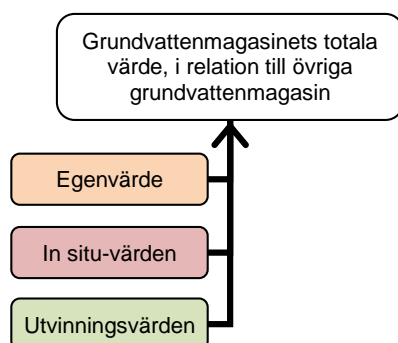


# En metod för icke-monetär relativ värdering av grundvattenmagasin

Josef Källgården & Moa Nicolaisen

December 2010

SGU-rapport 2010:22





## FÖRORD

Frågan om värdering av grundvattenmagasin har tagits upp som en aktivitet inom miljömålsprogrammet på SGU under år 2009 och 2010. Denna rapport utgör resultatet av det arbete som utförts på SGU med att ta fram en metod för icke-monetär, relativ värdering av grundvattenmagasin. Att metoden som presenteras är icke-monetär betyder i detta sammanhang att inga ekonomiska värden beräknas. Att metoden är relativ betyder att varje grundvattenmagasin tillskrivs ett enhetslöst värde som beskriver hur det förhåller sig i relation till andra grundvattenmagasin.

I rapporten presenteras vissa ställningstaganden och avväganden som gjorts, t.ex. att skilja på utvinningsvärdet och in situ-värdet. Ställningstagandena och avvägningarna är ett resultat av de diskussioner som förts internt på SGU inom en arbetsgrupp bestående av personer som på olika sätt arbetar med grundvatten- och naturgrusfrågor.

Rapporten är avsedd för internt bruk på SGU och utgör en grund för att i ett senare skede kunna tillämpa metoden för att värdera grundvattenmagasin.

## SAMMANFATTNING

I olika sammanhang uppstår behovet av att kunna beskriva ett grundvattenmagasins värde i relation till andra grundvattenmagasin. Syftet med det här arbetet var att ta fram en metod som möjliggör en relativ icke-monetär värdering av grundvattenmagasin där resultatet kan användas som underlag för t.ex. regional eller kommunal planering.

Värdering av grundvatten har även tidigare genomförts av SGU och andra aktörer, i de flesta fall med avseende på grundvattnets värde för dricksvattenförsörjning. I det här arbetet ville vi utöka värderingen till att även innefatta andra värden som ett grundvattenmagasin kan ha såsom värdet som naturgrusresurs, värdet för växt- och djurliv, värdet för friluftsliv etc. En skillnad från de tidigare arbetena är därför att det här arbetet fokuserat på grundvattenmagasinet som helhet, dvs. både den geologiska formationen som sådan, samt dess innehåll i form av vatten (markvatten och grundvatten) och geologiskt material (t.ex. sand och grus). En förhoppning är att intressekonflikter kan minska om ett beaktande och optimering av alla värden samtidigt är möjligt.

Grundvattenmagasinets olika värden indelades i kategorierna (1) utvinningsvärden, (2) in situ-värden och (3) egenvärde utifrån indelningen av grundvattnets värden som presenteras i *Värdering av grundvattenresurser* av Johansson m.fl. (2002). Utvinningsvärdena avser de värden som uppstår till följd av att något utvinns ur grundvattenmagasinet, t.ex. energi, dricksvatten eller naturgrus. In situ-värden uppstår i stället när något *inte* utvinns, dvs. när grundvatten inte uttas för dricksvattenförsörjning kan det bidra till ökade värden avseende markstabilitet, minskad risk för saltvatteninträngning etc. Egenvärdet skiljdes ut som ett särskilt värde eftersom det är det enda värdet för vilken en definierad funktion saknas, dvs. grundvattenmagasinets egenvärde uppstår endast till följd av dess existens utan att det används eller avses att användas för något ändamål.

För att beräkna de olika utvinnings- och in situ-värdena bedömdes ett lämpligt tillvägagångssätt vara att betrakta dessa värden som resursvärden som kan beräknas utifrån ”förutsättningarna att utgöra en resurs” (egenskaper hos grundvattenmagasinet som gör det mer eller mindre lämpligt att använda magasinet för olika ändamål) respektive ”behov av en resurs” (samhällets behov av att använda grundvattenmagasinet för samma ändamål). Genom att skilja på behov respektive förutsättningar för de olika värdena, möjliggörs ett tillvägagångssätt där olika delar av värderingen kan utföras av olika aktörer.

Även om metoden kan tillämpas för en rad olika värden har vi i det här arbetet fördjupat oss i och utvecklat den del som beskriver ett av utvinningsvärdena, nämligen värdet hos grundvattenmagasinet för dricksvattenförsörjning. Som utgångspunkt användes parametrar som har identifierats i tidigare värderingar samt som har använts internt på SGU. Metoden har byggts upp som en ”trädstruktur” där parametrarna på varje nivå sammanvägs genom parvis sammanslagning till en ny parameter. Förhoppningen är att tillvägagångssättet leder till att arbetet kan ske mer systematiskt och att spårbarheten ökar då det blir möjligt att se hur beräkningarna gjorts, och vad de resulterat i, i varje steg. För att kvantifiera parametrarna på den lägsta nivån i trädstrukturen har möjlig indata samt en metod för att klassificera osäkerheter hos indata tagits fram.

**INNEHÅLL**

<b>Förord .....</b>	<b>i</b>
<b>Sammanfattning.....</b>	<b>ii</b>
<b>Inledning .....</b>	<b>1</b>
<b>Bakgrund – vilka värden kan grundvattnet ha? .....</b>	<b>3</b>
<i>Principer för uppdelning av grundvattnets värden .....</i>	<i>3</i>
<i>Utvinningsvärden .....</i>	<i>4</i>
<i>In situ-värden .....</i>	<i>4</i>
<b>Grundvattenmagasinets värde .....</b>	<b>5</b>
<i>Grundvattenmagasinets egenvärde.....</i>	<i>5</i>
<i>Grundvattenmagasinets in situ-värden.....</i>	<i>6</i>
<i>Grundvattenmagasinets utvinningsvärden.....</i>	<i>6</i>
<b>Grundvattenmagasinets värde som resurs .....</b>	<b>8</b>
<b>Generella principer för hur värderingen kan genomföras .....</b>	<b>12</b>
<i>Rangordning av grundvattenmagasin med avseende på en egenskap .....</i>	<i>12</i>
<i>Sammanvägning av värden.....</i>	<i>13</i>
<i>Hantering av geografisk utbredning vid sammanvägning av värden .....</i>	<i>15</i>
<i>Hantering av geografiska skillnader .....</i>	<i>17</i>
<b>Grundvattenmagasinets utvinningsvärde med avseende på dricksvattenförsörjning.....</b>	<b>18</b>
<i>Värdegrundande parametrar.....</i>	<i>18</i>
<i>Grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en resurs .....</i>	<i>20</i>
<i>Risk för negativ påverkan .....</i>	<i>22</i>
<i>Nuvarande egenskaper .....</i>	<i>22</i>
<i>Möjlig indata .....</i>	<i>23</i>
<i>Behov av dricksvatten .....</i>	<i>24</i>
<i>Sammanvägning av behovet av dricksvatten med förutsättningarna att utgöra en dricksvattenresurs ...</i>	<i>24</i>
<b>Bedömning av osäkerhet i värderingen .....</b>	<b>26</b>
<b>Implementering och vidare utveckling av metoden.....</b>	<b>27</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>29</b>
<b>Bilaga 1 - Exempel på möjlig indata .....</b>	<b>30</b>
<b>Bilaga 2 - Exempel på indelning av underlagsmaterialets noggrannhet i Osäkerhetsnivåer .....</b>	<b>35</b>

## INLEDNING

I olika sammanhang uppstår behovet av att kunna beskriva ett grundvattenmagasins värde i relation till andra grundvattenmagasin. Med grundvattenmagasin avses i den här rapporten inte bara den delen av en geologisk formation som innehåller grundvatten (den mättade zonen), utan även den omättade zonen samt det inneslutna grundvattnet. En väldokumenterad och direkt tillämpbar metod att genomföra värdering av grundvattenmagasin saknas dock.

Syftet med arbetet var att möjliggöra en enhetlig och spårbar värdering av ett grundvattenmagasin relativt andra grundvattenmagasin. Målet har därför varit att ta fram ett förslag till metod för icke-monetär, relativ värdering av grundvattenmagasin. Avsikten var att metoden skulle vara väldokumenterad och kunna tillämpas på olika uppsättningar av grundvattenmagasin inom olika stora geografiska områden och med varierande mängd underlagsinformation. Avsikten var vidare att ta fram en dynamisk metod som inte bygger på fasta klassindelningar utifrån nuvarande kunskap. Metoden kan då vara tillämpbar och utvecklas med tiden, allt eftersom ny kunskap kommer till.

