

Delredovisning av regeringsuppdrag

Utökad kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser

Carl-Erik Hjerne, Mattias Gustafsson, Lars Rodhe,
Peter Dahlgvist & Helena Kjellson

december 2018

SGUs diarie-nr: 21-2900/2017

Näringsdepartementets diarie-nr: N2017/07673/SUN N2017/07556/KLS (delvis) N2017/00560/SUN m.fl.

RR 2018:06



Omslagsbild: Nivåmätning i grundvattenrör.
Foto: Marcus Lantz

Författare: Carl-Erik Hjerne, Mattias Gustafsson, Lars Rodhe,
Peter Dahlqvist & Helena Kjellson
Ansvarig enhetschef: Helena Kjellson

Regeringsuppdragets fullständiga namn: Utökad kartläggning och
karaktärisering av grundvattenresurser

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
fax: 018-17 92 10
e-post: sgu@sgu.se

INNEHÅLL

Inledning.....	4
Fokus på särskilt utsatta områden	4
Uppstartsarbetet.....	4
Kartläggning – identifiering av potentiella grundvattentillgångar	6
Kartläggning med traditionella metoder	6
TEM-undersökningar	6
Utökad nivåövervakning och prognostisering.....	7
Tredimensionell modellering	9
Indata.....	9
Modellering.....	10
Visualisering och produkter	10
System- och databasutveckling	10
Bilaga 1. PM – Särskilt utsatta områden	11

INLEDNING

SGUs grunduppdrag är att tillhandahålla geologisk information för samhällets behov på kort och lång sikt. Myndigheten ska i detta syfte bedriva en behovsstyrd insamling av grundläggande geologisk information, och förvalta och utveckla insamlad information i syfte att göra den tillgänglig och lätt att använda. Informationsförsörjningen ska vara av god kvalitet, rikstäckande, långsiktig, stabil och säker. Användningen av den grundläggande geologiska information som SGU tillhandahåller på kort och lång sikt ska öka och komma till nytta hos fler användare och inom fler användningsområden.

Enligt regleringsbrevet för 2018 ska SGU under 2018–2020 årligen särskilt redovisa genomförda insatser för att förfinna och utöka kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser i särskilt utsatta områden.

SGU har därefter fått ytterligare ett regeringsuppdrag som även det påverkar myndighetens hydrogeologiska verksamhet, nämligen att utöka kunskapen om tillgången av grundvatten genom att utveckla vissa av myndighetens befintliga nationella databaser. Inom ramen för detta uppdrag ska även förslag till författningsändringar redovisas om SGU finner att så är lämpligt.

FOKUS PÅ SÄRSKILT UTSATTA OMRÅDEN

Uppdraget avser tydligt grundvattenresurser i särskilt utsatta områden. SGU har tidigare inte pekat ut särskilt utsatta områden med avseende på grundvatten eller haft någon tydlig definition av termen. Med anledning av detta genomfördes i början av året en översiktlig bedömning med avsikt att definiera och avgränsa särskilt utsatta områden vilket är presenterat i separat PM (bilaga 1). Definitionen som togs fram avseende bristområden var att ett område är särskilt utsatt om det finns en förhöjd risk att tillgången till grundvatten av god kvalitet inte uppfyller de behov som grundvattenanvändningen medför.

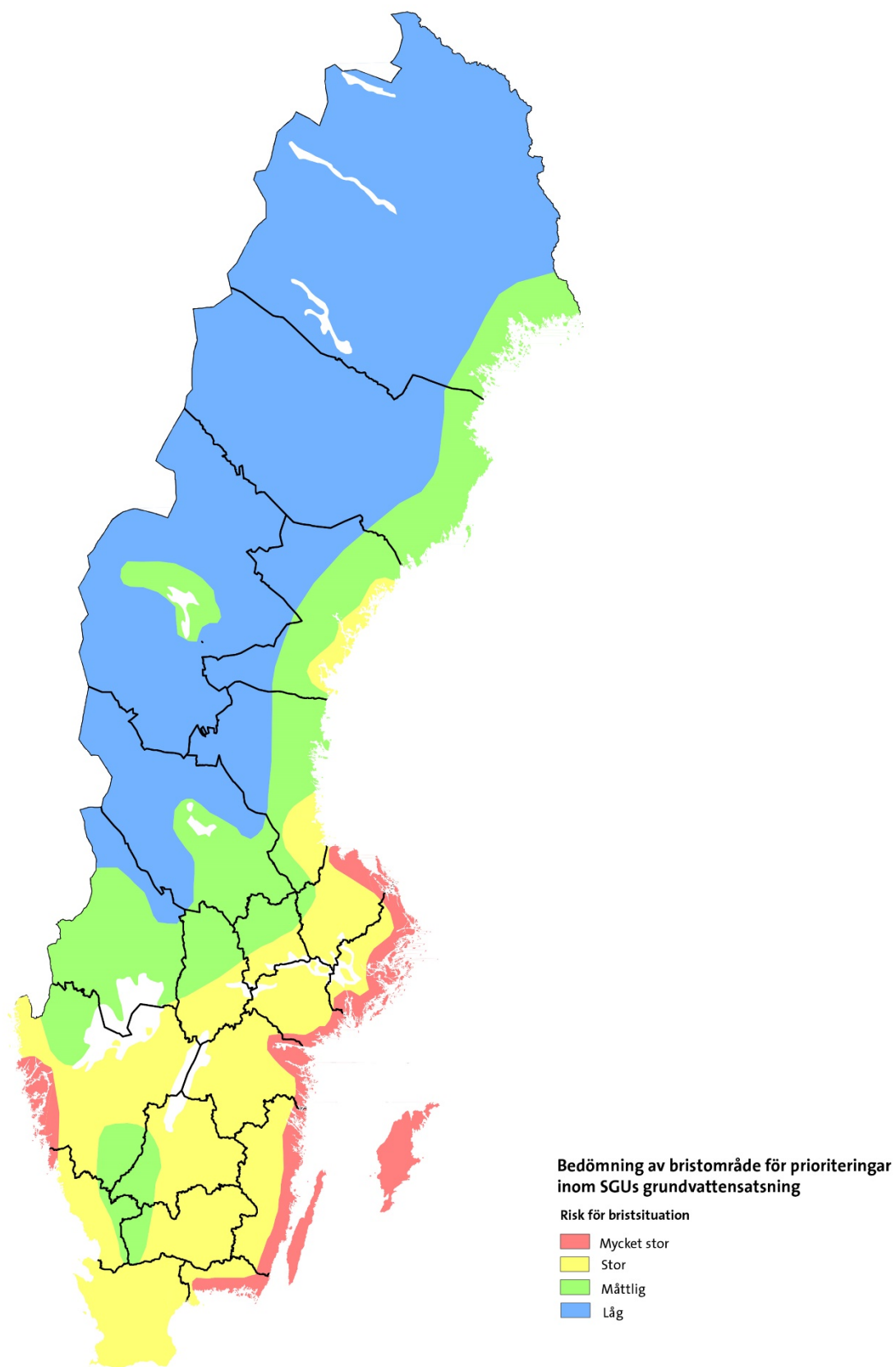
Bedömningen baserades på rikstäckande dataunderlag rörande användning av grundvatten, grundvattenbildning, effektiv nederbörd vid torrår, fördelning av effektiv nederbörd över året, scenarier om framtida förändringar i grundvattenbildning, magasineringsförmåga samt salt grundvatten. Bedömningen avseende bristområden visas i figur 1. Observera att redovisade områden inte bör användas för andra bedömningar än som stöd för SGUs särskilda grundvattensatsning.

UPPSTARTSARBETET

Regeringsuppdraget innebär en mycket stor utökning av SGUs hydrogeologiska verksamhet. Utöver framtagandet av definition och riskbedömning av särskilt utsatta områden har året präglats av planering och rekrytering. För att klara av att leverera information och tjänster av hög kvalitet har 11 medarbetare rekryterats på avdelningen mark och grundvatten och 4 medarbetare på IT-sidan på avdelningen verksamhetsstöd. Även andra delar av organisation har behövt skala upp sin organisation för att kunna tillhandahålla det underlagsmaterial som behövs för att kunna göra hydrogeologiska bedömningar, till exempel jordartinformation och geofysiska mätningar och tolkningar.

Utöver rekryteringar har SGU även påbörjat flera upphandlingar avseende både konsulttjänster och material.

I kommande avsnitt beskrivs det konkreta arbete som utförts under 2018 och några av de planer som finns för de nästkommande två åren.



Figur 1. Bedömning av områden med avseende på risk för att tillgång till grundvatten av god kvalitet inte uppfyller de behov som grundvattenanvändningen medför. Kartan används för prioriteringar inom SGUs grundvattenssatsning.

KARTLÄGGNING – IDENTIFIERING AV POTENTIELLA GRUNDVATTENTILLGÅNGAR

Kartläggning med traditionella metoder

Riskbedömningen som nyss beskrivits mynnade ut i den översiktliga kartan över Sverige (fig.1). Kartan visar en klassning av risken för bristsituation i fyra klasser (mycket stor, stor, måttlig, samt låg risk för bristsituation). Fokus inom den utökade kartläggningen av grundvattenresurser kommer att inriktas på de två områden där sannolikheten för en bristsituation är stor eller mycket stor.

Kartläggningen bedrivs parallellt med SGUs ordinarie grundvattenkartering, och i samråd med de andra delarna av extrasatsningen (TEM, utökad nivåövervakning och 3D).

Fokus ligger på att kartlägga och karakterisera grundvattentillgångar inom de två områden där risken för bristsituation bedömts som stor eller mycket stor, och kommer att innefatta grundvattentillgångar som är viktiga ur ett lokalt och regionalt perspektiv. Historiskt har SGUs grundvattenkartläggning varit fokuserad på större isälvsavlagringar som kan försörja en stor del av befolkningen inom en kommun eller ett område. Inom ramen för bristkartläggningen kommer fokus även att ligga på områden där möjligheterna för större grundvattenuttag kan vara begränsade, eftersom grundvattentillgången inom dessa områden kan vara viktiga att värna om ur ett lokalt perspektiv. Inom ramen för den utökade kartläggningen kommer därför även grundvattentillgångar i mindre isälvsavlagringar, svallavlagringar och den kristallina berggrunden att undersökas och beskrivas.

Grundvattentillgångarna i den kristallina berggrunden används i allmänhet för enskild vattenförsörjning och framför allt i kustområden är grundvattentillgången i jordlagren begränsad samtidigt som risken för en negativ påverkan av salt grundvatten är stor. Kartläggningen av resurserna i den kristallina berggrunden kommer att syfta till att kunna beskriva det allmänna flödet i bergmassan och lyfta områden där en långsiktig vattenförsörjning är möjlig utan negativ påverkan.

Under 2018 har arbeten i huvudsak påbörjats i Östhammars kommun, Uppsala län samt i det sydvästra hörnet av Blekinge och Kalmar län (Ronneby, Karlskrona och Torsås kommuner) där ett flertal mindre grundvattenmagasin undersökts. Undersökningarna har omfattat geofysiska mätningar, sonderingar och rördrivningar, brunns- och källinventeringar samt provtagning av grundvattnets kemiska sammansättning. Inmatning av uppgifter från tidigare grundvattenundersökningar i SGUs hydrogeologiska parameterdatabas sker löpande. På västkusten har ett antal strategiska grundvattentillgångar översiktligt studerats.

Under 2019 kommer arbetet fortsätta med ytterligare undersökningar inom de utvalda områdena samtidigt som de områden som undersökts under 2018 sammanställs till hydrogeologiska databaser med tillhörande beskrivningar.

TEM-undersökningar

Den geofysiska, helikopterburna undersökningsmetod (TEM) som SGU har använt under senare år har visat sig vara effektiv för att kartlägga jordlager och berggrund samt att identifiera potentiella grundvattentillgångar. Stora delar av Gotland och Öland har undersökts mellan 2013 och 2016 med goda resultat. På Gotland finns till exempel sedan två år tillbaka en kommunal vattentäkt i ett av SGU utpekade område och på Öland har data till exempel använts av konsulter vid tillståndsansökan och vattenskyddsområden av vattentäkter.

I södra Halland var vattenförsörjningen hårt ansträngd 2016 och 2017, vilket syntes i såväl lokal som nationell media. SGU bedömde att det i området kunde finnas grundvattenförekomster som är lämpliga och kostnadseffektiva att undersöka med hjälp av TEM. För att finansiera undersökningarna omfördelades medel inom myndigheten. Hösten 2017 genomfördes flygmätningar med TEM i två områden i Halland. Det ena undersökningsområdet låg i Laholms och Båstads kommuner och det andra i Falkenbergs kommun. Data har bearbetats på SGU och innan sommaren 2018 skickade SGU ett kort PM med preliminära tolkningar kring ”områden som kan vara av intresse för kommunal vattenförsörjning” till Falkenberg och Laholms kommuner samt Länsstyrelsen Halland. En färdigställd rapport beräknas vara klar i början på 2019 då det även kommer att finnas geologiska 3D-modeller för de två undersökningsområdena. Resultaten förväntas ge stöd i frågor som rör vattenförsörjning men även vattenskyddsområden, exploatering, geoenergi, med mera.

Under 2017 tog SGU fram en plan för framtida TEM-undersökningar 2018–2020.

Under maj och juni 2018 undersöktes tre områden: ett i Östergötland, ett i Västergötland och ett i Örebro län. Data levererades till SGU i slutet av september och nu sker rensning och bearbetning av data innan analys och tolkning kan ske. Preliminära tolkningar beräknas vara klara till sommaren 2019 och de färdiga rapporterna och 3D-modellerna våren 2020. Det är troligt att vi kommer att finna grundvattenreserver i både jordlager och berggrunden.

I maj månad 2019 planeras TEM-undersökningar på två ställen i Skåne (fokus på grundvatten i jord) och ett i Blekinge. Områdena har valts ut med tanke att metoden ska fungera väl, det finns ett stort behov av mer grundvatten och det är viktigt att belägga var grundvatten är sårbart och påverkat av saltvatten. Såväl Sydvatten (vattenproducent som har vattenleverans till 17 kommuner) som flera andra närliggande kommuner kommer ha stor nytta av resultaten.

