, då dessa har spolats bort av smältvattnet. Lokalt kan även andra typer av jordarter, t ex morän, ha sådan porositet och genomsläpplighet att de kan betraktas som akvifärer av intresse för enskild vattenförsörjning.

Brunnar i jordlagren är ofta av typen grävd brunn eller rörspets, vilket är konstruktioner som endast medger mindre vattenuttag. Större vattenuttag ur jordlagren måste göras med filterbrunnar.

De **kalkrika sedimenten** utgör en sprickakvifär. Inom den helt övervägande delen är den en sluten akvifär, men lokalt, bl a längs Nävlingeåsens norra rand, kan den vara öppen.



Genomsläppligheten är vanligtvis liten jämfört med glaukonitsanden och isälvs-/strandavlagringarna. Uttagsmöjligheterna är ändå vanligen tillräckliga för att ge vatten för enskilda hushåll eller lantbruk. Det finns därför ett stort antal borrhåll som tar vatten ur sedimenten. Dessa är av typen öppet borrhål.

Inom vissa områden kan de kalkrika sedimenten uppvisa en betydande genomsläpplighet. Detta gäller framför allt delar av randområdena, där s k karstvittring lett till att sprickor vidgats. Andra sådana områden är där berggrunden utsatts för förkastningsrörelser med förhöjd sprickighet som följd. Detta kan bl a vara fallet inom området längs Nävlingeåsens geologiska förlängning mot Åhus.

Glaukonitsandslagren (inklusive kvartssand) utgör Sveriges största akvifär och brukar benämnas *glaukonitsandsakvifären*. Den är en sluten porakvifär. Glaukonitsanden är tunn eller saknas helt på Nävlingeåsens geologiska förlängning mot Åhus, vilket innebär att glaukonitsandsakvifären kan delas i en nordlig och en sydlig del. Listerlandet utgör hydrauliskt en avgränsad del av glaukonitsandsakvifären.

Större brunnar i glaukonitsandsakvifären utförs som filterbrunnar och medger mycket stora vattenuttag. Mindre brunnar kan utföras som öppet hål, men risken är stor att dessa rasar igen om glaukonitsanden är svagt konsoliderad.

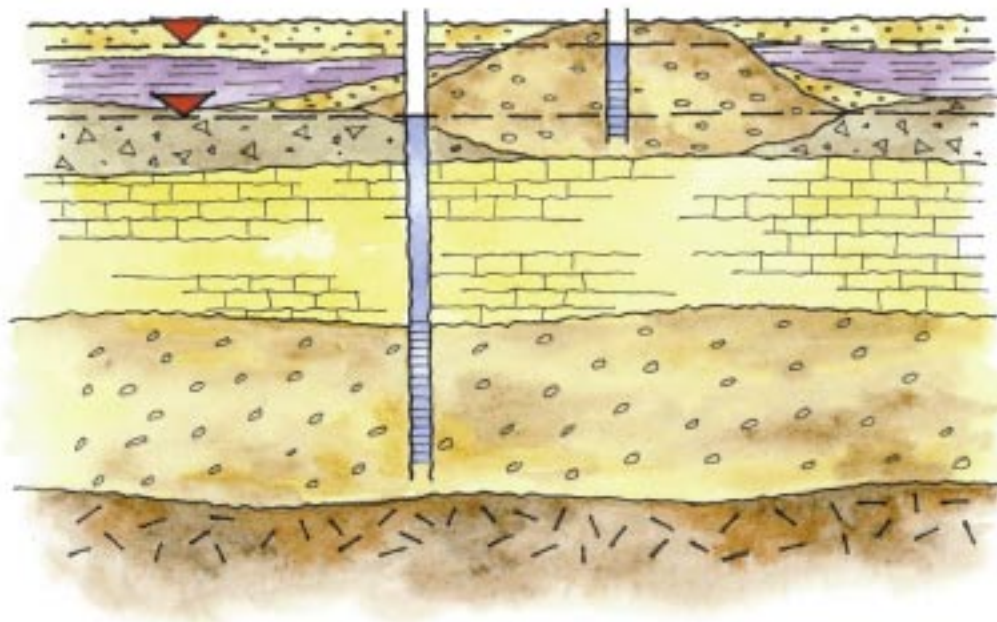
Grundvattenbildning och läckage

Grundvattnets rörelse inom slätten är komplicerad och kan vara såväl horisontell som uppåt- eller nedåtriktad. I stora drag sker rörelsen från *inströmningsområden*, där grundvatten bildas i jordlagren, till *utströmningsområden*, där det strömmar ut i våtmarker eller vattendrag. Transporten kan ske längs olika vägar: En del grundvatten transporteras i huvudsakligen ytliga lager till närbelägna utströmningsområden, medan en del transporteras längre sträckor i djupare lager.

Grundvattenbildningens storlek och fördelning inom inströmningsområdena beror till stor del på typen av jordart. Störst är grundvattenbildningen vanligtvis inom områden med sand och grus, och minst inom områden med leriga jordarter.

Beräkningar har visat att inströmningsområden med stor grundvattenbildning huvudsakligen är belägna inom slättens randområden, framför allt längs Nävlinge- och Linderödsåsens norra ränder, samt inom de stråk av isälvsavlagringar som löper i nord-sydlig riktning över slätten. Inom dessa områden är jordlagren mycket genomsläppliga. Utströmningsområdena är i huvudsak belägna inom slättens centrala och sydöstra delar: Omkring Önnestad, Araslövssjön, Hammarsjön och Helgeåns nedre lopp samt längs kusten mellan Yngsjö och Bromölla.

Akvifärer på Kristianstadsslätten, principfigur. I jordlagren, i första hand isälvsavlagringar och strandavlagringar, finns porakvifärer som kan vara öppna eller slutna. Grundvattenytan kan här vara en fri grundvattenyta eller en tryckyta. I de kalkrika sedimenten finns en sprickakvifär som till övervägande delen är sluten. I glaukonitsanden finns en sluten porakvifär. I de slutna akvifärerna är grundvattenytan en tryckyta. Förhållandet mellan grundvattenytorna i de olika akvifärerna kan variera: I figuren är grundvattenytans nivå i jordlagren högre än i den sedimentära berggrunden. Förhållandet kan vara det omvända inom andra områden.



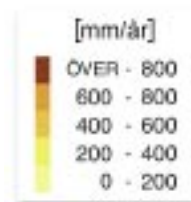
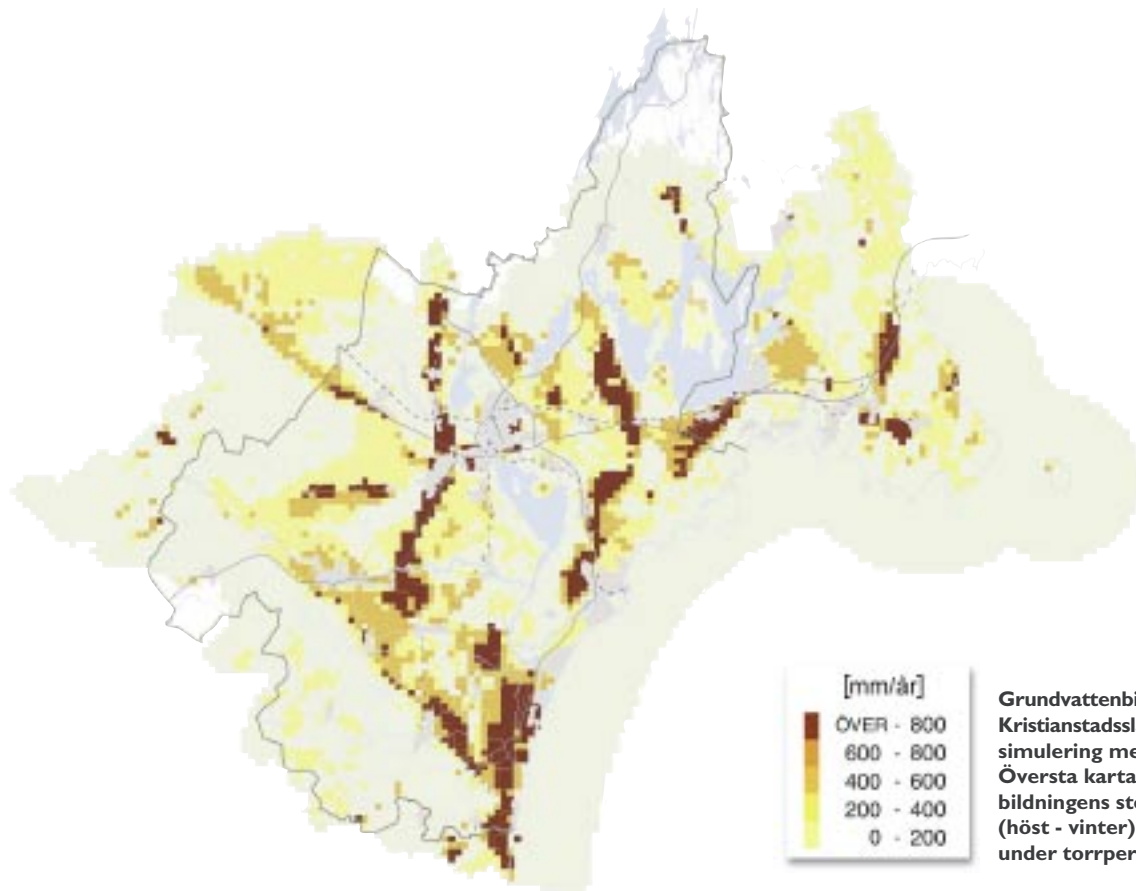
Fördelningen mellan inströmnings- och utströmningsområden är i stora drag oförändrad under året. Storleken på grundvattenbildningen varierar emellertid kraftigt. Praktiskt taget all grundvattenbildning sker under perioden sen höst - tidig vår, medan den är mycket liten under perioden sen vår - tidig höst.

Mellan de olika akvifärerna i jordlagren och den sedimentära berggrunden sker ett omfattande grundvattenutbyte, s k *läckage*. Läckaget kan vara nedåtriktat eller uppåtriktat.

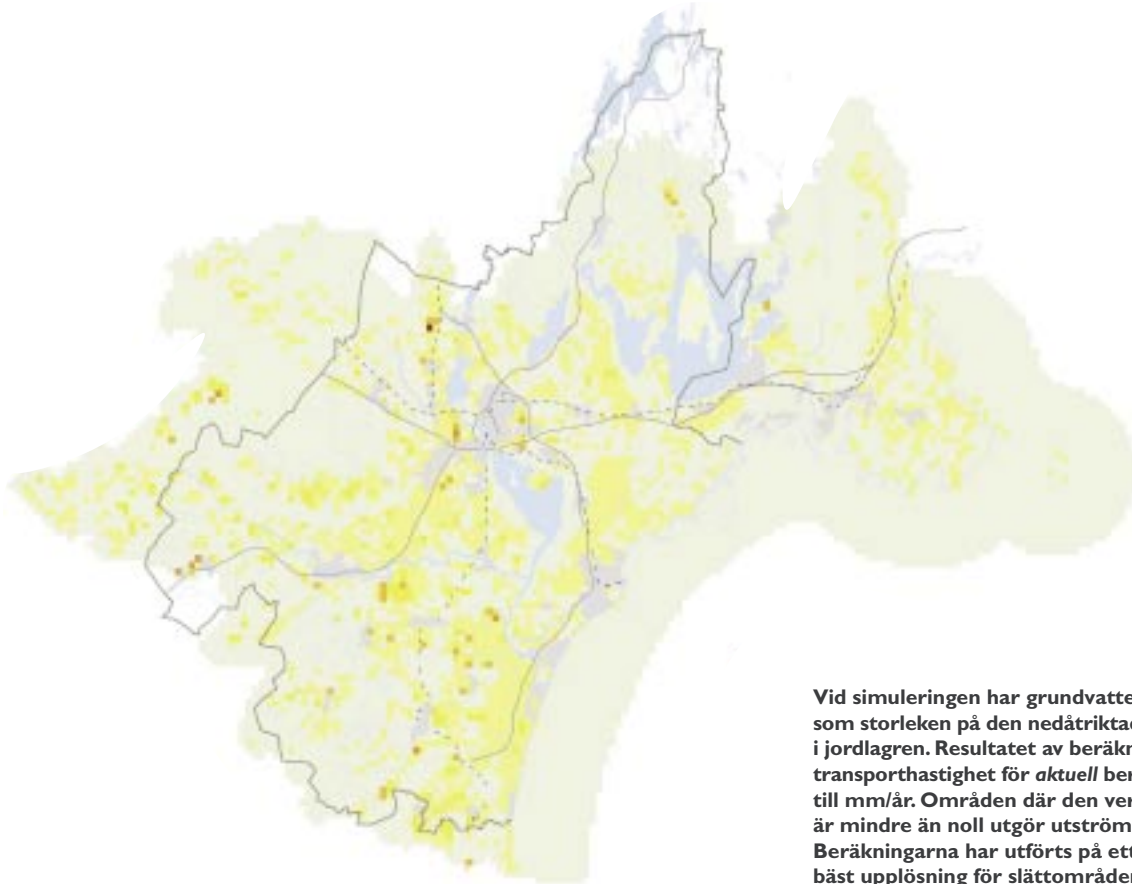
Beräkningar visar att stort nedåtriktat läckage förekommer bl a längs slättens randområden, där detta kan uppgå till över 300 mm/år. Betydande nedåtriktat läckage, upp till 300

mm/år men lokalt även högre, förekommer inom isälvsavlagringarna, bl a längs stråken Lyngsjö - Vä - Färlöv, Vanneberga - Gualöv och Åhus-Fjälkinge-Karsholm samt vid Fjälkestad. Modellberäkningarna visar således att såväl grundvattenbildning som läckage till glaukonitsandsakvifären ofta är betydande inom områden med isälvsavlagringar. Detta understryker vikten av grundvattenskydd i dessa områden.

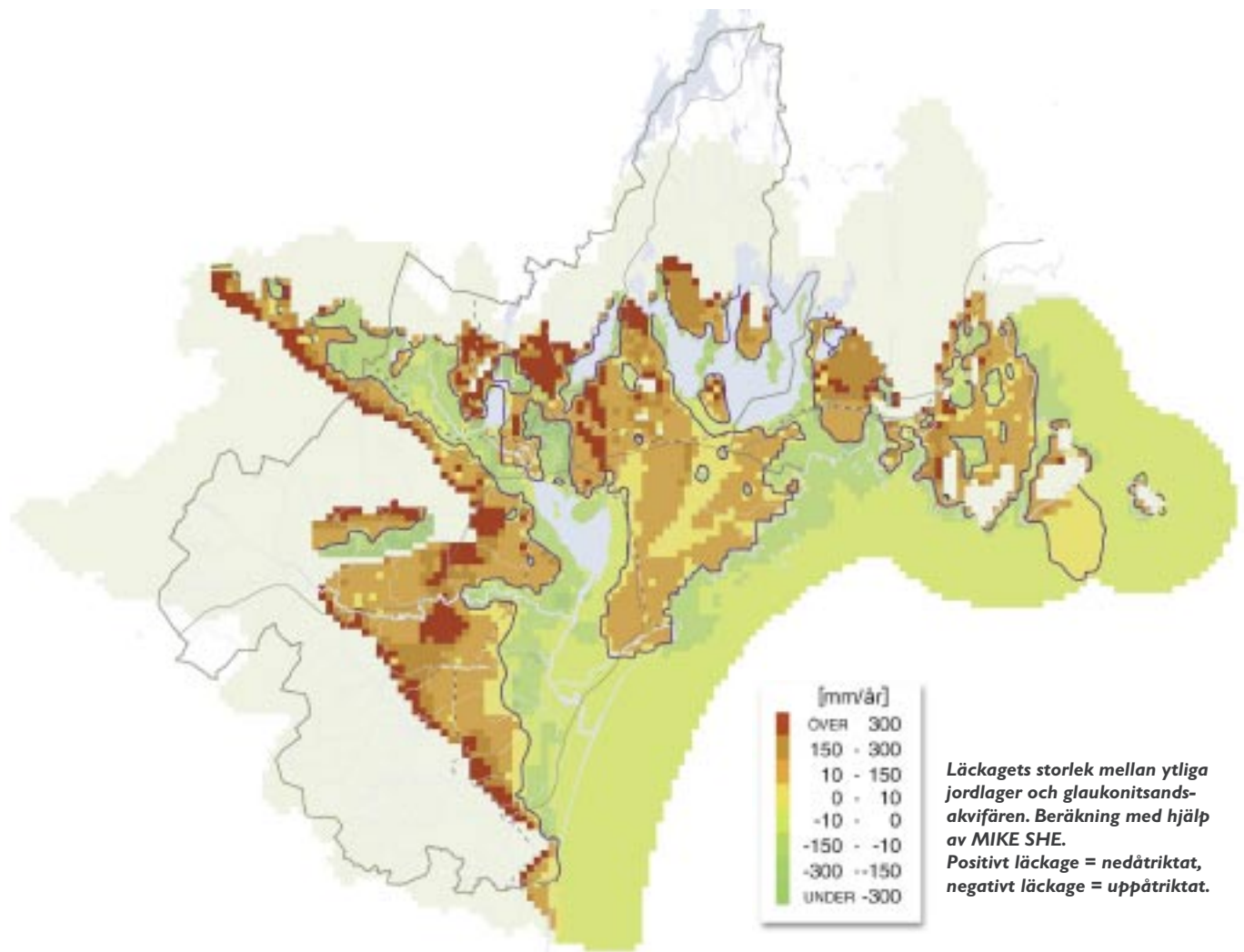
Betydande nedåtriktat läckage kan även förekomma i anslutning till stora grundvattenuttag i berggrunden. Kring Kristianstads kommuns brunnar i centralorten förekommer ett nedåtriktat läckage på 10 - 150 mm/år inom ett område där läckaget tidigare varit uppåtriktat.



Grundvattenbildningens storlek på Kristianstadsslätten. Resultat av simulering med hjälp av MIKE SHE. Översta kartan visar grundvattenbildningens storlek under våtperiod (höst - vinter) och understa kartan under torrperiod (sensommar).



Vid simuleringen har grundvattenbildningen definierats som storleken på den nedåtriktade vertikala strömningen i jordlagren. Resultatet av beräkningarna redovisas som transporthastighet för *aktuell* beräkningsperiod omräknad till mm/år. Områden där den vertikala komponenten är mindre än noll utgör utströmningsområden. Beräkningarna har utförts på ett sätt som förväntats ge bäst upplösning för slättområdena. Detta har skett på bekostnad av noggrannheten i omgivande höjdområden.



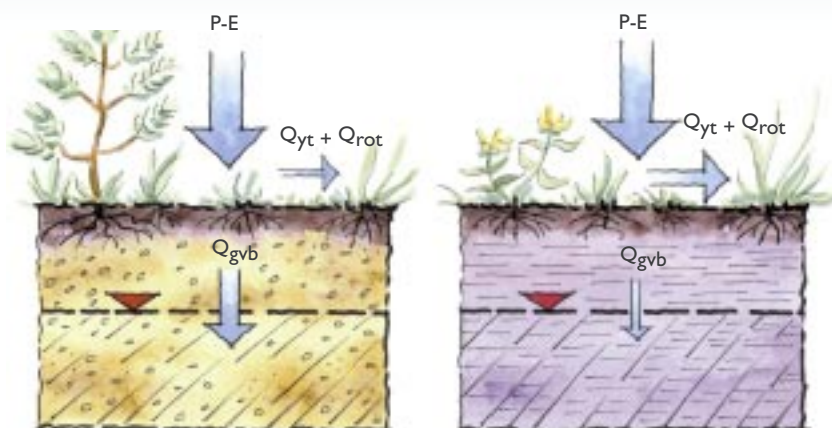
Grundvattenbildning, inströmningsområden och läckage

Grundvattenbildning

definieras som nedträngning av nederbördsvatten i grundvattenförande lager. Grundvattenbildning är en process som sker med *gravitationen* som drivkraft i övergångsszonen mellan den omättade zonen, där

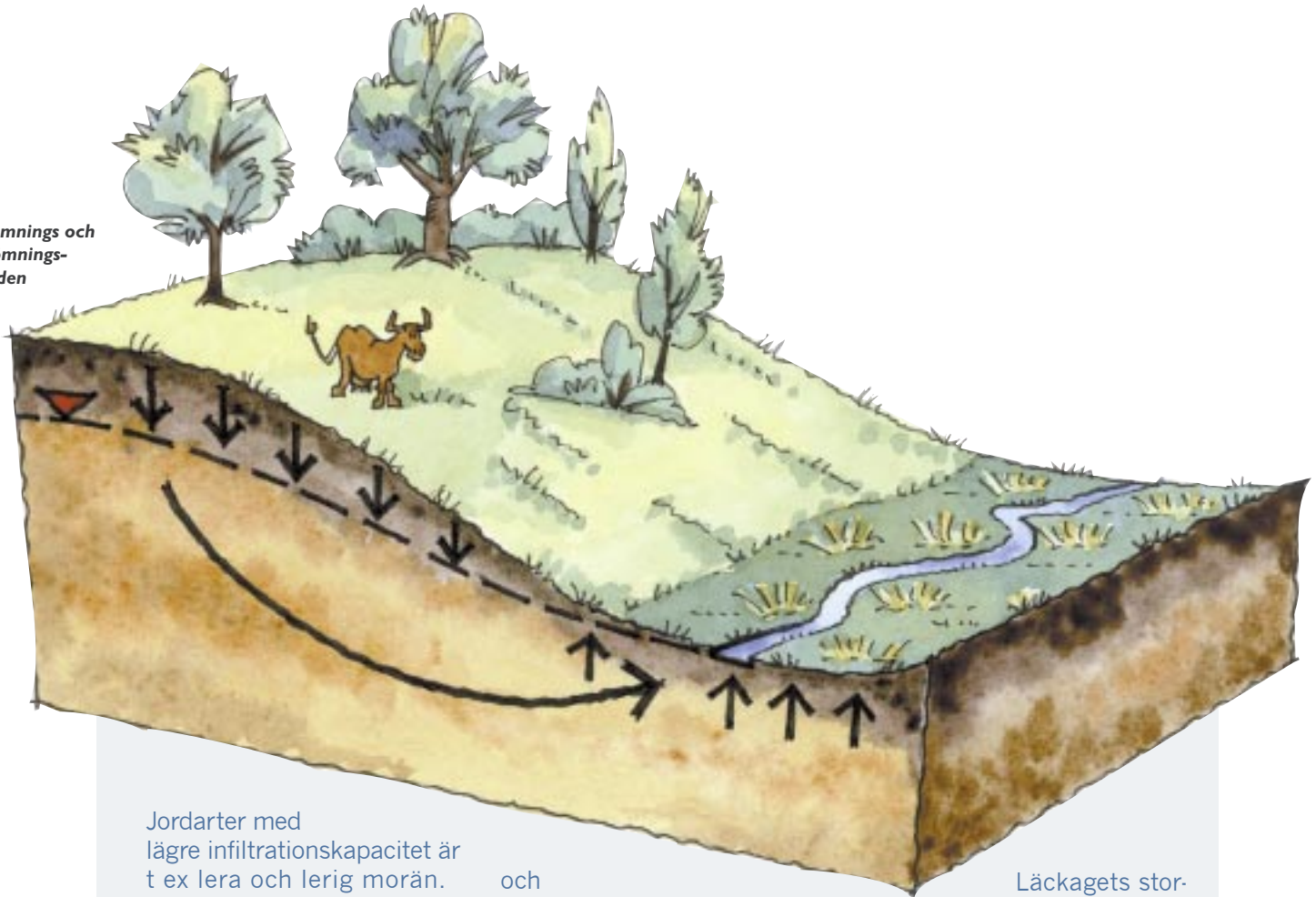
porerna i marken är fyllda med vatten och luft, och den mättade zonen, där porerna är helt fyllda med vatten. Den vanligaste situationen är att grundvattenbildning sker i en öppen akvifär i jordlagren.

Grundvattenbildningens storlek beror på en rad faktorer varvid nettonederbördens storlek och jordlagrens infiltrationskapacitet och vattenhållande förmåga är de viktigaste. Jordarter med hög infiltrationskapacitet är bl a sand och grus.



Grundvattenbildningens storlek beroende av jordart, principfigur.
P-E = nettonederbörd,
 Q_{gvb} = grundvattenbildning,
 Q_{yt} = ytavrinning,
 Q_{rot} = avrinning i rotzon.
I en genomsläpplig jordart, t ex sand (vänster), är grundvattenbildningen större än i en mindre genomsläpplig, t ex lera (höger).

Inströmnings och
utströmnings-
områden



Jordarter med lägre infiltrationskapacitet är t ex lera och lerig morän.

Den genomsnittliga netto-nederbörden på Kristianstadsslätten uppgår i genomsnitt till ca 200mm/år. Inom områden med sand och grus kan 200 - 400 mm/år infiltrera och bilda grundvatten. Inom områden med leriga jordarter kan grundvattenbildningen förväntas vara <20 mm/år.

Grundvattenbildning äger rum i s k **inströmningsområden**. Dessa är ofta relativt högt belägna. Grundvattnets strömningsgradient har en nedåtriktad komponent och grundvattenytan ligger relativt djupt under markytan.

Inom **utströmningsområden** har strömningsgradienten en uppåtriktad komponent

och grundvattenytan ligger nära markytan. I utströmningsområden förekommer våtmarker, källsprång och vattendrag.