I tidigare arbeten på SGU där grundvattenmagasin har värderats relativt varandra, har stort fokus lagts på grundvattnets värde som dricksvattenresurs. Ett grundvattenmagasin kan dock även ha andra värden, t.ex. värde som naturgrusresurs eller värde för växt- och djurliv. Eftersom ett maximalt nyttjande av grundvattenmagasinet inte är möjligt utifrån alla aspekter samtidigt, var avsikten att metoden även skulle ta hänsyn till alla värden. Genom ett sådant angreppssätt ökar förutsättningarna att varje grundvattenmagasin nyttjas på bästa sätt utifrån olika tänkbara intressen och att det i ett tidigt planeringsskede tas hänsyn till de olika värdena.

Exempel på vanliga intressekonflikter är då uttag av naturgrus ger upphov till irreversibla skador som försämrar eller omöjliggör nyttjande av grundvattenmagasinet som dricksvattenresurs. Stora uttag av vatten som förändrar grundvattenförhållandena kan vidare försämra livsmiljön för vissa växter och djur. När det gäller avvägningen mellan vattenförsörjnings- respektive naturgrusintresset handlar det dock i praktiken inte bara om huruvida magasinet är mest lämpligt för vatten- eller naturgrusförsörjning, utan även politiska mål måste beaktas när resultaten från värderingen ska tillämpas. För att uppfylla miljö kvalitetsmålet grundvatten av god kvalitet ska alltid ersättningsmaterial användas i första hand om det är tekniskt och ekonomiskt rimligt eller om naturgrusförekomsten är betydelsefull för nuvarande eller framtida vattenförsörjning. Dessa politiska aspekter kommer vi dock inte beröra närmare i den här rapporten.

Även i denna rapport ligger fokus på grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs och till stora delar har arbetsgruppen i detta avseende utgått från de värdegrundande faktorer som tidigare har identifierats av bl.a. SGU. Den övergripande metoden inbegriper och möjliggör dock hänsynstagande till andra värden hos ett grundvattenmagasin, såsom t.ex. värdet som naturgrusresurs eller som bevattningsresurs.

Rapporten inleds med en presentation av hur *grundvattnets* värden kan indelas med utgångspunkt från rapporten *Värdering av grundvattenresurser* som Johansson m.fl. gav ut 2002. Därefter följer en beskrivning av hur denna indelning av värden även kan tillämpas för att beskriva *grundvattenmagasinens* värden följt av en presentation av grundvattenmagasinets s.k. resursvärde. I nästa avsnitt beskrivs arbetsgruppens förslag till principer för värdering som

baseras på rangordning och parvisa sammanslagningar av parametrar. I därpå följande avsnitt presenteras en fördjupning av hur grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs kan beräknas samt de värdegrundande parametrar som kan användas för att beskriva värdet som dricksvattenresurs. Eftersom osäkerheten i värderingen till stor del beror av tillgången till underlagsmaterial finns skäl att parallellt med värderingen även analysera osäkerheten i underlagsmaterialet och i den utförda värderingen. Därför ges även ett förslag till hur en bedömning av osäkerheten i värderingen kan göras. Slutligen följer en kort beskrivning av hur värdering kan genomföras avseende andra värden än värdet som dricksvattenresurs samt en diskussion och beskrivning av det fortsatta arbetet med värdering av grundvattenmagasin.

## BAKGRUND – VILKA VÄRDEN KAN GRUNDTVATTNET HA?

### Principer för uppdelning av grundvattnets värden

I rapporten *Värdering av grundvattenresurser* (Johansson m.fl., 2002) som utgivits av Naturvårdsverket beskrivs en metod för värdering av grundvattnet i ekonomiska termer. I rapporten redovisas två principer för uppdelning av grundvattnets totala värde, se Tabell 1.

Den ena principen skiljer på användar-värden och icke användar-värden. Användar-värden avser sådana värden som uppstår till följd av nyttjande av grundvattnet för något ändamål idag. Icke användar-värden avser i stället de värden som finns hos grundvattnet trots att det inte nyttjas i dagsläget. Med ”används” menas i det sammanhanget inte detsamma som att grundvattnet i någon mening tas ut. Grundvatten kan även ”användas” för att exempelvis upprätthålla portytcket i marken och därmed behålla markstabiliteten. Den andra uppdelningsprincipen i rapporten indelar grundvattnets värde i utvinningsvärden och in situ värden, vilka presenteras närmare nedan.

Tabell 1. Exempel på värden eller funktioner hos grundvattnet uppdelade enligt två olika principer (från Johansson m.fl., 2002).

Tjänsteflöde/grundvattenfunktion Service Flow/ Groundwater Function	
Utvinningsvärden/ Extractive values	(i) Hushåll/Municipal use
	(ii) Industri/Industrial use
	(iii) Jordbruk/Agricultural use
In situ värden/ In situ values	(iv) Ekologiska värden/Ecological values
	(v) Bidrag till ytvattenflöde/Surface water interaction
	(vi) Kulturmiljö/Cultural values
	(vii) Forskning/vetenskap/Scientific values
	(viii) Rekreation/Recreational values
	(ix) Buffert/reserv/Buffer values
	(x) Skydd mot sättningar/ Subsidence avoidance values
	(xi) Skydd mot saltvatteninträngning/ Sea water intrusion values
	(xii) Recipientvärden/Value as a recipient
	(xiii) Optionsvärden/Option values
	(xiv) Arvsvärden/Bequest values
	(xv) Existensvärden/Existence values
	Användarvärden/ Use values
	Icke användarvärden/ Non use values

Grundvattnet kan förutom de funktioner som nämns i Tabell 1 även ha andra funktioner och därmed värden. Grundvatten kan t. ex. tjäna som barriär inte bara mot saltvatteninträngning utan även mot annat förorenat vatten och gasformiga ämnen. Diffusion av gaser är mycket långsammare i vatten än i luft. Förekomst av grundvatten under byggnader kan därför minska avgången av radon och andra gasformiga ämnen till inomhusluft.

### Utvinningsvärden

De värden som benämns utvinningsvärden i rapporten av Johansson m.fl. (2002) utgörs av värden som uppstår när grundvattnet tas ut för t.ex. dricksvattenförsörjning till hushåll, inom industri eller jordbruk. Gemensamt för utvinningsvärdena är att grundvattnet tas ut för att användas på något sätt. Dvs. alla utvinningsvärden är också användarvärden enligt den första uppdelningsprincipen, även om de sistnämnda alltså kan inbegripa fler värden än enbart utvinningsvärdena.

### In situ-värden

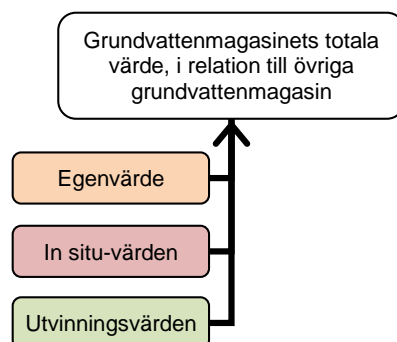
De värden som benämns in situ-värden utgörs av de värden som finns i att grundvattnet *inte* tas ut, dvs. bevarandevärden för framtida generationer, optionsvärden, skydd mot sättningar eller saltvatteninträngning o.s.v. (Johansson m.fl. 2002). Bland in situ-värdena återfinns såväl användarvärden som icke användarvärden.

Icke användarvärdena utgörs av optionsvärdet, arvsvärdet och existensvärdet (se Tabell 1). Bland options- och arvsvärdena återfinns de värden hos grundvattnet som finns till följd av att grundvattnet kan nyttjas för något ändamål i framtiden även om det för tillfället inte nyttjas. Existensvärdet eller egenvärdet (i det följande kallat egenvärdet) kan dock ses som ett särskilt exempel bland icke-användarvärdena eftersom en definierad funktion saknas. Med egenvärde avses grundvattnets värde då det finns i marken utan att någon har för avsikt att nyttja det för något ändamål, nu eller i framtiden. Detta värde bygger i stället på blotta vetskapen om att grundvattenresursen existerar. Människor kan t.ex. uppskatta att det finns rent grundvatten i en grusås utan att ha någon användning för detta vatten (Johansson m.fl. 2002).

## GRUNDVATTENMAGASINETS VÄRDE

I förra kapitlet presenterades olika värden som grundvatten kan ha i form av utvinningsvärden och in situ-värden utifrån rapporten av Johansson m.fl. (2002). En viktig skillnad är att SGUs arbetsgrupp studerat *grundvattenmagasinets* värde, medan de principer som presenterats i avsnittet ”Principer för uppdelning av grundvattnets värden” avser *grundvattnets* värde. En annan skillnad är att Johansson m.fl. (2002) beskriver grundvattnets värde i ekonomiska termer, medan det här arbetet syftar till att ta fram en metod för att värdera grundvattenmagasin i icke-monetära termer. Genom att studera grundvattenmagasinets värde blir det möjligt att inte endast beakta grundvattnets värde, utan även värdet hos det geologiska materialet. Detta är viktigt för att kunna göra en samlad bedömning av grundvattenmagasinets värden och optimera nyttjandet (eller icke-nyttjandet) av alla grundvattenmagasin.

Arbetsgruppen på SGU har kommit fram till slutsatsen att ett grundvattenmagasins värde i icke-monetära termer bör kunna beskrivas genom huvudsakligen samma indelning i olika kategorier som presenteras av Johansson m.fl. (2002). Det föreslås dock att egenvärdet lyfts ut till en helt egen kategori eftersom det är det enda värde som uttrycks utan att grundvattenmagasinet ska fylla en funktion, och som därför kräver ett helt eget angreppssätt för att kunna beräknas. Egenvärdet bör dock ingå i sammanräkningen av ett grundvattenmagasins totala värde (se Figur 1).