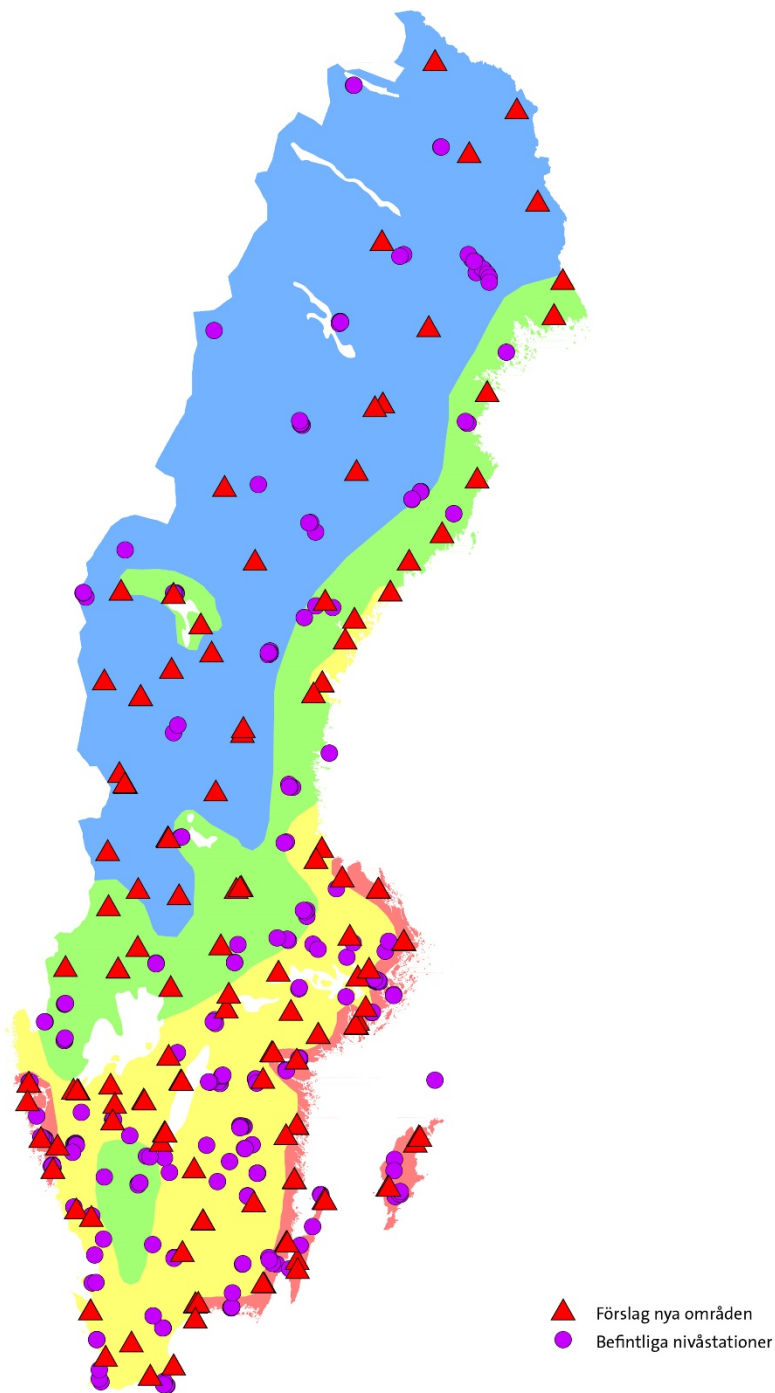
Planen för TEM-undersökningar 2020 är att fortsätta med undersökningarna i Skåne, nu i två andra områden med mer fokus på grundvattenförekomster i berggrunden. Möjligheterna finns också att komplettera tidigare undersökningar på Gotland där det i dagsläget är cirka trettio procent av ön som är undersökt. Allteftersom metoden används i nya områden med olika geologisk uppbyggnad kommer SGU att planera för att undersöka nya områden. Det är troligt att man med metoden kan kartlägga fler områden i framtiden.

UTÖKAD NIVÅÖVERVAKNING OCH PROGNOTISERING

Satsningen på utökad nivåövervakning och prognostisering kan delas upp i två huvuddelar. Dels en utbyggnad av SGUs Grundvattennät och dels utveckling av digitala tjänster kopplade till grundvattennivåer. Huvudmålet för utbyggnaden är att installera och driftsätta ca 300 nya automatiska nivågivare, underlätta användandet genom att göra beskrivningen av stationer och områden för grundvattennätet mer enhetlig och sammanhållen samt att underlätta och effektivisera framtida drift av grundvattennätet.

Avseende utveckling av digitala tjänster kopplade till grundvattennivåer är huvudmålen att utveckla processen för datahantering med anledning av den ökande informationsmängden, ta fram och implementera ett verktyg för modellering av prognostiserade grundvattennivåer samt att utveckla visualiseringen för nuvarande, historiska och prognostiserade grundvattennivåer med automatisk uppdatering på veckobasis.

Arbetet under 2018 kan delas in i en inledande fas under första halvåret och en påbörjad utbyggnad av Grundvattennätet under andra halvåret. Den inledande fasen innebar bland annat att en strategi med övergripande plan för utbyggnaden togs fram. Utbyggnaden är planerad så att koncentrationen av stationer blir högre i särskilt utsatta områden än i övriga områden. Den övergripande planen inkluderar 107 nya områden vilket visas i figur 2.



Figur 2. Översiktlig plan för utbyggnad av grundvattennätet samt befintliga nivåstationer i nuvarande grundvattennät. Observera att utbyggnaden som regel inkluderar mer än en station i varje nytt område.

Under första halvåret gjordes en ramavtalsupphandling av ett automatiskt grundvattennivåsystem. Till denna upphandling bjöd SGU in länsstyrelserna att vara med eftersom det underlättar deras egna arbete med nivåövervakning. 16 länsstyrelser har tackat ja till detta erbjudande. Detta kommer att innebära att SGU får in mer nivådata dagligen i fortsättningen.

En myndighetssamverkan med SGI har inletts för att få till stånd ett förbättrat geologiskt underlag vid ras- och skredproblematik. SGU har även inletts en upphandling av konsulter.

Under andra halvåret har själva utbyggnaden av Grundvattennätet påbörjats. Det inleddes med en inventering och detaljplanering av respektive område och därefter utförs installationen av nivåstationerna. Arbetet genomförs parallellt inom flera områden samtidigt. Detaljplanering har utförts eller utförs för närvarande för 16 områden. Tolv stationer i dessa områden har kommit så långt att de blivit installerade och inkorporerade i Grundvattennätet. Dessutom har 28 av de befintliga stationerna i Grundvattennätet utrustats med automatiska nivåmätare under året.

Parallellt med utbyggnaden har inventering och tester av programvaror för modellering av grundvattennivåer påbörjats. Det har delvis genomförts i samarbete med SMHI.

Under de två kommande åren ska utbyggnaden fortsätta enligt plan. Generellt sker utbyggnaden länsvis med start i Uppsala, Stockholms och Gotlands län (påbörjat), fortsätter under 2019 med Södermanlands, Östergötlands, Kalmar, Blekinge och Västra Götalands län. I övriga län påbörjas utbyggnaden 2019 men sker främst under 2020.

Arbetet med modellering av grundvattennivåer fortsätter också enligt plan under 2019 för implementering under 2020. Parallellt med detta ska datahanteringen och visualiseringen av nivådata utvecklas.

TREDIMENSIONELL MODELLERING

SGU har under 2018 startat projektet ”Geodata i 3D”. Projektet är 3-årigt och finansieras till 70 % av regeringens satsning på kartläggning av grundvattenresurser och utveckling av 3D-modellering, och till 30 % av SGUs ordinarie anslag.

Projektet syftar bland annat till att uppnå de målbilder som anges inom Ramverk för nationella geodata i 3D (se webbplatsen www.geodata.se) med huvudfokus på underlag för kartering av grundvattenresurser, skredrisk samt byggnadsgeologi.

Inom projektet finns följande fokusområden:

- indata (underlag för modellering)
- modellering av jorddjup, av jord- och berglager främst inom grundvattenmagasin samt av svaghetszoner i berg i urbana områden
- visualisering och produkter
- utveckling och implementering av modelleringstekniker, databaslagring.

Indata

Tillgång till indata till exempel i form av borrhålsinformation och geofysisk information om undermarken är helt avgörande för att för att det ska vara möjligt att förbättra SGUs nationella jorddjupsmodell och ta fram ändamålsenliga geologiska 3D-modeller. Det är därför naturligt att SGU särskilt i projektets inledningsskede lägger betydande resurser på detta.

Under året har följande aktiviteter genomförts eller påbörjats:

- Med konsultstöd har SGU utvecklat programvara för att hantera stora datamängder med borrhålsinformation från geotekniska undersökningar (Klart november 2018).
- Borrhålsinformation har inhämtats från geotekniska undersökningar från Trafikverket, Svenska kraftnät och ett antal kommuner – ca 300 000 observationer.
- Borrhålsinformation från grundvattenundersökningar i rullstensåsar och från kärnboringar i sedimentär berggrund har inhämtats, bearbetats och datalagrats för användning inom planerade modelleringar – totalt mer än 300 observationer.

- Jorddjupsuppgifter har från geofysiska mätningar, främst TEM-mätningar, har tolkats för användning i jorddjupsmodellering.
- Jordartskartan inom modellområdet Örebro har uppgraderats för att kunna använda den som underlag för 3D-modellering.

Modellering

3D-modellering blir ett allt viktigare verktyg för visualisering av geologi. Det handlar om att kunna se ett grundvattenmagasin, en malmkropp eller andra geologiska företeelser rent visuellt, i tre dimensioner. Under 2018 har följande modelleringsprojekt genomförts:

- SGUs nationella jorddjupsmodell har förbättrats genom att ca 200 00 nya jorddjupspunkter från geotekniska undersökningar har inkluderats i beräkningen.
- Uppdatering av jordlagermodeller över bland annat Uppsalaåsen har påbörjats, baserat på ny borrhålsinformation.
- Modellering av jordlager inom grundvattenmagasinen Gråbodeltat, Hultsfredsdelat och Ångermanälvens dalgång har påbörjats. Dessa delprojekt kommer att slutföras under 2019.
- Svaghetszoner i berggrunden inom Stockholmsområdet har modellerats och publicerats.
- En översiktlig modell över Sveriges berggrund har tagits fram och publicerats.

Visualisering och produkter

Färdiga 3D-modeller måste också kunna visas och användas för att full samhällsnytta ska kunna uppnås. Inom visualisering och produkter har följande insatser genomförts under 2018.

- Ett nytt 3D-rum med modern utrustning för visualisering av geologi i 3D har skapats på SGU och kommer att vara i drift tidigt under 2019.
- Funktionaliteten i 3D-kartvisningstjänsten City Planner (se SGUs webbplats under 3D-visare) för visning av framtagna 3D-modeller på webben samt visualisering av förändrade strandnivåer har utvecklats.
- SGU har genomfört förstudier angående utveckling av nya produkter som bygger på geologisk/hydrogeologisk 3D-information (potential för enskild vattenförsörjning, områden med marknära grundvatten). SGU har också utrett förutsättningar för att öka användningen av numerisk grundvattenmodellering inom SGUs verksamhetsområde. Förstudierna blir klara i december 2018.

System- och databasutveckling

En grundförutsättning för att tillhandahålla geodata i 3D är att data lagras på ett sätt som garanterar såväl kvalitet som åtkomst. Under 2018 SGU arbetat med följande på detta område.

- En filbaserad lagringsmodell för modelldata samt dokumentation om modellerna har utvecklats.
- En samverkan har inletts med British Geological Survey som bland annat innebär att vi köper utveckling av modelleringsverktyg anpassade till våra behov samt system för databaslagring av modelldata.

Sveriges geologiska undersökning

Mark- och grundvatten
Calle Hjerne

PM

2018-05-29

Dnr: 314-951/2018

SÄRSKILT UTSATTA OMRÅDEN

I SGUs regleringsbrev 2018 står det: *SGU ska under 2018–2020 årligen redovisa genomförda insatser för att förfinna och utöka kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser i särskilt utsatta områden.*

SGU har tidigare inte pekats ut *särskilt utsatta områden* eller haft någon tydlig definition av termen. Syftet med detta dokument är att definiera och avgränsa *särskilt utsatta områden* med avseende på grundvatten vilket utgör ett underlag för inriktning av insatser inom ramen för SGUs särskilda grundvattenssatsning 2018-2020.

Framtagna områden ska inte användas för andra bedömningar än som stöd för SGUs särskilda grundvattenssatsning.

Läshänsvisning

Denna PM omfattar i tur och ordning:

- Definitioner av termer viktiga för *särskilt utsatta områden*
- Grunder för bedömning av *särskilt utsatta områden*
- Slutligt resultat, dvs bedömning av särskilt utsatta områden, i form av sverigekarta inklusive motiveringar
- Underlagsdata som använts för bedömningarna

Definitioner

SGU föreslår att följande definition används för särskilt utsatt område med avseende på grundvatten: *Särskilt utsatta områden är regionalt och geologiskt avgränsade delar av Sverige med förhöjd risk att grundvattentillgång, grundvattnets nivå eller kvalitet medför problem i samhället.*

Med *regionalt avgränsad del* och *regional skala* avses i denna PM i allmänhet ett område som geografiskt sett är större än kommun men mindre än län. I praktiken innebär definitionen ovan av särskilt utsatta områden att följande två kriterier avgör om ett område är att betrakta som utsatt eller ej:

1. Ett område är särskilt utsatt om det finns en förhöjd risk att tillgången till grundvatten av god kvalitet inte uppfyller de behov som grundvattenanvändningen medför. Detta definieras i fortsättningen som bristområde.
2. Ett område kan vara särskilt utsatt om de geologiska förutsättningarna är sådana att grundvattennivån kan medföra samhällsproblem i form av markrörelse som skred och ras. Detta definieras i fortsättningen som ras- och skredområde.