Läckage definieras som transport av grundvatten från en akvifär till en annan, eller mellan ytvatten och akvifär. Detta är en process som sker med *tryckskillnader* som drivkraft. Den vanligaste situationen är att läckaget är vertikalt, nedåt- eller uppåtriktat, mellan en öppen eller sluten akvifär i jordlagren och en sluten akvifär i berggrunden. Den transport av grundvatten som sker från eller till glaukonitsandsakvifären på Kristianstadsslätten sker i allt väsentligt genom läckage.

Läckagets storlek mellan två akvifärer bestäms av den akvifärskiljande barriärens genomsläpplighet och tjocklek samt tryckskillnaden mellan akvifärerna. Läckaget kan beräknas enligt följande uttryck

$$q = \frac{K'}{b'} \Delta h$$

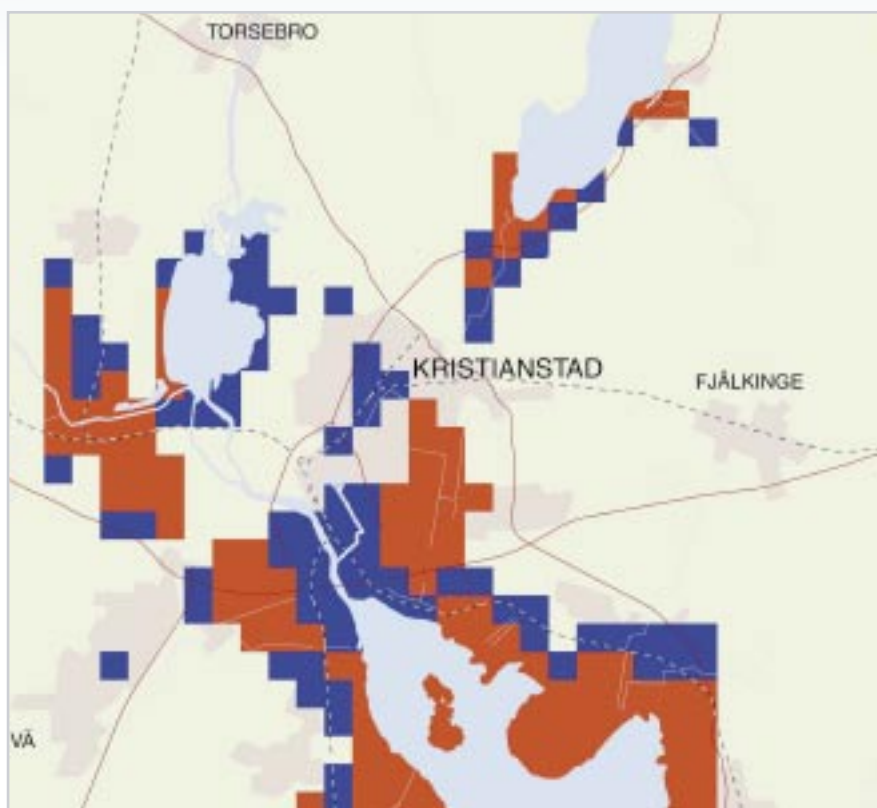
där q = läckaget ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{s}$), K' = barriärens vertikala hydrauliska konduktivitet (m/s), b' = barriärens tjocklek (m) och h = tryckskillnaden mellan akvifärerna (m). K'/b' kallas *läckagekoefficient*, enhet: s^{-1} .

Läckagets förändring under 1900-talet

På Kristianstadsslätten finns områden där grundvattentrycket i glaukonitsandsakvifären är högre än i jordlagren, vilket medför ett uppåtriktat läckage. I dessa områden förekommer en hög andel sjöar och våtmarker. Det höga trycket i glaukonitsandsakvifären beror på

att en betydande grundvattenbildning sker i relativt högt belägna områden nära gränsen mellan sedimentär berggrund och urberg. Innan glaukonitsandsakvifären började användas för grundvattenuttag omfattade områden med uppåtriktat läckage betydande delar av Kristianstadsslätten.

När grundvatten under 1940-talet började utvinnas ur glaukonitsandsakvifären sänktes trycket i denna. Det uppåtriktade läckaget upphörde eller minskade inom stora områden, och inom områden där läckaget var nedåtriktat ökade detta.



Förändring av utläckageområden kring Kristianstad under 1900-talet.
Figuren visar utläckageområdenas utbredning under början av 1900-talet samt 1998.
Resultat av beräkning med hjälp av MIKE SHE.



Grundvattnets sammansättning

Vatten är ett lösningsmedel. När grundvattnet strömmar genom porer och sprickor löses ämnen från jord- och berglager tills kemisk jämvikt inträder mellan grundvattnet och omgivande medium. Grundvattnet innehåller därför naturligt ämnen som förekommer i jord- och berglager. I urbergsområden kännetecknas grundvattnet ofta av höga halter av järn, mangan, fluor och kiselsyra. I kalkområden förekommer dessutom ofta höga halter av kalcium och magnesium. Genom nederbörden tillförs bl a natrium och klorid.

Vid sidan av kemiska reaktioner sker också mikrobiologiska processer som påverkar grundvattnets beskaffenhet. I dessa processer nyttjas det organiska material som finns i jordlagren, framför allt i humusskiktet, som energi- och kolkälla för mikroorganismer. I ytliga jordlager förekommer vanligtvis syre i porluft eller infiltrerat vatten. Vid tillgång på syre, *aerob* miljö, utnyttjas detta som oxidationsmedel i de mikrobiologiska processerna. Ofta inträder emellertid syrebrist och andra ämnen ersätter syre som oxidationsmedel, t ex nitrat, tervärt järn (rost) och sulfat. Under syrefria, *anaeroba* förhållanden, drivs processerna av andra typer av mikroorganismer.

Dessa är ofta långsammare än de som verkar under närvaro av syre.

I såväl den omättade som den mättade zonen finns en bred uppsättning av mikroorganismer med förmåga att omsätta det organiska material som finns på jordpartiklarna eller lösta i vattnet. Detta gör jordlagren till effektiva biologiska filter med kapacitet att bryta ner även komplexa organiska föreningar. Även om reaktionerna sker långsamt är resultatet ofta långtgående, då uppehållstiderna är långa.

Sammanfattningsvis är det framför allt mineralsammansättningen i jord och berg, förekomsten av organiskt material och omsättningshastigheten som bestämmer grundvattenkvaliteten.

Grundvattnets naturliga sammansättning på Kristianstadsslätten

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har undersökt grundvattnets kemiska sammansättning på Kristianstadsslätten. Resultaten visar att grundvattnet i jordlagren och den sedimentära berggrunden uppvisar olika sammansättning och att det förekommer områdesvisa variationer.

Grundvattnet i *jordlagren* är i allmänhet hårt (70 - 150 mg/l Ca), men även medelhårt och mycket hårt vatten kan förekomma. I de övre jordlagren är järnhalten i allmänhet låg (<0.2 mg/l), medan järnhalten i de undre jordlagren varierar inom vida gränser. Mangan- och kloridhalten är i allmänhet låg.

Grundvattnet i den *sedimentära berggrunden* är i allmänhet hårt eller medelhårt (60 - 100 mg/l Ca). Grundvattnet i glaukonitsanden har i många fall en lägre hårdhet än grundvattnet i de kalkrika sedimenten. Järnhalten varierar men ligger i allmänhet inom intervallet 0.5 - 2 mg/l. En tendens till högre järnhalt finns inom området Hammarsjön - Råbelövssjön och en tendens till lägre järnhalt inom området Degeberga - Tollarp - Träne liksom omkring Vinslöv. Mangan- och kloridhalterna är i allmänhet låga.

Genom mänskliga aktiviteter kan grundvattnets sammansättning påverkas, exempelvis genom diffust kväveläckage från jordbruksmark, luftburen deposition av kväve och svavel, hantering och spridning av bekämpningsmedel, lakvattenläckage från soptippar, diffust läckage från tätorter och utsläpp från enskilda avlopp, vägar, gödsel-anläggningar m m.

Ändring av grundvattnets beskaffenhet kan också ske genom stora vattenuttag. Orsaken kan vara dels minskad omsättningstid, dels att inströmningsområdena till akvifären ändras. Kring centralorten har observerats att temperaturen på vattnet i glaukonit-sandsakvifären sjunkit med upp till 2°C till följd av den ökade vattenomsättningen. Stora vattenuttag nära kusten kan också leda till saltvatteninträngning.

Saltvatteninträngning och fossilt grundvatten

Salt grundvatten innehåller höga halter av kloridjoner, Cl⁻. Om kloridhalten överstiger ca 300 mg/l får vattnet salt smak. I Statens Livsmedelsverks kungörelse om dricksvatten (SLV FS1993:35) anges gränsvärdet 100 mg/l för teknisk anmärkning och 300 mg/l för estetisk anmärkning.

Förhöjda kloridhalter i grundvatten kan ha olika orsaker. T ex kan överuttag i kustnära områden medföra saltvatteninträngning. Andra orsaker kan vara tillströmning av **fossilt grundvatten**, dvs salt vatten med ursprung i hav

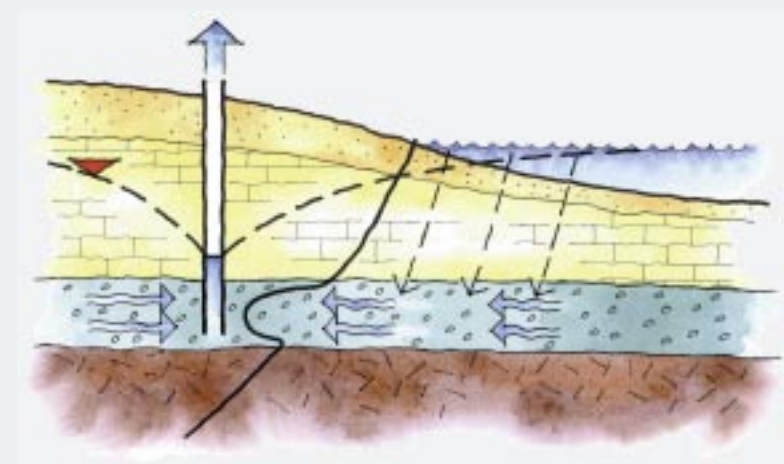
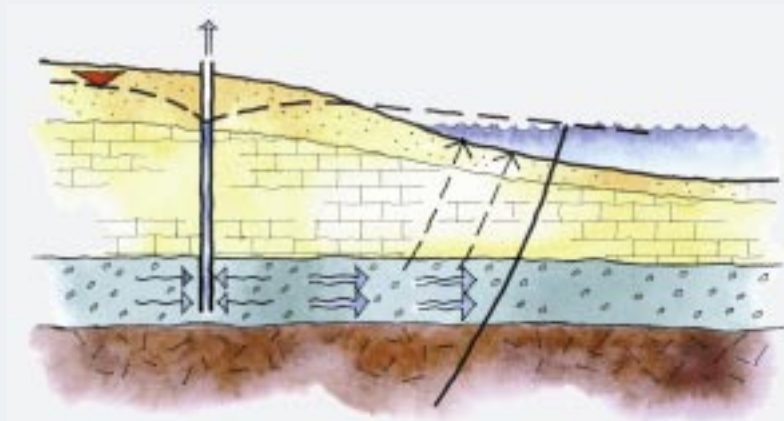
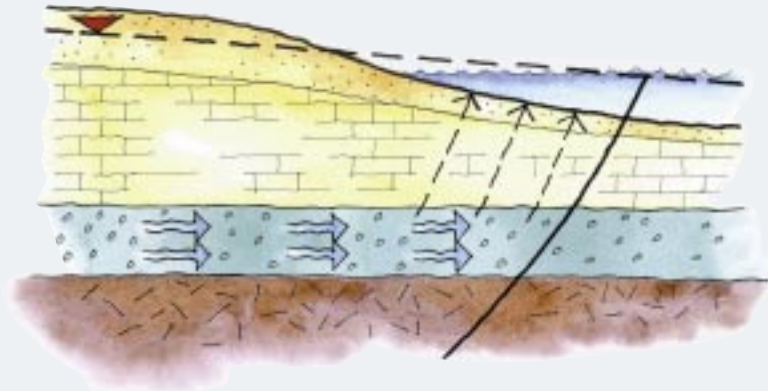
som tidigare täckt land. Detta vatten kan ha mycket hög ålder. Andra kloridkällor kan vara förorening med vägsalt eller spillvatten från hushåll.

Kloridhalten i grundvattnet i jordlager och sedimentär berggrund på Kristianstadsslätten är i allmänhet låg (< 30 mg/l).

Några fall av saltvatteninträngning eller tillströmning av fossilt grundvatten finns inte dokumenterade inom de centrala delarna av Kristianstadsslätten. På Sölvesborgshalvön, som

geologiskt tillhör Kristianstadsslätten, finns dock dokumenterade fall av saltvatteninträngning i den sedimentära berggrunden. Tillströmning av fossilt saltvatten finns också belagt från en brunn i jordlagren på Listerlandet.

Saltvatteninträngning kan uppstå om för stora grundvattenuttag görs nära kusten. Om det avsänkta området når havet, kan salt grundvatten strömma mot uttagsbrunnarna. Saltvatten kan förorena en akvifär under mycket lång tid.



Saltvatteninträngning i glaukonitsandsakvifären. Överst: Under ursprungliga förhållanden, utan grundvattenuttag, ligger trycknivån i glaukonitsandsakvifären över havsytan. Strömningen i akvifären är riktad mot havet och läckaget är uppåtriktat, dvs grundvatten läcker ut i havet. Mitten: Vid mindre uttag sker en lokal avsänkning kring uttagspunkten. Strömningen mot havet minskar något. Läckaget minskar också något men är fortfarande uppåtriktat. Saltvattenfronten kan flytta sig något mot land. Nederst: Vid stora uttag når avsänkningen havet. Strömning sker nu från havet mot uttagspunkten och läckaget blir nedåtriktat. Salt vatten kommer att röra sig mot brunnen.

Grundvattnets betydelse

Grundvattnet har stor betydelse för vår vattenförsörjning. Grundvattnet har också stor ekologisk betydelse och flera typer av biotoper påverkas starkt av grundvattnets flöde och sammansättning.

Grundvattnet i naturen

Samspel mellan grundvatten och ytvatten

I många sammanhang kan ett nära samband mellan grundvatten och ytvatten observeras med avseende på nivåer, flöden, temperatur och kemisk sammansättning.

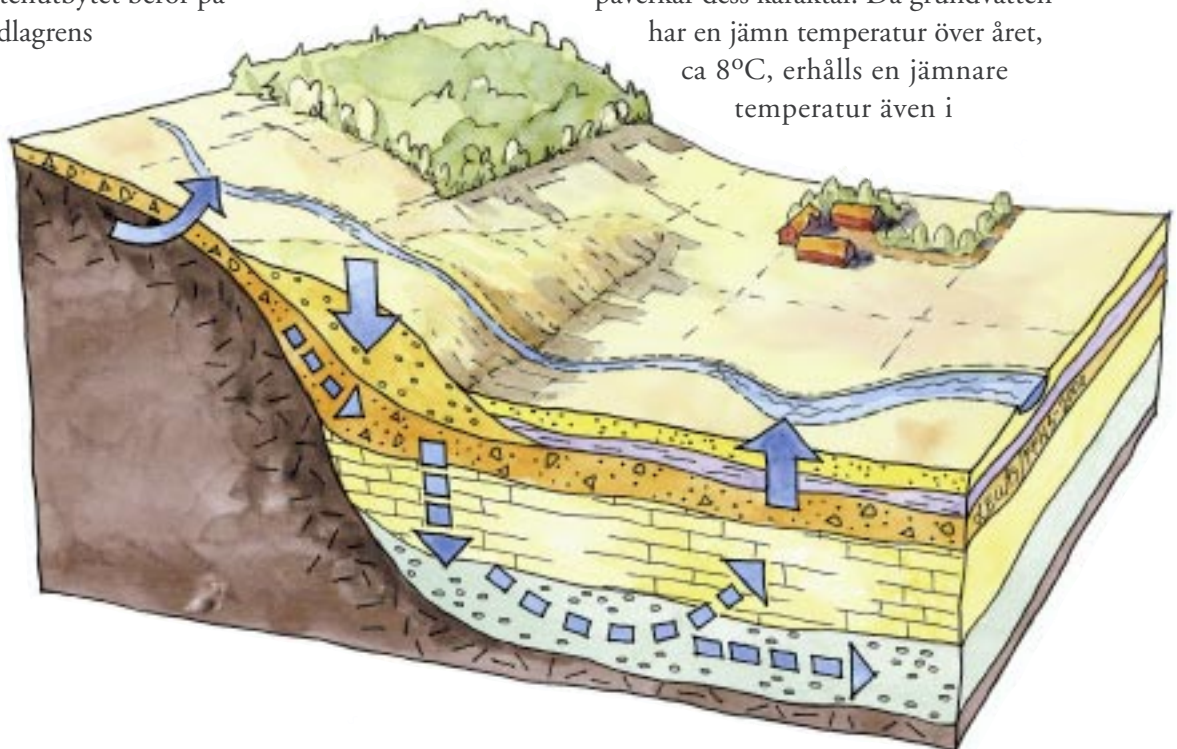
Om grundvattennivån är högre än vattennivån i ett vattendrag strömmar grundvatten ut i detta. Om förhållandet mellan vattennivåerna är det motsatta sker ett läckage av ytvatten till grundvattnet. Storleken och hastigheten på vattenutbytet beror på jordlagrens

genomsläpplighet och nivåskillnaden. Särskilt goda förutsättningar för vattenutbyte finns ofta i isälvsavlagringar.

Där Kristianstadsslättens vattendrag rinner upp, t ex på Linderöds- eller Nävlingeåsen, sker vanligen en utströmning av grundvatten till vattendraget. Nedanför höjdområdena förekommer mycket genomsläppliga jordarter. I dessa ligger grundvattenytan djupt, vattendraget läcker till grundvattnet och flödet minskar. Vissa vattendrag kan periodvis torka ut helt. Längre ut på slätten kan vattendraget passera genom områden med uppåtriktad grundvattenströmning och ytligt belägen grundvattenyta. Här strömmar grundvatten åter ut i vattendraget och flödet ökar.

Ett stort grundvattenutflöde till ett vattendrag påverkar dess karaktär. Då grundvatten har en jämn temperatur över året, ca 8°C, erhålls en jämnare temperatur även i

Samband mellan ytvatten och grundvatten. Uppe på urbergshorsten ("åsen") sker inströmning av grundvatten till vattendraget. Vid foten finns jordarter med hög genomsläpplighet och vatten läcker från vattendraget till grundvattnet, flödet minskar. Ute på slätten sker åter en inströmning av grundvatten till vattendraget och flödet ökar. Hela pilar illustrerar utbyte mellan ytvatten och grundvatten, streckade pilar grundvattenströmning.



vattendraget. Grundvattnets kemiska sammansättning påverkar också ytvattnets sammansättning. Inom Kristianstadsslättens utströmningsområden tillförs ofta vattendragen grundvatten av en karaktär som starkt är påverkad av passagen genom den kalkrika sedimentära berggrunden. Bl a är vattnet hårt, pH högt och innehållet av näringsämnen lågt. Sammantaget innebär detta en positiv påverkan på ytvattenkvaliteten.

I Kristianstads kommuns vattenöversikt ges en mer utförlig beskrivning av kommunens ytvatten.

Längs Kristianstadsslättens randområden, särskilt längs Nävlingeåsens norra fot, förekommer karstvittring, vilket medfört att det bildats öppna sprickor och andra håligheter i den sedimentära berggrunden. Där denna ligger ytligt förekommer att vattendrag helt infiltrera och bildar grundvatten. Risken för negativ påverkan på grundvattnet av föroreningar är uppenbar.

Grundvattnets inverkan på våtmarksbiotoper

I grundvattnets utströmningsområden finns naturtyper som präglas av grundvattenförhållandena. Våtmarker är i många fall



Vramsån vid Lyngsjö



Våtmarker vid Isternäset



Exempel på kalkkärr: Gyetorpskärrret

beroende av grundvatten och t ex utströmningens omfattning, det utströmmande vattnets kemiska sammansättning och temperatur samt förhållandet mellan utströmmande grundvatten och nederbörd påverkar livsbetingelserna inom biotopen.

Ändrade strömningsförhållanden i grundvattnet, t ex på grund av grundvattenuttag, kan innebära att såväl utläckande grundvattenmängd som grundvattnets sammansättning påverkas, vilket i sin tur kan innebära att biotoper förändras.

En biotop som särskilt präglas av samspelet med grundvattnet är de våtmarker där grundvatten med hög kalkhalt läcker ut. Det kalkrika vattnet skapar goda växtförutsättningar för olika kalkberoende växter, t ex många typer av orkidéer. Exempel på kalkrika kärr finns kring Hammarsjön, vid Norre Fäläd öster om Vittskövle och vid Tosteberga - Gyetorp.

Kristianstads Vattenrike

Kristianstads Vattenrike omfattar Helgeåns avrinningsområde i Kristianstads kommun och de kustnära delarna av Hanöbukten. Även grundvattnet innefattas i Vattenriket.

Kristianstads vattenrike omfattar många olika vattenmiljöer och innehåller stora naturvärden. Längs Helgeå finns ett våtmarksområde som är 35 km långt och av internationellt skyddsvärde.

Förhållandena inom Kristianstads Vattenrike är i flera avseende speciella. Vattenståndsvariationerna inom våtmarksområdet är stora och nära nog naturliga, med skillnader mellan hög- och lågvatten som kan uppgå till 1.5 - 2 m. Vidare råder ett komplext samspel mellan yt- och grundvatten. De centrala delarna av Vattenriket är belägna inom ett utströmningsområde för grundvatten, vilket är jämförelsevis kalkrikt, vilket bidrar till områdets speciella karaktär.

Grundvattenuttag på Kristianstadsslätten

Kristianstadsslättens grundvattentillgångar utnyttjas av många. Inom slätten finns idag uppskattningsvis 3000 - 4000 borrhade brunnar. Huvuddelen av dessa tar vatten från den sedimentära berggrunden. I jordlagren finns ett mindre antal borrhade brunnar av typen filterbrunnar. Vidare finns uppskattningsvis i storleksordningen 5000 grävda brunnar och rörspetsar.

Grundvattnet används för många olika ändamål. Bland de olika användningsområdena kan nämnas:

*Kommunal vattenförsörjning,
Bevattnings
Industrier
Uppvärmning/kylning
Enskilda hushåll*

För **kommunal vattenförsörjning** utnyttjas Kristianstadsslättens sedimentära berggrund av Hässleholms, Kristianstads, Bromöllas och Sölvesborgs kommuner. Kristianstads

kommun utnyttjar även brunnar i jordlagren.

På Kristianstadsslätten finns ett stort antal **bevattningsbrunnar**. Ur dessa tas stora grundvattenmängder under bevattningssäsongen, dvs huvudsakligen maj - augusti. Under bevattningssäsongen görs även stora uttag av ytvatten.

På Kristianstadsslätten finns en omfattande **livsmedelsindustri** med ett stort vattenbehov och höga kvalitetskrav. Flera av dessa har egna brunnar. Även annan industri använder grundvattentillgångarna.

Grundvatten används för **utvinning och lagring av värme och kyla**. Anläggningar för grundvattenvärme finns i stort antal. Under senare år har anläggningar för kombinerad uppvärmning/kylning konstruerats. Anläggningarna utförs antingen med returbrunnar, där det uppumpade vattnet återförs, eller med avledning till dagvattenledning eller vattendrag.



Bevattnings

Anläggningar med returbrunnar innebär att inga nettouttag av grundvatten görs och dessa påverkar grundvattenförhållandena endast lokalt. Andra anläggningar innebär nettouttag och en betydligt större påverkan. De totala nettouttagen är ej närmare kända.

Grundvatten används för *enskild vattenförsörjning* inom uppskattningsvis ca 10 000 enskilda fastigheter.

På Kristianstadsslätten sker också stora uttag av grundvatten i anslutning till invallningar och för länshållning av kalkbrott.

En av de viktigaste källorna till uppgifter om borrade brunnar är SGU:s brunnarsarkiv, vilket innehåller uppgifter om brunnarnas läge, djup, utformning, lagerföljd m m. Brunnarsarkivet är dock inte fullständigt och uppgifter om brunnarnas användning kan vara svåra att läsa ut eller saknas helt.

En annan viktig källa är det brunnregister som Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Kristianstad har upprättat. Detta omfattar idag uppgifter om ca 5000 brunnar, inklusive grävda brunnar, med ett stort antal vattenanalyser.

Med hjälp av tillgängliga uppgifter har en grov bedömning gjorts av de borrade brunnarnas fördelning på olika användningsområden. Denna har vid arbetet med en vattenbalans för Kristianstadsslätten utgjort ett viktigt underlag för att bedöma de totala uttagen ur borrade brunnar.