Figur 1. SGUs förslag till indelning av grundvattenmagasinets totala värde i tre kategorier.

### Grundvattenmagasinets egenvärde

Som nämnts ovan skiljer sig grundvattnets egenvärde väsentligen från de övriga värdena och resonemang blir detsamma om man studerar grundvattenmagasinets egenvärde.

Grundvattenmagasinets egenvärde definieras som det värde grundvattenmagasinet har utan att det används eller avses att användas för något ändamål. Motsatsen till egenvärdet utgörs av alla användar-värden plus alla options- och arvsvärden enligt Tabell 1, dvs. alla värden som består i att grundvattenmagasinet används eller kan användas för att fylla någon funktion för människor, växter eller djur. Närmare beskrivning, samt inte minst kvantifiering, av grundvattenmagasinets egenvärde är mycket svårt att genomföra och leder snart in på ett resonemang om värdegrund.

### Grundvattenmagasinets in situ-värden

Grundvattenmagasinets in situ-värden kan beskrivas analogt med grundvattnets in situ-värden så tillvida att det förstnämnda består i värden hos *grundvattenmagasinet* utan att något tas ut ur magasinet. Grundvattenmagasinet kan därför tillskrivas in situ-värden både för grundvattnet i magasinet och för det geologiska materialet som utgör grundvattenmagasinet. Exempelvis kan ett av in situ-värdena för ett grundvattenmagasin som består av en sandavlagring vara att utgöra en mark som är väl-dränerad och lämplig för olika former av byggnad (för fler exempel, se Tabell 2 och Figur 2).

### Grundvattenmagasinets utvinningsvärden

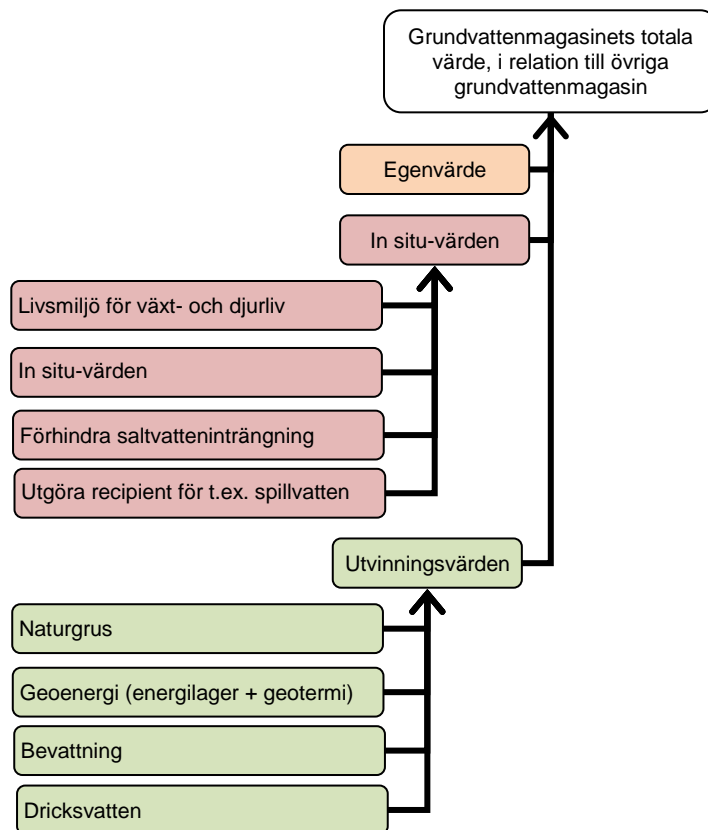
I de diskussioner som förts i arbetsgruppens möten på SGU har konstaterats att utvinningsvärdena, tillämpade på ett grundvattenmagasin, inte endast bör inkludera grundvattnet i magasinet utan även det geologiska material som utgör magasinet samt den energi som finns lagrad däri. Ur ett grundvattenmagasin som utgörs av en sand- och grusavlagring kan t.ex. grundvattnet, men även sanden eller gruset utvinnas. Ett grundvattenmagasin kan alltså ha flera utvinningsvärden, t.ex. både för dricksvattenförsörjning och naturgrusförsörjning (se Tabell 2 och Figur 2).

Tabell 2. Exempel på värden hos ett grundvattenmagasin uppdelade enligt SGUs förslag i tre kategorier. Egenvärdet har inte utretts närmare men ska beaktas vid beräkning av grundvattenmagasinets totala värde.

Utvinningsvärden	In situ-värden	Egenvärde
Uttag av grundvatten för dricksvattenförsörjning	Bidra till upprätthållande av markstabilitet, dvs. skydd mot sättningar	
Uttag av grundvatten för t.ex. bevattning eller användning inom industrin	Bidra till god livsmiljö för växter och djur	
Uttag av sand eller naturgrus	Skydda mot saltvatteninträngning	
Utvinning av geotermisk energi	Tillföra vatten till ett rekreativsområde	
Utvinning av energi eller kyla från energilager		

På motsvarande sätt kan ett grundvattenmagasin även ha ett utvinningsvärde som energilager där värme (eller kyla) på naturlig eller artificiell väg lagras för att vid ett senare tillfälle utvinnas. I energilager av typ akviferlager återförs grundvattnet efter nedkyllning (eller uppvärmning) vilket gör att det inte sker något nettouttag av grundvatten. Däremot utvinns

respektive lagras energi i grundvattenmagasinet. Användandet av ett grundvattenmagasin som ett energilager skulle därför kunna betraktas som ett in situ-värde om inget nettouttag av grundvatten görs. Arbetsgruppen har emellertid funnit att användning av grundvattenmagasin som energilager bör betraktas som ett utvinningsvärde eftersom energi utvinns (och lagras) i magasinet och i de flesta fall (förutom borrhålslager) så kommer även grundvatten åtminstone tillfälligtvis uttas ur grundvattenmagasinet.



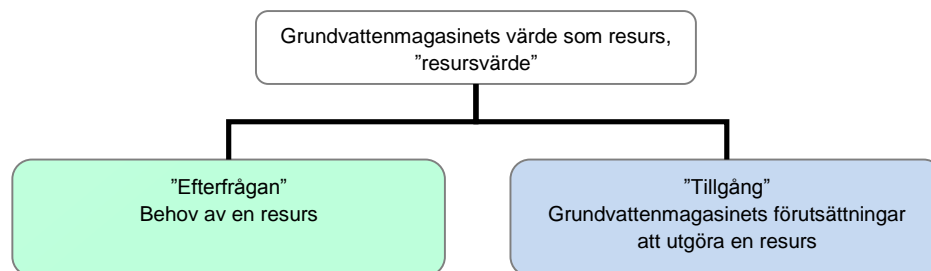
Figur 2. Exempel på in situ- och utvinningsvärden hos ett grundvattenmagasin.

Ett grundvattenmagasin kan även komma till användning vid utvinning av geotermisk energi vilket till skillnad från energilagren avser utvinnande av energi från jordens inre. Ett grundvattenmagasin beläget på stort djup kan utgöra en betydande resurs för att utvinna geotermisk energi eftersom vattnet är en god energibärare. Även användningen av ett grundvattenmagasin för utvinning av geotermisk energi bör betraktas som ett utvinningsvärde eftersom energi utvinns och grundvatten (i de flesta fall) kommer att uttas.