Bedömningen sker i en regional skala vilket bland annat innebär att en enskild föroreningskälla, ett enskilt uttag eller en enskild dränering inte påverkar bedömningen, även om det lokalt kan medföra bristande kvalitet eller tillgång. Av samma skäl är det inte inkluderat i bedömningen om det finns enstaka brunnar med bristande kvalitet eller tillgång. I bedömningen inkluderas grundvatten i både jord och berg.

Bedömning i regional skala medför också att det inom ett område som generellt bedömts vara särskilt utsatt, kan finnas större grundvattenmagasin eller enskilda kommuner där tillgången till grundvatten av god kvalitet är tillräcklig och som således avviker från den generella bedömningen av området. Det kan t.ex. gälla grundvattentäkter med konstgjord infiltration av ytvatten.

En översiktlig nationell karta över bristområden finns sedan tidigare redovisad i SGU (2009).

Hög hydraulisk konduktivitet kan orsaka samhällsproblem vid t.ex. infrastrukturprojekt eller undermarksbyggnad. Det är dock inte inkluderat i bedömningen för ett särskilt utsatt område eftersom det generellt endast är en lokal egenskap.

Med ovan givna definitioner är bristområden av betydelse för SGUs utökade grundvattenkartering medan både bristområden och ras- och skredområden är av betydelse för SGUs utbyggnad av grundvattennätet.

BRISTOMRÅDEN

Bedömningsgrunder

Urvalsprocessen för bristområden utfördes genom en kvalitativ expertbedömning på grundval av ett antal parametrar som är av betydelse för grundvattnets beskaffenhet i dagsläget men också i framtiden. I processen gjordes ingen kvantitativ sammanvägning av parametrarna eftersom detta skulle bli mycket komplicerat och behäftat med stora osäkerheter, särskilt med tanke på att bedömningen gäller hela Sverige. Av samma anledningar beräknades inte heller någon vattenbalans eller liknande för att få ut områden med brist på grundvatten av god kvalitet.

En grundförutsättning för att ett område kan bedömas som bristområde är att grundvattnet används som en resurs. Områden som har liten tillgång till grundvatten av god kvalitet, men där grundvattnet inte används bedöms inte vara ett bristområde. På samma sätt är ofta förekommande låga grundvattennivåer i sig inget tecken på bristområde. Det är först om grundvattnet ska användas och att de låga grundvattennivåerna innebär att resursen inte kan användas som det blir ett problem.

Följande parametrar ingår i bedömningen av bristområden:

- Användning av grundvatten
- Grundvattenbildning
- Effektiv nederbörd vid torrår
- Fördelning av effektiv nederbörd över året
- Scenarier om framtida förändringar i grundvattenbildning
- Magasineringsförmåga
- Salt grundvatten

Grundvattenkvalitet är givetvis en mycket viktig parameter att beakta, men förutom salt grundvatten inkluderas inte övrig grundvattenkvalitet i bedömningen. Detta beror på att det utifrån befintligt underlag är mycket svårt att dra några slutsatser om grundvattenkvalitet i regional skala. Däremot är grundvattenkvalitet en mycket viktig parameter att beakta när bristområden bedöms i en lokal skala.

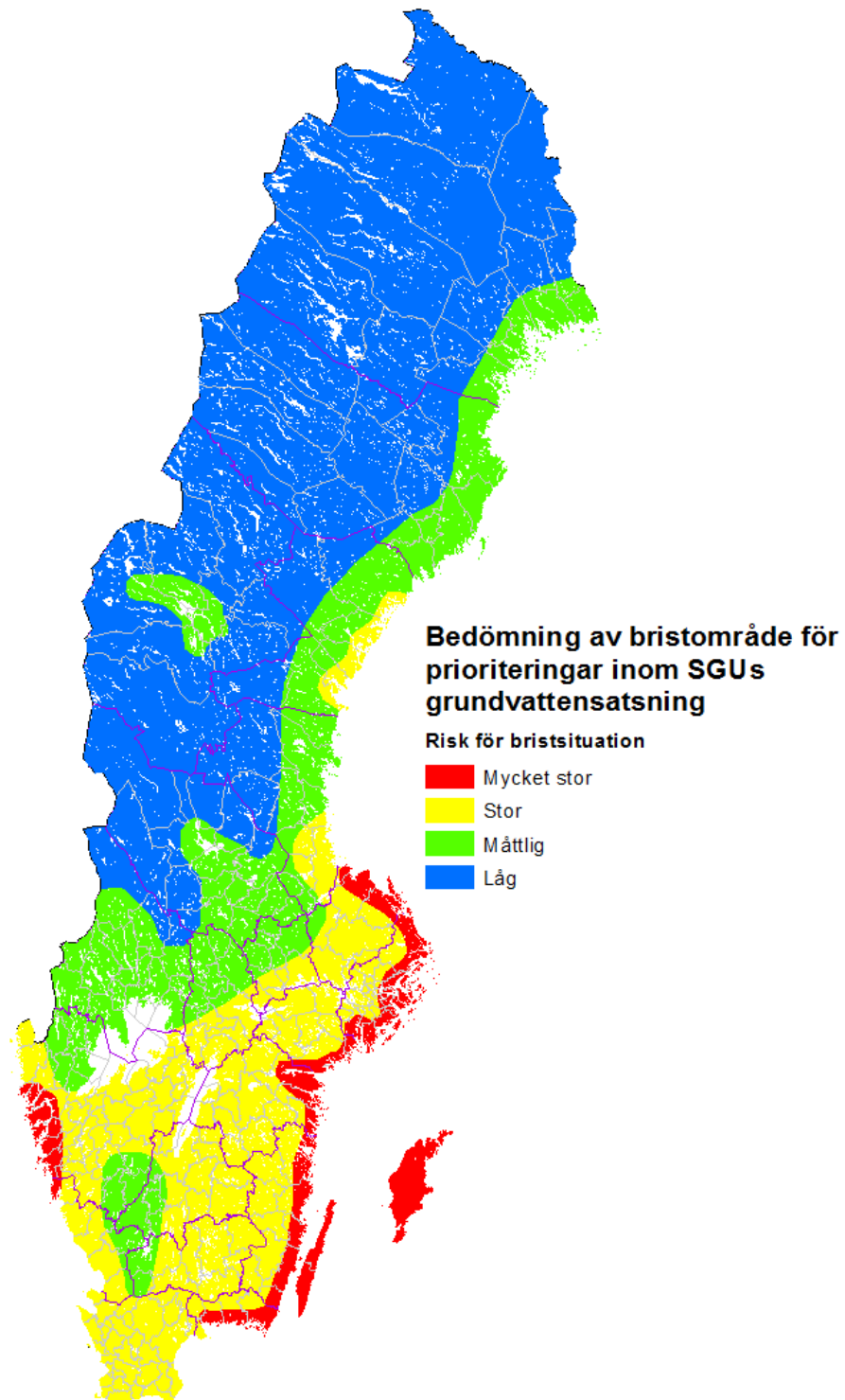
I bedömningen inkluderas inte framtida förändringar i uttag av grundvatten eller förändringar i bebyggelse. Anledningen är att det är svårt att prognosticera hur t.ex. exploatering och bevattning förändras i framtiden. Det kan dock antas att jordbrukets behov av vatten till bevattning kan komma att förändras mer vid ett förändrat klimat jämfört med samhället i stort, där snarare antalet anslutna till den allmänna vattenförsörjningen är avgörande för behovet. I bedömningen inkluderas inte heller behoven hos grundvattenberoende ekosystem, framförallt beroende på att ett heltäckande dataunderlag saknas.

Resultat

Bristområden delas in i fyra områdestyper, 1-4, där områdestyp 1 gäller områden där det bedöms vara lägst risk för en bristsituation och områdestyp 4 gäller områden där det bedöms vara störst risk för bristsituation. Observera att bedömningen är relativ, dvs risken för bristsituation bedöms vara störst i områdestyp 4 och lägst i områdestyp 1. Det görs t.ex. ingen absolut bedömning av återkomsttid för bristsituation i de olika områdestyperna.

Figur 1 visar den slutgiltiga bedömningen med avseende på risk att tillgång till grundvatten av god kvalitet inte uppfyller de behov som grundvattenanvändningen medför, dvs bristområden.

Observera att bedömningen endast är översiktlig och att resultatet endast ska betraktas i den skala som presenteras i figur 1, dvs nationell. Gränserna mellan områdena är därmed inte exakta. Som diskuterats ovan kan det dessutom finnas mindre begränsade områden som skiljer sig från den bedömning som gäller området i stort.



Figur 1. Bedömning av områden med avseende på risk för att tillgång till grundvatten av god kvalitet inte uppfyller de behov som grundvattenanvändningen medför i syfte att användas för prioriteringar inom SGUs grundvattensatsning.

Områdestyp 1 – Låg risk för bristsituation

Generellt bedöms risken för bristsituation vara liten där användningen av grundvatten är relativt liten samt att det i övrigt inte är någon av de andra faktorerna (grundvattenbildning, magasineringsförmåga, m.m.) som medför särskilda problem. Området omfattar nordligaste delen av Värmland, norra delarna av Dalarna samt inre Norrlands inland med undantag för ett område i trakterna runt Storsjön i Jämtland. I detta område är det relativt låga uttag i allmänna vattentäkter, glest med enskilda brunnar samt relativt stor grundvattenbildning och god magasineringsförmåga. Vidare är det inte något område med förhöjd sannolikhet för salt grundvatten. Generellt förväntas inte heller någon försämrad situation med avseende på grundvattenbildning med anledning av klimatförändringar i området.

Lokalt kan temporära problem uppstå i de fall man bygger väldigt tätt utan en föregående vattenförsörjningsplanering. Det kan bland annat bero på den begränsade grundvattenbildningen vintertid samtidigt som det mycket lokalt, t.ex. vid skidanläggningar, vintertid kan vara ett högt uttag av grundvatten.

Områdestyp 2 – Måttlig risk för bristsituation

Områdestyp 2 omfattar områden där nyttjandegraden generellt sett är något högre än i områdestyp 1. I vissa delar finns dessutom en viss begränsning i magasineringsförmågan eller förhöjd sannolikhet för saltvatteninträngning. Förutsättningarna vad gäller grundvattenbildning, effektiv nederbörd samt den förutspådda förändringen i grundvattenbildning ses inte som begränsande i någon större utsträckning.

Området omfattar större delen av norrlandskusten undantaget trakterna kring Höga kusten och Gävle. Området inkluderar också södra Dalarna, Norra Västmanland, norra delen av Örebro län, större delen av Värmland samt Dalsland. Dessutom ingår gränsområdet mellan Halland, Småland och Västergötland, samt ett område kring Storsjön i Jämtland.

Områdestyp 3 – Stor risk för bristsituation

Kriteriet för områdestyp 3 är att nyttjandegraden av grundvatten är relativt stor samtidigt som minst två andra faktorer också begränsar tillgången.

Områdestyp 3 omfattar stora delar av södra Sverige. Den norra gränsen av området går igenom Gävleborgs, Uppsala, Västmanlands, Örebro och Västra Götalands län. Öland, Gotland, gränsområdet mellan Småland, Halland och Västergötland och stora delar av kusten ingår dock ej i områdestyp 3. I denna del av områdestyp 3 bedöms risken för bristsituation som stor i första hand på grund av en begränsad grundvattenbildning men också mot en bakgrund av att grundvattenbildningen enligt framtida klimatscenarier bedöms minska. Området har också i stora delar en begränsad magasineringsförmåga eller en förhöjd sannolikhet för saltvatteninträngning. Kustområdet från södra Halland upp till norska gränsen har visserligen en relativt hög grundvattenbildning och inte så stor minskning i den enligt framtida klimatscenarier. Däremot är användningen av grundvattnet ställvis stort samtidigt som magasineringsförmågan är begränsad och det finns en förhöjd sannolikhet för saltvatteninträngning.

Områdestyp 3 omfattar även Höga kusten vilket är inkluderat framförallt på grund av många enskilda brunnar, liten magasineringsförmåga och förhöjd sannolikhet för saltvatteninträngning.

Områdestyp 4 Mycket stor risk för bristsituation

Områdestyp 4, mycket stor risk för bristsituation, omfattar områden där samtliga studerade parametrar samverkar mot en problematisk grundvattensituation. Vattenanvändningen är betydande inom såväl enskild som allmän vattenförsörjning. Samtidigt är magasineringsförmågan begränsad, grundvattenbildningen relativt låg och den förutspås också att minska ytterligare i ett framtida klimat. Det råder även förhöjd sannolikhet för för salt grundvatten.

Området omfattar kustområdet och skärgården från Älvkarleby i norr till Karlshamn i söder. Det är inte lika mycket brunnar i de södra delarna av området som i Stockholms skärgård och Roslagen. Däremot förutspås den största minskningen i grundvattenbildning ske i de södra delarna av området vilket, tillsammans med de andra faktorerna, motiverar områdestyp 4 för området.

Områdestyp 4 inkluderar även Öland och Gotland. Magasineringsförmågan är här något större än områdestyp 4 i övrigt men vattenbehovet är sommartid väldigt stort samtidigt som det råder hög sannolikhet för saltvatteninträngning i brunnar.

Kustområdet från Kungshamn i norr till Onsala i söder har också bedömts vara inom områdestyp 4. Vad det gäller den årliga grundvattenbildning nu och i framtiden bedöms situationen inte vara särskilt problematisk. Däremot är det i detta området, tillsammans med delar av Stockholms skärgård, som brunntätheten är som störst vilket tyder på en mycket stor användning av grundvatten för enskild vattenförsörjning. Detta i kombination med en generellt mycket låg magasineringsförmåga, betydande sannolikhet för salt grundvatten och förhållandevis låg effektiv nederbörd sommartid och vid torrår motiverar bedömning av mycket stor risk för bristsituation.

Underlagsdata

Underlagsdata för bedömning av bristområden presenteras nedan i Bilaga A. Generellt finns det många osäkerhetsfaktorer kopplade till underlagen som presenteras. För en mer utförlig beskrivning av metod för framtagandet av data och möjliga felkällor och osäkerheter hänvisas till respektive referens.