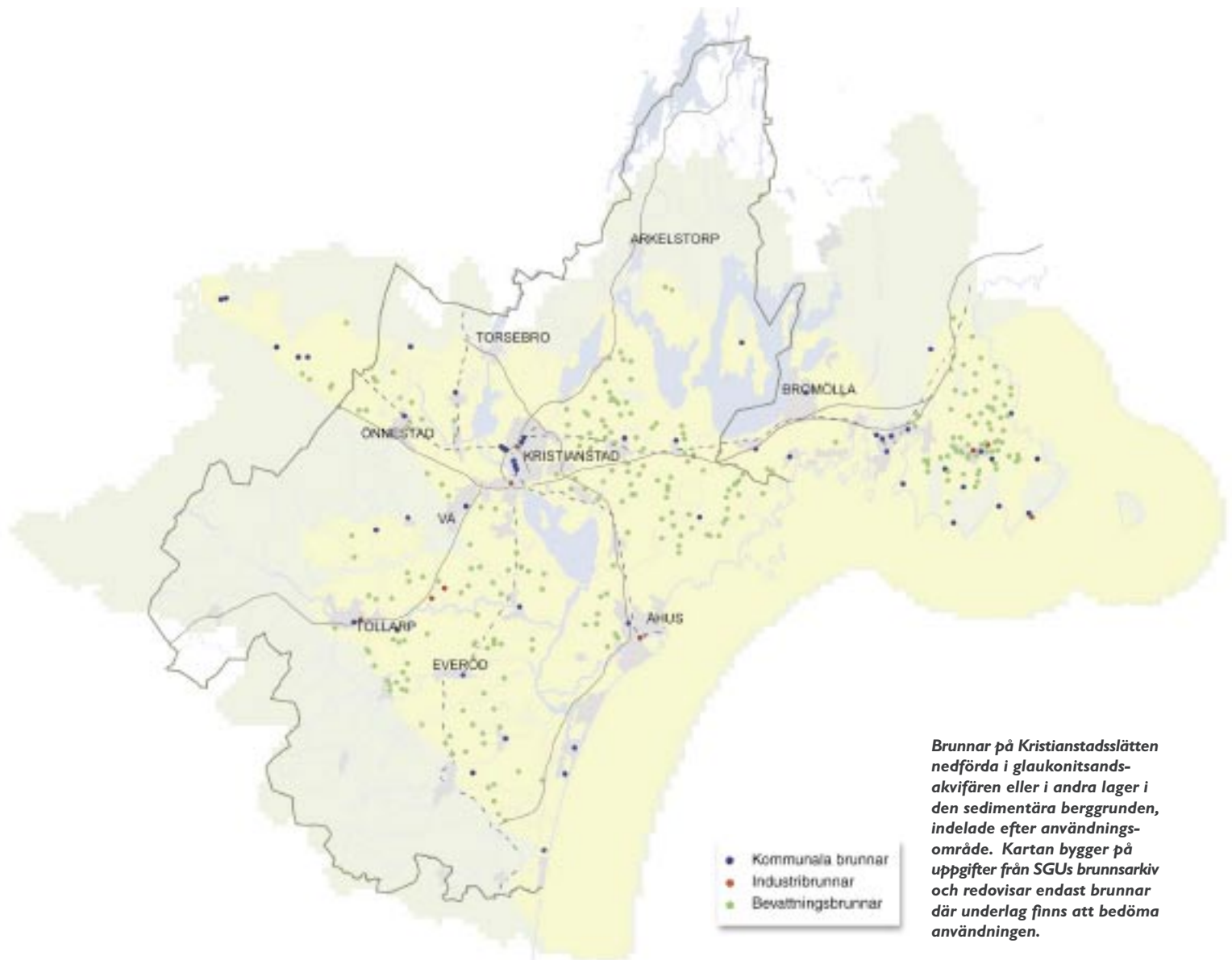
Kristianstad kommuns brunnar vid Näsby. Brunnarna är borrade ner i glaukonitsanden på ca 40 - 70 m djup.



Grävd brunn i jordlager

Bedömt antal borrade brunnar i sedimentär berggrund på Kristianstadsslätten. Utöver dessa finns också uppskattningsvis ca 5000 enskilda grävda brunnar och rörspetsar.

Användningsområde	Antal borrade brunnar
Kommunal vattenförsörjning	60 - 70
Bevattning	ca 400
Lantbruk/djurhållning	400 - 600
Industri	20 - 30
Uppvärmning/Kylning	100 - 200
Enskild vattenförsörjning	2000 - 3000



Grundvattenuttagens storlek

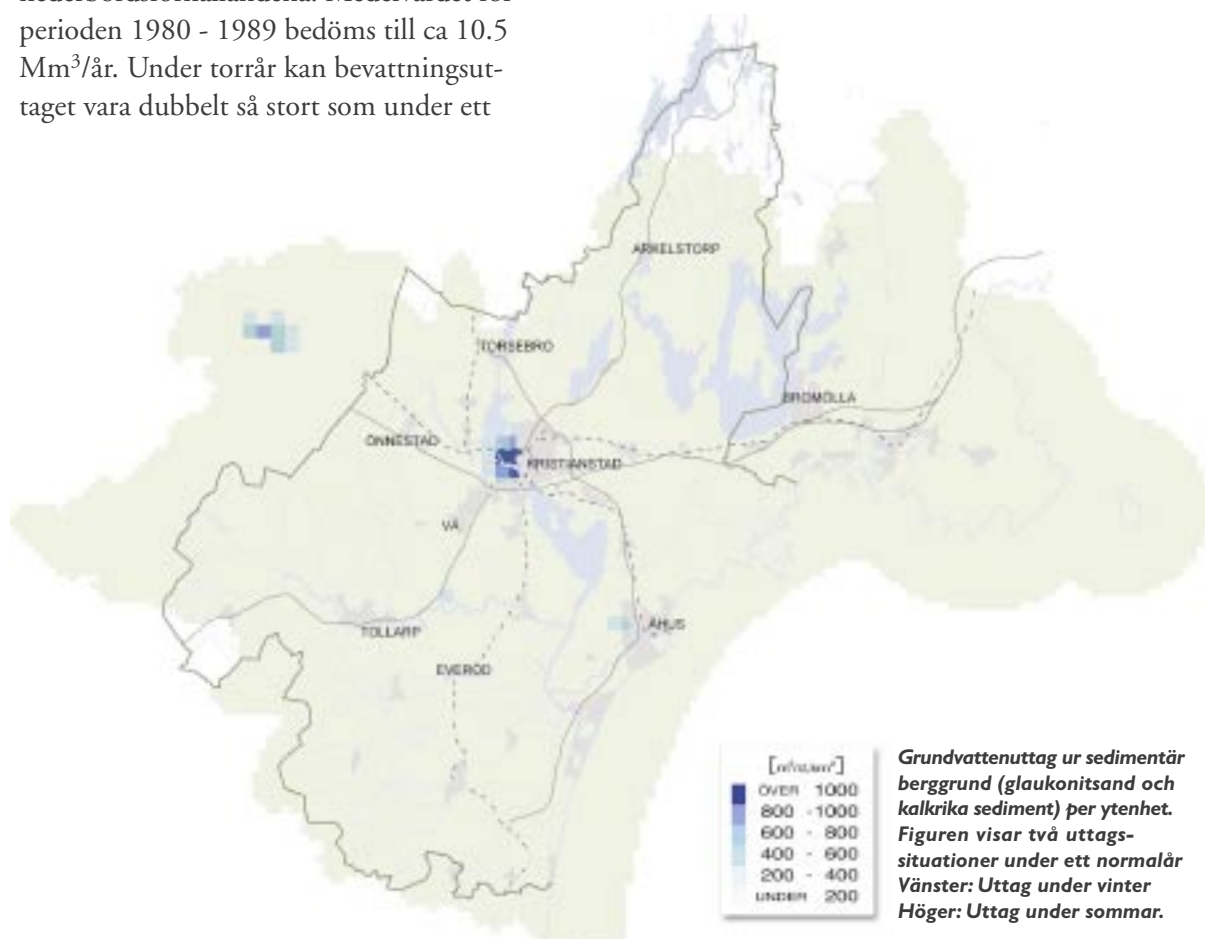
I samband med arbetet med MIKE SHE-modellen har uppgifter om vattenuttag sammanställts och bedömts. Sammanställningen avser perioden 1980 - 1989. Denna period har valts eftersom den är hydrologiskt representativ och därför använts för kalibrering av modellen.

De totala uttagen av grundvatten ur den *sedimentära berggrunden* under perioden 1980 - 1989 har uppskattats till 27 Mm³/år. De största uttagen sker för kommunal vattenförsörjning och bevattning, som tillsammans svarar för mer än ¾ av uttaget. De totala uttagen av grundvatten ur *jordlager* uppgår till ca 33 Mm³/år. Huvuddelen av detta tas ur ytliga jordlager vid invallningar och i samband med länshållning.

Bevattningsuttagens storlek varierar betydligt från år till år beroende på nederbördsförhållandena. Medelvärdet för perioden 1980 - 1989 bedöms till ca 10.5 Mm³/år. Under torrår kan bevattningsuttaget vara dubbelt så stort som under ett

Uttag av grundvatten ur sedimentär berggrund på Kristianstadsslätten, medelvärde 1980 - 1989.

Användningsområde	Uttag Mm ³ /år
Kommunal vattenförsörjning	10.4
Kristianstads kommun	7.1
Varav centralorten	4.6
Varav Åhus tätort	1.1
Hässleholms kommun	0.8
Bromölla kommun	0.8
Sölvesborgs kommun	1.7
Bevattning	10.5
Lantbruk/djurhållning	0.8
Industri	2.2
Varav centralorten	1.2
Uppvärmning/Kylning	1
Enskild vattenförsörjning	0.3
Invallningar, länshållning	1.6
TOTALT	26.8
Totalt centralorten	5.8



normalår, varför uttagens storlek under ett torrår bedöms kunna uppgå till i storleksordningen 20 Mm³/år.

Grundvattenuttagens storlek på Kristianstadsslättan är i många avseenden dåligt kända. För kommunala uttag, invallningar/länshållningar och större energi- och industriuttag finns i allmänhet god dokumentation, medan detta i allmänhet saknas för övriga typer av uttag.

Grundvattenuttagen idag är sannolikt större än under perioden 1980 - 1989. Hur mycket större är inte närmare känt, men en rimlig bedömning är 5 - 10 %. Dagens uttag skulle således uppgå till i medeltal ca 30 Mm³/år. En stor del av ökningen kan antagas bero på ökade bevattningsuttag.

Uttag av ytvatten

Jordbruksbevattning

Ytvatten utnyttjas i stor omfattning för bevattning av jordbruksmark på Kristianstadsslättan. Uttag sker ur i stort sett samtliga

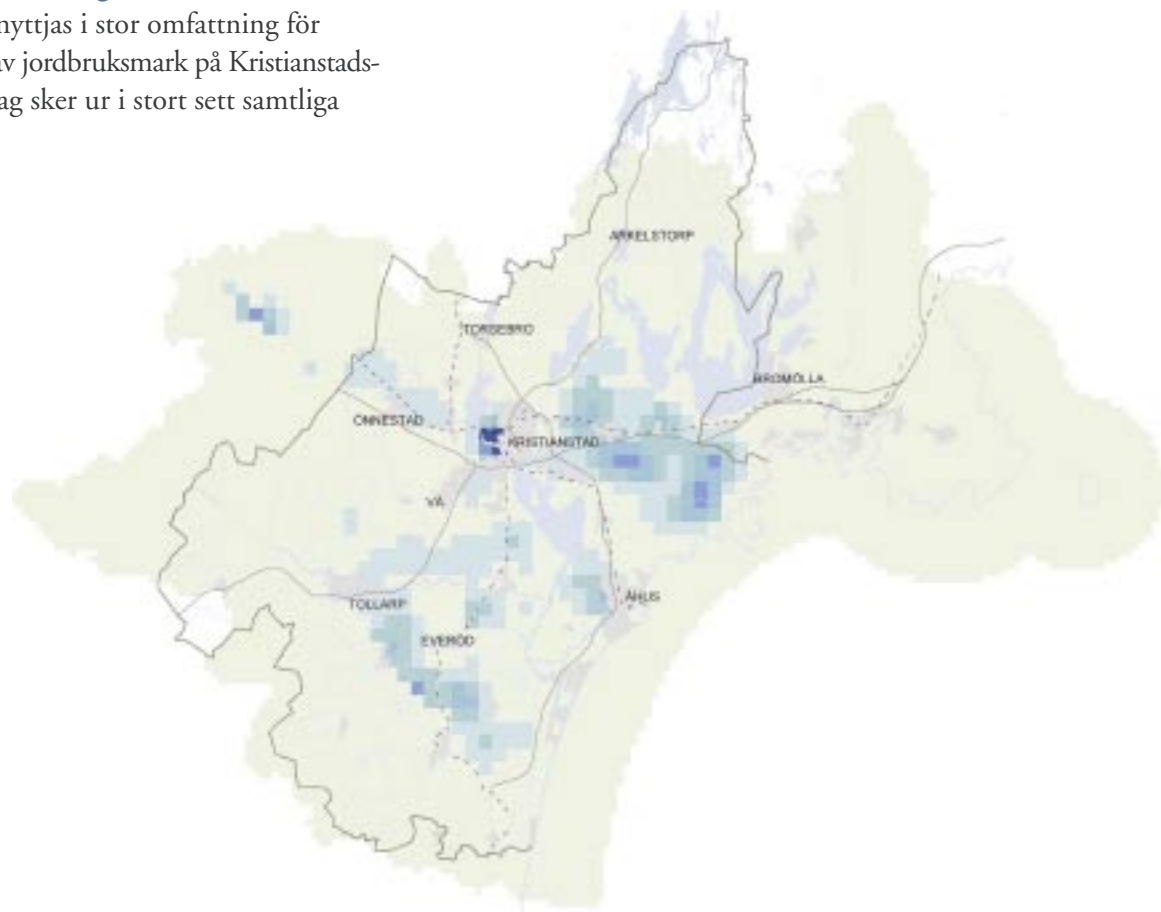
ytvattendrag, såväl större som mindre, inom uppodlade områden. Uttagens storlek har ökat starkt under de senaste decennierna och bedöms idag uppgå till 10 Mm³ under normalår och 15 - 20 Mm³ under torrår.

Industriell vattenförsörjning

Ytvatten utnyttjas även i viss omfattning för industriell vattenförsörjning. Helt dominerande är Nymölla massfabriks uttag ur Skräbeån, vilket uppgår till 30 - 40 Mm³ per år.

Invallningar

Inom slättområdena sker uttag av ytvatten och ytligt grundvatten inom invallade områden. Syftet med invallningarna har varit att torrlägga tidigare våtmarksområden och möjliggöra lantbruk och bebyggelse. Huvuddelen av invallningarna är belägna kring centralorten, vid Yngsjö samt på Listerlandet. Det normala årsuttaget uppgår till ca 70 Mm³.



Kristianstads kommuns vattenförsörjning

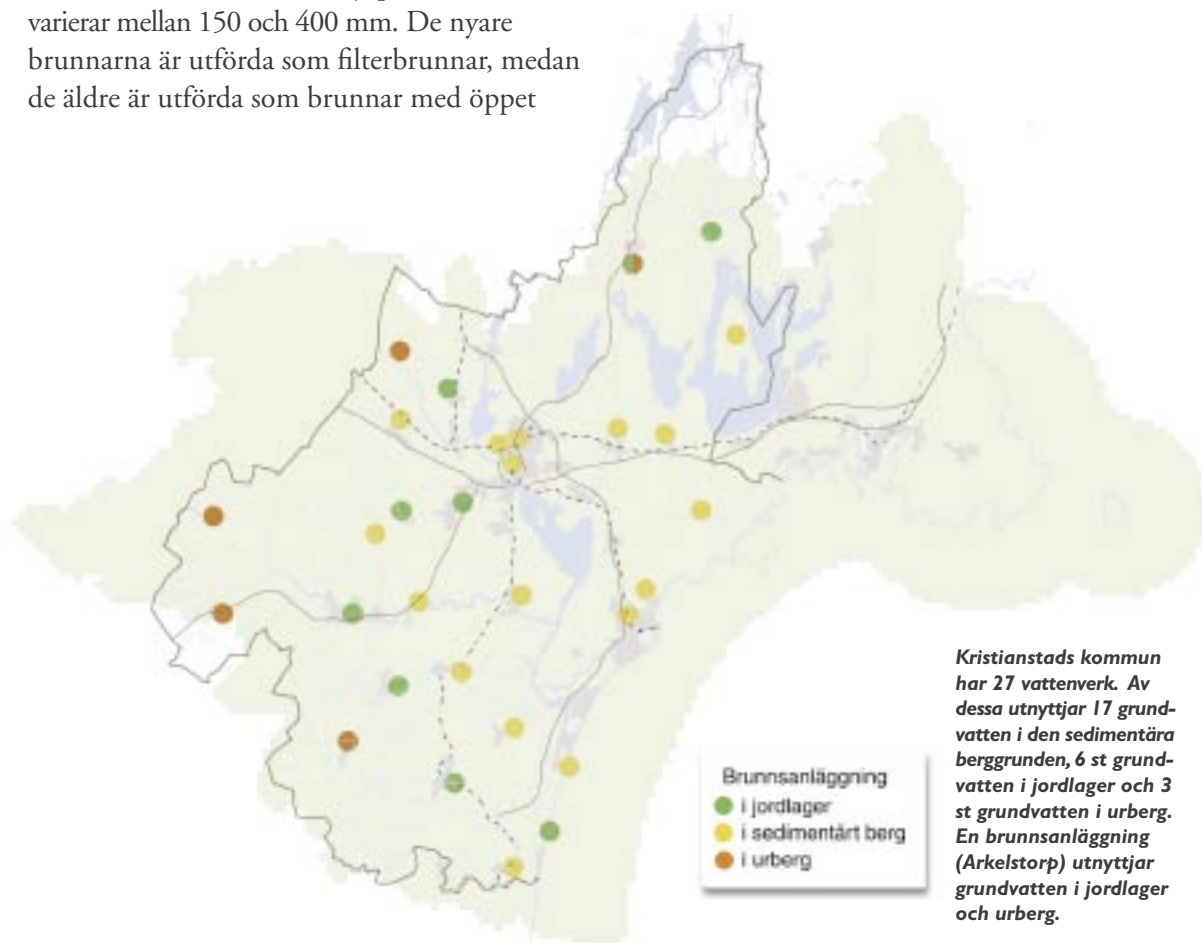
Kommunens vattenförsörjning är helt baserad på grundvatten. Totalt finns 27 kommunala vattenverk med tillhörande brunnansläggningar. Vid 17 av vattenverken sker uttag ur den sedimentära berggrunden. I flertalet fall är brunnarna nedförda till glaukonitsandsakvifären. I några fall tar brunnarna vatten ur kalkstenen eller den ytliga åhussandstenen. Sex vattenverk utnyttjar akvifärer i jordlager, huvudsakligen grusiga isälvsavlagringar, och tre vattenverk akvifärer i urberg. Ett vattenverk utnyttjar grundvatten från både urberg och jordlager.

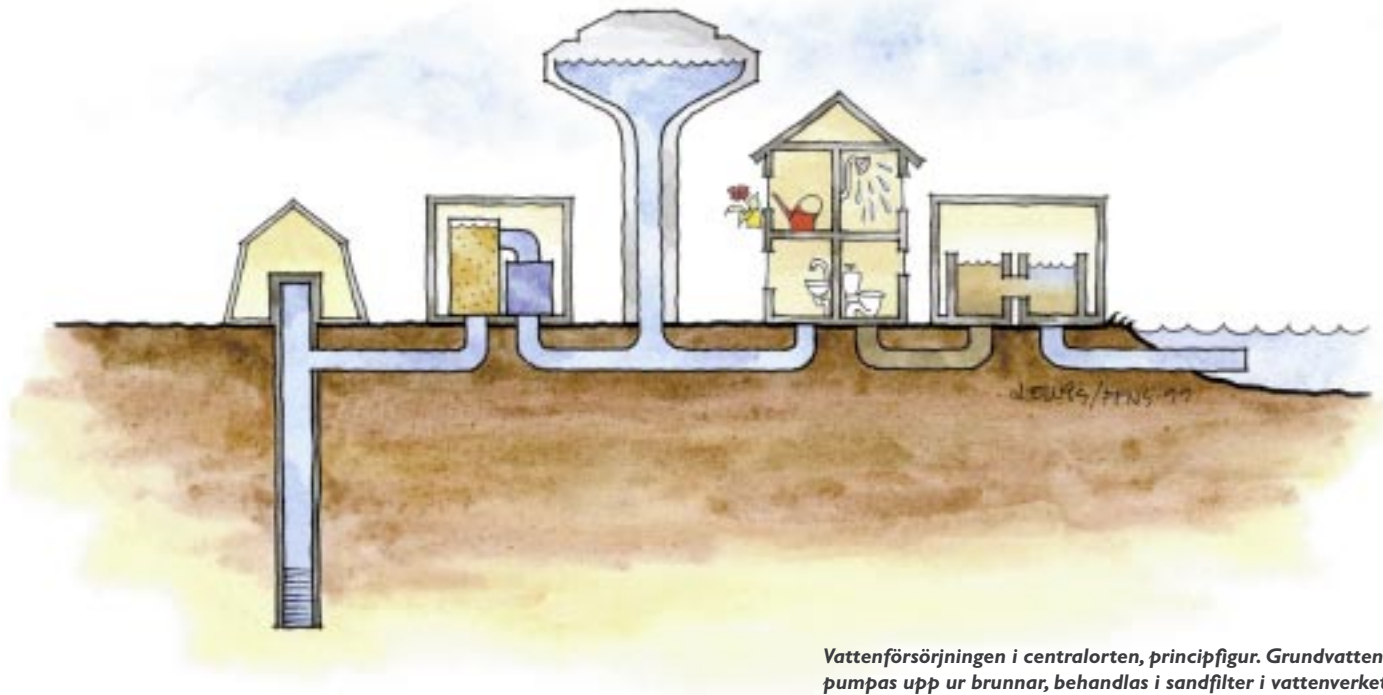
Vattenverket i centralorten tar vatten från tre brunnansläggningar: Centrala staden (6 brunnar i bruk), Näsby industriområde (2 brunnar) samt Näsby fält (5 brunnar). Samtliga brunnar tar vatten från glaukonitsandsakvifären. De är mellan 65 och 125 m djupa och diametern varierar mellan 150 och 400 mm. De nyare brunnarna är utförda som filterbrunnar, medan de äldre är utförda som brunnar med öppet

borrhål. Filtret i filterbrunnarna är placerat i glaukonitsandsakvifären, i de flesta fall inom 60 - 100 m djup under markytan.

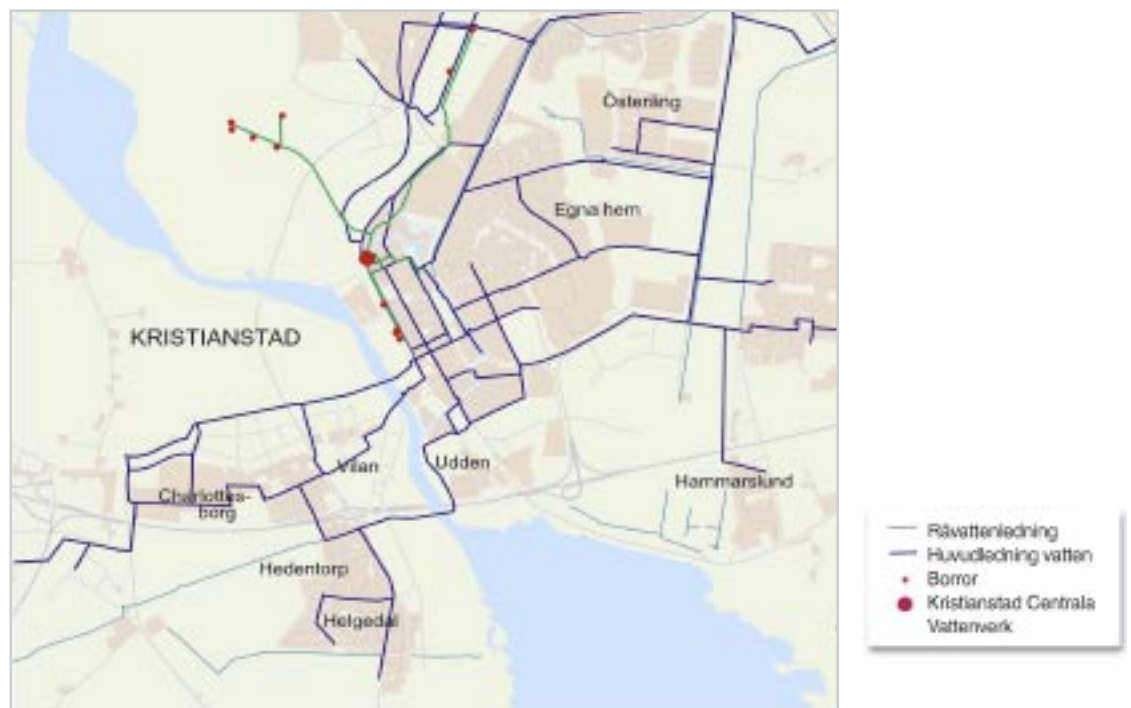
Vattnet från brunnarna är av mycket god kvalitet, men innehållet av järn och mangan kräver behandling. Vattnet luftas, varvid järn- och manganföreningar oxideras och fälls ut. De utfällda föreningarna skiljs sedan av i sandfilter.

Vattnet från brunnarna vid övriga vattenverk är också i allmänhet av god kvalitet. I några fall måste järn och mangan avskiljas. Den enda analysparameter som i något fall lett till anmärkning på det utgående dricksvattnet är hårdhet, d v s vattnets innehåll av kalk och magnesium.