## GRUNDVATTENMAGASINETS VÄRDE SOM RESURS

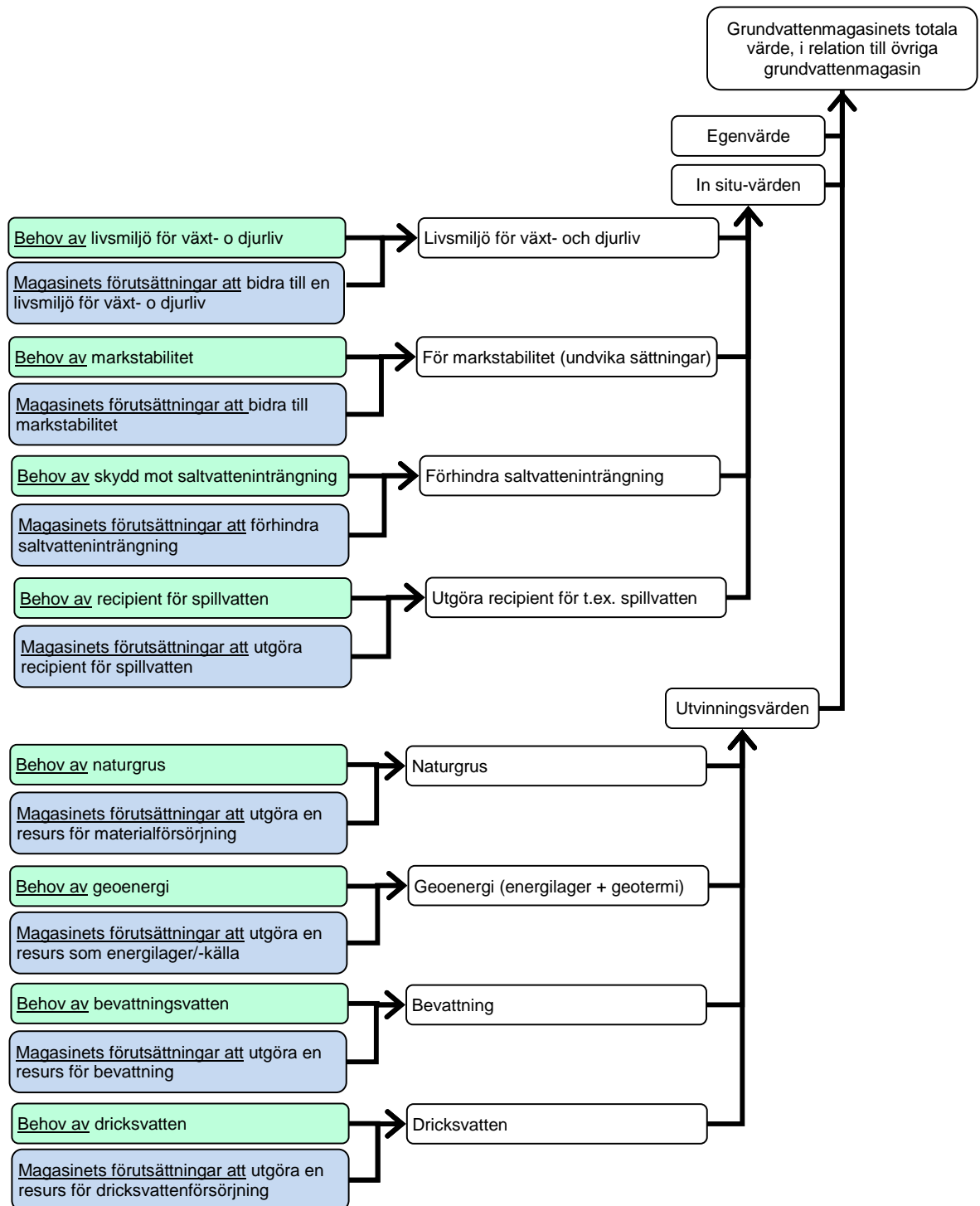
Eftersom en princip för kvantifiering av egenvärdet ännu inte har identifierats, återstår grundvattenmagasinets utvinningsvärden och in situ-värden. Som nämnts ovan har utvinningsvärdet och in situ-värdet det gemensamt att värdena är relaterade till att grundvattenmagasinet används eller avses att användas för något ändamål nu eller i framtiden. Grundvattenmagasinet utgör alltså i båda dessa fall en resurs som är eller kommer att bli (arvs- och optionsvärden) efterfrågad. SGUs arbetsgrupp har därför kommit fram till att vart och ett av utvinningsvärdena och in situ-värdena bör kunna betraktas som ett resursvärde som är beroende av balansen mellan tillgång och efterfrågan.

Då det inte finns någon tydlig marknad med potentiella kunder för grundvattenmagasinens alla in situ- och utvinningsvärden kan "tillgång och efterfrågan" uppfattas som något missvisande. Istället används i den här rapporten begreppen "behov av en resurs" samt grundvattenmagasinets "förutsättningar att utgöra en resurs" (se Figur 3).



Figur 3. Principen för beräkning av grundvattenmagasins värde som resurs utifrån "behov av en resurs" och "förutsättningar att utgöra en resurs" vilken kan tillämpas för vart och ett av utvinningsvärdena och in situ-värdena.

Enligt ovanstående princip kan t.ex. grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs beskrivas genom att magasinets förutsättningar att utgöra en resurs för dricksvattenförsörjningen vägs mot samhällets behov av dricksvatten. Det räcker alltså inte att ett grundvattenmagasin har mycket goda förutsättningar för stora uttag av grundvatten av förstklassig kvalitet för att värderas högt som dricksvattenresurs, utan det krävs även att det finns ett behov av dricksvatten i grundvattenmagasinets närhet. I Figur 4 visas exempel på hur de två kategorierna in situ-värde och utvinningsvärde kan utvecklas utifrån några tänkta resursbehov och förutsättningar.



Figur 4. Exempel på ett antal in situ- och utvinningvärden för grundvattenmagasin. Vart och ett av in situ- och utvinningvärdena kan beräknas utifrån principen om resursvärde genom att behovet/efterfrågan på resursen sammanvägs med grundvattenmagasinets förutsättningar att fylla behovet av den efterfrågade resursen.

Den föreslagna uppdelningen i behov och förutsättningar gör att metoden alltid kräver två parallella dataunderlag för att genomföra en värdering. Dels krävs en beskrivning av behovet av olika resurser och dels krävs en beskrivning av grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en tillgång för de olika behoven. En fördel med detta arbetssätt är att olika samhälleliga, och andra, behov kan vägas mot ett grundvattenmagasins normalt sett mer statiska naturgivna förutsättningar. T.ex. kan ett grundvattenmagasins förutsättningar att användas som energilagring, vägas mot olika scenarier av nutida och framtida samhälleliga behov av energilagring på en särskild plats. Omvänt kan givetvis ett tänkt framtida behov av skydd mot saltvatteninträngning vägas mot ett grundvattenmagasins olika förutsättningar att motstå saltvatteninträngning, givet olika klimatscenarier.

Andra fördelar med den uppdelade hanteringen av dels grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en resurs för olika ändamål, dels behovet av resursen, är att det skapar en tydlighet i värderingsmetoden. Indelningen möjliggör en tydlig redogörelse för varför ett grundvattenmagasin rangordnas högt eller lågt, dvs. om det är på grund av ett särdeles starkt/svagt behov eller på grund av exceptionella naturgivna förutsättningar. Dessutom möjliggörs en tydligare uppdelning av olika moment i värderingsarbetet så att olika delar av värderingen kan utföras av olika aktörer. Exempelvis kan ett grundvattenmagasins geologiska förutsättningar beskrivas och kvantifieras av geologiskt sakkunniga, samhällets behov av en resurs kan beskrivas av samhällsplanerare och ett känsligt ekosystems behov av friskt grundvatten kan beskrivas av ekologer. Delarna kan därefter sammanföras och förutsättningarna avseende olika resurser vägas mot behoven av resurserna.

I praktiken kommer det alltså för varje utvinnings- och in situ-värde behöva göras en sammanvägning av (1) behovet av resursen samt (2) magasinets förutsättningar att utgöra en resurs. Det värde avseende (1), behovet av t.ex. dricksvatten i magasinets närhet, som metoden resulterar i, måste alltså sammanvägas med ett värde avseende (2), grundvattenmagasinets förutsättningar att t.ex. utgöra en dricksvattenresurs, där slutresultatet blir grundvattenmagasinets resursvärde för dricksvattenförsörjning i relation till andra grundvattenmagasin.

När de olika utvinnings- och in situ-värden har kvantifierats för varje grundvattenmagasin (i relation till alla andra magasin) kan grundvattenmagasinen jämföras på lämplig nivå. På samma sätt som att grundvattenmagasin t.ex. kan jämföras sinsemellan enbart med avseende på deras in situ-värden så kan grundvattenmagasin även jämföras sinsemellan enbart med avseende på t.ex. deras värde för att förhindra saltvatteninträngning. Om alla utvinnings- och in situ-värdena sammanvägs kan detta i sin tur nyttjas för att rangordna grundvattenmagasinen med avseende på alla resursvärdena (dvs. hela trädstrukturen i Figur 4 exklusive egenvärdet). Det sistnämnda tillvägagångssättet är troligtvis det mest hanterliga sättet att arbeta när det handlar om att på större skala skilja ut de mest värdefulla grundvattenmagasinen. Man bör dock ha i åtanke att några av värdena troligtvis inte är förenliga (uttag av naturgrus kan motverka dricksvattenuttag, dricksvattenuttag kan motverka vissa in situ-värden o.s.v.). Att på detta sätt rangordna grundvattenmagasinen med avseende på alla resursvärdena ger därför ett spekulativt värde åt varje magasin, men är inte möjligt att realisera i verkligheten eftersom flera av resursvärdena är oförenliga. Om man dessutom ska beräkna det totala värdet (se Figur 4) blir det än svårare eftersom det även ska inkludera egenvärdet.

En fördel med denna hantering är givetvis att man på ett tydligt sätt kan redovisa vad som inkluderas (och inte minst exkluderas) i värderingen av grundvattenmagasin. Vid praktisk

implementering av den här föreslagna metoden är det till exempel inte troligt att grundvattenmagasinens egenvärde kommer att inkluderas i någon större utsträckning. Det är då en fördel att metoden ändå redovisar hur egenvärdet borde bidra till det totala värdet om det fanns ett sätt att kvantifiera egenvärdet.

Den ytterligare utveckling och fördjupning av värderingsmetoden som utförts har helt och hållet fokuserat på ett av utvinningsvärdena; grundvattenmagasinet som en resurs för dricksvattenförsörjningen. Att arbetet fokuserats på användningen av grundvattenmagasinet för dricksvattenförsörjning förklaras av att det är det vanligast nämnda värdet hos grundvatten, kanske det starkaste av dem och därtill ett värde där det finns flera tidigare arbeten utförda.