Uttagsbrunnar, Brunnsarkivet

Figur A-1 visar uttagsbrunnar registrerade i Brunnsarkivet i februari 2018. Observera att energibrunnar, observationsbrunnar och liknande där det inte bör ske något uttag inte är inkluderade i data. Beräkning har skett för polygoner med totalyta på 25 km².

Brunnsdensiteten är dock beräknad som antal brunnar dividerat med landyta per polygon. Enstaka polygoner kan därför uppvisa en hög brunnsdensitet även om polygonen endast inkluderar ett fåtal brunnar på grund av mycket liten landyta i polygonen så som på mindre öar i skärgården. Brunnsarkivet är inte heltäckande vad det gäller enskilda uttagpunkter. Det

täcker t.ex. inte in grävda brunnar och äldre brunnar (anlagda innan 1976) Dessa saknas till stor del.

Uttag allmänna vattentäkter

Figur A-2 visar uppgivet medeluttag från allmänna grundvattentäkter i Vattentäcksarkivet. Figur A-3 och A-4 visar samma data men uppdelat på grundvatten med respektive utan konstgjord grundvattenbildning. Det är sedan tidigare känt att det kan finnas en del oklarheter och möjligtvis felaktigheter i data gällande Vattentäcksarkivet. Denna karta bör inte användas för att granska specifika kommuners uttag eftersom data för enskilda kommuner kan vara felaktiga. Överlag visar figur A-1 - A-4 att grundvatten används allmänt över Sverige, dock med stora skillnader regionalt. Till exempel är brunnstätheten betydande vid kust- och skärgårdsområden i närheten av Stockholm och Göteborg, medan mycket få brunnar återfinns i de inre delarna av Norrland.

Grundvattenbildning nuvarande klimat

Figur A-5 och A-6 redovisar beräknad grundvattenbildning baserad på data redovisad av Rodhe m.fl. (2006, 2008). Oavsett om morän eller grövre jord betraktas är grundvattenbildningen minst i ett område som sträcker sig från Mälardalen ner till och med Blekinge samt i området mellan Väneren och Vättern.

Effektiv nederbörd 1961-1990

Figur A-7 – A-12 visar interpolerade värden för effektiv nederbörd baserat på data framtaget av Sanner och Grahn (1995). Ursprungdata är beräknat för perioden 1961-1991 med HBV-modellen. I stort sett visar de på samma resultat som figur A-5 och A-6 med lägst värden i sydöstra delen av Sverige. Ett undantag är effektiv nederbörd för vintern som är lägst i norra Sverige vilket kan ha en betydelse för områden med hög förbrukning vintertid.

Grundvattenbildning framtida klimat

Figur A-13 visar beräknad förändring av grundvattenbildning i morän som följd av klimatförändringar enligt Rodhe m.fl. (2009) baserat på scenario SRES A1B. Den visar att den största minskningen kommer att ske inom i stort sett samma områden som i dagsläget redan har en lägre grundvattenbildning enligt Rodhe m.fl. (2006, 2008).

Magasineringsförmåga

Magasineringsförmåga för svensk jord- och berggrund har skattats av SGU (2017). Liksom övriga beräkningar som presenterats ovan är resultatet förknippat med osäkerheter och data bör betraktas i nationell skala. Dock kan man konstatera att det i stora delar av södra Sverige finns omfattande områden med en mycket begränsad magasineringsförmåga.

Magasineringsförmågan presenteras i figur A-14.

Figur A-15 visar data rörande grundvattenkvantitet från SGUs värderingsprojekt. Projektet har inte resulterat i någon publikation men resultatet bedöms ändå vara användbart för bedömning av bristområden. Kartan i figur A-15 är ett komplement till figur A-14.

Underlaget till figur A-15 baseras på två olika datamängder. Den ena baseras på SGUs karterade hydrogeologiska underlag, och det andra vilket visar uttagsmöjligheten i områdena utanför de karterade grundvattenmagasinen, utgörs av en generaliserad porvolymsberäkning. Eftersom SGUs karterade grundvattenmagasin även inkluderar de magasin som täcks av lera så framgår dessa i figur A-15 vilket de inte gör i figur A-14 som utgår ifrån jordarten i ytan.

Salt grundvatten

Sannolikheten för salt grundvatten i bergborrade brunnar har tidigare beräknats av SGU. Resultat för dessa beräkningar presenteras i figur A-16. Resultatet har tidigare inte visats i någon publikation. Kartan används för att göra en översiktlig bedömning om det är sannolikt att det finns höga salthalter i bergborrade brunnar för uttag av vatten. Dessa brunnar är ofta mellan 40 och 100 m djupa. Förutom det som framgår av kartan bedöms sannolikheten för salt grundvatten vara mycket hög inom 200 m från havsstrand. Den redovisade nationella modellen är främst avsedd för bedömningar på nationell och regional nivå. För bedömningar på lokal nivå bör andra metoder användas, där exempelvis geologiska förutsättningar beaktas.

RAS- OCH SKREDOMRÅDEN

Bedömningsgrunder och underlagsdata

SGU har tagit fram en rikstäckande översikt över finkorniga jordars skredbenägenhet (SGU, 2015). Kartan som visas i figur 2 bygger på information om förekomsten av spår av skred, dels skred identifierade med hjälp av nationella höjdmodellen och dels kända och dokumenterade skred. Förekomsten av skred har sedan vägts samman med regionala skillnader i de finkorniga jordarternas avsättningsmiljö. Sammantaget ger det här en bild av de regionala skillnaderna i de finkorniga jordarternas skredbenägenhet. Finkorniga jordars skredbenägenheten är bland annat kopplad till grundvattennivåer. Observera att kartan endast är avsedd att användas för mycket översiktliga bedömningar och för att illustrera regionala skillnader hos de finkorniga jordarternas skredbenägenhet. Det är inte möjligt att använda kartan för att göra platsspecifika bedömningar av sannolikheten för skred.

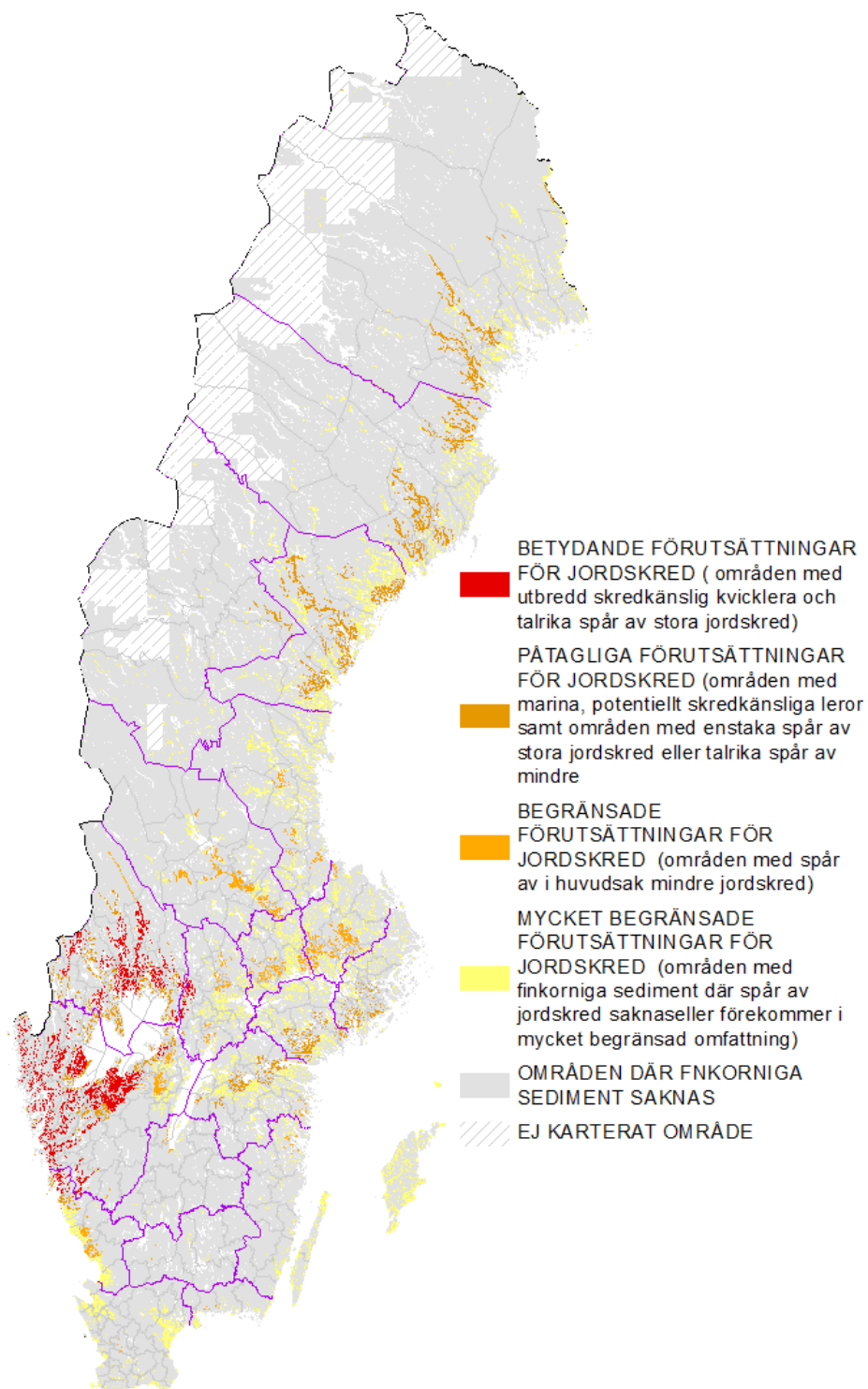
Ras i grövre jordar samt slamströmmar kan också vara beroende av grundvattennivån. Däremot finns inget bra rikstäckande underlag för dessa fenomen varför det inte i detta skede inkluderas i bedömningsgrunderna för särskilt utsatta områden. Däremot är de viktiga fenomen att beakta i lokal skala när nya grundvattenrör ska instrumenteras. Överlag är dock bedömningen att skred i grövre jordar samt slamströmmar i ett nationellt perspektiv relativt väl sammanfaller med regioner som pekats ut som skredbenägna med avseende på finkorniga jordar, även om vissa skillnader finns (t.ex. i fjällvärlden).

Sättningar är också beroende av grundvattennivåer. Dock är den generella bedömningen att sättningar i huvudsak sker i samband med en lokal mänsklig påverkan som t.ex. dränering i samband med byggnation. Grundvattennätet ska fokusera på grundvattennivåer som i stort sett är lokalt påverkade av mänsklig aktivitet. Därmed faller större delen av problematiken med sättningar utanför fokusområdet för grundvattennätet och därför inkluderas inte sättningsbenägna områden i bedömningsgrunden. Däremot är det inte uteslutet att några grundvattenrör installeras inom grundvattennätet med syfte att ge bakgrundsdata för sättningsproblematik.

Slutligen är det viktigt att beakta hur stora konsekvenser ett eventuellt ras eller skred får för samhället. Som stöd för detta används ett underlag från SGU värderingsprojekt som visar befolkningstäthet inklusive en buffert i kombination med järnvägar samt riks- och länsvägar. Karta avseende detta visas i figur B-1 (Bilaga B).

Resultat

Riksöversikten över finkorniga jordars skredbenägenhet visas i figur 2. Bedömningen är att eventuella skred i de områden som anges ha förhöjda förutsättningar också är förknippade med tydliga konsekvenser för samhället eftersom områdena generellt återfinns i relativt tätbefolkade områden i områden med viktiga vägar eller järnvägar. Därmed kan riksöversikten så som den visas i figur 2 användas som prioriteringsunderlag för utbyggnaden av SGUs grundvattennät.



Figur 2. Riksöversikt över finkorniga jordars skredbenägenhet

REFERENSER

Rodhe, A., Lindström, G. & Dahné, J., 2009: Grundvattennivåer i ett förändrat klimat. Slutrapport från SGU-projektet ”Grundvattenbildning i ett förändrat klimat”, SGUs diarienummer 60-1642/2007. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. 45 (45)

Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C., 2006: Grundvattenbildning i svenska typjordar – översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Rapport serie A, nr 66, Institutionen för geovetenskaper, luft- och vattenlära, Uppsala universitet.

Rodhe, A., Lindström, G., & Dahné, J., 2008. Grundvattenbildning i svenska typjordar - metodutveckling av en vattenbalansmodell. Rapport till SGU. Rapport till SGU, SGUs diarienummer 60-1461/2006. Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.

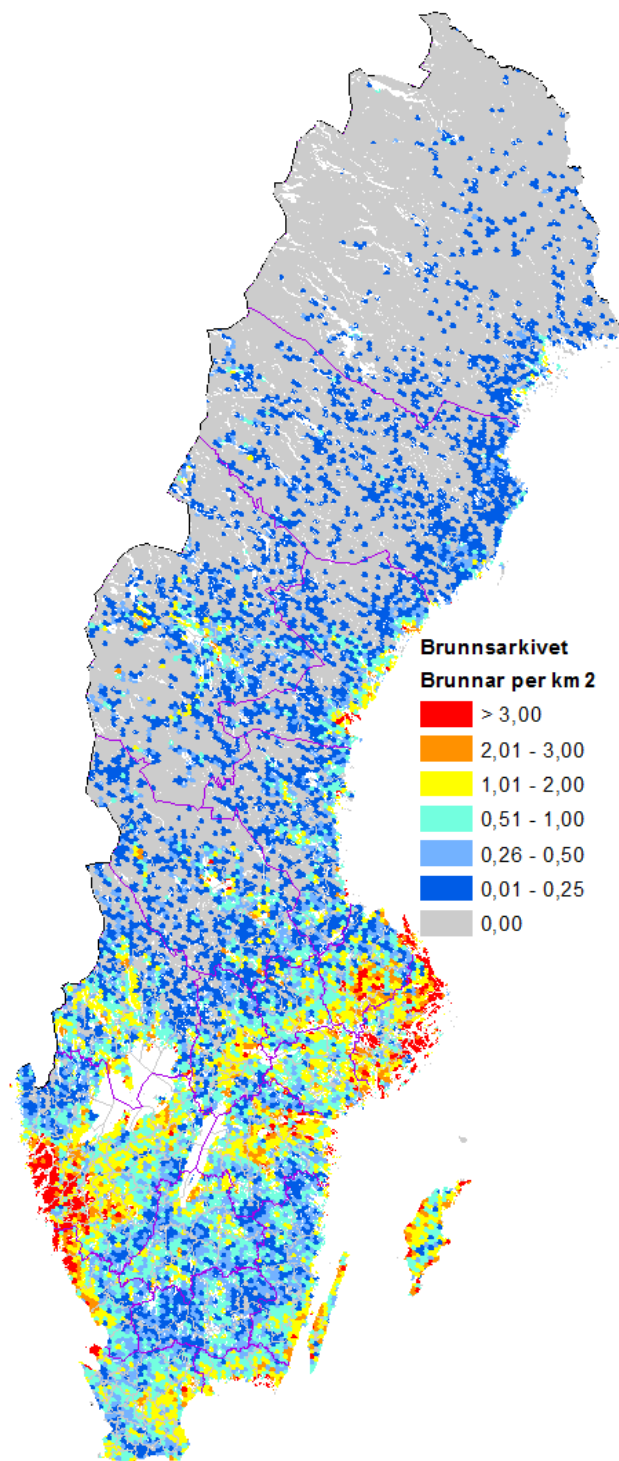
Sanner, H. & Grahn, G., 1995: Effektiv nederbörd i Sverige – beräknad med HBV-modellen. Rapport framställd på uppdrag av SGU. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut

Sveriges geologiska undersökning, 2009: Sveriges grundvattentillgångar – betydelse för näringslivsutveckling och tillväxt. Dnr 0-1745/2008.