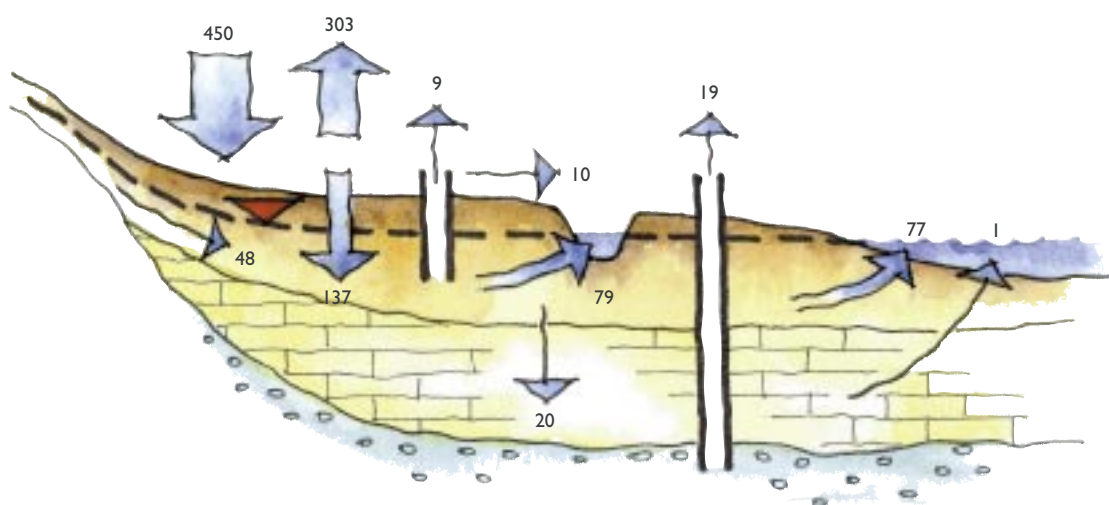
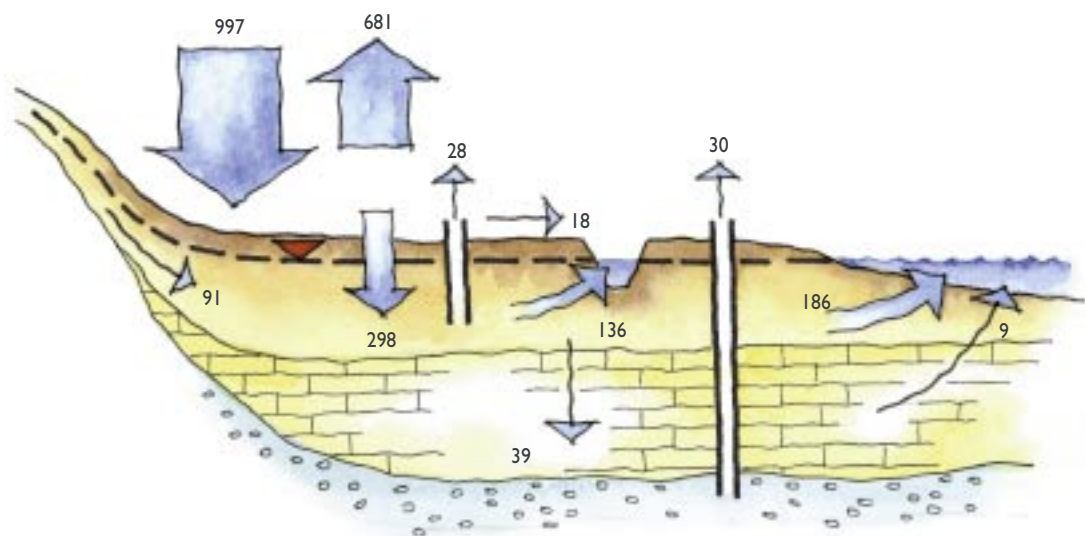




Vattenförsörjningen i centralorten, principfigur. Grundvatten pumpas upp ur brunnar, behandlas i sandfilter i vattenverket och pumpas till en reservoar i vattentornet, varifrån det leds ut på distributionsnätet. Avloppsvattnet genomgår rening innan det släpps ut i recipient.



Vattenförsörjningen i centralorten, plan.



Översiktlig vattenbalans för Kristianstadsslätten, $\text{Mm}^3/\text{år}$.
 Redovisade flöden utgör en sammanställning av dels indata
 till MIKE SHE-modellen för Kristianstadsslätten, dels
 utförda beräkningar.
 Flödena är medelvärden för perioden 1980 - 1989.
 Överst: Hela slätten inklusive Listerlandet,
 Nederst: Norra slätten (norr om en linje Nävlingeåsen -
 Åhus, exklusive Listerlandet). I vattenbalansen betraktas
 den sedimentära berggrunden som en enhet.

Vattenbalans för Kristianstadsslätten

En vattenbalans för Kristianstadsslätten kan förenklat åskådliggöras i ett diagram som visar hur vattnet rör sig in i, ut ur och mellan de olika akvifärerna. I diagrammet illustreras de olika vattenflödena, t ex nederbörd, grundvattenbildning, läckage mellan akvifärer eller vattenuttag ur brunnar, med pilar vars bredd är proportionell mot flödenas storlek.

Vattenbalansen redovisas för två områden: Dels hela Kristianstadsslätten, inklusive Listerlandet, dels den norra delen av slätten, motsvarande glaukonitsandsakvifärens norra del, d v s delen norr om Nävlingeåsen inklusive dess geologiska förlängning mot Åhus, men exklusive Listerlandet. Den norra delen av slätten är av särskilt intresse för såväl centralortens nuvarande som framtida vattenförsörjning.

Vattenbalansen redovisar medelvärden för perioden 1980 - 1989. Denna period har valts därför att den sammanfaller med den period under vilken MIKE SHE-modellen för Kristianstadsslätten har kalibrerats. Denna kalibreringsperiod har i sin tur valts därför att den är hydrologiskt representativ. T ex innehåller den en "normal" fördelning mellan våtår, torrår och normalår.

Vattenbalansen kan användas för att besvara

en rad frågeställningar:

Hur stor är grundvattenbildningen på Kristianstadsslätten?

Den totala nettonederbörden för Kristianstadsslätten är ca 320 Mm³/år. Av denna avgår direkt ca 18 Mm³/år som ytlig avrinning. Resten, dvs ca 300 Mm³/år, infiltrerar i jordlagren och bildar grundvatten. Då Kristianstadsslättens yta uppskattas till ca 1460 km² motsvarar detta en grundvattenbildning på 200 mm/år. Av denna avrinner en del relativt snabbt i rotzonen eller genom dräneringar till diken och andra vattendrag, medan en del avrinner långsammare till vattendrag eller till havet. Inom norra delen av Kristianstadsslätten bildar ca 140 Mm³/år grundvatten. Kristianstadsslätten får dessutom ett tillskott av grundvatten från omgivande urbergsområden: ca 90 Mm³/år inom hela slätten och ca 50 Mm³/år inom norra delen.

Hur stor del av grundvattenbildningen når den sedimentära berggrunden?

Av den totala grundvattenbildningen når för närvarande ca 35 Mm³/år den sedimentära berggrunden genom läckage. Detta motsvarar i genomsnitt för hela

slätten ca 24 mm/år. Inom norra delen av Kristianstadsslätten är motsvarande mängd ca 17 Mm³/år. Storleken på läckaget beror bl a på uttagens storlek: Ökade uttag medför ett större läckage. Relationen mellan ökade uttag och ökat läckage är svår att beräkna närmare, då den bl a beror på hur uttagen fördelas över slätten och över året.

Hur stora är grundvattenuttagen ur den sedimentära berggrunden på Kristianstadsslätten idag?

Under perioden 1980 - 1989 uppgick medeluttagen över hela slätten till ca 27 Mm³/år. De totala uttagen idag uppskattas till ca 30 Mm³/år under normalår. Under torrår är bevattningsuttagen större, vilket leder till att de totala uttagen kan uppskattas till ca 40 Mm³/år. Det måste påpekas att någon noggrann sammanställning av grundvattenuttagens storlek inte existerar idag och att redovisade siffror därför är uppskattningar. Störst osäkerhet råder för bevattningsuttagen.

Vad händer om vi ökar uttagen ur den sedimentära berggrunden ytterligare?

Om vi ökar uttagen kommer tryckskillnaden mellan berggrundens och jordlagrens grundvatten att öka, vilket leder till att läckaget till den sedimentära berggrunden ökar. Detta kan leda till att grundvattennivåerna i jordlagren sjunker och att grundvattenavrinningen från jordlagren till vattendrag och våtmarker minskar. Storleken på denna

påverkan beror på hur mycket uttagen ökar och var de är lokaliserade.

Ökade uttag kan leda till att utsträckningen av områden med uppåtriktat läckage minskar i areal. Detta medför att uppåtriktat läckage av grundvatten från större djup till vattendrag och våtmarker minskar, vilket i sin tur kan leda till förändringar i ytvattnets beskaffenhet och flödenas storlek.

En annan konsekvens av ökade uttag i den sedimentära berggrunden, och därmed utökade inläckageområden, kan bli att kvaliteten på det nedläckande vattnet förändras vilket medför att grundvattnets kvalitet också förändras. Inom kustnära områden kan följden bli att salt grundvatten strömmar mot uttagspunkten.

När har vi nått gränsen?

Hur stora totala grundvattenuttag är möjliga ur den sedimentära berggrunden på Kristianstadsslätten? Ur den sedimentära berggrunden på norra delen av slätten? När når vi gränsen? Eller har vi kanske redan överskridit den?

Vid ett ökat uttag ökar avsänkningen i akvifererna i den sedimentära berggrunden samtidigt som läckaget från jordlagren ökar. Läckage från angränsande akviferer, och eventuellt även från havet, kan initieras eller ökas. Detta kan medföra olika miljömässiga och tekniska konsekvenser:

Icke önskvärd påverkan på ytvatten- och markförhållanden samt ytligt grundvatten.

Icke önskvärd kvalitetsförändring av grundvattnet i den sedimentära berggrunden.

Ökad uppforderingshöjd, vilket medför ökad energiåtgång och ökade kostnader.

Behov av att fördjupa brunnar eller ändra pumpinstallationer.

Begränsning av uttagsmöjligheterna inom områden med stor avsänkning och begränsade möjligheter att utföra djupare brunnar, vilket kan leda till lokal vattenbrist.

För att kunna uppskatta var gränsen för möjliga uttag går måste konsekvenserna kunna bedömas och ställning tas till vilka som är acceptabla.

För att kunna besvara frågan om var gränsen för högsta möjliga uttag går måste även beaktas vilka möjligheter vi har att beräkna läckage och avsänkning vid ett givet uttag. Detta är nämligen förknippat med stora svårigheter eftersom en beräkning kan ge olika resultat beroende på hur uttagen förutsätts fördelade över slätten och över året. Man får således inget entydigt svar.

MIKE SHE-modellen kan användas för att studera denna typ av problem. Några sådana beräkningar har dock ännu inte gjorts eftersom indata är svåra att definiera.

SGU har, med underlag från en längre tids undersökning av grundvattenförhållandena på Kristianstadsslätten, gjort den översiktliga uppskattningen att maximalt ca 70 Mm³ av grundvattentillgångarna i den sedimentära berggrunden kan utnyttjas per år. Detta skall ställas i relation till uttags bedömda storlek idag: 30 - 40 Mm³/år.

SGUs uppskattning bygger på en uppskattad tillgänglig grundvattenmängd på 100 mm/år. Enligt beräkningarna med MIKE SHE uppgår den genomsnittliga grundvattenbildningen på Kristianstadsslätten till ca 200 mm/år och det nuvarande läckaget till den sedimentära berggrunden till 24 mm/år. SGUs uppskattning är således inte orimlig. Det måste emellertid betonas att SGUs uppskattning endast i mycket begränsad omfattning tar hänsyn till de miljökonsekvenser som ett ökat uttag kan leda till.

Sammanfattningsvis så finns det idag inget underlag att närmare besvara frågan om var övre gränsen för möjliga grundvattenuttag går. För att kunna ge ett svar krävs dels att scenarier för hur ökade uttag kan komma att fördelas geografiskt definieras och används som indata för en ny serie beräkningar med MIKE SHE, dels att de konsekvenser som kan accepteras definieras.

Grundvattenskydd

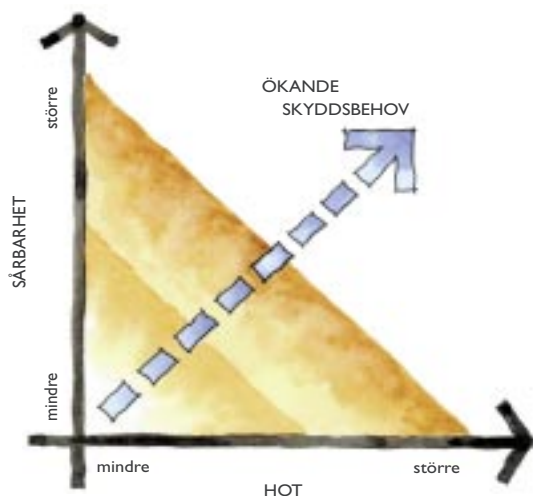
Grundvattnet på Kristianstadsslätten är en mycket värdefull tillgång, som till och med har föreslagits som område av riksintresse för vattenförsörjning. För att kunna trygga framtida vattenförsörjning och skydda grundvattenberoende naturområden är det viktigt att grundvattnet nyttjas på ett ansvarsfullt sätt och skyddas mot föroreningar av olika slag.

Behovet av skydd är olika inom olika områden, främst beroende på att de två faktorerna *hot* och *sårbarhet* varierar:

Hotet mot grundvattnet: Det finns ett flertal hot som varierar i karaktär och styrka mellan olika områden. Där hoten är starkast är skyddsbehovet störst.

Grundvattnets sårbarhet: Grundvattnet har ett mer eller mindre starkt naturligt skydd inom olika områden. Där det naturliga skyddet är sämst är skyddsbehovet störst.

Skyddsbehovet beror av de två faktorerna hot och sårbarhet.



Inom områden där det finns ett stort hot i kombination med hög sårbarhet ökar risken för att skadlig *påverkan* på grundvattnets kvalitet skall uppstå. Inom dessa områden är skyddsbehovet stort.

Hot

Grundvattnet är utsatt för olika slag av hot. Hoten kan dels avse grundvattnets kvalitet, dels tillgången (kvantiteten) på grundvatten.

Hot mot grundvattnets kvalitet uppstår i första hand vid spridning av olika typer av föroreningar. Beroende på hur föroreningen sprids kan hoten delas in i diffusa föroreningskällor och punktkällor. För att kunna prioritera skyddsåtgärder är en gradering av hot efter farlighet (konsekvens) ofta önskvärd. En sådan gradering kan t ex bygga på typ av förorening, utsläppta mängder, möjligheter att sanera m m.

Grundvattnets kvalitet kan emellertid också hotas om grundvattenuttagen blir för stora. Vid ökade uttag ökar det område inom vilka grundvatten strömmar till en brunn. Områden som tidigare var utströmningsområden kan bli inströmningsområden, vilket kan medföra oönskade kvalitetsförändringar.

Hot mot grundvattnets kvantitet är av olika karaktär, men har det gemensamt att de på något sätt begränsar den kvantitet grundvatten vi kan utnyttja. Rent *fysiska*



hot är sådana där grundvattenbildningen begränsas genom t ex hårdgöring av ytor och dagvattenbortledning. Hoten kan också vara av *plankaraktär*, dvs utnyttjande av intressanta grundvattentillgångar inom ett område hindras av att markanvändningen är sådan att placering av brunnar inom området är klart olämplig ur t ex skyddssynpunkt. Ett inte ovanligt kvantitativt hot är *överuttag*, dvs grundvattenuttagen överstiger grundvattenbildningen och därmed också den tillgängliga vattenmängden

Hot mot grundvattnets kvalitet

Diffusa föroreningar uppträder över större arealer. Ofta är det svårt att peka ut avgränsade föroreningskällor. Diffus förorenings-spridning kan ske genom t ex luftburen deposition eller spridning av olika ämnen, ofta som en följd av aktuell markanvändning.

Luftburen deposition av svavel och kväve innebär att marken tillförs försurande och gödande ämnen. I regionen uppgår svaveldepositionen till 5 - 35 kg/ha/år och kvävedepositionen till 10 - 30 kg/ha/år. Utsläppen av svavel i Skåne härrör till stor del från industri, energiproduktion och sjöfart. Utsläppen av kväveoxider i Skåne härrör till största delen från vägtrafik. Luftföroreningarna utgör emellertid till stor del ett gränsöverskridande problem: Ca 90% av svavelnedfallet och 80 % av kvävenedfallet i Skåne härrör från utländska källor.

En effekt av den luftburna depositionen är att pH i markvattnet sänks vilket leder till att en rad ämnen i marken löses ut. Bl a kan halterna av kalcium, aluminium, magnesium och kadmium öka. Effekten på grundvattnet är i första hand ökad hårdhet.

*Exempel på
överst: diffusa
föroreningskällor,
nederst: punktkällor.*

Om marken tillförs mer växtnäringsämnen (kväve- och fosforföreningar) än vad som svarar mot växternas behov, läcker näringsämnen till yt- och grundvatten. *Läckage av växtnäringsämnen* är speciellt påtagligt där infiltrationsförhållandena är goda, t ex i sandiga områden. Grundvatten som tillförs näringsämnen kännetecknas främst av förhöjda nitrathalter.

Tillförsel av växtnäringsämnen till marken och grundvattnet sker bl a genom spridning av handels- och stallgödsel, nedfall av luftburet kväve, infiltration av avloppsvatten från ledningar och infiltrationsanläggningar samt läckage från upplag av stallgödsel.

Läckage av växtnäringsämnen från jordbruket bedöms idag vara det största hotet mot grundvattnet inom Kristianstadsslätten.

Handelsgödsel är även en diffus källa för kadmium. Felaktig hantering av *bekämpningsmedel* kan medföra utsläpp av toxiska föreningar vilka är svårnedbrytbara i grundvattnet.

Vägrafik medför diffusa utsläpp av vägsalt och förorenat dagvatten. Vägsalt (natriumklorid eller kalciumklorid) sprids på vägbanor och löses i dagvattnet från

vägar. Kloridjonerna i vägsaltet är mycket lätttrörliga och transporteras lätt långa sträckor. Dagvattnet innehåller bl a gummi-fragment, olje-/bensinspill, vägbanedamm och stoft från bilavgaser.

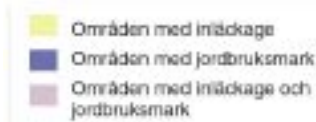
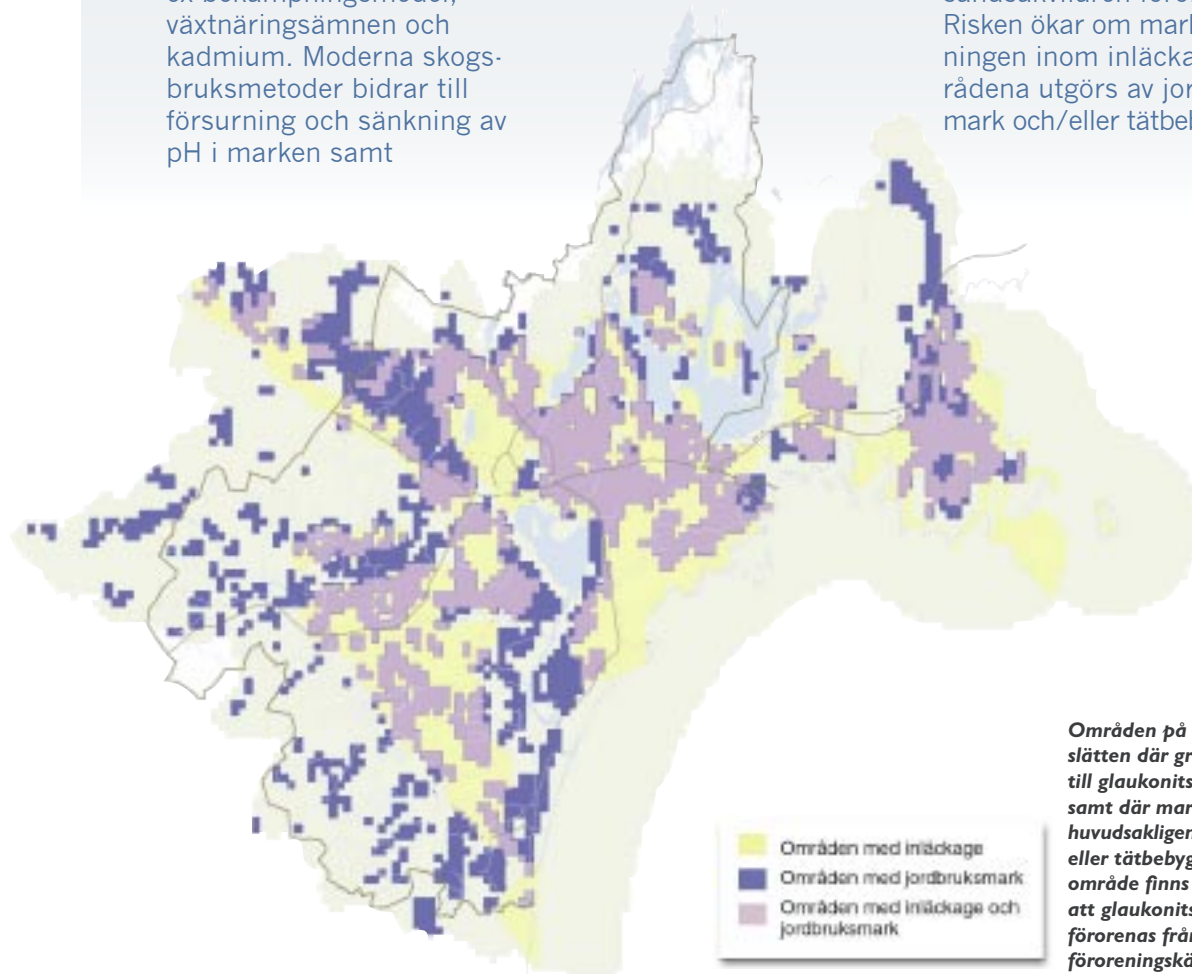
Punktutsläpp omfattar utsläpp av föroreningar under längre eller kortare tid från till ytan begränsade källor. Punktutsläpp är vanligen endast ett lokalt hot mot grund-

Markanvändning

Flera typer av diffusa föroreningar är knutna till markanvändning. Dagens moderna jordbruk är källa för diffus spridning av t ex bekämpningsmedel, växtnäringsämnen och kadmium. Moderna skogsbruksmetoder bidrar till försurning och sänkning av pH i marken samt

kväveläckage. Inom urbaniserade områden sker diffusa utsläpp av t ex tungmetaller och petroleumprodukter.

Inom de områden på Kristianstadsslätten där grundvatten läcker från ytliga akvifärer till glaukonitsandsakvifären, finns en risk att glaukonitsandsakvifären förorenas. Risker ökar om markanvändningen inom inläckageområdena utgörs av jordbruksmark och/eller tätbebyggelse.



Områden på Kristianstadsslätten där grundvatten läcker till glaukonitsandsakvifären samt där markanvändningen huvudsakligen är jordbruksmark eller tätbebyggelse. Inom dessa områden finns en förhöjd risk att glaukonitsandsakvifären förorenas från diffusa föroreningskällor.

vattnets kvalitet, men kan leda till stora konsekvenser om utsläppet sker nära en brunn.

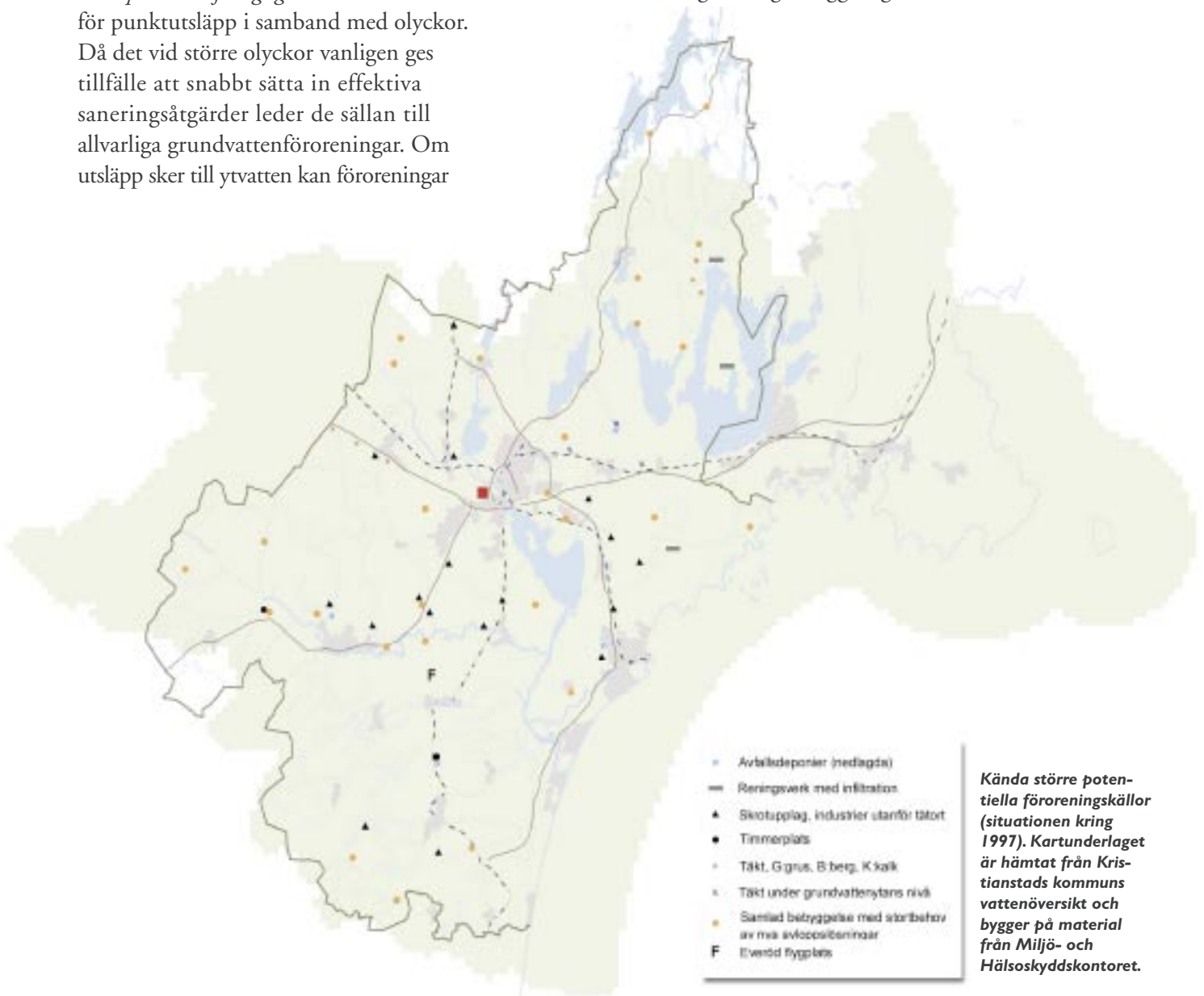
Utsläpp av olja från nedgrävda eller markuppställda *tankar* är en relativt vanligt förekommande form av punktutsläpp. Utsläppen kan ske dels genom läckage från genomkorroderade tankar, dels genom spill eller överfyllning vid påfyllning. Inom äldre industriområden kan förekomma kvarlämnade nedgrävda tankar, med kemikalierester.