Utvecklingen av värderingsmetoden för grundvattenmagasin som resurs för dricksvattenförsörjningen presenteras i avsnittet ”Grundvattenmagasinets utvinningsvärde med avseende på dricksvattenförsörjning”. Dessförinnan kommer en presentation av de generella principerna för hur grundvattenmagasin kan rangordnas och hur olika värden kan sammanvägas. De övriga värdena (både utvinnings- och in situ-värdena) är tänkta att kunna utvecklas i ett senare skede och delvis av andra aktörer, åtminstone bitvis i analogi med utvecklingen av värderingsmetoden avseende dricksvattenvärdet. Tänkbara utvecklingar av värderingsmetoden avseende fler värden presenteras i avsnittet ”Utveckling av metoden för andra värden än som dricksvattenresurs”.

## GENERELLA PRINCIPER FÖR HUR VÄRDERINGEN KAN GENOMFÖRAS

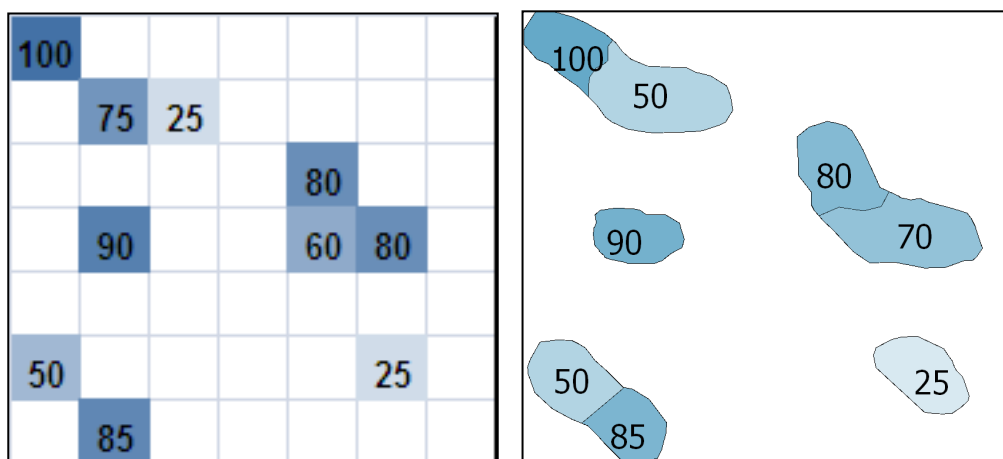
Eftersom avsikten är att den föreslagna metoden ska kunna brytas ned i delar och värderingen genomförs i olika steg behöver enstaka egenskaper hos grundvattenmagasinen kunna redovisas var för sig, men även slås ihop till sammanvägda resursvärden eller till ett totalvärde.

För att genomföra en värdering enligt den presenterade metoden behöver därför principer för två olika slags värderingssteg tas fram; dels rangordning av grundvattenmagasin med avseende på en egenskap och dels sammanvägning av flera egenskaper. De två principerna presenteras närmare nedan.

### Rangordning av grundvattenmagasin med avseende på en egenskap

Vid en relativ värdering av grundvattenmagasin måste varje magasin jämföras med övriga magasin så att de alla kan rangordnas sinsemellan med avseende på den egenskap man avser värdera. Magasinet som rangordnas högst har högst värde och det som rangordnas lägst har lägst värde. Motsatsen till relativ värdering är absolut värdering där värdet hos grundvattenmagasinen bestäms utifrån ett antal kriterier, oberoende av varandra. Detta innebär att det, när absolut värdering tillämpas, är möjligt att uppskatta värdet hos ett enda grundvattenmagasin utifrån ett antal egenskaper. Vid en relativ värdering som bygger på rangordning är det däremot inte möjligt att endast se till värdet hos ett grundvattenmagasin, utan flera grundvattenmagasin inom ett avgränsat område måste ingå.

Rangordning av grundvattenmagasin kan utföras genom att respektive magasin tilldelas ett tal som motsvarar värdet avseende en eller flera egenskaper, där ett högre värde motsvaras av ett högre tal, se Figur 5. Detta kräver i sin tur en värdering av hur talen ska fördelas, t.ex. hur tal som beskriver värdet avseende möjligheten att nyttja ett grundvattenmagasin för dricksvattenförsörjning ska fördelas mellan grundvattenmagasinen beroende på grundvattenmagasinets egenskaper.



Figur 5. Två sätt att illustrera relativa värden (som tal inom intervallet 0-100) för grundvattenmagasin inom ett område.

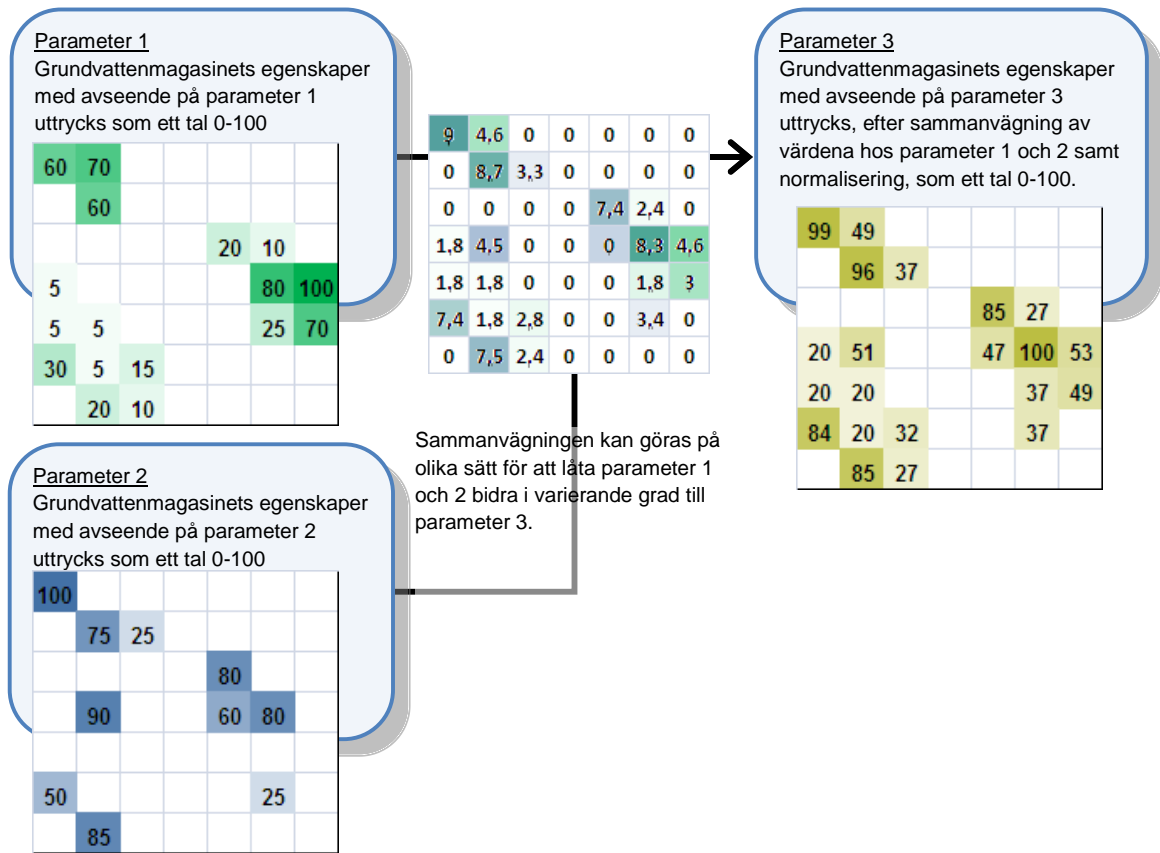
Rangordning av grundvattenmagasin med avseende på olika egenskaper (t.ex. genom att kvantifiera värdet i form av ett tal 0-100) kan genomföras för vart och ett av in situ- och utvinningsvärdena. Det kan förenklat uttryckas som att grundvattenmagasinen kan erhålla ett tal 0-100 för var och en av ”boxarna” till vänster i Figur 4.