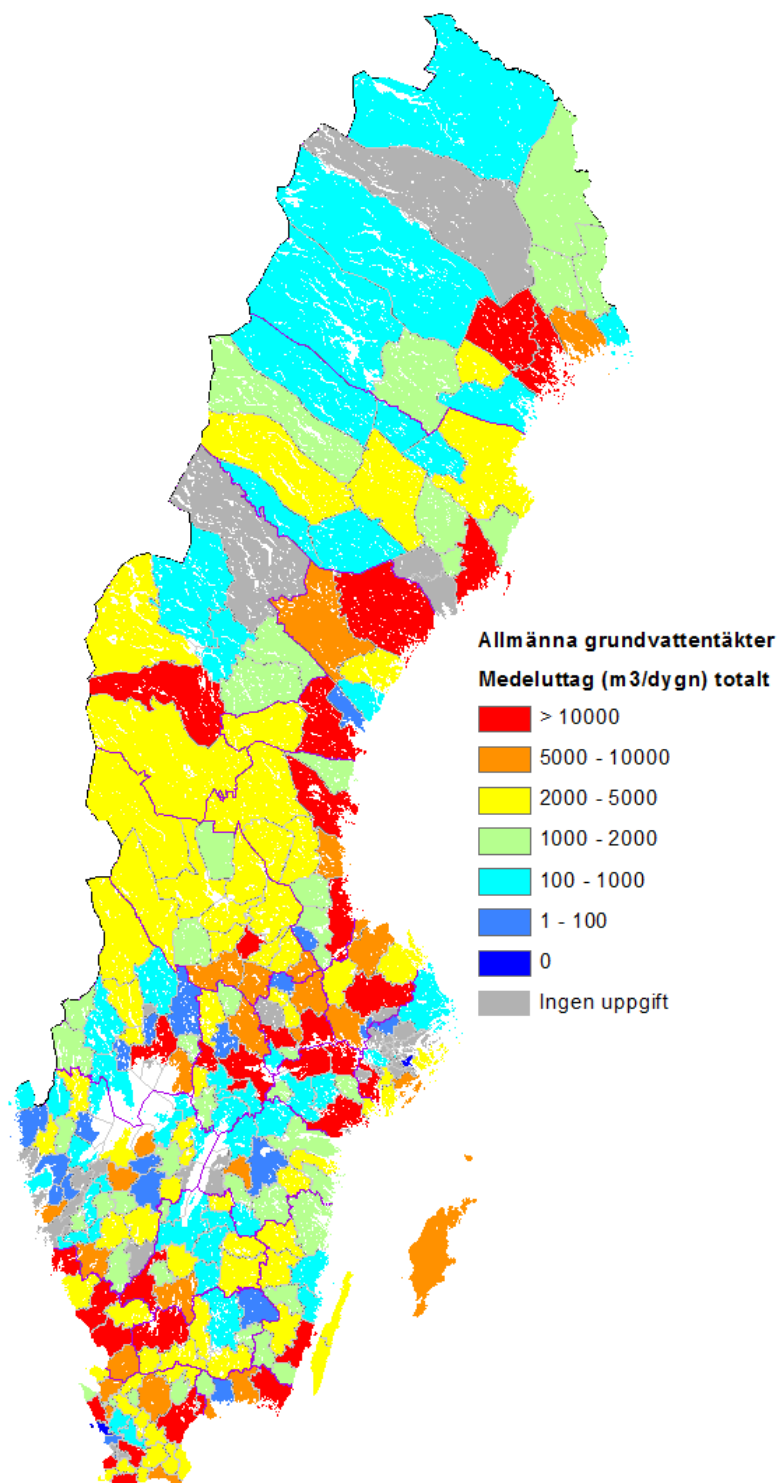
Sveriges geologiska undersökning, 2015: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/skred-och-ras/riksoversikt-over-finkorniga-jordars-skredbenagenhet/>

Sveriges geologiska undersökning, 2017: Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige. Dnr 21-2925/2016.

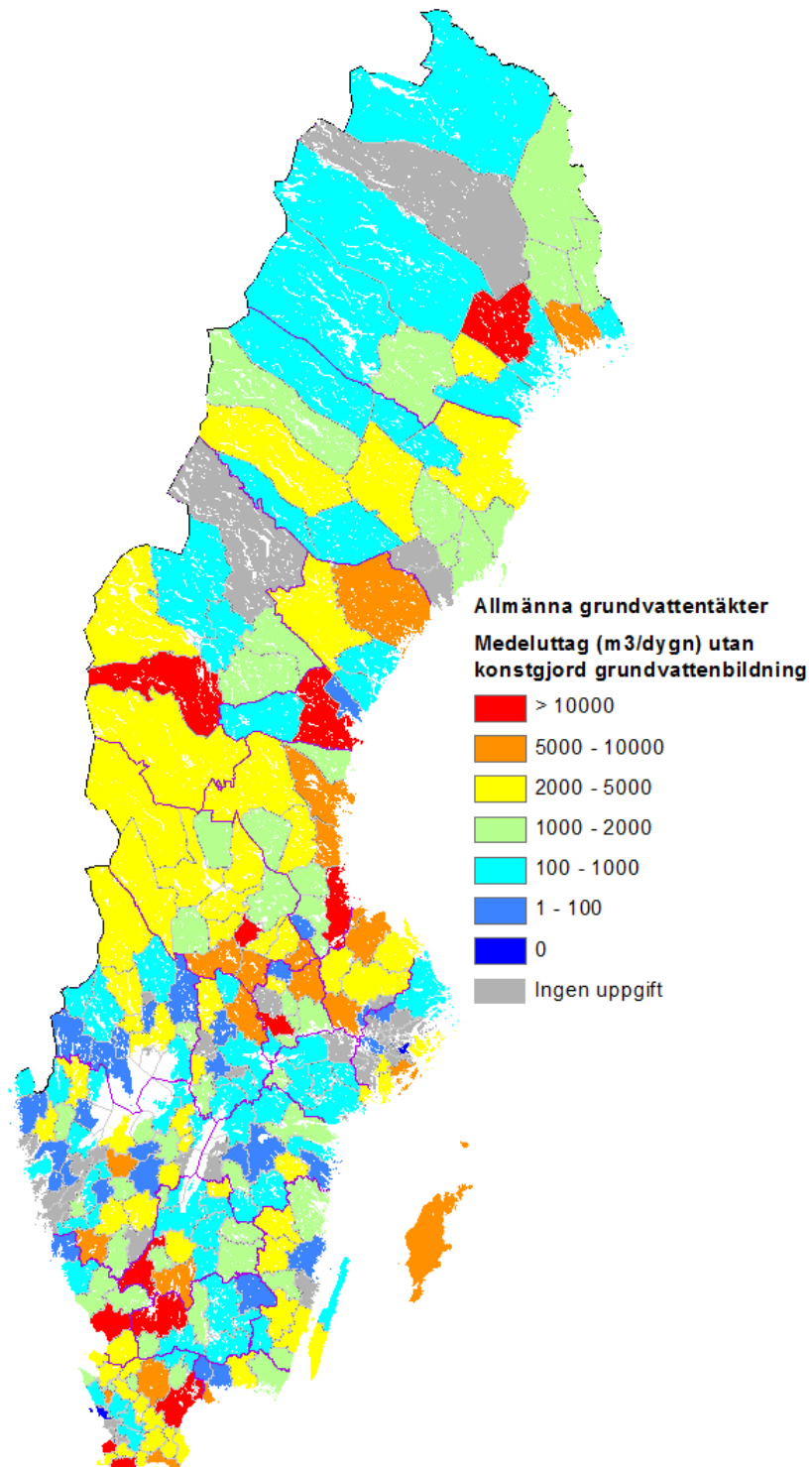
BILAGA A. UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV BRISTOMRÅDEN



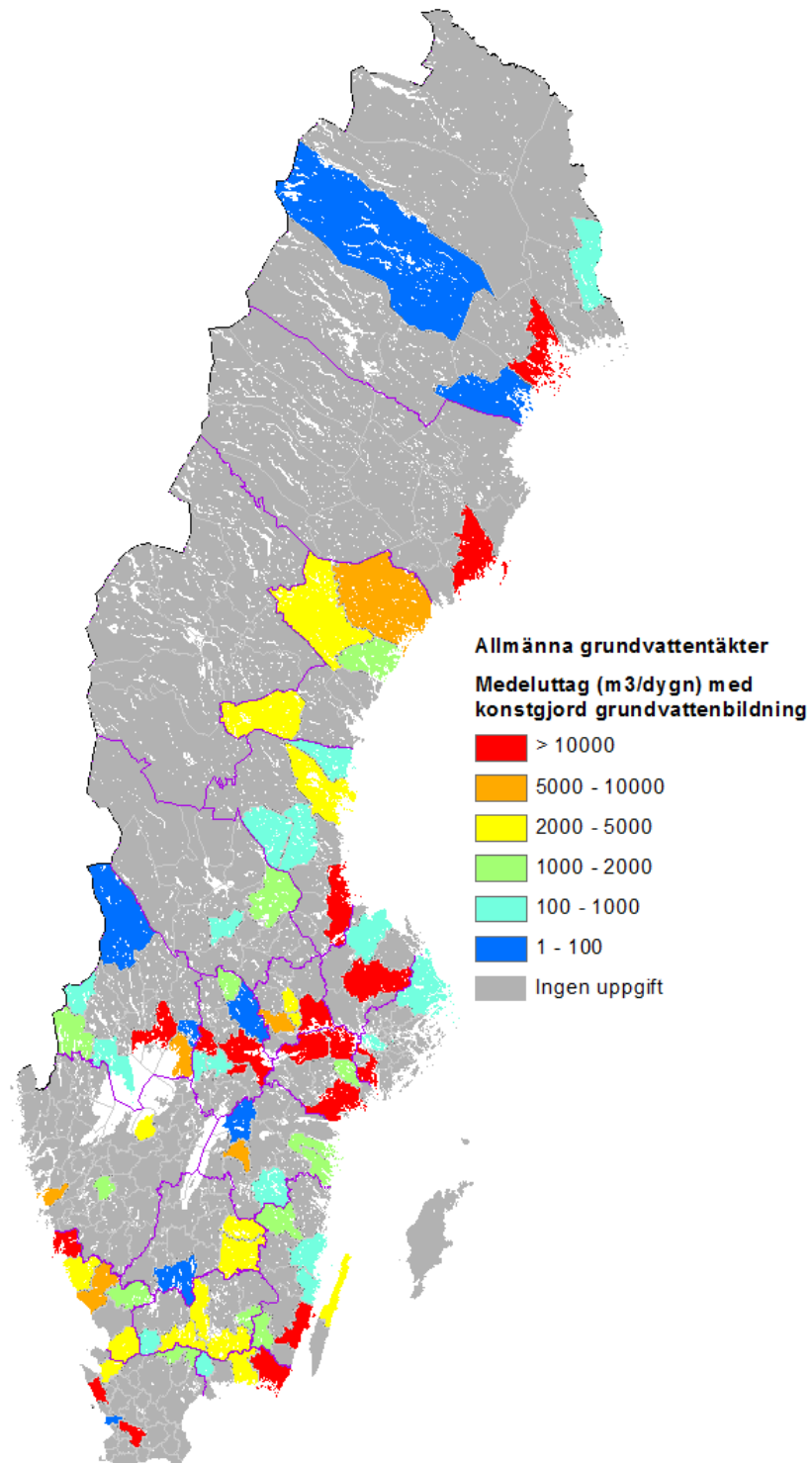
Figur A-1. Antal uttagsbrunnar i brunnsarkivet per km².