Transporter av farligt gods innebär risk för punktutsläpp i samband med olyckor. Då det vid större olyckor vanligen ges tillfälle att snabbt sätta in effektiva saneringsåtgärder leder de sällan till allvarliga grundvattenföroreningar. Om utsläpp sker till ytvatten kan föroreningar

emellertid snabbt spridas över större områden och saneringen försvåras betydligt. *Läckage från deponier* kan medföra utsläpp av en lång rad miljöfarliga ämnen.

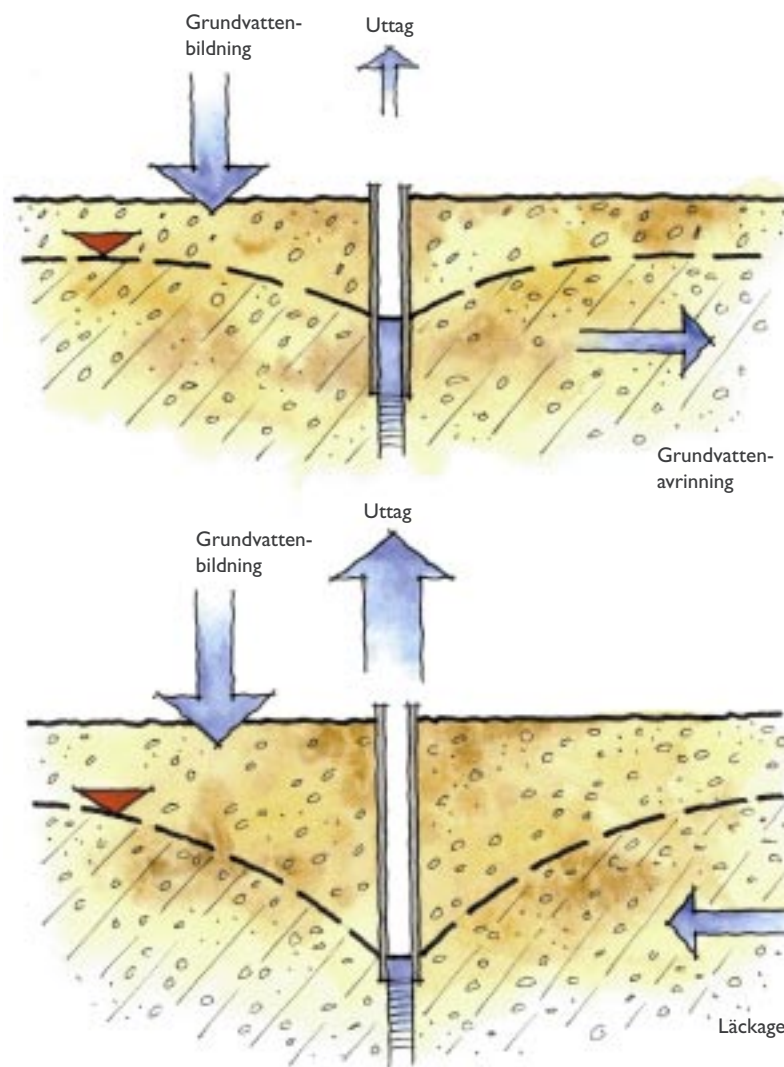
Inom *tätorter* sker en diffus spridning av många olika föroreningar, t ex petroleumprodukter, lösningsmedel, tungmetaller och bekämpningsmedel, samtidigt som där finns en koncentration av potentiella punktkällor.

Som källor för punktutsläpp kan även räknas anläggningar för avloppsinfiltration, upplag av stallgödsel, täkter av berg, grus eller torv samt geoenergianläggningar.



Kända större potentiella föroreningskällor (situationen kring 1997). Kartunderlaget är hämtat från Kristianstads kommuns vattenöversikt och bygger på material från Miljö- och Hälsoskyddskontoret.

Överst: Uttagen ur akvifären är mindre än grundvattenbildningen och grundvattenavrinning sker ut ur akvifären. Grundvattensänkning är måttlig. Överuttag föreligger inte. Nederst: Uttagen ur akvifären är större än grundvattenbildningen och underskottet kompenseras genom magasinminskning och läckage från angränsande akvifärer, ytvatten eller från havet. Om avsänkning i akvifären blir så stor, eller om det inläckande vattnet är av så dålig kvalitet, att icke önskvärda konsekvenser uppstår, föreligger överuttag.



Överuttag

När udden ur en akvifär överstiger grundvattenbildningen, eller läckaget från ovanliggande lager, förmår denna inte balansera uttaget. Underskottet i akvifärens vattenbalans måste då kompenseras på annat sätt. Detta kan ske genom att den magasinerade vattenmängden i akvifären minskar, d v s det sker en grundvattensänkning, eller genom att avrinningen vänds till ett inläckage från angränsande akvifärer eller ytvatten. I de flesta fall kompenseras underskottet genom en kombination av magasinminskning och inläckage.

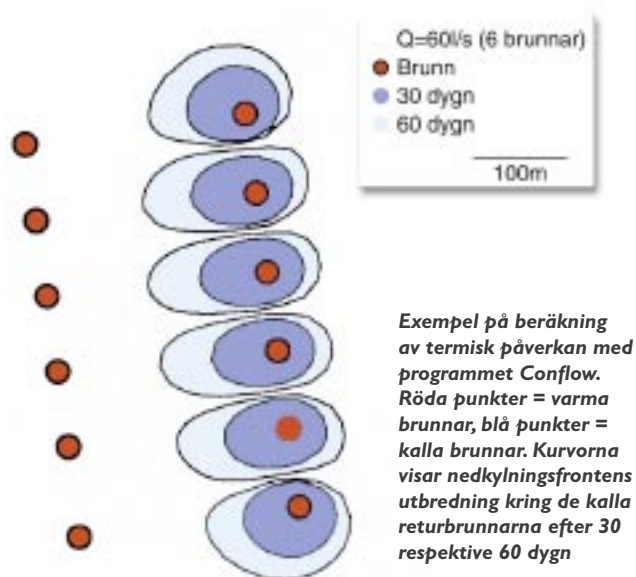
Med *överuttag* menas att udden inom ett område är så stora att grundvattensänkning eller inläckage leder till att icke önskvärda konsekvenser uppstår. Om sådana kan uppstå beror på de specifika förhållandena inom området.

Exempel på skador som kan uppstå som följd av stor grundvattensänkning är brunnstekniska problem och sättningsskador inom områden med sättningsbenägna jordarter. Skador som kan uppstå som följd av stort inläckage är olika typer av kvalitetsförändringar, t ex saltvatteninträngning inom kustnära områden eller höga nitrathalter inom jordbruksområden.

Termisk påverkan

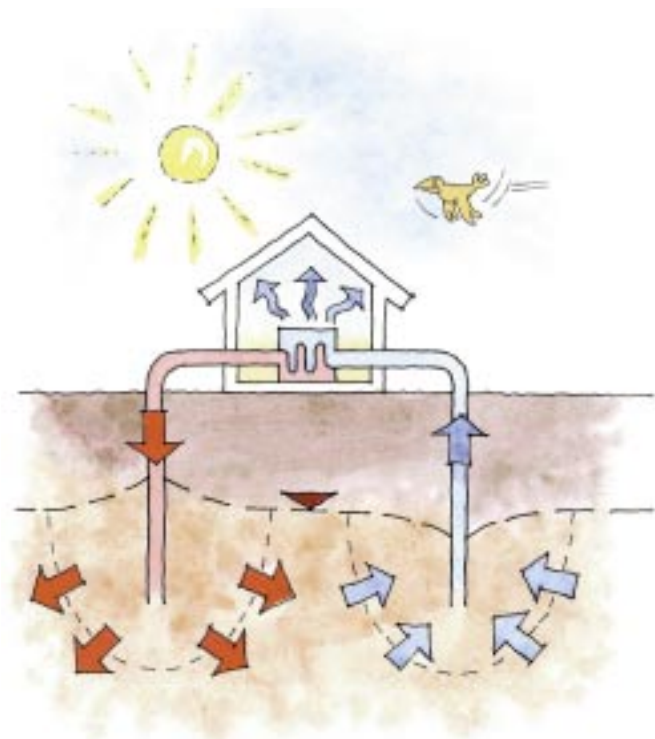
Vid anläggningar för utvinning eller lagring av värme och/eller kyla i grundvattnet pumpas grundvatten upp, kyls eller värms upp, varefter vattnet återförs i returbrunnar.

Kring returbrunnarna sker en påverkan på grundvattnets temperatur. Storleken beror på de vattenmängder som återförs och temperaturen på returvattnet. Storleken på den termiska påverkan kan beräknas om akvifärens hydrauliska och termiska egenskaper är kända.



Termisk påverkan innebär en temperaturstörning på några grader inom ett område på i storleksordningen något eller några hektar. Enligt vad som är känt i dag innebär termiska påverkan av denna omfattning inte något hot mot miljön eller grundvattnet.

Om en termisk anläggning havererar finns risk för utsläpp av köldmedium och oljor. En anläggning för värme/kyla är således en potentiell föroreningskälla. Risken för utsläpp kan minskas, eller nästan helt elimineras, genom ändamålsenlig konstruktion.



Principen för anläggningar för lagring av värme och kyla i grundvattnet.
 Överst: Under vinterhalvåret pumpas varmt grundvatten upp på "varma sidan" och leds genom värmepump för uppvärmning. Det nedkylta vattnet återförs i en returbrunn på "kalla sidan".
 Nederst: Under sommarhalvåret pumpas grundvatten upp på "kalla sidan" och leds genom värmväxlare för kylning. Det uppvärmda vattnet återförs på "varma sidan".

Sårbarhet

De jordlager som täcker en akvifär ger ett naturligt skydd åt grundvattnet mot nedträngande föroreningar. Om jordlagren ger ett gott naturligt skydd är sårbarheten låg.

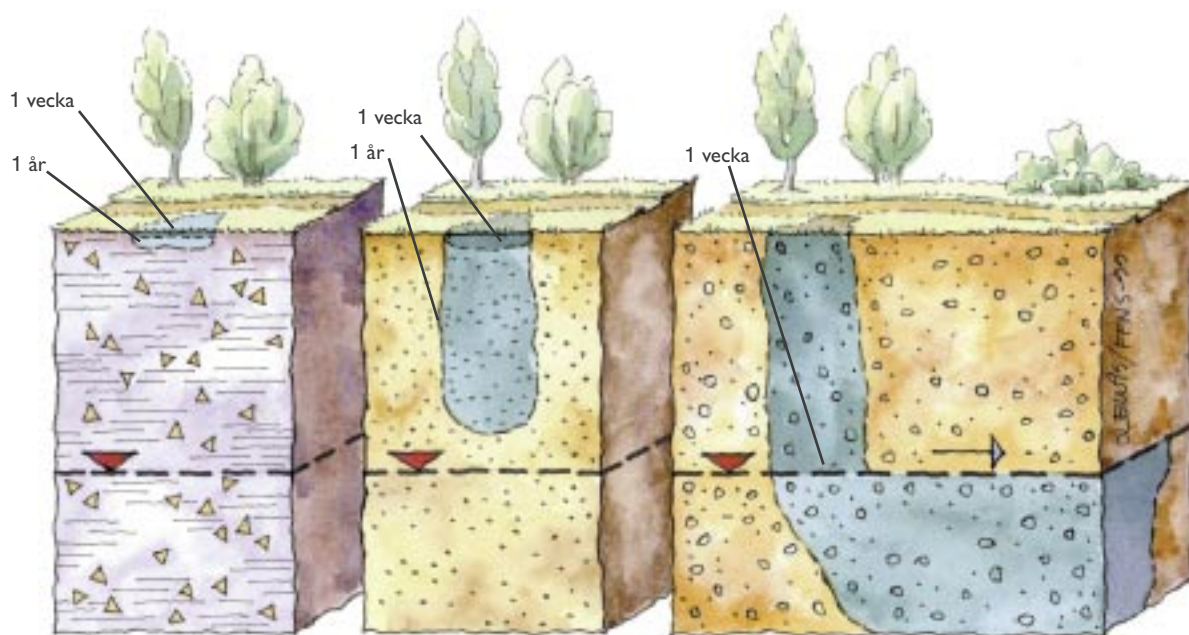
De egenskaper som i första hand bestämmer sårbarheten är typen av jordart och den omättade zons tjocklek. En jordart med låg genomsläpplighet (vertikal hydraulisk konduktivitet), t ex lera eller silt, medför en låg sårbarhet. En omättad zon med stor tjocklek medför längre transporttider från markytan till grundvattenytan och en lägre sårbarhet.

Stora delar av Kristianstadsslätten täcks av glacial lera, vilket innebär att sårbarheten är

relativt låg. Inom övriga delar av slätten, som inte täcks av lera, är sårbarheten högre. I lera kan förekomma torksprickor i de övre delarna, vilket ökar genomsläppligheten och innebär att sårbarheten kan vara hög även i lerområden, särskilt om lerlagret är tunt.

Av betydelse för sårbarheten är också vatteninnehållet i den omättade zons porer: Ett högt vatteninnehåll medför att den vertikala transporttiden minskar. Då vatteninnehållet i den omättade zonen varierar med årstiden, varierar följaktligen också sårbarheten.

Inom utströmningsområden har den hydrauliska gradienten en uppåtriktad komponent, vilket minskar sårbarheten.



Hur snabbt en förorening kan tränga igenom jordlagrens omättade zon och nå en öppen akvifär beror till stor del på jordlagrens vertikala genomsläpplighet. Finkorniga jordarter uppvisar i allmänhet låg genomsläpplighet och grovkorniga hög.

I figuren visas utbredningen av en vattenlöslig förorening 1 vecka respektive 1 år efter utsläpp i tre olika jordarter, från vänster: lermorän, siltig finsand, sandigt grus. Då genomsläppligheten i en jordart kan variera inom stora intervall, skall figuren betraktas som exempel på utbredningens storleksordning i respektive typ av jordart.

Glaukonitsandsakvifärens sårbarhet

Glaukonitsandsakvifären har över större delen av slätten ett gott naturligt skydd. De täckande lagren med kalksten har relativt låg genomsläpplighet och jordlagren är mäktiga och ofta leriga (lermorän, glacial lera). Inom vissa områden är dock det naturliga skyddet sämre och sårbarheten större.

Dessa områden utgörs av:

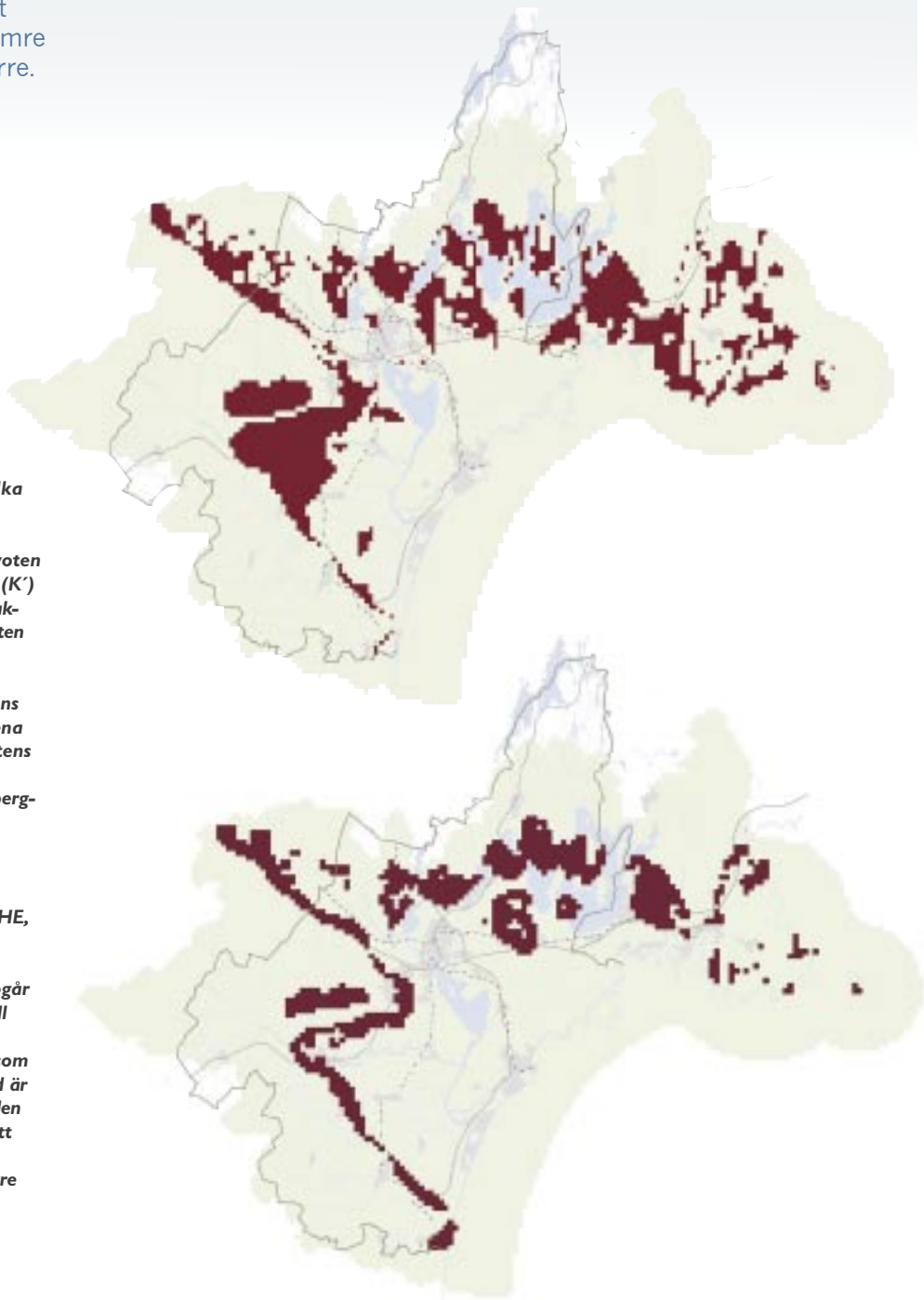
KRISTIANSTADSSLÄTTENS RANDOMRÅDEN. I dessa är jordlagren tunnare och ofta mer genomsläppliga, samtidigt som kalkstenslagren också är mer porösa och genomsläppliga.

OMRÅDEN MED ISÄLVSÄVLÄGRINGAR. I dessa områden är jordlagren mycket genomsläppliga, ofta från markytan ner till kalkberggrunden.

Två olika sätt att illustrera glaukonitsandsakvifärens sårbarhet.

Överst: Kartan visar översiktligt inom vilka områden den s k läckagekoefficienten K'/b' överstiger värdet $1 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$. Läckagekoefficienten definieras som kvoten mellan vertikal hydraulisk konduktivitet (K') och tjocklek (b') för det lager som täcker akvifären. I detta fall avser läckagekoefficienten lagren mellan glaukonitsandsakvifärens överyta och markytan. Ett högt värde på läckagekoefficienten innebär att akvifärens sårbarhet är stor. De markerade områdena utgörs i första hand av Kristianstadsslättens randområden och områden med isälvsavlagringar från markytan till sedimentberggrundens överyta.

Nederst: Figuren visar resultatet av en spridningsberäkning utförd med MIKE SHE, där en förorening antagits tillförd jämnt fördelad över hela slätten under en 5-årsperiod. Inom markerat område uppgår föroreningskoncentrationen efter 5 år till 0.5% eller mer av ursprunglig påförd föroreningskoncentration. De områden som nås av föroreningen inom en 5-årsperiod är randområdena. Anledningen till att områden med isälvsavlagringar inte framträder är att den vertikala transporten till glaukonitsandsakvifären i dessa områden tar längre tid.



Föroreningsspridning

Hur en förorening sprids i mark och grundvatten beror på en rad faktorer. De viktigaste är:

Typ av förorening: Ämnets lösbarhet i vatten, viskositet, densitet och reaktionsbenägenhet

Jord- och berglagrens egenskaper: Lagrens genomsläpplighet, reaktionsbenägenhet m m.

Grundvattnets strömningsförhållanden: Grundvattnets strömningshastighet, strömningens riktning, läckageförhållanden.

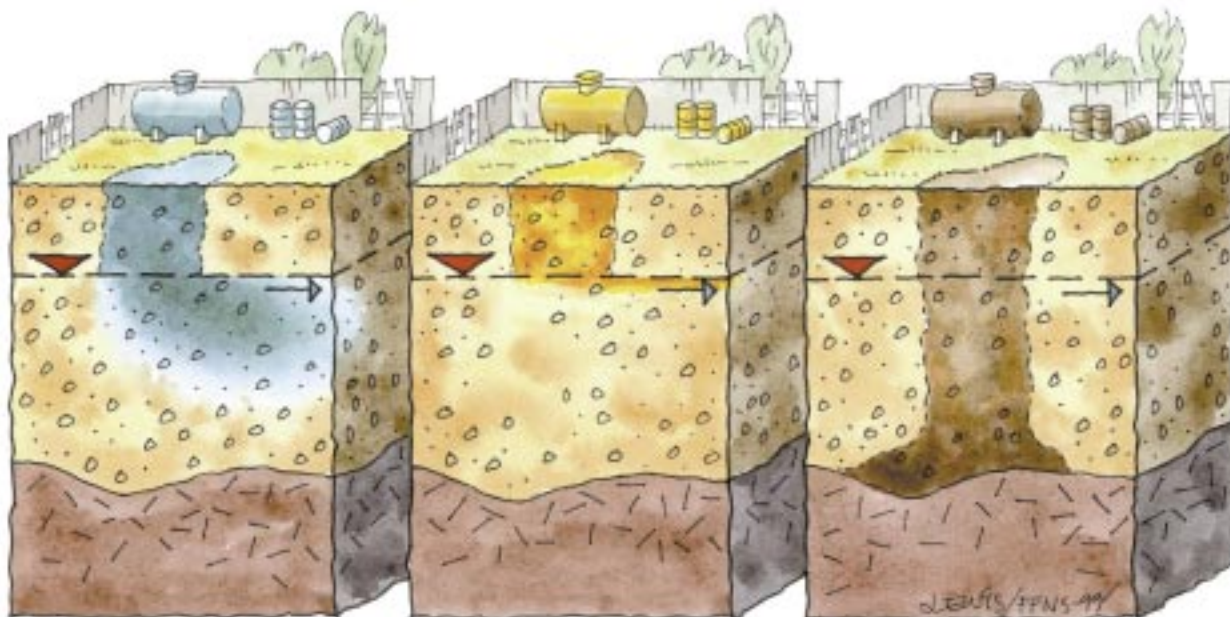
Många föroreningar har hög löslighet i vatten, t ex oorganiska salter, syror och

baser. Sådana föroreningar transporteras i princip i grundvattenströmningens riktning och med samma hastighet som vattnet. De kan därför spridas relativt snabbt.

Föroreningar som är svårslösliga i vatten, t ex oljor och organiska lösningsmedel, uppträder inte lika direkt kopplat till grundvattenströmningen. Svårslösliga föroreningar med lägre densitet än vattnets, t ex bensin och eldningsolja, kan lägga sig som ett skikt ovanpå grundvattnet. Svårslösliga föroreningar med högre densitet än vattnets, t ex klorerade lösningsmedel, kan lägga sig på botten av akvifären, där de sedan sprids till lågpunkter genom gravitationens inverkan.

Olika typer av föroreningars uppträdande

Olika typer av föroreningars uppträdande i en akvifär:
Från vänster: Vattenlöslig förorening, Svårslöslig förorening med lägre densitet än vattnets, Svårslöslig förorening med högre densitet än vattnets.



Spridning av vattenlösliga föroreningar

Punktutsläpp av en förorening med hög löslighet i vatten, vilken når grundvattnet, kommer att spridas plymformat i grundvattenströmmens riktning. Genom dispersion och diffusion kommer koncentrationen successivt att avta med avståndet från utsläppspunkten.

Under naturliga förhållanden är transporten i en akvifär ofta mycket långsam. Vanligen ligger transporthastigheten för en vattenpartikel i intervallet 0.1 - 100 m/år. Det kan alltså röra sig om 10-tals år, ibland 100 - 1000-tals år, innan en vattenpartikel transporterats från inströmningsområde till utströmningsområde.