### Sammanvägning av värden

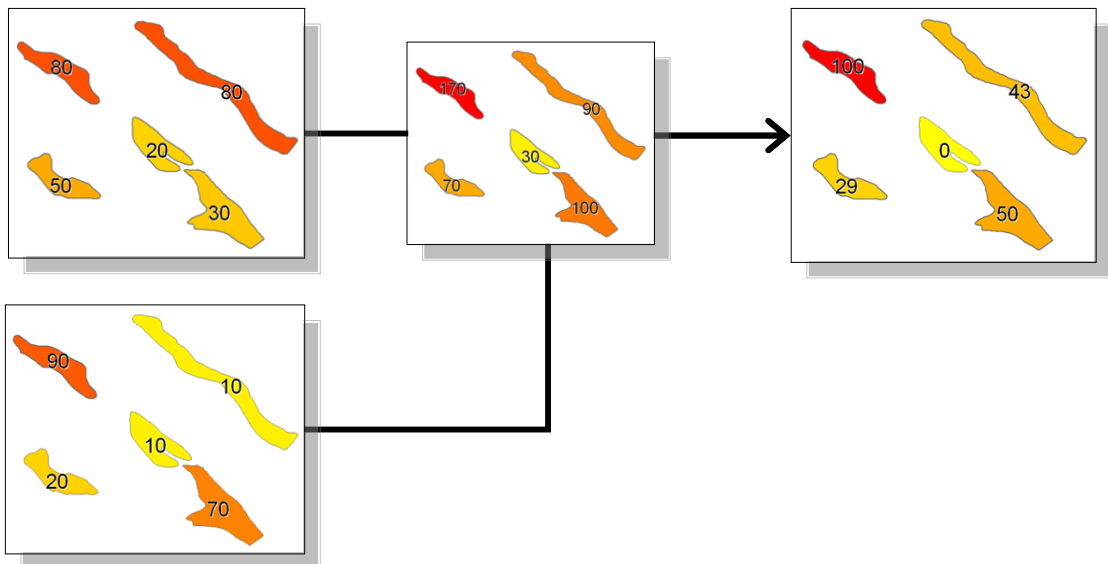
Som presenterats i avsnittet ”Grundvattenmagasinets värde som resurs” bestäms vart och ett av utvinnings- och in situ-värdena (resursvärdena) av såväl behovet av en resurs som magasinets förutsättningar att utgöra motsvarande resurs. Varje resursvärde består därför av en sammanvägning av behov respektive förutsättningar. Värderingsmetoden kräver alltså att tal som beskriver olika egenskaper, parametrar, kan sammanvägas, se Figur 6.

Genom att göra sammanvägningen på olika sätt kan man låta olika parametrar inverka i olika stor utsträckning på totala värdet, vilket är en form av värdering. En värdering genomförs t.ex. när man vid en sammanslagning av flera resursvärden tar ställning till huruvida ett grundvattenmagasins värde för dricksvattenförsörjning är mer värt än värdet avseende möjligheten att nyttja grundvattenmagasinet för bevattning. Sammanvägning kan t.ex. ske genom normalisering och addition eller multiplikation samt någon form av viktning, beroende av vilken metod som ger resultat som bäst överensstämmer med vår uppfattning om värdet hos olika grundvattenmagasin. Det kan även vara nödvändigt att ta hänsyn till att de ingående parametrarna har olika statistisk fördelning.

I Figur 6 visas hur sammanvägning av två parametrar (Parameter 1 och 2) till en parameter (Parameter 3) kan utföras. I det övre exemplet har parameter 3 beräknats genom en normalisering av naturliga logaritmen av produkten av de två parametrarna adderat med 1 (för att undvika Ln 0), dvs genom en normalisering av värden erhållna med ekvationen  $\text{Ln}((\text{Parameter 1} + 1) * (\text{Parameter 2} + 1))$ . I det nedre exemplet i Figur 6 har parameter 3 beräknats genom en normalisering av summan av parametrarna 1 och 2.



Den geografiska utbredningen av grundvattenmagasinets egenskaper kan t.ex. hanteras som rutor i ett rutnät enligt ovan eller som oregelbundna geometrier nedan.



Figur 6. Illustration av principen för sammanvägning av parametrarna 1 och 2 till en sammanvägd parameter 3.

Om man återigen återknyter till Figur 4 kan man förenklat uttrycka det som att varje pil mellan "boxarna" i figuren motsvarar en sammanvägning av två tal. Sammanvägningen kräver någon form av beräkning och är i sig en form av värdering.

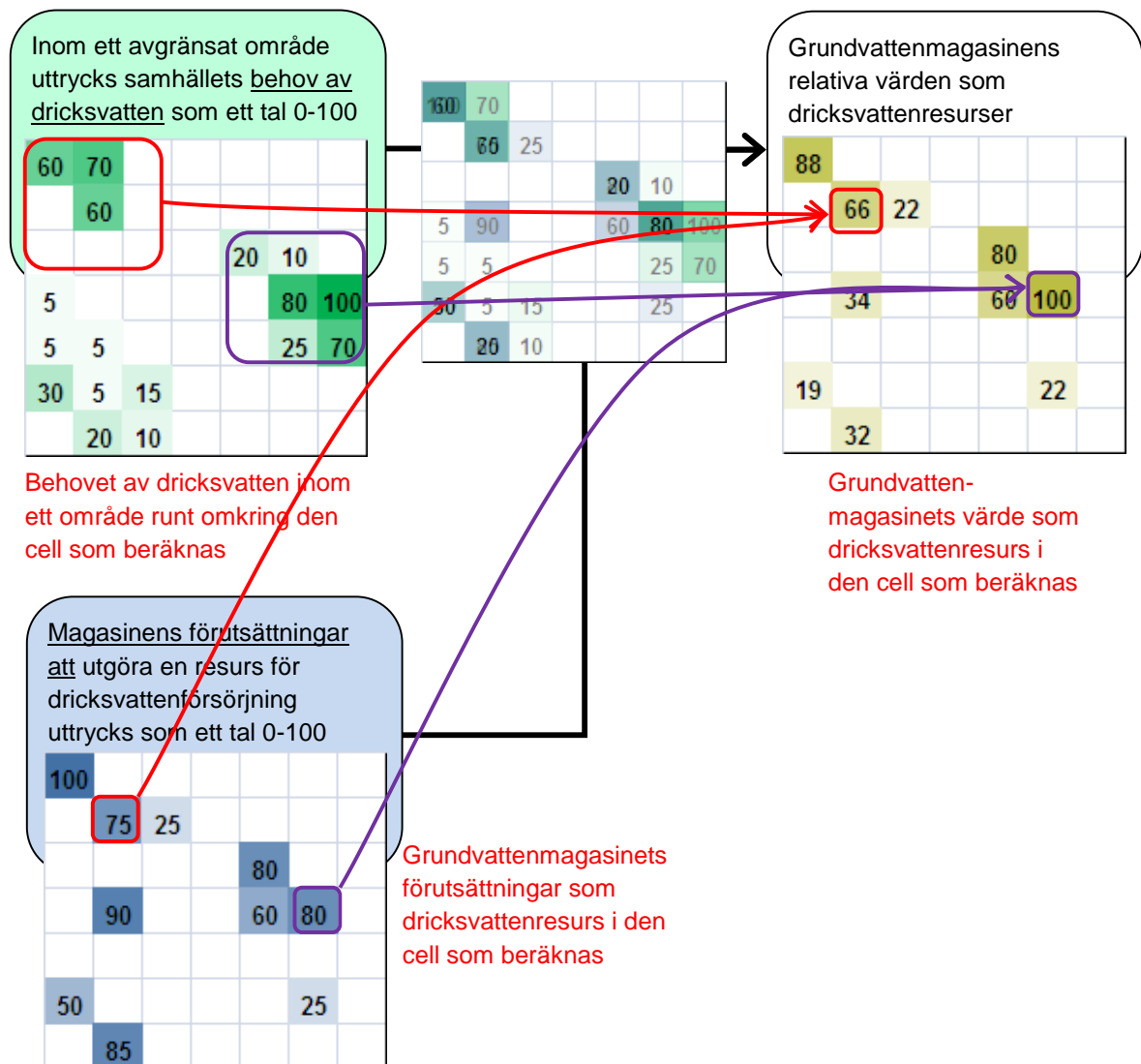
### **Hantering av geografisk utbredning vid sammanvägning av värden**

När det gäller sammanvägning av behovet av en resurs och magasinets förutsättningar att utgöra denna efterfrågade resurs tillkommer komplikationen att behovet inte nödvändigtvis måste uppträda på exakt samma geografiska plats som där grundvattenmagasin finns med goda förutsättningar att uppfylla behovet. Enkelt uttryckt, vid beräkning av grundvattenmagasinens värden som dricksvattenresurser bör hänsyn tas till att dricksvatten kan tas från annan plats än där det nyttjas.

Värdering av grundvattenmagasinens värde som dricksvattenresurser kräver därför hänsynstagande till det geografiska läget av grundvattenmagasinen och framförallt läget i relation till var behovet av dricksvatten finns.

Ett möjligt sätt att hantera detta illustreras i Figur 7 där magasinets förutsättningar som dricksvattenresurs representeras med ett tal 0-100 och jämförs med behovet som också redovisas med ett tal 0-100 fast över olika ytor. Det sammanvägda resursvärdet i varje cell kan till exempel beräknas som en addition mellan förutsättningarna i respektive cell och behovet i både motsvarande cell samt i flera omgivande celler.

Ett motsvarande tillvägagångssätt kan även tillämpas vid sammanvägning av behov och förutsättningarna för naturgrusuttag, där det på liknande sätt inte är givet att behov och förutsättningar nödvändigtvis uppträder på samma geografiska plats. Beroende på vilket resursvärde som beräknas kan dock området som tas med vid bedömningen av behovet variera. T.ex. är det troligt att ett större avstånd mellan platsen för uttag av naturgrus och platsen för användningen av naturgrus kan accepteras, jämfört med avståndet mellan uttagspunkt och distributionsområde vid dricksvattenuttag. I det senare fallet måste ledningar dras, vilket innebär att avståndet får större ekonomiska konsekvenser.