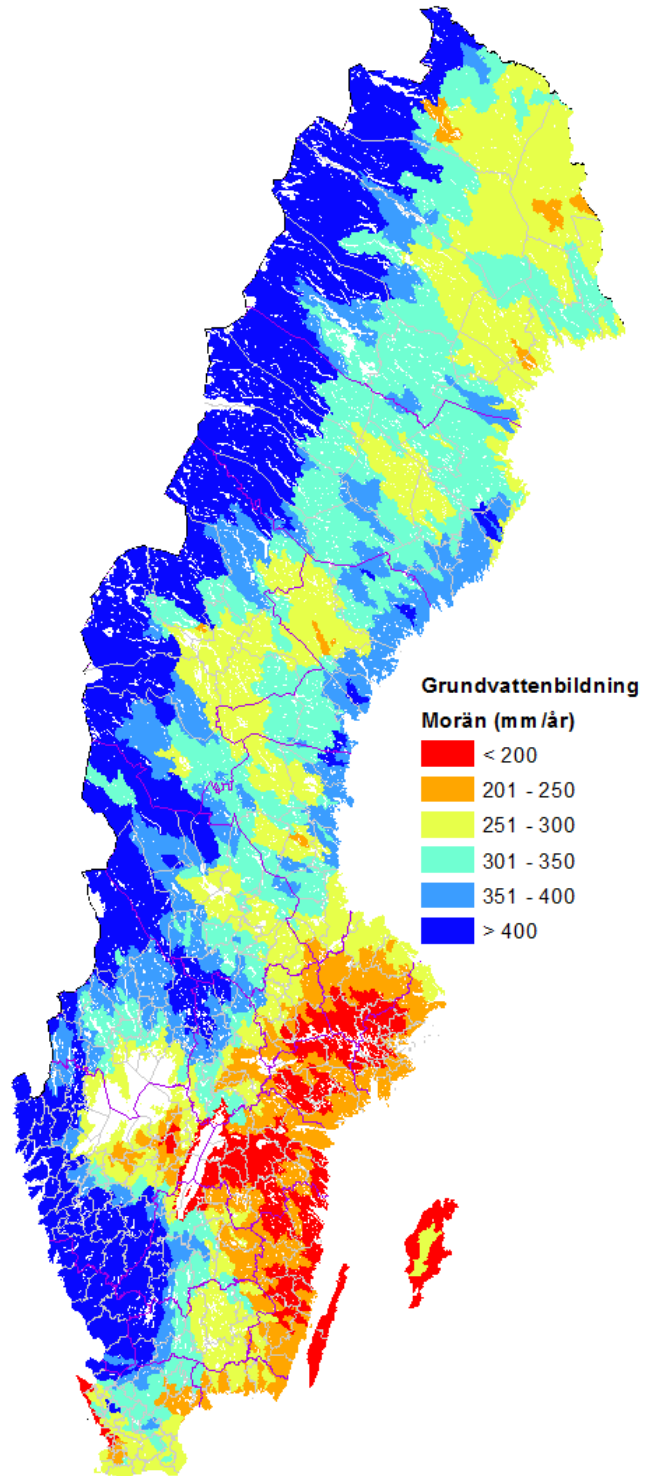
Figur A-2. Angivet medeluttag från allmänna grundvattentäkter.



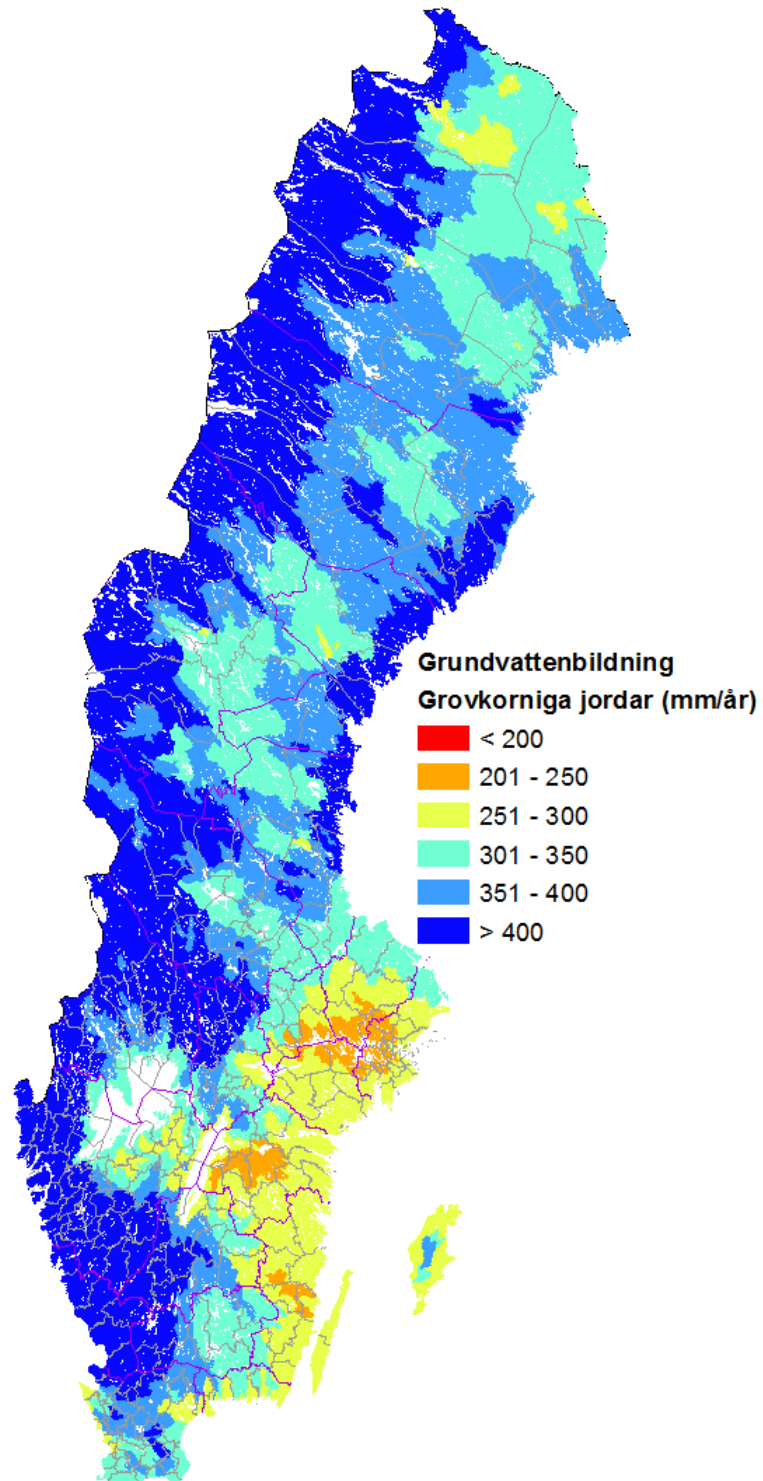
Figur A-3. Angivet medeluttag från allmänna grundvattentäkter utan konstgjord grundvattenbildning.



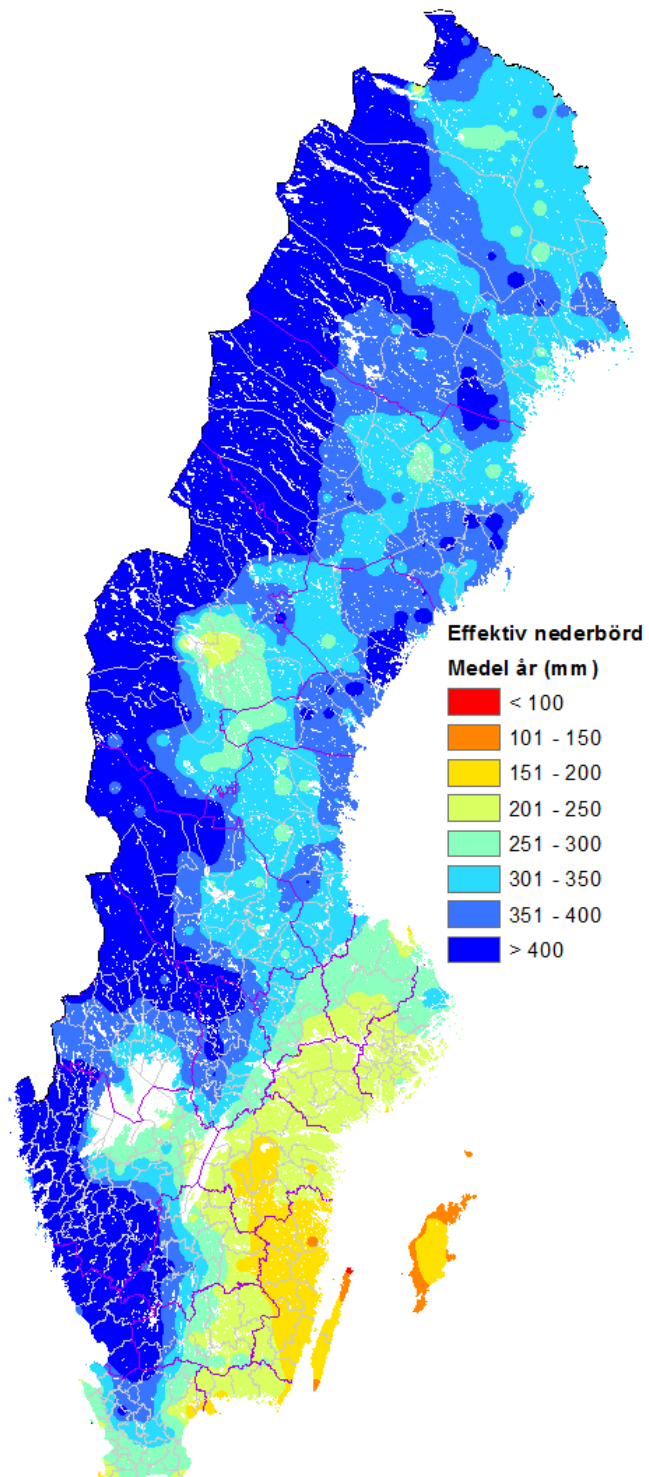
Figur A-4. Angivet medeluttag från allmänna grundvattentäkter med konstgjord grundvattenbildning.



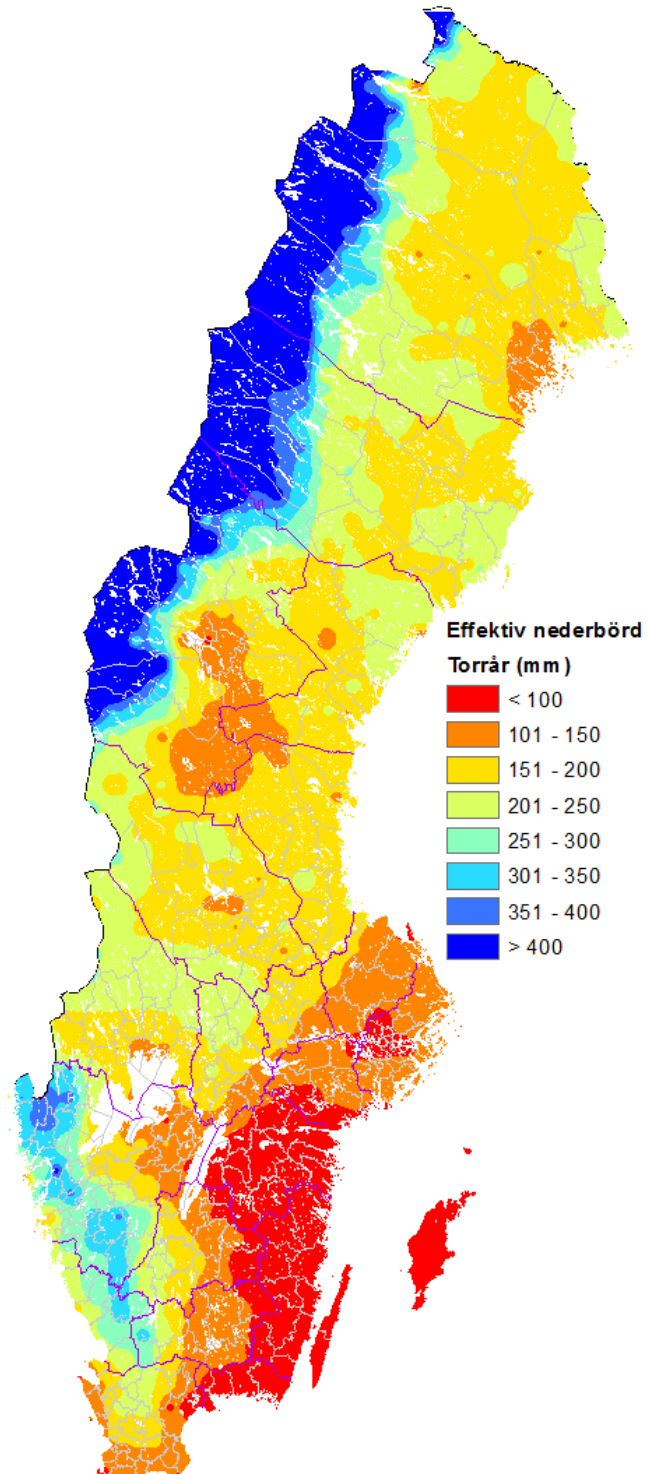
Figur A-5. Grundvattenbildning i morän enligt Rodhe m.fl 2006 och Rodhe m.fl 2008.



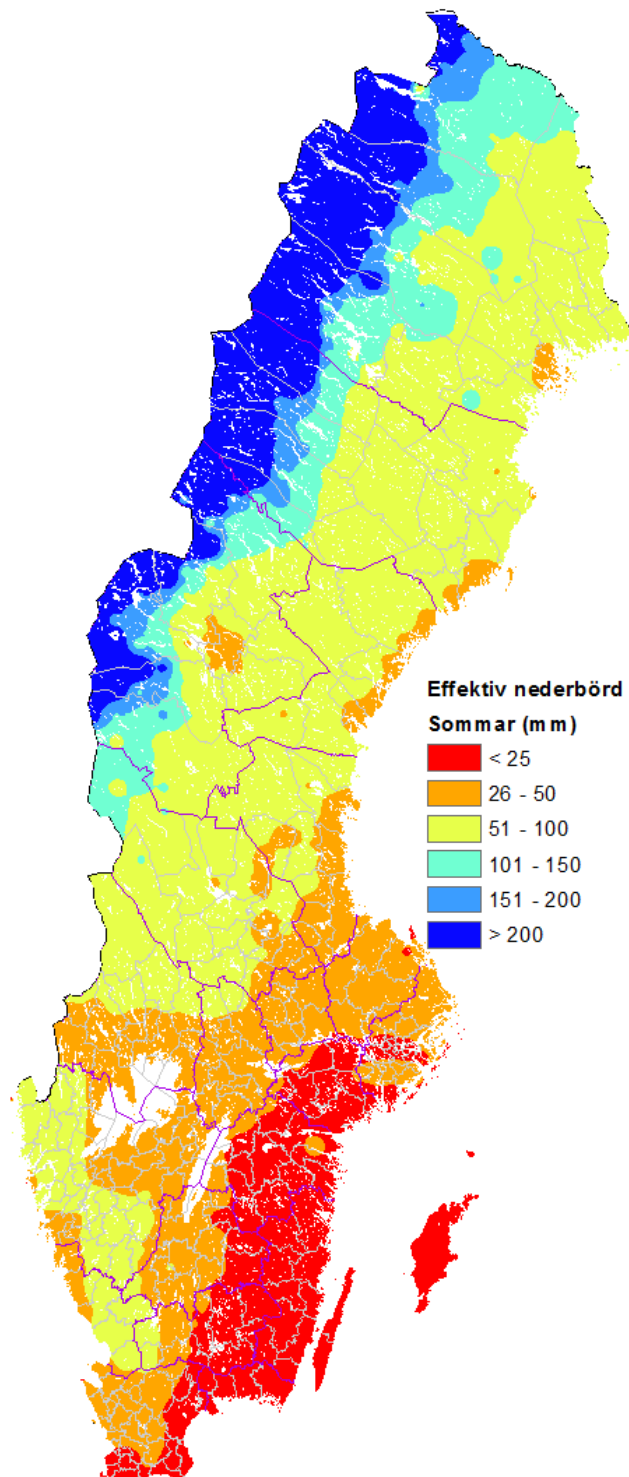
Figur A-6. Grundvattenbildning i grovkorniga jordar enligt Rodhe m.fl 2006 och Rodhe m.fl 2008.