Vid uttag av vatten ur en brunn ökar strömningshastigheten i akvifären. Tiden för en vattenpartikel att transporteras från inströmningsområde till brunn kan istället ligga i storleksordningen veckor eller dagar. Transporthastigheten kan då uppgå till i storleksordningen 1000 m/år eller mer.

Beräkning av transporthastighet

Den hastighet med vilken en vattenlös förorening sprids horisontellt i en akvifär kan beräknas med följande formel:

$$v = \frac{2 K I}{n}$$

där v = horisontella transporthastigheten, K = akvifärmaterialiets hydrauliska konduktivitet (m/s),

I = grundvattnets hydrauliska gradient (grundvattenytans lutning) (m/m eller %) och n = akvifärmaterialiets effektiva porositet (%).

Den hydrauliska konduktiviteten för geologiska material varierar betydligt. För ett sandigt grus kan den vara så hög som 1×10^{-2} m/s, för en lera så låg som 1×10^{-10} m/s. Grundvattnets hydrauliska gradient ligger under naturliga förhållanden vanligen i intervallet 0.1 - 5 %. Gradienten är vanligen större i kuperade områden än i flacka. I närheten av grundvattenuttag kan gradienten vara betydligt större. Effektiva porositeten ligger vanligen i intervallet 1 - 20 %.

Hydraulisk konduktivitet och effektiv porositet för några vanliga geologiska material på och kring Kristianstadsslätten. Värdena har erhållits som resultat vid kalibrering av MIKE SHE-modellen och har använts vid efterföljande simuleringar. Då MIKE SHE-modellen är en regional modell bör värdena i tabellen användas med försiktighet vid lokala beräkningar.

Material	Hydraulisk konduktivitet m/s	Effektiv porositet %
Grus (slätten)	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$	20
Sand	$5 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$	15
Glacial lera	$1 \times 10^{-8} - 4 \times 10^{-10}$	1
Sandig morän (urbergsområden)	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$	10
Lerig morän (slättområden)	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-8}$	5
Kalksten (centrala slätten)	$4 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-8}$	5 - 10
Kalksten (slättens ränder)	$8 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$	10
Glaukonitsand (centrala slätten)	$1 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-6}$	15 - 30
Glaukonitsand (slättens ränder)	$4 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-5}$	15
Urberg	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-8}$	2

Påverkan på Kristianstadsslättens grundvatten

Nitrat

I ett opåverkat grundvatten är nitrathalten lägre än 1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ medan halten i det ytliga grundvattnet på Kristianstadsslätten lokalt kan uppgå till mer än 20 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$. Enligt Livsmedelsverkets riktlinjer bör vatten med halter över 10 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ inte ges till barn under 1 år.

Höga nitrathalter i *jordlagrens grundvatten* förekommer framför allt där de ytliga jordlagren har hög genomsläpplighet, d v s utgörs av sandiga eller grusiga jordarter. Höga nitrathalter i den *sedimentära berggrundens grundvatten* förekommer inom eller nära områden med höga halter i jordlagren i kombination med nedåtriktat läckage. Sådana områden är framför allt slättens randområden och områden med isälvs-avlagringar.

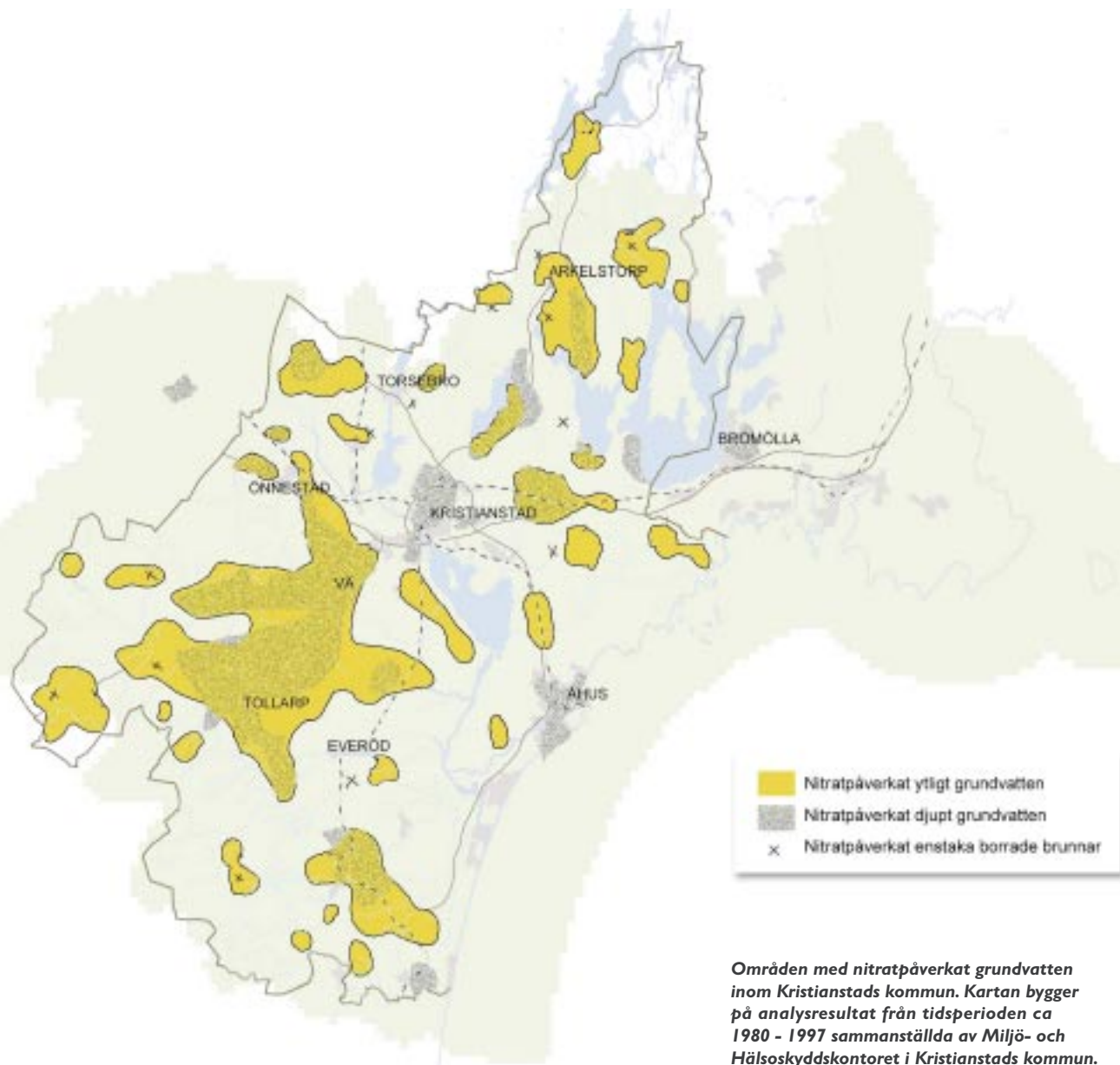
Bekämpningsmedel

Spår av bekämpningsmedel har påträffats i grundvatten på Kristianstadsslätten, bl a vid Vä, Ö Sönnarslöv samt vid Vinslöv. Enligt Livsmedelsverkets riktlinjer skall bekämpningsmedel inte förekomma i dricksvatten.

I flera fall har det påträffade bekämpningsmedlet varit atrazin. Detta medel användes i stor utsträckning, framför allt på hårdgjorda ytor, fram till 1989 då det förbjöds på grund av risk för förorening av brunnar. Atrazin har förhållandevis lång nedbrytningstid i grundvatten. Det finns sannolikt atrazin, eller nedbrytningsprodukter av detta, på flera håll i grundvatten som ännu inte nått brunnar.

Petroleumkolväten

Lokala utsläpp av diesel, eldningsolja m m i form av läckage från cisterner har skett vid ett flertal tillfällen. Vid bensinstationer, särskilt äldre, har ofta skett spill och läckage. I allmänhet rör det sig om små utsläpp vilka orsakat endast begränsad påverkan på det ytliga grundvattnet.



Områden med nitratpåverkat grundvatten inom Kristianstads kommun. Kartan bygger på analysresultat från tidsperioden ca 1980 - 1997 sammanställda av Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Kristianstads kommun.

Möjligheter till skydd av grundvatten

Lagar

Den viktigaste lagen som ger skydd åt grundvattnet är Miljöbalken. I denna finns bl a en allmän aktsamhetsregel, bestämmelser om vattenskyddsområden samt bestämmelser om tillstånd för vattenverksamhet.

I Miljöbalkens **2 kapitel 3§** föreskrivs allmän aktsamhet:

Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön....

Enligt paragrafen åligger det alltså *alla* som bedriver verksamhet eller vidtar någon form av åtgärd som *kan* förorena grundvattnet att vara aktsam.

I Miljöbalkens **7 kapitel §§21 - 22** finns bestämmelser om *vattenskyddsområde*. Länsstyrelse eller kommun har genom dessa paragrafer möjlighet att förklara mark- eller vattenområden som vattenskyddsområde för att skydda grund- eller ytvattentillgångar som utnyttjas eller *kan antas komma att utnyttjas* för vattentäkt.

För ett vattenskyddsområde utfärdas

föreskrifter. Dessa ska enligt **§22** utformas så att syftet med skyddsområdet uppnås. Föreskrifterna kan innebära restriktioner avseende t ex hantering av petroleumprodukter, jordbruk, skogsbruk, avledning av spillvatten, hantering av avfall, industriell verksamhet, våghållning, täktverksamhet, schaktningsarbeten, energianläggningar, och transporter av farligt gods.

I Miljöbalkens **11 kapitel** finns bestämmelser om vattenverksamhet. Enligt **9§** föreligger tillståndsplikt för vattenverksamhet. Till vattenverksamhet räknas bl a uttag av grundvatten. Tillstånd behövs dock inte i vissa fall, bl a vattentäkt för en- eller tvåfamiljsfastighets eller jordbruksfastighets husbehovsförbrukning.

Som komplement till Miljöbalken finns ett antal förordningar och föreskrifter med bestämmelser som berör eller är tillämpliga på grundvattenskydd. Naturvårdsverkets *föreskrifter om spridning av kemiska bekämpningsmedel* (SFNS 1997:2) innebär att yrkesmässig spridning av bekämpningsmedel endast får ske inom vattenskyddsområde efter tillstånd av miljö- och hälsoskyddsnämnden. Naturvårdsverkets *föreskrifter om förbud mot utsläpp av vissa ämnen i grundvattnet* (SNFS 1993:15) innebär förbud mot direkta utsläpp av vissa specificerade ämnen eller ämnesgrupper, t ex kvicksilver, kadmium, mineraloljor och kolväten.



Nuvarande vattenskyddsområden kring brunnsanläggningarna vid Kristianstads Centrala vattenverk.

Möjligheter till skydd av Kristianstads kommuns vattenförsörjning

Till varje brunn hör ett infiltrationsområde där det grundvatten bildas som senare pumpas upp ur brunnen. Detta kan vara större eller mindre och beläget på större eller mindre avstånd.

På Kristianstadsslätten har infiltrationsområdena i många fall stor utbredning och är belägna på stort avstånd från brunnarna. Tiden det tar för vattnet att strömma från infiltrationsområdena till brunnarna kan vara betydande: Transporttider på flera hundra år är vanliga. Föroreningar som idag når grundvattnet inom infiltrationsområdena kan därför påverka vattenkvaliteten i en nutida brunn, eller i framtida brunnar, först efter lång tid och under en mycket lång tidsperiod. Detta ställer krav på att grundvattenskyddet på Kristianstadsslätten har ett mycket långt tidsperspektiv, åtminstone i storleksordningen 100 år.

På lång sikt är det viktigt att skyddet inriktas på hela vattenresursen och inte på enskilda brunnsanläggningar. Vi vet inte idag hur den framtida vattenförsörjningen kommer att vara utformad. Däremot vet vi att vi även i framtiden kommer att vara beroende av ett dricksvatten av god kvalitet. Vi vet också att vattnets kvalitet har stor betydelse för naturmiljön.

Planering

Genom *översiktsplanering* kan kommunen styra markanvändningen i kommunen. Detta ger möjlighet att förhindra markanvändning som kan innebära risk för grundvattenförorening inom olika områden. Genom *områdesbestämmelser* och *detaljplaner* kan markanvändning, bebyggelseutformning m m regleras mer i detalj.

Beredskapsplaner för sanering m m vid utsläpp är ett annat sätt att minska risken för förorening av grundvattnet.

Information

Information om grundvattnets betydelse, sårbarhet och hur det kan skyddas är ett viktigt och ofta effektivt styrmedel.

Vattenskyddsområde enligt Miljöbalken erbjuder skydd för en brunn om detta har en utsträckning som omfattar brunnens infiltrationsområden. Ju större del av infiltrationsområdena som omfattas desto mer långsiktigt kan skyddet bli. Styrkan i skyddet beror på utformningen av föreskrifterna för skyddsområdet.

Flera av kommunens brunnсанläggningar saknar idag, helt eller delvis, vattenskyddsområden. Detta gäller Linderöd (2 brunnar), Tollarp (1 brunn vid Ö Vram), Maglehem, Åhus (1 brunn i Horna Fure), Vanneberga (1 brunn) samt N Strö. Flera av de befintliga vattenskyddsområdena har en utformning som inte omfattar infiltrationsområdena och som således endast ger ett begränsat skydd åt grundvattnet. En översyn av befintliga vattenskyddsområden, såväl vad gäller föreskrifter som utsträckning, är därför en viktig skyddsåtgärd. Resultaten från MIKE SHE-modellen, som visar infiltrationsområdenas utbredning, är ett viktigt underlag.

Vattenskyddsområden kan även upprättas för områden med grundvattentillgångar som kan komma att utnyttjas för vattentäkt i framtiden. Detta innebär att skyddsområden kan vara ett redskap även för långsiktigt skydd.

För att förhindra att akuta större föroreningsutsläpp, t ex vid olyckor på vägar eller inom industriområden, leder till förorening av grundvatten är snabba och rätt utförda saneringsinsatser viktiga. En **beredskapsplan** för sådana situationer är därför viktig. Denna bör utformas med utgångspunkt från ett hydrogeologiskt underlag.

Fysiska skyddsåtgärder längs vägar, t ex avakningsskydd och dagvattenuppsamling, är effektiva om dessa placeras inom infiltrationsområdena. De är förhållandevis kostsamma och koncentreras därför idag huvudsakligen till känsliga områden nära viktiga brunnсанläggningar. En väl fungerande beredskapsplan minskar betydligt behovet av fysiska skyddsåtgärder.

Fysiska skyddsåtgärder kan föreskrivas i vattenskyddsområdets föreskrifter eller utföras efter avtal med väghållaren. Vägverket Region Skåne har sedan flera år ett program för utförande av fysiska skyddsåtgärder vid utsatta brunnсанläggningar. Åtgärder har bl a utförts längs E22 vid Tollarp.

Områden där fysiska skyddsåtgärder kan övervägas är väg 21 längs Nävlingeåsens norra fot. I detta område finns lokalt möjlighet till mycket snabba infiltrationsförlopp och vidaretransport till glaukonitsandsakvifären. Andra områden är vägavsnitt med förhöjd olycksrisk i kombination med isälvsavlagringar. Sådana kan vara väg E22 mellan Lyngsjö och Härlöv, väg E22 mellan Fjälkinge och V Ljungby samt väg 19 mellan Karpalund och Bjärlöv.

Reglering av **kvävegödsling** är en skyddsåtgärd som kan leda till minskade nitrathalter i grundvattnet. Det finns flera exempel där upphörd kvävegödsling inom loppet av några år medfört kraftigt reducerade nitrathalter i det ytliga grundvattnet.

På Kristianstadsslätten kan reglering av kvävegödsling främst vara aktuell inom områden där inläckage sker till glaukonitsandsakvifären. Reglering kan uppnås genom skyddsföreskrifter inom vattenskyddsområden, genom avtal med markägare eller genom kommunalt markförvärv.

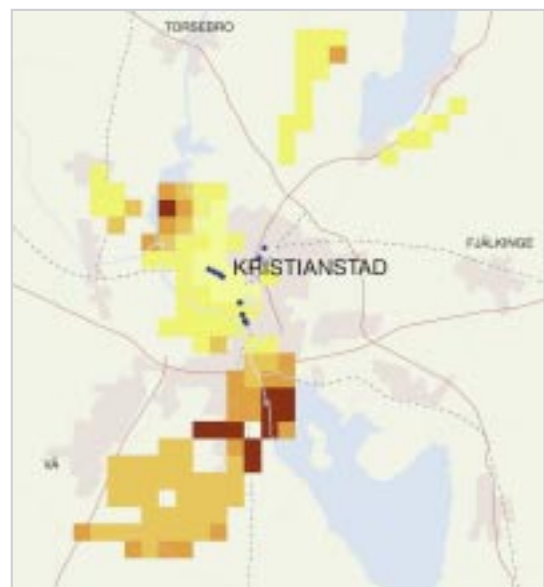
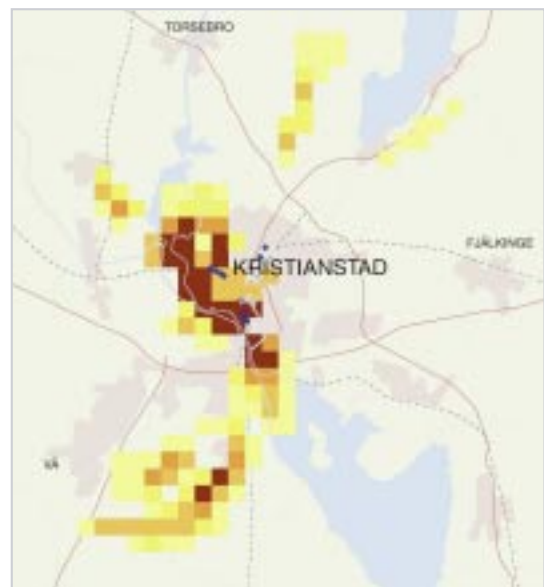
Inventering av potentiella **föroreningskällor**, undersökning av dessa samt prioritering och utförande av eventuella åtgärder är en viktig skyddsåtgärd. De viktigaste potentiella föroreningskällorna är avfallsupplag, äldre industriområden samt cisterner för eldningsolja, bensin, diesel, industrikemikalier m m.

Längs med Nävlinge- och Linderödsåsens norra ränder finns goda möjligheter för ytvatten att infiltrera till jordlagrens grundvatten och därefter läcka vidare till glaukonit-sandsakvifären. Hotbilden på åsarna är begränsad, men **tillsyn på åsarna och deras ränder** är viktigt för att på lång sikt förebygga förorening av slättens grundvatten.

På lång sikt är markanvändningen inom infiltrationsområdena den viktigaste faktorn

som påverkar risken för förorening av grundvattnet. **Översiktsplaneringen** spelar här en central roll. Det är viktigt att områden som är känsliga från grundvattenskyddssynpunkt arbetas in i översiktsplanen och att markanvändningen inom dessa styrs så att risken för förorening minskas så långt möjligt är. Resultaten från MIKE SHE-modellen utgör därvid ett viktigt underlag.

Påverkan på grundvattenförhållandena vid befintliga uttag i centralorten, resultat av beräkningar med MIKE SHE.
Överst: Infiltrationens relativa omfattning inom olika områden, uttryckt som antal partiklar som transporteras från respektive ruta till uttagsbrunnarna under en given beräkningsperiod.
Nederst: Transporttider, uttryckt som vattenålder, från infiltrationsområde till uttagsbrunn.



Möjligheter till skydd av centralortens brunnar

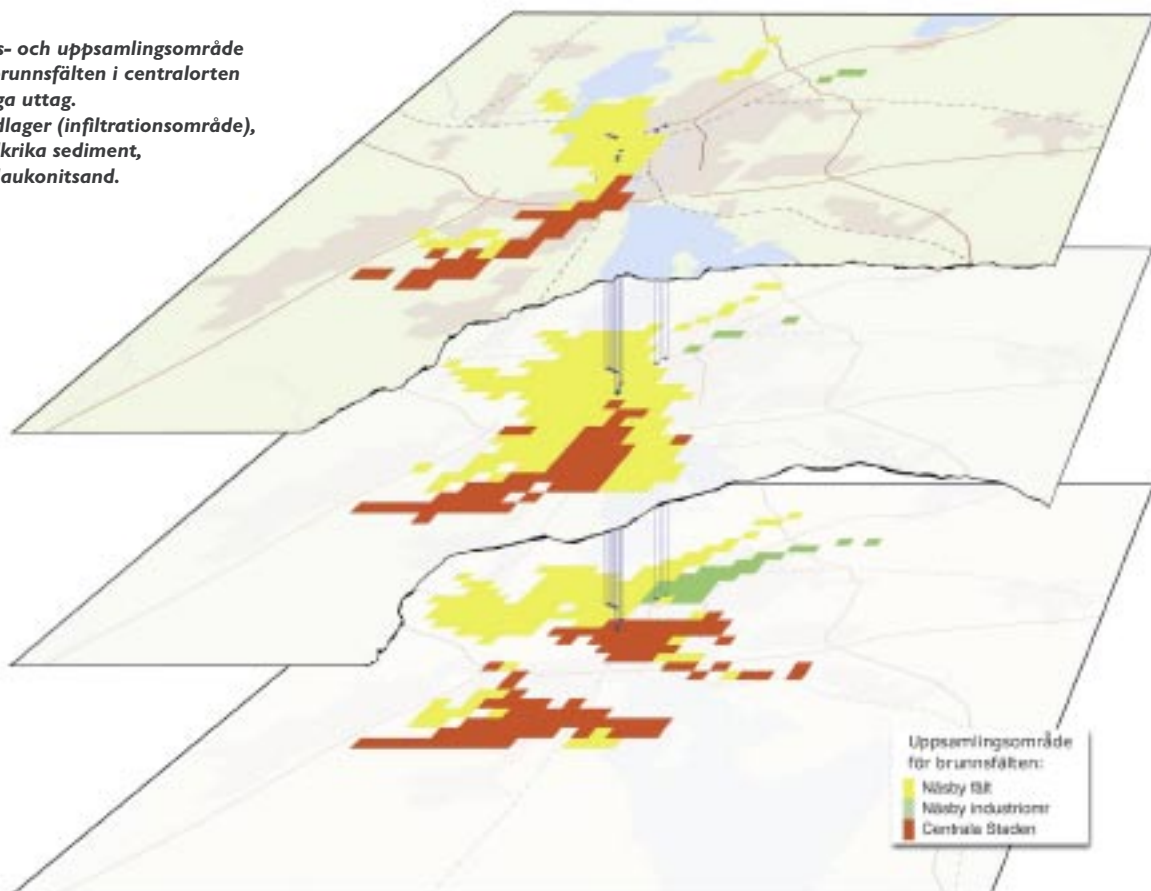
Åtgärder inom centralorten för att minska diffus spridning av föroreningar. Sådana åtgärder kan t ex avse dagvatten-hantering, kemikaliehantering, förorenade områden, cisterner och trafik.

Åtgärder inom särskilt känsliga delar av infiltrationsområden med isälvsavlagringar vid Vä - N Åsum, Vinnö - Färlöv samt Råbelöv - Fjälkestad. Sådana kan omfatta utökad kontroll av cisterner, utökad dagvatten- och avloppsuppsamling samt åtgärder för att minska kvävegödsling.

De befintliga vattenskyddsområdena kompletteras med vattenskyddsområden för brunnarnas infiltrationsområden. Resultaten av modellberäkningarna kan användas som underlag för avgränsning.

I föreskrifterna för vattenskyddsområdena bör restriktioner för kvävegödsling införas.

Infiltrations- och uppsamlingsområde för de tre brunnfälten i centralorten vid befintliga uttag.
Överst: Jordlager (infiltrationsområde),
Mitten: Kalkrika sediment,
Nederst: Glaukonitsand.



Framtiden

Framtida intressenter och behov

Bland de intressenter som idag utnyttjar grundvattnet i den sedimentära berggrunden är Kristianstads kommun den största enskilda. Andra viktiga intressenter är jordbruket, som utnyttjar grundvatten för bl a bevattning och djurhållning, olika invallnings- och länshållningsföretag, industrier samt andra enskilda fastighetsägare. Dessa bedöms också vara huvudintressenter under den närmaste tjugoårsperioden.

Befolkningstillväxten i kommunen uppskattas till i genomsnitt ca 0.2 % per år fram till år 2020. Övriga faktorer som påverkar vattenbehovet är mycket svåra att uppskatta. En rimlig bedömning är att det kommunala grundvattenuttaget ur den sedimentära berggrunden år 2020 kommer att ligga omkring 7.4 - 7.8 Mm³/år.

Bevattningens omfattning påverkas av ett stort antal faktorer vilket gör det framtida behovet av bevattningsvatten svårt att bedöma. En rimlig uppskattning är att uttagen kan komma att öka 5 - 10 %.

Uttag av grundvatten för länshållning inom invallningar görs till största delen ur jordlager, men uttag ur den sedimentära berggrunden förekommer också. Storleken på dessa uttag bedöms vara i stort sett oförändrade under den närmaste 20-årsperioden.

Då tillgången på vatten av god kvalitet är

relativt stor, kan utbyggnad och även ny-lokalisering till Kristianstadsslätten av verksamheter med höga kvalitets- och kvantitetskrav bli följden. Behovet av vatten för industriändamål, främst livsmedels-industri, bedöms därför kunna komma att öka något.

Uttagen av vatten för enskild vattenförsörjning bedöms vara i stort sett oförändrade eller öka något.

Användning av grundvatten för uppvärmning och kylning bedöms komma att öka. Användningen innebär emellertid inga nettouttag om vattnet återförs.