Figur 7. Illustration av principen för sammanvägning av behovet av en resurs med respektive grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra samma resurs. I exemplet visas beräkning av grundvattenmagasinets värde som resurs för dricksvattenförsörjning.

Som en avslutande återknytning till Figur 4 kan sägas att var och en av "boxarna" *Behov av ...* respektive *Magasinets förutsättningar att...* i figuren kräver en egen bakomliggande kvantifiering av värdet (t.ex. i form av ett tal 0-100) och varje pil i figuren kräver en egen bakomliggande beräkning där två olika tal vägs samman.

Arbetsgruppen på SGU har hittills inte tittat närmare på exakt hur kvantifieringarna av talen 0-100 respektive exakt hur beräkningarna av de sammanvägda värdena i varje box ska genomföras. Arbetsgruppen har alltså inte diskuterat hur eventuella normaliseringar, additioner, multiplikationer eller viktningar ska göras. För att slutföra detta krävs i princip en försöksimplementering av värderingsmetoden vilket det inte lämnats något utrymme för inom ramen för den innevarande miljömålsaktiviteten.

Förhoppningen är dock att den här presenterade metoden ska möjliggöra implementeringar med spårbara resultat. Metoden ger dessutom utrymme för att vid behov ändra viktningen av ingående värden. Dvs. om de första ansatserna visar på att man behöver göra en annan

viktning, så behöver inte hela arbetet göras om, utan endast ett fåtal väldefinierade steg i den totala värderingsprocessen.

### **Hantering av geografiska skillnader**

Det urval av grundvattenmagasin som värderas kan anpassas beroende av behovet av värdering inom olika geografiska områden. SGU har för avsikt att genomföra värderingen för hela Sverige för att urskilja vilka grundvattenmagasin som är av störst betydelse ur nationellt perspektiv. Metoden som sådan ska dock kunna användas på såväl nationell som lokal skala, där det som skiljer sig åt vid tillämpningen snarast handlar om antalet grundvattenmagasin samt tillgången på och användningen av underlagsinformation. När det gäller det sistnämnda finns det t.ex. vid tillämpning av värderingsmetoden för områden under marina gränsen anledning att använda underlagsinformation som berör risken för inträngning av salt vatten i grundvattenmagasinen. Denna information kanske varken finns att tillgå eller behov av att använda för andra områden. Beroende på de lokala förutsättningarna kan det även finnas behov av att vid tillämpningen av metoden t.ex. vikta ingående värden olika.

En annan aspekt av skillnaderna mellan olika geografiska områden är att det inom vissa områden kan finnas gott om grundvattenmagasin som har goda förutsättningar för uttag av t.ex. dricksvatten, medan det i andra områden råder brist på grundvattenmagasin med goda förutsättningar. Trots att det vid sammanvägningen av behovet och förutsättningarna även tas hänsyn till den geografiska utbredningen av behovet, dvs. att även omgivande celler ingår i beräkningen som presenteras i Figur 7, kan resultatet när värderingen tillämpas på nationell nivå bli att det inom vissa regioner endast finns ett fåtal grundvattenmagasin som får ett högt värde som dricksvattenresurs. En tillämpning av resultatet på t.ex. regional nivå kan då bli problematisk när det i stort sett saknas lämpliga grundvattenmagasin för dricksvattenförsörjning. Om samma grundvattenmagasin dessutom får höga värden som naturgrusresurs kan det tolkas som att grundvattenmagasinen i första hand bör nyttjas för uttag av naturgrus. I själva verket kan grundvattenmagasin med de högsta resursvärdena inom en region (men som har låga resursvärden sett ur ett nationellt perspektiv) vara oerhört värdefulla om de är belägna i en region med högt befolkningstryck och där få andra grundvattenmagasin finns med goda förutsättningar. Sådana regionala skillnader kan vid tillämpning av metoden hanteras genom att t.ex. behovet inom dessa områden får ett större genomslag. En alternativ hantering är att de resursvärden som beräknats genom värderingen på nationell nivå fördelas mellan 0-100 inom respektive region.

## **GRUNDVATTENMAGASINETS UTVINNINGSVÄRDE MED AVSEENDE PÅ DRICKSVATTENFÖRSÖRJNING**

Utifrån den generella metod som presenterats i föregående avsnitt har arbetsgruppen på SGU utvecklat och fördjupat metoden för utvinningsvärdet dricksvatten (det sista exemplifierade utvinningsvärdet i Figur 4). Denna utveckling av metoden baseras på liknande värderingsarbeten som presenterats i tidigare utgivna rapporter samt sådana värdegrundande parametrar som använts internt på SGU i olika sammanhang. Med värdegrundande parametrar menas de parametrar/egenskaper/faktorer (i det följande gemensamt benämnda parametrar) som har stor betydelse för om grundvattenmagasinen har ett högt eller lågt värde. I detta avsnitt presenteras de tidigare utgivna rapporterna samt de värdegrundande parametrarna följt av den föreslagna metoden.

### **Värdegrundande parametrar**

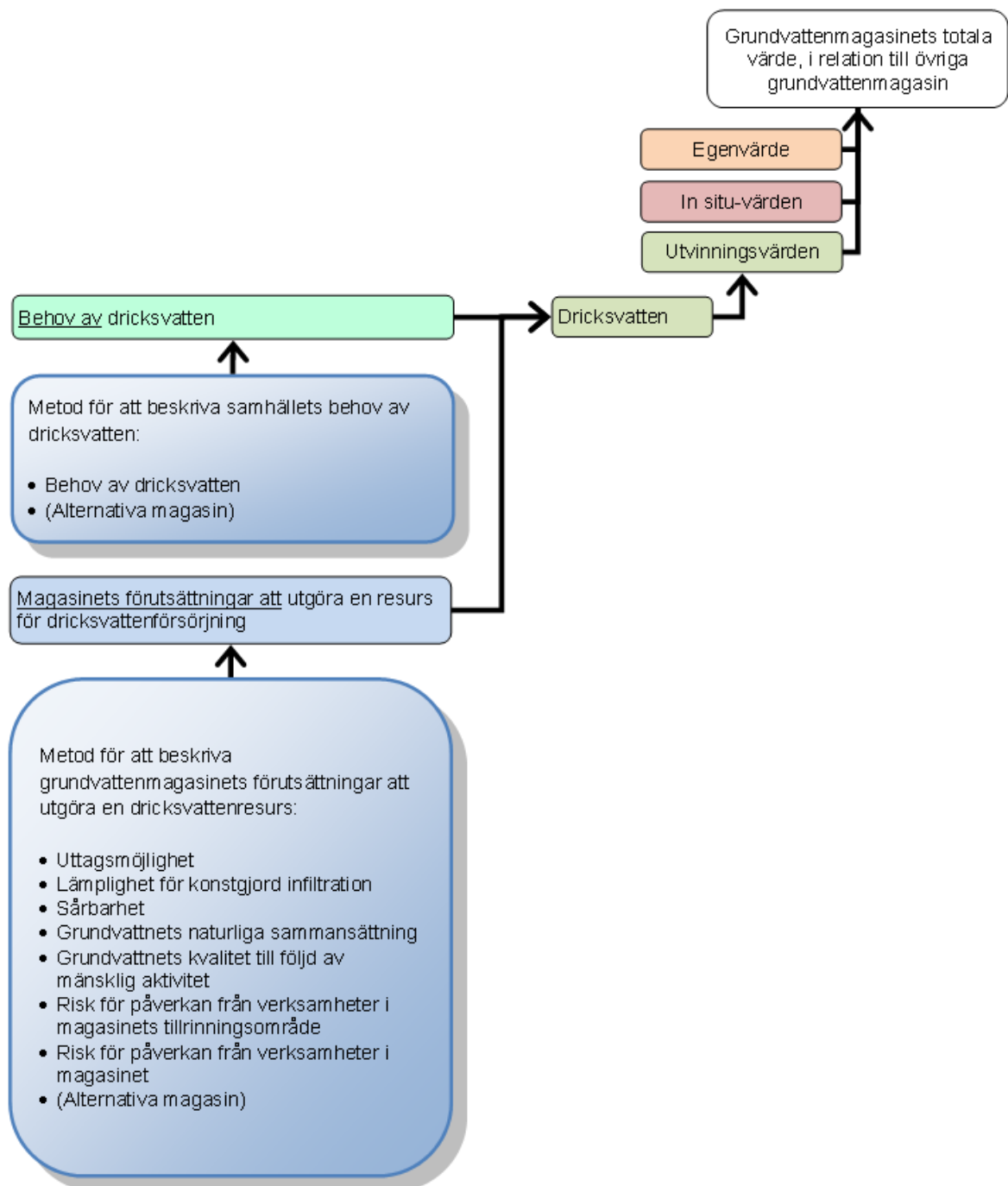
För att utveckla metoden avseende utvinningsvärdet dricksvatten samt identifiera de värdegrundande parametrar som kan användas för att beskriva värdet har arbetsgruppen studerat följande rapporter och arbeten:

- Identifiering av geologiska formationer av nationell betydelse för vattenförsörjning (Ojala & Åsman, 2004)
- Inventering och prioritering av de viktigaste grundvattenresurserna – en nationell översikt (Ojala, 2007)
- Dricksvattenförsörjning – Vägledning för utpekande av områden av riksintressen (Rapport 4452, Naturvårdsverket, 1995)
- Vad är vattnet värt – värderingsmodell för grundvattentillgångar (Sandström, 1998). Naturvårdsverket Rapport 4876.
- Regeringsuppdrag: Utgångspunkter för värdering av grundvatten- och grusförekomster och konstjord grundvattenbildning (regeringsbeslut 22 nr 3089/8) (Naturvårdsverket, 2001)
- Värdering av vattenresurser för Göteborgsregionen. Underlagsrapport till Vattenförsörjningsplan för Göteborgsregionen (Scandiaconsult Sverige AB, 2003)
- Kan grundvatten värderas? (Johansson, 2008)
- Värderingsmetoder som har tagits fram av Länsstyrelsen i Dalarnas län vid genomförande av vatteninventeringar i några av länets kommuner

Utifrån rapporterna som presenterats ovan samt de värdegrundande parametrar som använts internt på SGU identifierades de parametrar som kan användas för att beskriva grundvattenmagasinet värde som dricksvattenresurs. Efter diskussion kvarstod nedanstående parametrar vilka samtliga på olika sätt enligt arbetsgruppen på SGU ansågs representera grundvattenmagasinet värde som dricksvattenresurs.