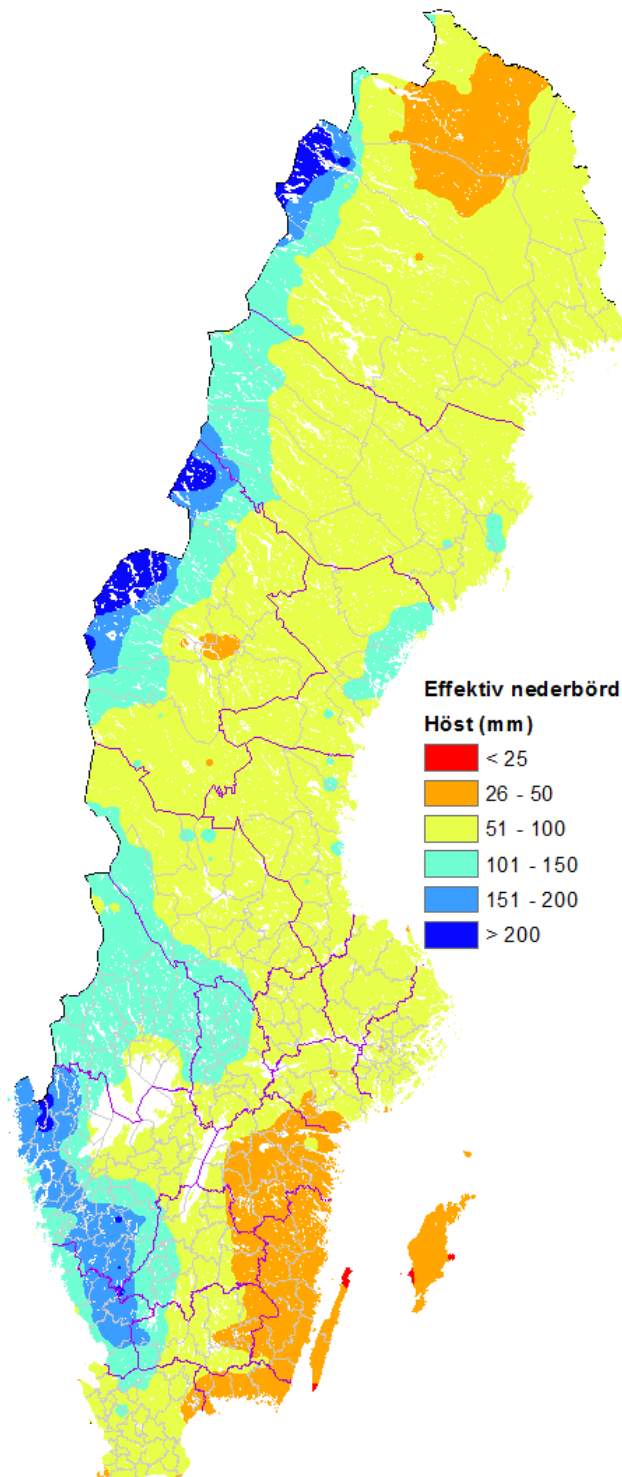
Figur A-7. Effektiv nederbörd per år i medel. Interpolerade värden baserat på data från Sanner och Grahn (1995).



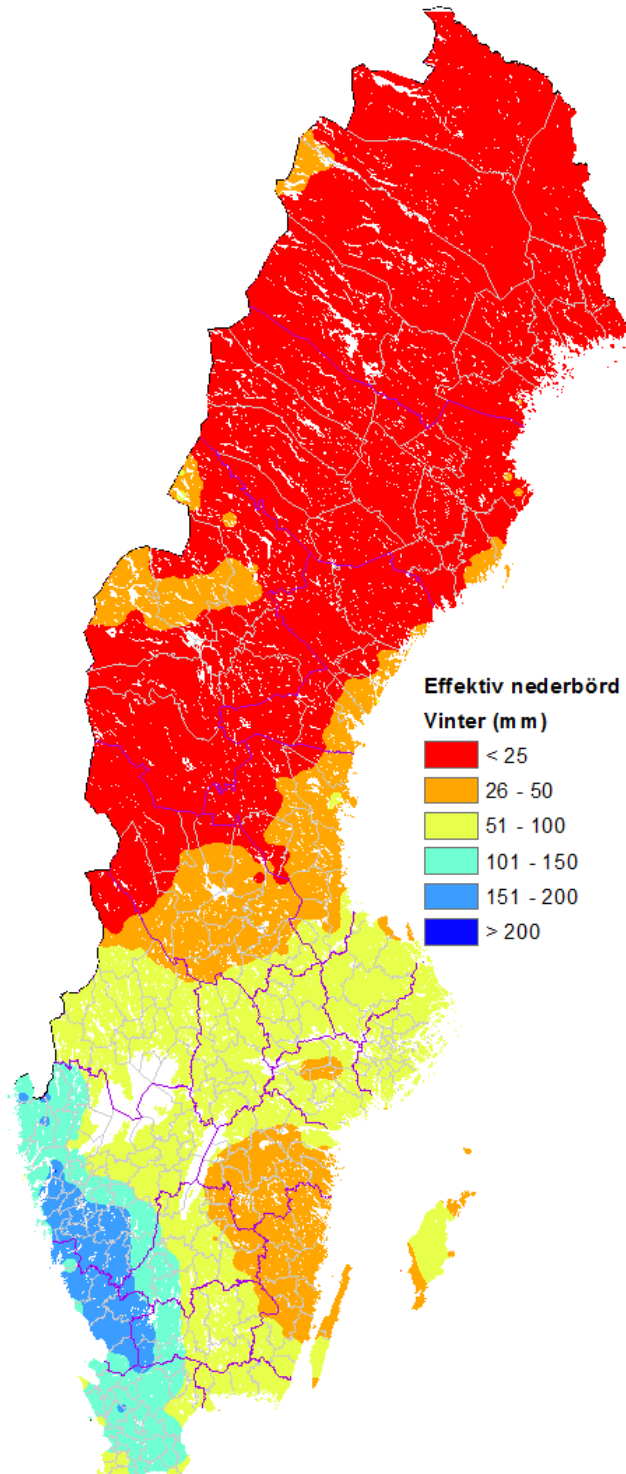
Figur A-8. Effektiv nederbörd för torrår. Interpolerade värden baserat på data från Sanner och Grahn (1995).



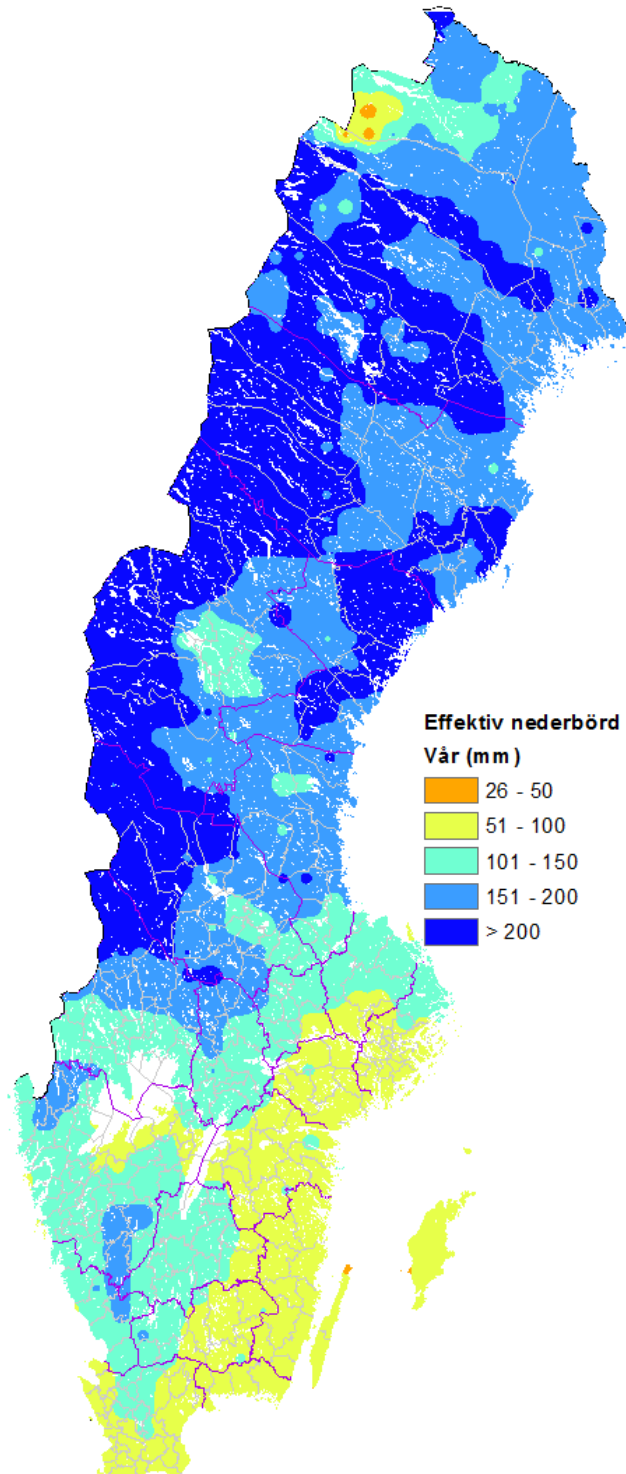
Figur A-9. Effektiv nederbörd i medel för sommaren. Interpolerade värden baserat på data från Sanner och Grahn (1995).



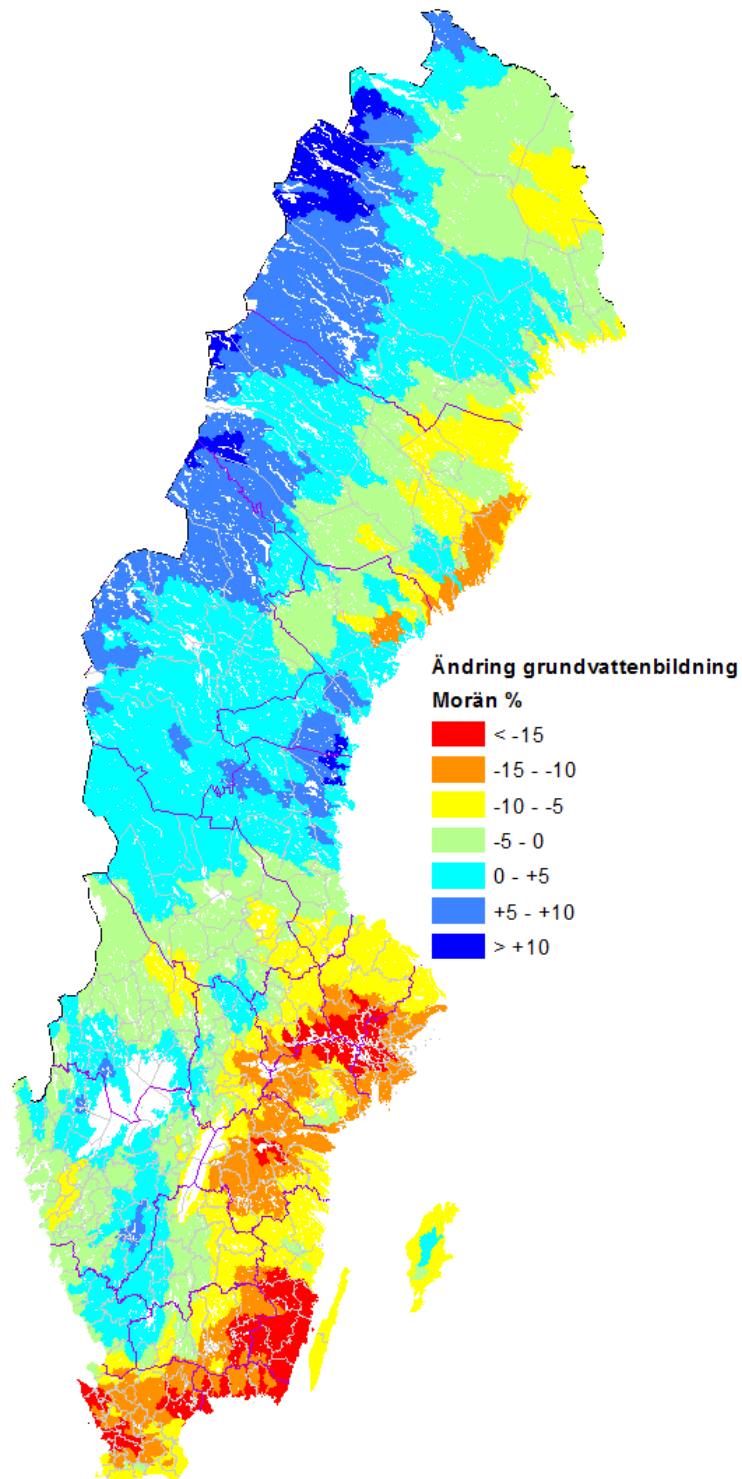
Figur A-10. Effektiv nederbörd i medel för hösten. Interpolerade värden baserat på data från Sanner och Grahn (1995).