En summering av vattenbehovet för olika intressenter leder till bedömningen att en ökning av grundvattenuttagen ur den sedimentära berggrunden på Kristianstadsslätten med upp till 10 % kan bli fallet under den närmaste tjugoårsperioden. Detta innebär att det totala uttaget ur den sedimentära berggrunden inom Kristianstads kommun år 2020 bedöms i medeltal uppgå till 33 Mm³/år, vilket motsvarar ca 11 % av den totala grundvattenbildningen i jordlagren på Kristianstadsslätten.

Kristianstadsslätten har på senare tid uppmärksamats som en regional vattenresurs. Bl a har möjligheterna att försörja delar av Blekinge med grundvatten diskuterats. En sådan

utveckling skulle kunna innebära att uttagen av grundvatten på Kristianstadsslätten ökar betydligt.

Bland grundvattenintressenterna bör också nämnas de stora våtmarksområden som direkt eller indirekt är beroende av grundvatten.

Mål

På olika nivåer i samhället har mål ställts upp för vår miljö och för grundvattnet. Bland de mål som berör grundvattnet på Kristianstadsslätten och Kristianstads framtida vattenförsörjning märks följande (i urval och delvis förkortade):

Nationella miljömål

Grundvattnet skall ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.

Sjöar och vattendrag skall vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer skall bevaras.

Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet skall bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden.

Miljövårdsprogram för Skåne

Nyttjandet av mark och vatten ska

karaktäriseras av långsiktig hushållning.

Markläckage av kväve och fosfor från åkermark bör minska med 50 % från 1985 års nivå.

Invånarna skall för sin konsumtion och industrin för sin produktion ha tillgång till ett vatten som är godtagbart ur hälsosynpunkt, teknisk användbart och estetiskt tilltalande.

Kristianstads kommuns miljöskyddsprogram

Grundvattnet ska vara tjänligt som dricksvatten, fritt från påvisbara halter av bekämpningsmedel och med låga halter av nitrat - högst 30 mg/l.

Kristianstads kommuns miljöpolicy

Nyttjandet av ändliga resurser skall ske med sparsamhet och med ansvar för kommande generationer. Nyttjandet av förnyelsebara resurser skall ske inom ramen för en uthållig produktionsförmåga. Särskilt viktigt är att trygga tillgången på dricksvatten av god kvalitet för all framtid i kommunen.

C4 Tekniks miljöpolicy

C4 Teknik skall arbeta för att Kristianstadsslättens grundvattenresurs skyddas mot överuttag.

Begränsningar och möjligheter i befintligt vattenförsörjningssystem för Kristianstads centralort

Vattenförsörjningssystemet i centralorten fungerar idag väl, såväl vad gäller levererad kvantitet som kvalitet. Brunnarna är inte heller utsatta för något akut hot.

Sett i ett längre tidsperspektiv är det emellertid tveksamt om det levererade vattnets goda kvalitet kan upprätthållas. De brunnar som används idag är lokaliserade i eller nära tätbebyggelse och verksamheter, vilket innebär att grundvattnet hotas att förorenas diffust eller från punktkällor.

Från avfallsdeponin Härlövs ängar sker ett diffust läckage av föroreningar, vilka rör sig i riktning mot brunnarna. Detta är visserligen en relativt långsam transport under vilken nedbrytning och fastläggning av föroreningarna sker, men inom en femtioårsperiod kan det inte uteslutas att en märkbar påverkan på vattenkvaliteten i centralortens brunnar kan bli fallet.

Mot bakgrund av den aktuella hotbilden i Kristianstad är det alltså viktigt att redan idag planera för den framtida vattenförsörjningen.

Framtida system

Inom Kristianstads kommun är glaukonitsandsakvifären den största grundvattentillgången och kvaliteten är i allmänhet god. Såväl centralorten som flertalet samhällen kommer därför med största sannolikhet att basera sin framtida vattenförsörjning på denna tillgång.

För centralorten finns flera olika handlingsvägar för hur glaukonitsandsakvifären kan utnyttjas:

Utveckling och fortsatt utnyttjande av befintliga brunnsområden i och kring centrala Kristianstad under ytterligare 50 - 100 år.

Etablering av ett eller flera nya brunnsområden utanför Kristianstad.

En kombination där befintliga och nya brunnsområden utnyttjas.

Det finns flera möjliga lokaliseringsalternativ för nya brunnsområden om man betraktar hela Kristianstadsslätten. I första hand har alternativ i närheten av centralorten diskuterats. Lokaliseringsalternativ som har utvärderats är:

Karpalund

Råbelöv

Rinkaby

Provbörningar, som utförts under utredningsarbetet, har visat att uttagsmöjligheterna vid Råbelöv är begränsade. Detta alternativ kommer därför inte att diskuteras närmare.



De tre ursprungliga lokaliseringalternativen för nya brunnsområden. Alternativet Råbelöv har därefter uteslutits.

För att kunna bedöma grundvattennivåernas förändring och influensområdets storlek för de olika lokaliseringalternativen har en simulering utförts med MIKE SHE. Denna visar att influensområdet kring Karpalund uppgår till ca 70 km² om detta definieras som område med avsänkning större än 0.3 m och ca 50 km² med avsänkning större än 1 m. Motsvarande värden för Rinkaby är 240 km² respektive ca 90 km².

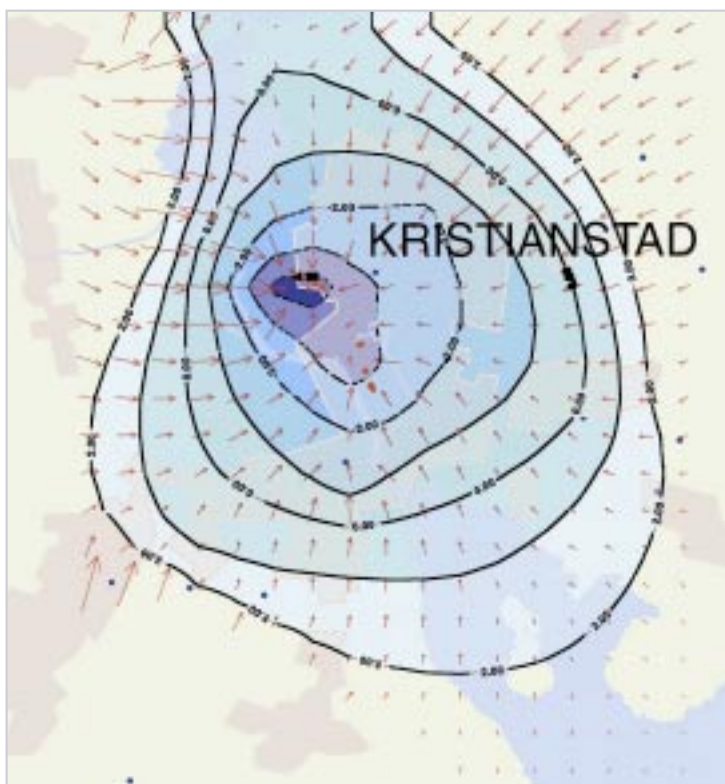
Påverkan på grundvattennivåer

Vid etablering av ett nytt brunnsområde kommer grundvattennivåerna i glaukonitsandsakvifären att avsänkas inom ett område kring brunnarna, det s k influensområdet. Avsänkningen kommer att innebära att

andra brunnar inom influensområdet påverkas, i första hand brunnar i glaukonitsandsakvifären, men även grundare brunnar.

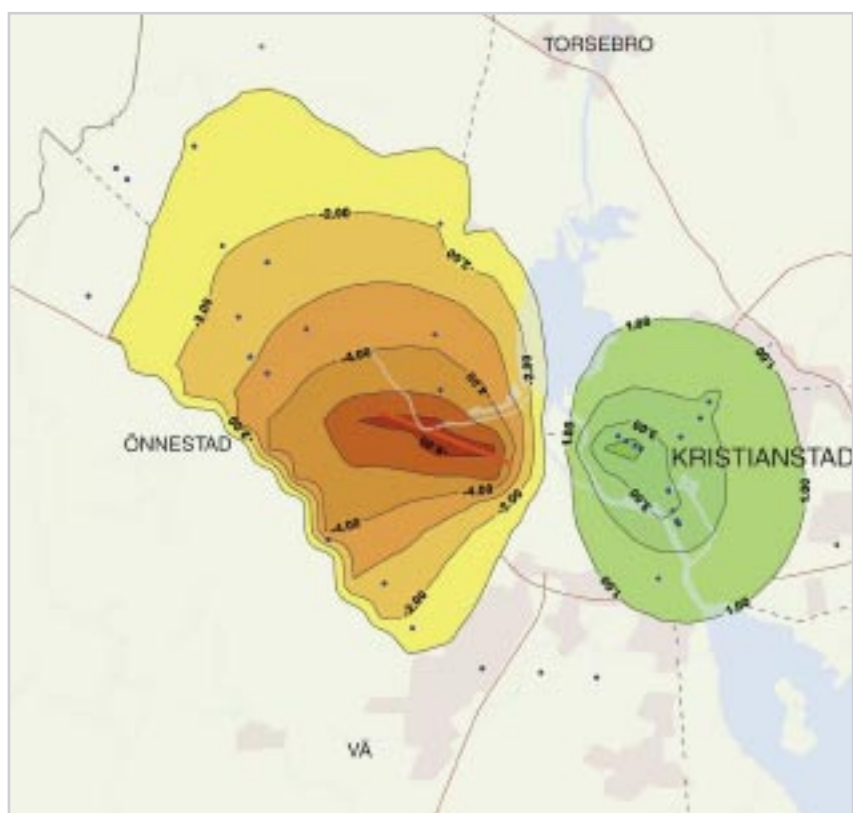
det nedåtriktade läckaget inom influensområdet kommer att öka, vilket kan påverka förhållandena i ytligare akvifärer, ytvatten och våtmarker liksom vattenkvaliteten i glaukonitsandsakvifären.

Etablering av ett nytt brunnsområde innebär också att uttagen ur Centrala vattenverkets brunnar i Kristianstad kommer att minska vilket medför att grundvattennivåerna vid Kristianstad kommer att stiga.

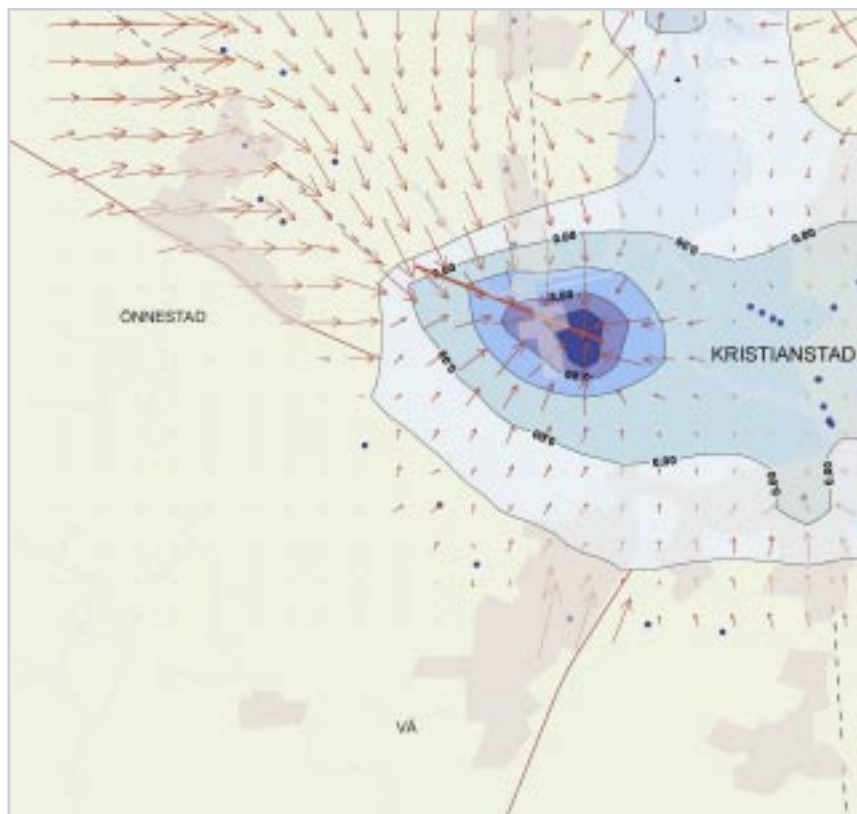


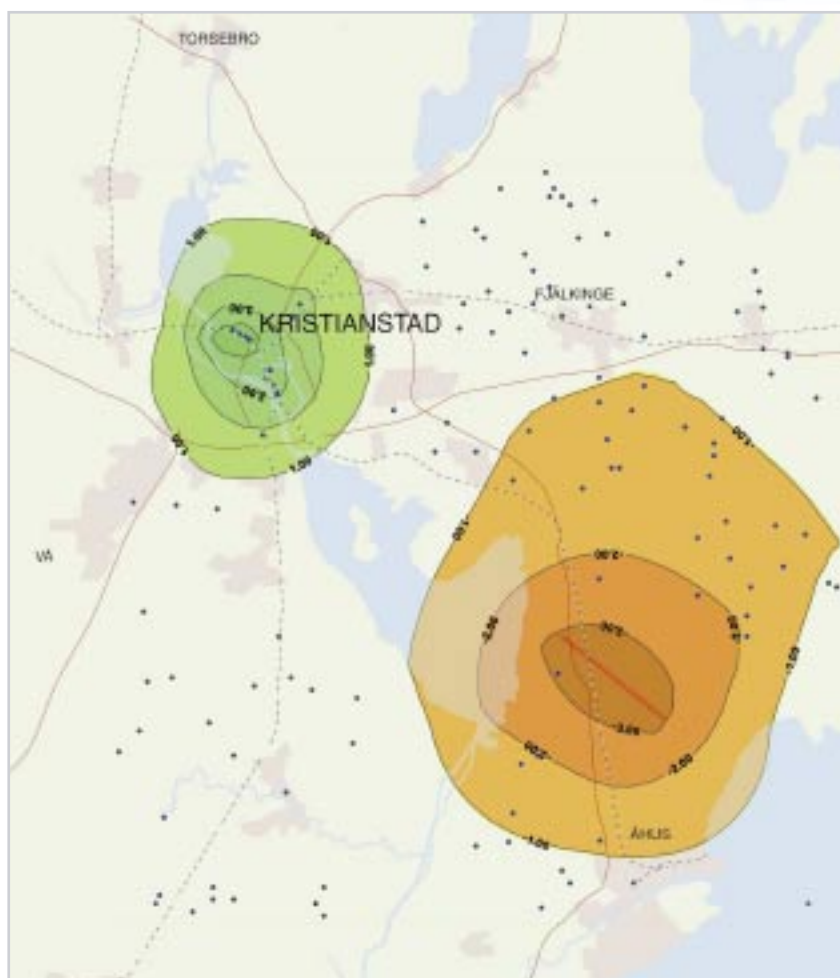
Grundvattennivåer i glaukonitsandsakvifären vid befintliga uttag i centralorten. Pilarna visar grundvattnets strömning mot brunnarna, pilarnas längd är proportionell mot trömningshastigheten. Resultat av beräkning med MIKE SHE.

Tryckförändring i glaukonitsandsakvifären om hela Centrala vattenverkets uttag skulle flyttas till Karpalund. Negativa värden innebär trycksänkning, positiva tryckhöjning. Resultat av beräkning med MIKE SHE.

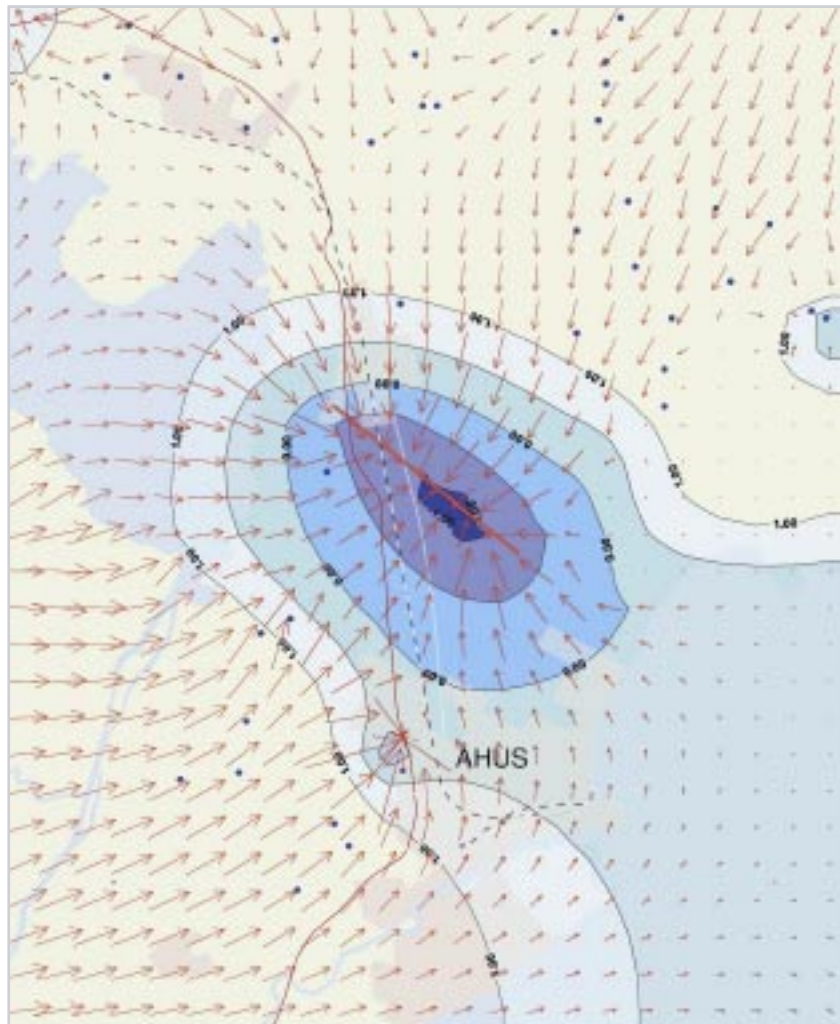


Grundvattennivåer och grundvattenströmning om hela Centrala vattenverkets uttag skulle flyttas till Karpalund. Resultat av beräkning med MIKE SHE.

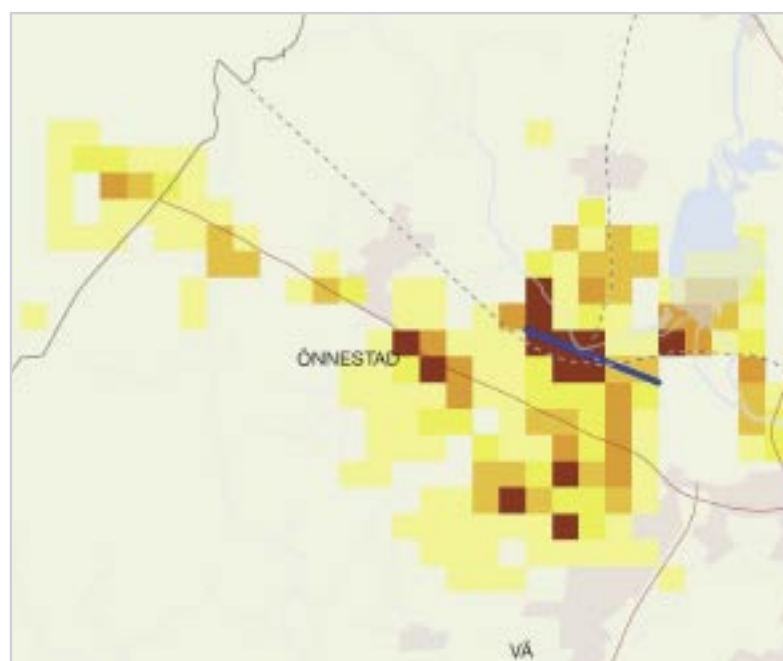
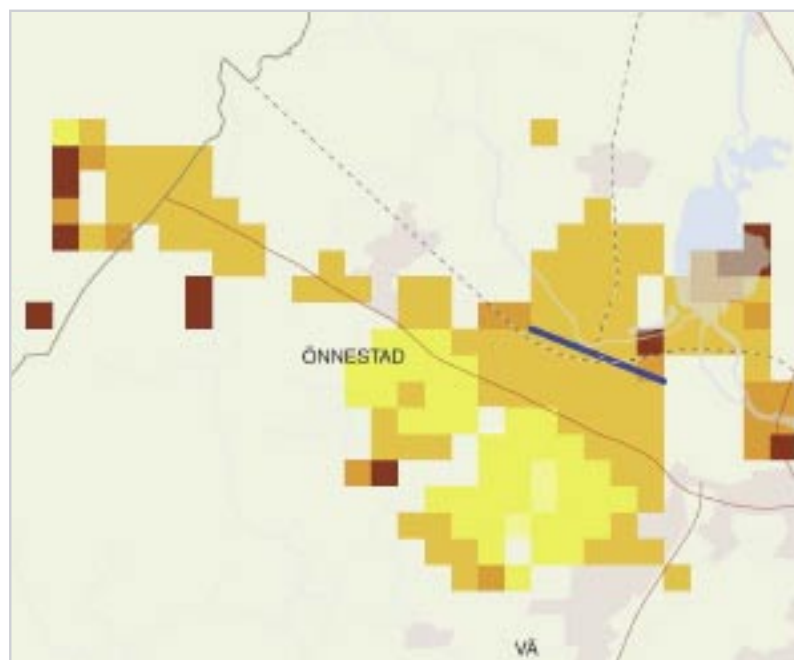




Tryckförändring i glaukonitsandskvifären om hela Centrala vattenverkets uttag skulle flyttas till Rinkaby. Resultat av beräkning med MIKE SHE.



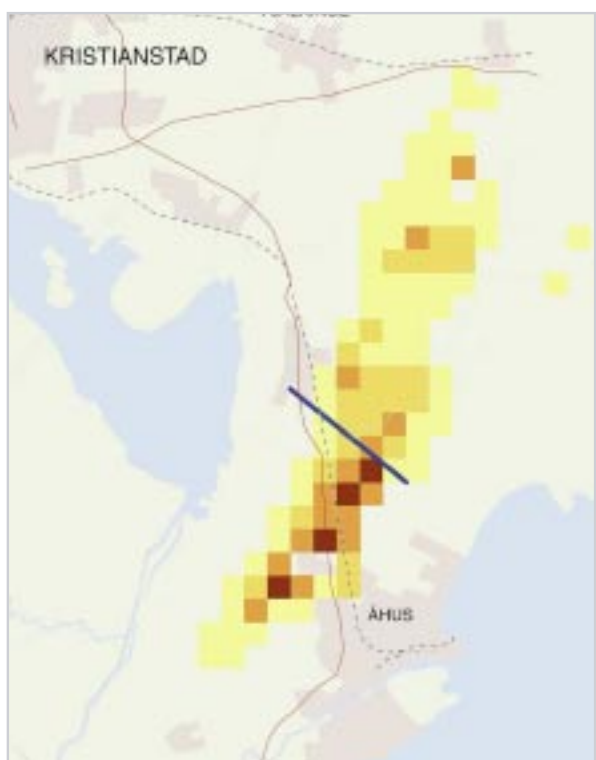
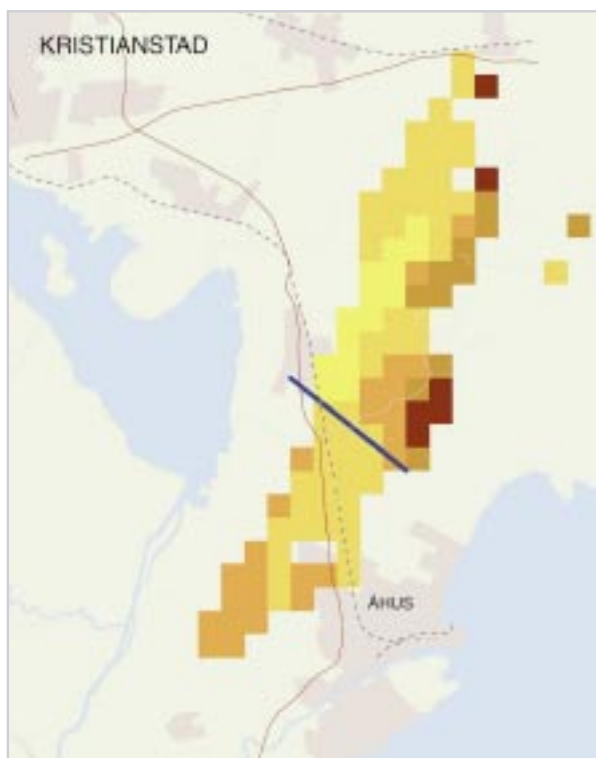
Grundvattennivåer och grundvattenströmning om hela Centrala vattenverkets uttag skulle flyttas till Rinkaby. Resultat av beräkning med MIKE SHE..



Simulering av infiltrationsområden om hela Centrala vattenverkets uttag flyttades till Karpalund, resultat av beräkningar med MIKE SHE.

Överst: Transporttider, uttryckt som vattenålder, från infiltrationsområde till uttagsbrunn.