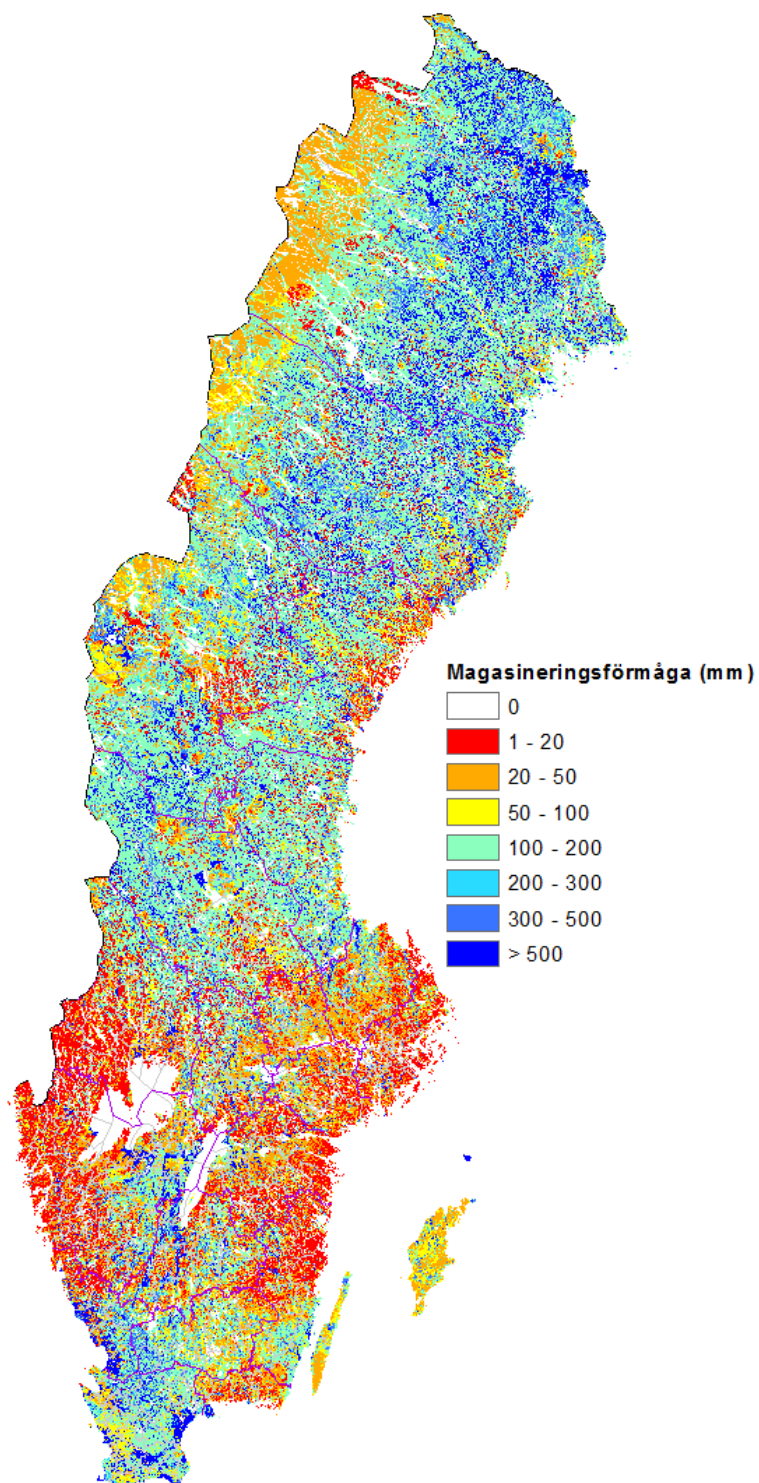
Figur A-11. Effektiv nederbörd i medel för vintern. Interpolerade värden baserat på data från Sanner och Grahn (1995).



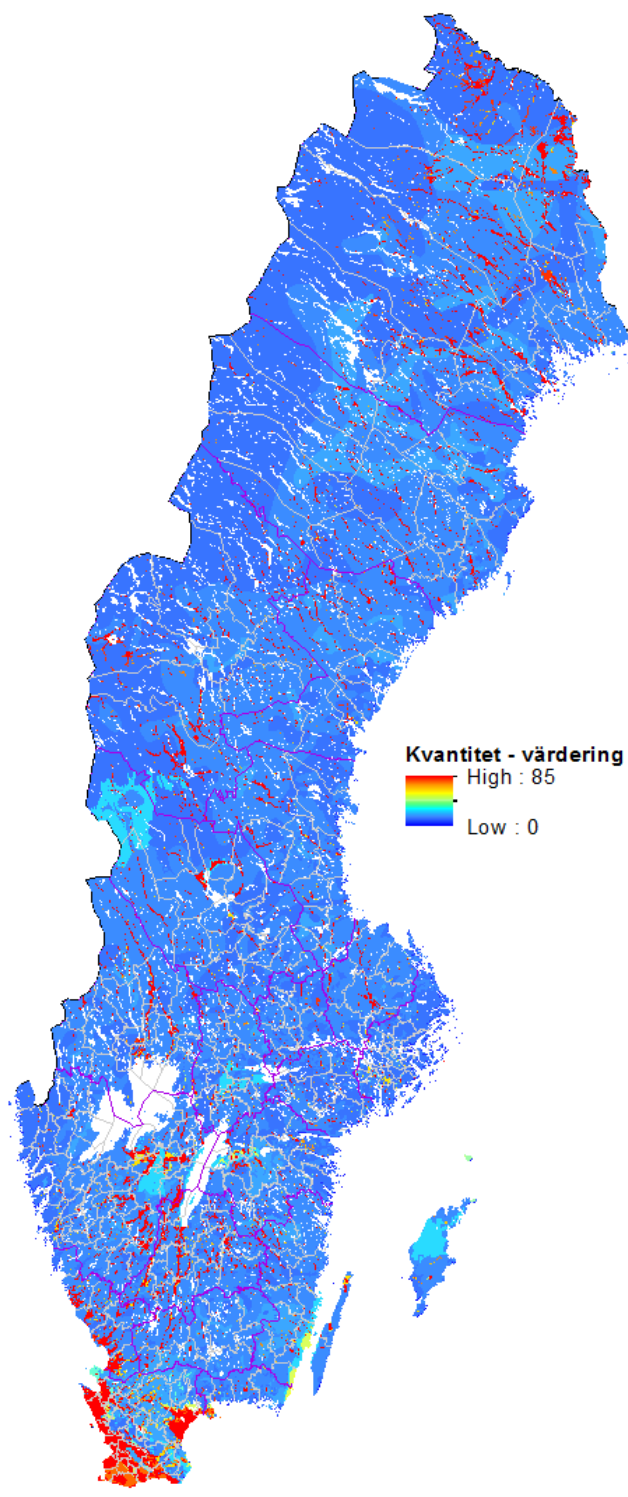
Figur A-12. Effektiv nederbörd i medel för våren Interpolerade värden baserat på data från Sanner och Grahn (1995).



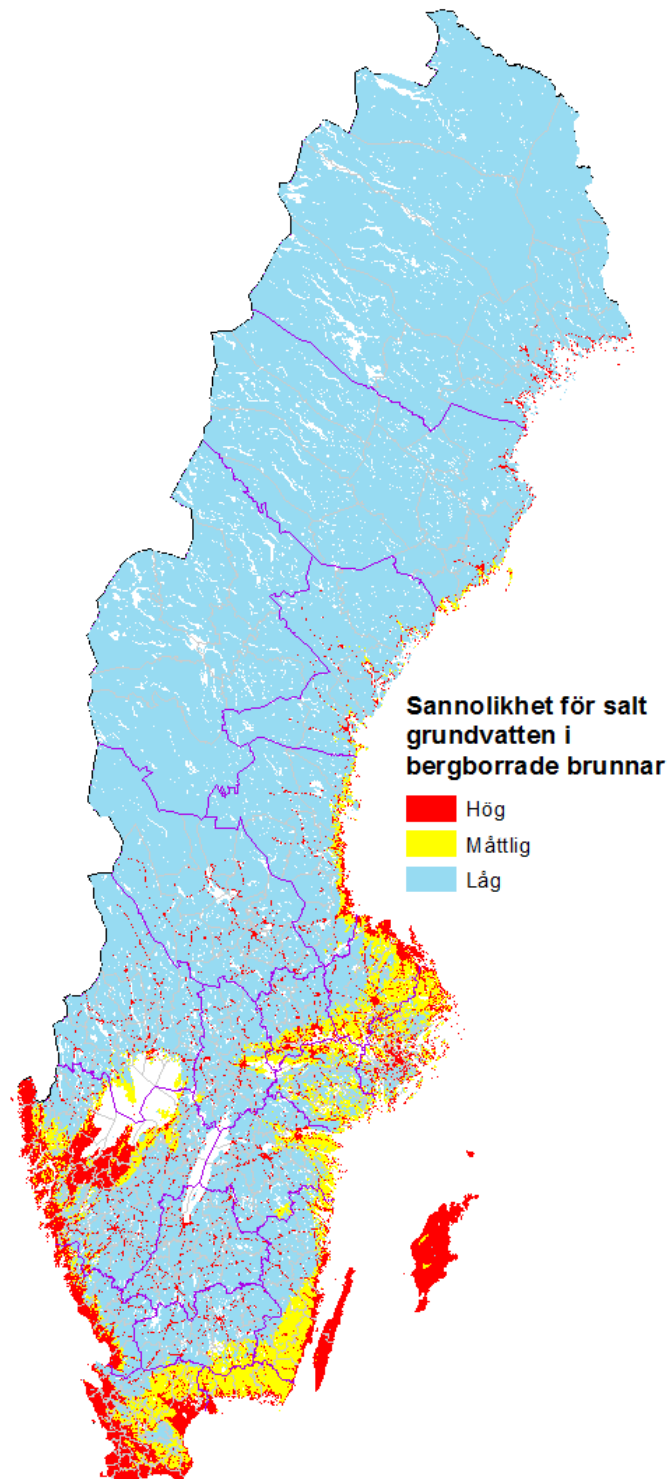
Figur A-13. Beräknad förändring av grundvattenbildningen i morän som följd av klimatförändringar enligt scenarie SRES A1B (Rodhe m.fl. 2009).



Figur A-14. Beräknad magasineringsförmåga enligt SGU (2017).

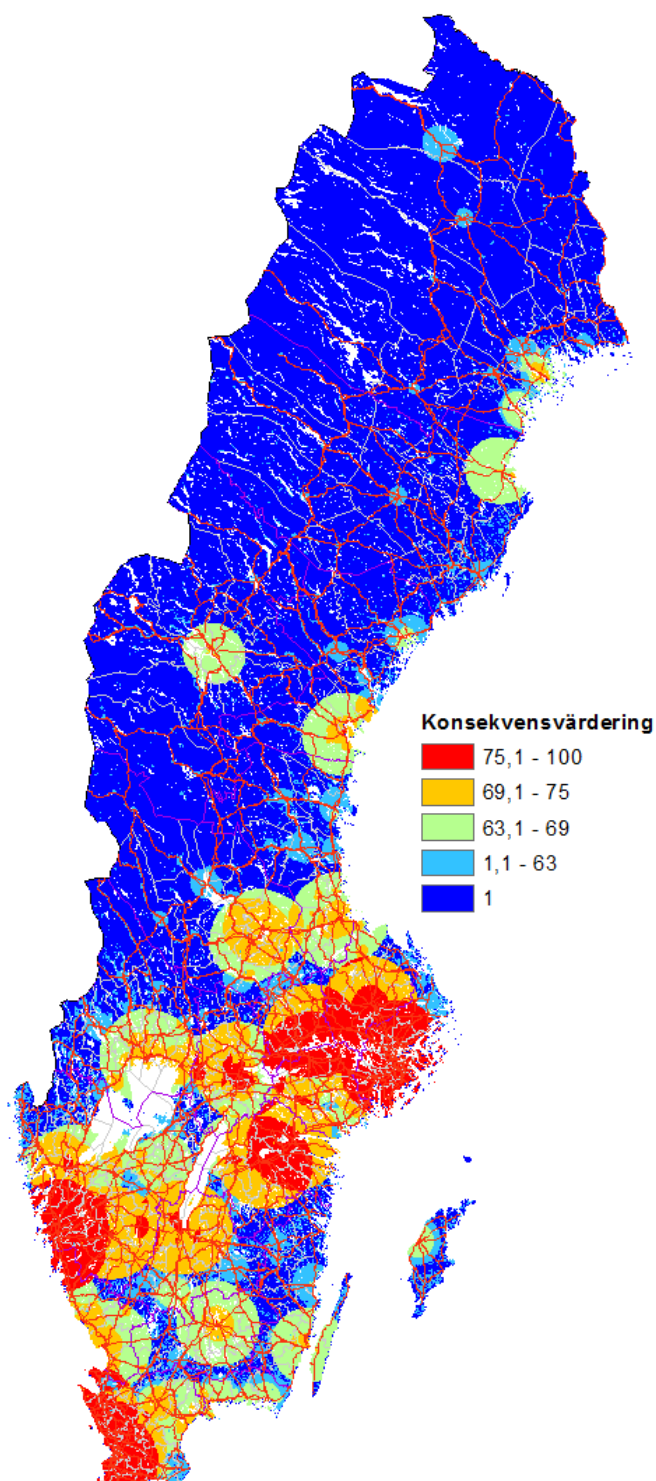


Figur A-15. Karta från SGUs värderingsprojekt gällande grundvattenkvantitet.



Figur A-16. Kartvisare för sannolikhet för salt grundvatten i bergborrade brunnar.

BILAGA B. UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV RAS- OCH SKREDOMRÅDEN



Figur B-2. Konsekvensvärdering för ras eller skred. Kartan baseras på befolkningstäthet (heltäckande områden) samt förekomst av riksvägar, länsvägar och järnvägar (röda linjer).