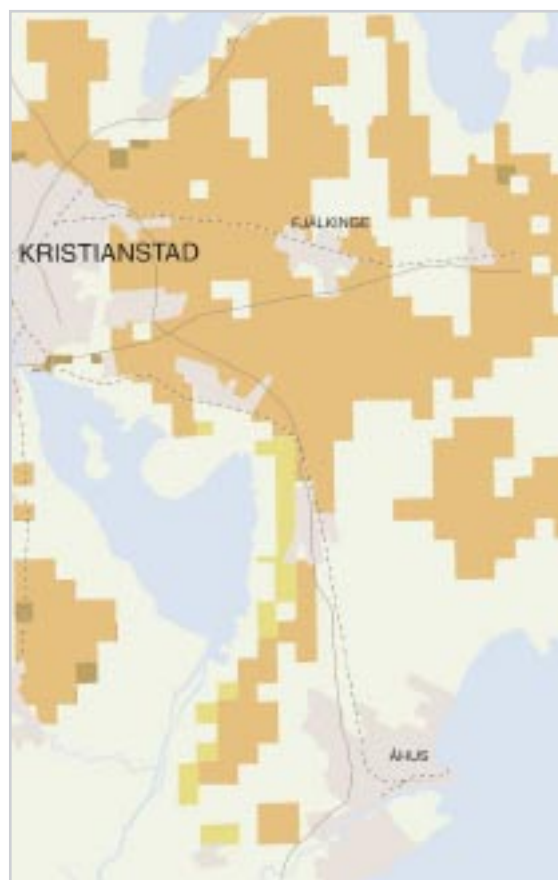
Nederst: Infiltrationens relativa omfattning inom olika områden, uttryckt som antal registrerade partiklar som transporterats från respektive ruta till uttagsbrunnarna under en given beräkningsperiod.



Simulering av infiltrationsområden om hela Centrala vattenverkets uttag flyttades till Rinkaby, resultat av beräkningar med MIKE SHE.

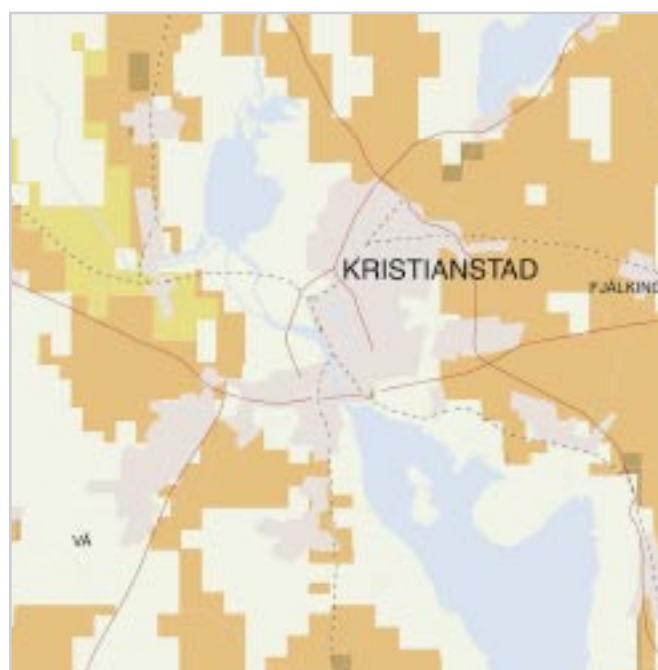
Överst: Transporttider, uttryckt som vattenålder, från infiltrationsområde till uttagsbrunn.

Nederst: Infiltrationens relativa omfattning inom olika områden, uttryckt som antal partiklar som transporteras från respektive ruta till uttagsbrunnarna under en given beräkningsperiod.



Inläckageområde vid befintliga uttag
Inläckageområde vid både befintliga uttag och Rinkabyalternativ
Inläckageområde vid Rinkabyalternativ

Jordbruksmark som sammanfaller med inläckageområden till glaukonitsandsakvifären, jämförelse mellan lokaliseringalternativet Rinkaby och befintliga förhållanden.



Inläckageområde vid befintliga uttag
Inläckageområde vid både befintliga uttag och Karpalundalternativ
Inläckageområde vid Karpalundalternativ

Jordbruksmark som sammanfaller med inläckageområden till glaukonitsandsakvifären, jämförelse mellan lokaliseringalternativet Karpalund och befintliga förhållanden

Influensområde

Vid uttag av vatten ur en brunn sker en avsänkning av grundvattnets nivå kring brunnen. Detta är som störst vid brunnen och minskar med avståndet.

Det *teoretiska influensområdet* kring en brunn definieras som det område där avsänkningen är större än noll.

I många fall är det av intresse att bestämma det område där en påverkan av praktisk betydelse kan uppstå på grundvatten-nivåerna. Man antar då att sådan uppstår om

avsänkningen är större än ett visst värde, t ex 0.3, 0.5 eller 1 m.

Det *praktiska influensområdet* kring en brunn definieras som det område där avsänkningen är större än ett visst valt värde.

En brunns influensområde är i många fall mer eller mindre cirkulärt och inom detta sker en radiell strömning mot brunnen. Strömningshastigheten är liten på stort avstånd från brunnen och ökar med minskande avstånd.

Inom influensområdet sker en nedåtriktad transport av vatten, vilket i flertalet fall innebär att huvuddelen av det vatten som pumpas upp ur en brunn infiltreras inom influensområdet. En brunns infiltrationsområden kan emellertid också vara belägna utanför influensområdet. Vattenpartiklar som infiltrerar transporteras då inledningsvis med grundvattnets naturliga strömning. När de når influensområdet fångas de upp av den radiella strömningen mot brunnen och når så småningom denna.

Långsiktigt skydd

En ny brunnsanläggning måste ge vatten av hög kvalitet under lång tid. Det är därför viktigt att skydda den akvifär som utnyttjas. Speciellt viktigt är att skydda de infiltrationsområden där det grundvatten bildas som så småningom pumpas upp ur brunnarna. Inom dessa områden bör kommunen tillse att riskerna hålls på en låg nivå, t ex genom utförande av fysiska skyddsåtgärder, anpassning av markanvändningen och inrättande av vattenskyddsområden.

För att kunna bedöma inom vilka områden grundvattenskydd bör prioriteras har simulering av grundvattenbildning och transporttider utförts med MIKE SHE. Resultaten redovisas nedan tillsammans med nuvarande markanvändning.

Resultaten för lokaliseringsalternativet Karpalund visar att betydande infiltration

kommer att äga rum längs Nävlingeåsens fot, mellan Önnestad och Skepparslöv. Detta är områden där höga nitrathalter konstaterats i både ytligt och djupare grundvatten och sammanfaller också delvis med sträckningen av väg 21. Jämfört med nuvarande förhållanden innebär alternativet att inläckageområden till glaukonitsandsakvifären, vilka tillika är jordbruksområden, tillkommer NV om Karpalund, vilket kan medföra ökade nitrathalter.

Resultaten för lokaliseringsalternativet Rinkaby visar att betydande infiltration kommer att äga rum längs isälvsavlagringarna mellan Ripa och Bäckaskog. Jämfört med nuvarande förhållanden innebär alternativet att inläckageområden till glaukonitsandsakvifären, vilka tillika är jordbruksområden, tillkommer väster om isälvsavlagringarna.

Saltvatteninträngning

Brunnarna vid lokaliseringsalternativet Rinkaby är belägna ca 2 - 5 km från kustlinjen, vilket har aktualiserat frågan om det kan föreligga risk för saltvatteninträngning med förhöjda kloridhalter i brunnarna som följd. Utförda översiktliga simuleringar med MIKE SHE har visat att det, med en viss antagen placering av brunnarna, skulle kunna förekomma rörelser av salt grundvatten mot brunnarna.

För att mer i detalj kunna bedöma riskerna måste mer detaljerad kunskap erhållas om grundvattenförhållandena inom området. Detta kräver bl a att provborrningar och propvpumpningar utförs. Olika alternativ för placering av brunnar, och fördelning av uttagen mellan dessa, måste också studeras.

Sammanfattningsvis bedöms risken för saltvatteninträngning inte vara överhängande. Fortsatta studier är emellertid motiverade och det är viktigt att risken beaktas vid lokalisering av brunnarna.

Möjliga skyddsåtgärder

För att förstärka skyddet inom respektive lokaliseringsområde är följande åtgärder möjliga:

Karpalund

Ett vattenskyddsområde inrättas som täcker huvuddelen av infiltrationsområdena. Omfattningen av dessa områden bedöms till ca 50 km².

Över särskilt betydande infiltrationsområden läggs en inre skyddszon. Sådana områden är bl a Nävlingeåsens fot mellan Önnestad och Skepparslöv, brunnsfältet vid Karpalund samt isälvsavlagringarna mellan Vinnö och Färlöv. Omfattningen av dessa områden bedöms till ca 15 km².

Föreskrifterna för vattenskyddsområdet bör omfatta restriktioner för kvävegödsling

inom inre skyddszon. Som komplement bör avtal med markägare samt markförvärv övervägas.

Fysiska skyddsåtgärder för att förhindra utsläpp vid trafikolyckor utförs längs med väg 21.

Riskerna för en spridning västerut av föroreningar från Härlövs Ängar bör studeras. För att förhindra en sådan spridning kan fortsatt pumpning av brunnar i centralorten tillämpas.

Rinkaby

Ett vattenskyddsområde inrättas som täcker huvuddelen av infiltrationsområdena. Omfattningen av dessa områden bedöms till ca 60 km².

Över särskilt betydande infiltrationsområden läggs en inre skyddszon. Dessa områden utgörs huvudsakligen av isälvsavlagringarna mellan Ripa och Nymö. Omfattningen av dessa områden bedöms till ca 20 km².

Föreskrifterna för vattenskyddsområdet bör omfatta restriktioner för kvävegödsling inom inre skyddszon. Som komplement bör avtal med markägare samt markförvärv övervägas.

Fysiska skyddsåtgärder för att förhindra utsläpp vid trafikolyckor bör övervägas längs väg 118 där denna passerar över isälvsavlagringarna mellan Rinkaby och Åhus.

Risken för saltvatteninträngning bör studeras närmare. För att förhindra att risken ökar kan restriktioner mot anläggande av nya brunnar införas genom områdesbestämmelser inom delen av influensområdet mellan Rinkaby och kusten.

Bedömning av lokaliseringsalternativ

Karpalund

Uttagsförhållandena vid Karpalund bedöms som goda. Erforderlig vattenmängd bedöms kunna tas ut ur brunnar utan större tekniska problem.

Om hela uttaget flyttas till Karpalund kommer grundvattnets trycknivå att sänkas med 1 m eller mer inom ett ca 50 km² stort område kring de nya brunnarna samt höjas med 1 m eller mer inom ett ca 15 km² stort område kring de gamla brunnarna i centralorten. Inom dessa områden finns idag i storleksordningen 100 - 200 respektive 100 borrhälsbrunnar.

Höjning av trycknivån i glaukonitsands-akvifären innebär minskat nedåtriktat läckage från övre akvifären, vilket i sin tur innebär höjda grundvattennivåer. Höjningen kan medföra påverkan på husgrunder, husdräneringar, invallningar m m.

Infiltrationsområdet kring en brunnsanläggning vid Karpalund skulle omfatta i storleksordningen 50 km² V om Kristianstad med betydande utsträckning mot NV längs Nävlingeåsens norra förkastningsbrant. Inom området närmast Karpalund utgörs de ytliga jordlagren av relativt täta jordarter, huvudsakligen lera, medan jordlagren närmare Nävlingeåsen är betydligt mer genomsläppliga. Ytan där mer betydande infiltration förekommer bedöms till ca 15 km².

Inom infiltrationsområdet är den dominerande markanvändningen jordbruk, vilket kan innebära risk för diffus förorening av bl a bekämpningsmedel och växtnäringsämnen.

Inom lokaliseringsområdet Karpalund har nitratpåverkan konstaterats i såväl ytligt som djupt grundvatten mellan Vä och Önnestad. Spår av bekämpningsmedel har påträffats i en borrhälsbrunn vid Vä.

Flera större vägar går igenom området, bl a 19, 21 och E22, vilket innebär en viss risk för såväl diffus förorening som risk för punktutsläpp från vägtrafiken. Avfallsdeponin Härlövs ängar ligger inom brunnsanläggningens influensområde, och precis i kanten av infiltrationsområdet. Strömningshastigheten mot brunnsanläggningen från Härlövs ängar är emellertid mycket låg, vilket i kombination med det relativt stora avståndet (2 - 3 km) innebär att risken för förorening från deponin bedöms som mycket liten.

Lokaliseringsalternativet Karpalund kommer att innebära ledningsdragning för råvatten från brunnsområde till befintlig råvattenledning (diameter 300 mm) på ca 4 km.

Rinkaby

Uttagsförhållandena vid Rinkaby bedöms som goda. Erforderlig vattenmängd bedöms kunna tas ut ur brunnar utan större tekniska problem.

Om hela uttaget flyttas till Rinkaby kommer grundvattnets trycknivå i glaukonitsands-akvifären att sänkas med 1 m eller mer inom ett ca 90 km² stort område kring de nya brunnarna, varav ca 10 km² sammanfaller med Hammarsjön, samt höjas med 1 m eller mer inom ett ca 20 km² stort område kring

de gamla brunnarna i centralorten. Inom dessa områden finns idag i storleksordningen 150 respektive 100 borrhälsbrunnar.

Höjning av trycknivån i glaukonitsands-akvifären innebär minskat nedåtriktat läckage från övre akvifären, vilket i sin tur innebär höjda grundvattennivåer. Höjningen kan medföra påverkan på husgrunder, husdräneringar, invallningar m m.

Infiltrationsområdet kring en brunnsanläggning vid Rinkaby skulle omfatta i storleksordningen 60 km² mellan Ripa och Bäckaskog med huvudsaklig utsträckning i N - S riktning. Inom området förekommer stråk med isälvsavlagringar, vilka uppvisar hög genomsläpplighet från markytan till kalkberggrundens överyta. Utanför dessa stråk är jordlagren genomsläppliga i ytan men inom större delen av området förekommer tätare jordarter på större djup. Ytan där mer betydande infiltration förekommer bedöms till ca 20 km².

Inom infiltrationsområdet förekommer jordbruk, men stora områden utgörs också av skog och ängsmark. Området närmast öster om Rinkaby utgörs av militärt övningsområde. I isälvsstråken pågår grustäktverksamhet vid Åhus och Bäckaskog. Ett flertal nedlagda grustäkter finns också inom området. Framtida grustäktverksamhet bedöms ske vid Åhus, Bäckaskog och Vanneberga. I nordligaste delen berör infiltrationsområdet väg E22. Risk finns för förorening från jordbruk samt diffus förorening och förorening från punktutsläpp

från vägtrafik och grustäktverksamhet. Inom infiltrationsområdets centrala och södra delar är dock markanvändningen sådan att möjligheterna att skapa ett gott skydd för grundvattnet bedöms som goda.

Risk för saltvatteninträngning i de kustnära områdena kan, med befintligt kunskapsunderlag, inte uteslutas. För att närmare kunna bedöma risken krävs fortsatta undersökningar.

Inom lokaliseringsområdet Rinkaby har nitratpåverkan konstaterats i ytligt grundvatten samt i enstaka borrhälsbrunnar kring Rinkaby och Nymö.

Lokaliseringsalternativ Rinkaby kommer att innebära ledningsdragning från brunnsområdet till vattenverket i Kristianstad på ca 12 km. Lokaliseringsalternativet medger samordning av vattenförsörjningen med Åhus.

Förekomsten av föroreningsbelastande verksamheter i alternativet Rinkaby beror till stor del på hur de militära övningsområdena kommer att användas i framtiden.

Sammanfattande bedömning av lokaliseringsalternativen

Både alternativen bedöms kunna leverera tillräckliga mängder dricksvatten.

Föroreningsbelastningen bedöms, med nuvarande kunskap, vara liten inom infiltrationsområdena för båda alternativen. Den enda föroreningskällan av betydelse bedöms vara utsläpp från jordbruket. Då markanvändningen kring Rinkaby i mindre grad domineras av jordbruk än kring Karpalund, bedöms föroreningsbelastningen vara lägre för alternativet Rinkaby.

Det naturliga skyddet för grundvattnet i glaukonitsandsakvifären är dåligt

längs med Nävlingeåsens förkastningsbrant. Inom områden med isälvsavlagringar är det naturliga skyddet för det ytliga grundvattnet dåligt, men glaukonitsandsakvifären har trots detta ändå ett tillfredsställande skydd. Inom övriga områden är skyddet för glaukonitsandsakvifären bra. Sammanfattningsvis bedöms det naturliga skyddet vara bra för alternativet Rinkaby och mindre bra för alternativet Karpalund.

Möjligheterna att genom skyddsåtgärder förstärka skyddet bedöms vara gynnsammare vid alternativet Rinkaby än vid alternativet

Karpalund.

I fallet Rinkaby kan man inte bortse från risken för saltvatteninträngning, varför denna bör studeras närmare.

Konkurrens med andra intressenter till grundvattnet i glaukonitsandsakvifären bedöms föreligga i båda fallen, men bedöms vara av mindre omfattning i alternativet Rinkaby.

Påverkan på naturmiljö och biologisk mångfald bedöms vara liten, och inom våtmarksområdena längs Helgeå försumbar, för båda alternativen

Rekommendationer

Både Karpalund och Rinkaby bedöms vara möjliga lokaliseringsalternativ för Kristianstads framtida brunnsanläggningar. Underlaget är emellertid otillräckligt för att idag kunna ta slutlig ställning till vilket av alternativen som är att föredra. Det är därför viktigt att vidare utreda båda alternativen.

Några ytterligare lokaliseringsalternativ bedöms inte finnas inom Kristianstadsslättns norra delar. Inom de södra delarna kan finnas ytterligare lokaliseringsalternativ, men avståndet till dessa bedöms vara så stort att de inte är intressanta annat än i det fall fortsatt utredning visar att båda alternativen Karpalund och Rinkaby inte är genomförbara.

För att kommunen ska kunna bibehålla handlingsfrihet avseende val av lokaliseringssområde under den tid fortsatt utredning pågår rekommenderas att två typer av planområden arbetas in i den kommunala översiktsplanen för respektive lokaliseringsalternativ Karpalund och Rinkaby.

Dessa är:

lokaliseringsområde för brunnsanläggning.

område inom vilket grundvattenskydd bör prioriteras.

Lokaliseringsområde för brunnsanläggning är ett område där brunnar kan komma



Förslag till lokaliseringsområde för brunnsanläggning samt område inom vilket grundvattenskydd bör prioriteras, lokaliseringsalternativ Karpalund. Områdena föreslås arbetas in i översiktsplanen.

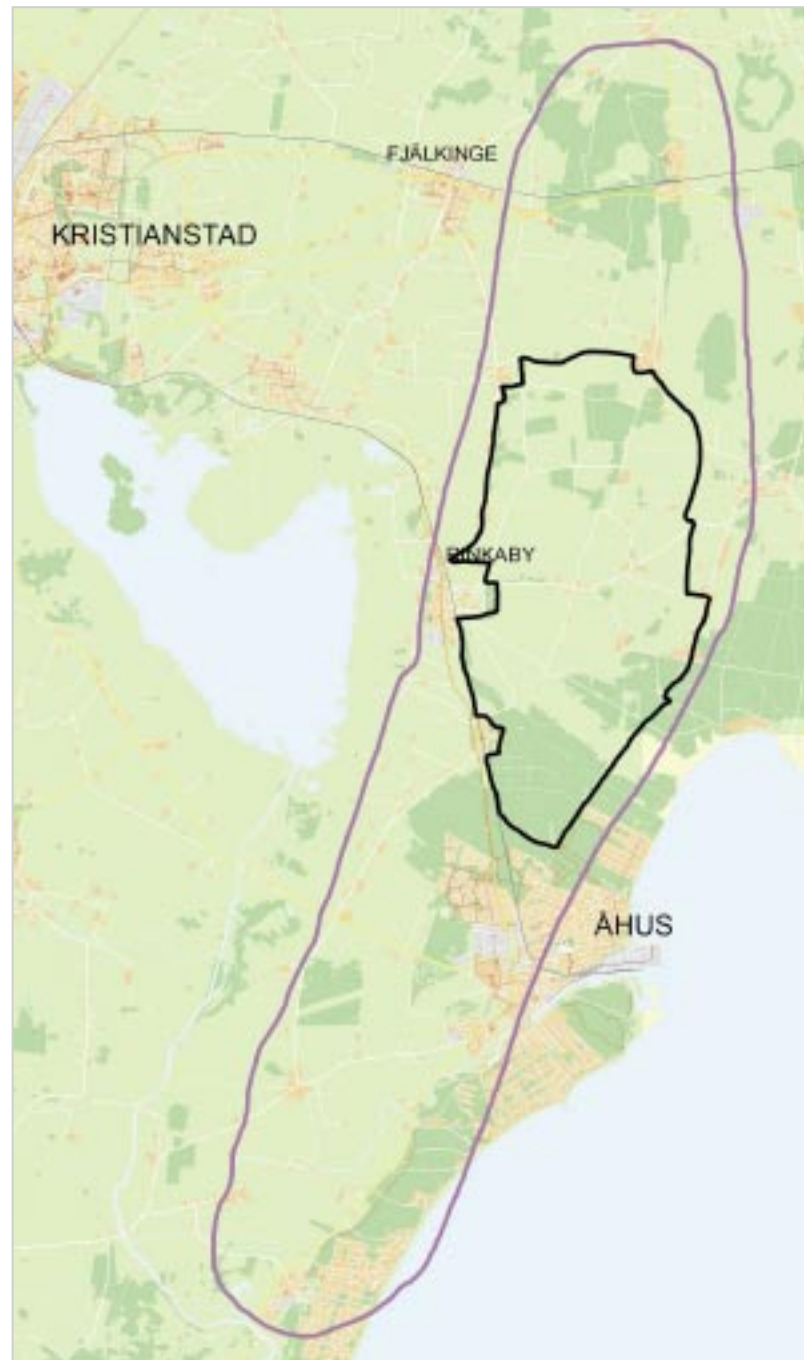
Förslag till lokaliseringsområde för brunnsanläggning samt område inom vilket grundvattenskydd bör prioriteras, lokaliseringsalternativ Rinkaby. Områdena föreslås arbetas in i översiktsplanen.

att lokaliseras. Området bör omfatta ett område av sådan storlek att ett erforderligt antal brunnar kan placeras med tillräckligt inbördes avstånd och i gynnsamma lägen. I fallet Rinkaby, där risk för saltvatteninträngning kan föreligga, måste området vara så stort att brunnarna kan placeras optimalt med avseende på denna risk.

Inom lokaliseringsområde för brunnsanläggning bör markanvändningen vara sådan att framtida lokalisering av brunnar inte förhindras eller avsevärt försvåras. Kommunen bör redan idag tillse att man kan förvärva rådighet över vattentillgångarna inom området.

Område inom vilket grundvattenskydd bör prioriteras utgörs av infiltrationsområdena.

Inom område där grundvattenskydd bör prioriteras bör kommunen utreda hur grundvattenskyddet inom området kan förbättras. Syftet med utredningsarbetet bör vara att reducera risken för att föroreningar ska kunna nå grundvattnet till en mycket låg nivå. Målet bör vara att avgöra vilka styrinstrument som kan användas och vilka restriktioner som bör införas inom området.



Litteratur

Geologiska kartblad för Kristianstadsslätten

- SGU, 1986: Jordartskartan 3D Kristianstad SV, Serie Ae nr 78.
- SGU, 1987: Jordartskartan 3D Kristianstad SO, Serie Ae nr 88.
- SGU, 1990: Jordartskartan 3E Karlshamn SV, Serie Ae nr 106.
- SGU, 1992: Jordartskartan 3D Kristianstad NV, Serie Ae nr 111.
- SGU, 1993: Jordartskartan 3E Karlshamn SO, Serie Ae nr 116.
- SGU, 1978: Berggrundskartan Kristianstad SO, Serie Af nr 121
- SGU, 1979: Berggrundskartan 3D Kristianstad NO, Serie Af nr 127
- SGU, 1981: Berggrundskartan 3E Karlshamn NV, Serie Af nr 135
- SGU, 1986: Berggrundskartan 3D Kristianstad SV, Serie Af nr 155
- SGU, 1989: Berggrundskartan 3E Karlshamn SV, Serie Af nr 167
- SGU, 1994: Berggrundskartan 3D Kristianstad NV, Serie Af nr 181

Utredningar rörande Kristianstadsslätten i urval

- Lundegren, A., 1934: Kristianstadsslättens kritbildningar, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar nr 56
- Samarbetskommittén för Kristianstadsslättens hydrologi (SKH), 1969: Slutrapport
- SGU, 1979: Sammanställning av hydrologiska data från Kristianstadsslätten. Rapporter och meddelanden nr 12.
- SGU, 1988: Grundvattenundersökningar på Kristianstadsslätten 1976 - 1987.

VIAK, 1970: Kristianstads stad. Redogörelse för grundvattenundersökningar på Kristianstadsslätten.

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

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

VIAK, 1978: Sölvesborgs kommun. Redogörelse för undersökningar på Listerlandet 1977 - 1978.

Allmän litteratur om hydrogeologi

Freeze, R. A. & Cherry, J. A., 1979: Groundwater. Prentice-Hall

Grip, H. & Rodhe, A., 1994: Vattnets väg från regn till bäck. Forskningsrådets förlagstjänst

Knutsson, G. & Morfeldt, C-O., 1993: Grundvatten, teori och tillämpning. Svensk Byggtjänst

Loberg, B., 1993: Geologi. Material, processer och Sveriges berggrund. Norstedts

Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljökvalitet, Grundvatten

Nordberg, L. & Persson, G., 1979: Vårt vatten - tillgång, nyttjande. LTS förlag

SGU, Naturvårdsverket, 1999: Grundvatten av god kvalitet, miljökvalitetsmål 2

Stephensson, O m.fl, 1999: Jord - Berg - Luft - Vatten. Utbildningsradion