- **Behov av dricksvatten** i magasinets närhet. Dvs. om det finns ett stort behov av dricksvatten till följd av stort befolkningstryck eller för t.ex. livsmedelsproduktion, blir grundvattenmagasinets värde högre.
- **Uttagsmöjlighet.** Grundvattenmagasinet får ett högre värde om det finns möjlighet till långsiktigt hållbara stora uttag av grundvatten som kan användas för dricksvattenförsörjning.
- **Lämplighet för konstgjord infiltration.** Grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs blir högre om det finns goda möjligheter till förstärkt grundvattenbildning genom konstgjord infiltration, dvs. närhet till lämpligt ytvatten och en mäktig omättad zon m.m.
- **Sårbarhet.** Grundvattnets naturliga skydd har betydelse för möjligheten att långsiktigt nyttja grundvattenmagasinet som dricksvattenresurs. Ett magasin med ett gott naturligt skydd, t.ex. genom överlagring av tätare jordarter, ges ett högre värde.
- **Grundvattnets naturliga kvalitet.** Ett grundvatten med en tillfredsställande naturlig kvalitet ger grundvattenmagasinet ett högre värde avseende värdet som dricksvattenresurs.
- **Grundvattnets kvalitet till följd av mänsklig aktivitet.** Om grundvattnet inte uppvisar kvalitativa förändringar orsakade av mänsklig aktivitet, ges grundvattenmagasinet ett högre värde.
- **Risk för påverkan från verksamheter i magasinets tillrinningsområde** på grundvattnets kvalitet. Grundvattenmagasinet ges ett högre värde som dricksvattenresurs om det finns liten risk att grundvattnet under nuvarande förutsättningar kommer att påverkas negativt till följd av mänsklig aktivitet i magasinets tillrinningsområde. Avgörande för risken för påverkan är vilka verksamheter och vilken markanvändning som finns i grundvattenmagasinets närhet, liksom grundvattnets sårbarhet för föroreningar.
- **Risk för påverkan från verksamheter i magasinet** på grundvattnets kvalitet. Grundvattnet kan även uppvisa negativa förändringar till följd av verksamheter som sker i magasinet, dvs. under grundvattennivån. Om risken för sådan påverkan är liten, ges grundvattenmagasinet ett högre värde.
- **Alternativa magasin.** Närheten till andra likvärdiga grundvattenmagasin (och ytvatten) som kan nyttjas för dricksvattenförsörjning har betydelse för hur värdefullt ett individuellt magasin är. Om det finns få alternativa magasin i närheten med lika bra förutsättningar ges således magasinet ett högre värde.

I enlighet med den övergripande värderingsmetoden för alla värden som presenterats i avsnittet ”Grundvattenmagasinets värde som resurs” har parametrarna indelats i behov av dricksvatten respektive grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en dricksvattenresurs, se Figur 8.



Figur 8. Utveckling av värderingsmetoden för beräkning av grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs.

Efter denna indelning av parametrarna återstår att finna metoder att nyttja dessa parametrar för att beskriva behovet av en resurs och grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra denna resurs. Att utveckla metoden för värdering av grundvattenmagasin med avseende på dricksvattenförsörjning innebär alltså att identifiera relationerna mellan de värdegrundande parametrar som beskriver ”behov av resurs” och ”förutsättningar av resurs” (se Figur 8) så att därefter rangordningar och beräkningar kan göras enligt de principer som presenterades föregående kapitel. Som antyds i Figur 8 kan det diskuteras huruvida den värdegrundande

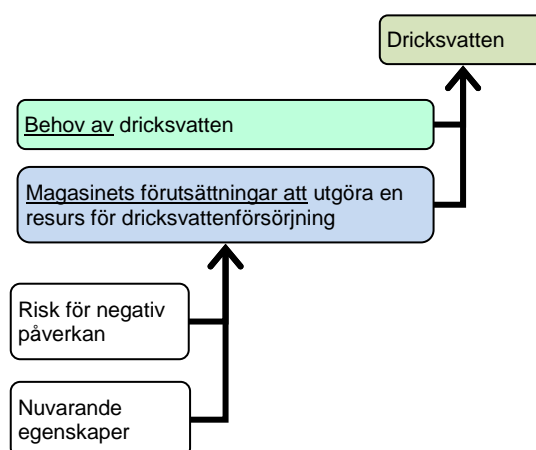
parametern *alternativa magasin* ska inordnas under behovet eller förutsättningarna. Arbetsgruppens uppfattning är att parametern *alternativa magasin* är nära kopplad till hur sammanvägningar av behov och förutsättningar görs. Denna parameter utelämnas därför tills vidare och diskuteras i stället i avsnittet ”Sammanvägning av behovet av dricksvatten med förutsättningarna att utgöra en dricksvattenresurs”.

### Grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en resurs

Vid utformning av värderingsmetoden som beskriver grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en dricksvattenresurs måste dels relationen mellan de identifierade parametrarna bestämmas och dels måste möjlig indata tas fram för att kunna tilldela varje parameter ett värde mellan 0-100 i likhet med Figur 5

Vi valde att bygga upp den del av värderingsmetoden som beskriver grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en dricksvattenresurs i flera nivåer. Beroenden mellan parametrarna undersöktes och illustrerades därefter genom att parametrarna strukturerades parvis i en ”trädstruktur”. Genom den metod med parvisa sammanslagningar av värden som presenterats i föregående avsnitt, kan magasinets egenskaper i varje steg ställas i relation till varandra.

För att genomföra den parvisa sammanslagningen, måste parametrarna i varje nivå indelas i två grupper. En första indelning av parametrarna som beskriver grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en resurs för dricksvattenförsörjning gjordes i grupperna *nuvarande egenskaper* och *risk för negativ påverkan*, se Figur 9. *Risk för negativ påverkan* samlar alla de parametrar som beskriver risker både till följd av verksamheter som sker i magasinet och dels till följd av markanvändning och verksamhetsutövande i grundvattenmagasinets tillrinningsområde. Den andra grenen, magasinets *nuvarande egenskaper*, innehåller i stället de parametrar som beskriver grundvattenmagasinets faktiska, nuvarande egenskaper såsom uttagsmöjlighet och nuvarande vattenkvalitet till följd av både naturliga markkemiska förhållanden och mänsklig aktivitet.



Figur 9. Indelning av magasinets förutsättningar att utgöra en resurs för dricksvattenförsörjning i parametrarna Risk för negativ påverkan och Nuvarande egenskaper

### **Risk för negativ påverkan**

På nivån under risk för negativ påverkan finns de två parametrarna ”risk för påverkan från verksamheter i magasinet” respektive ”risk för påverkan från verksamheter i tillrinningsområdet”, vilka ingick bland de parametrar som identifierades i avsnittet ”Värdegrundande parametrar”.

*Risk för påverkan från verksamheter i magasinet* beskriver risken för negativa kvalitativa förändringar hos grundvattnet till följd av verksamheter i grundvattenmagasinet. Exempel på föroreningskällor i magasinet kan vara täktverksamhet eller energibrunnar.

*Risk för påverkan från verksamheter i tillrinningsområdet* beskriver risken för negativa kvalitativa förändringar hos grundvattnet till följd av verksamheter i grundvattenmagasinets tillrinningsområde. Till denna parameter identifierades vidare de två undergrupperna ”naturligt skydd/sårbarhet” respektive ”förorenande verksamheter i tillrinningsområdet”, där den förstnämnda ingick bland de parametrar som identifierades i avsnittet ”Värdegrundande parametrar”. *Sårbarheten* hos grundvattenmagasinet är i hög grad beroende av mäktigheten hos den omättade zonen samt jordarten. Dvs. om mäktigheten hos den omättade zonen är liten eller jorden genomsläpplig ökar sårbarheten för föroreningar. *Förorenande verksamheter i tillrinningsområdet* utgörs av alla verksamheter eller typer av markanvändning som kan förorsaka förorening. Genom att kombinera dessa två parametrar, sårbarheten med graden av förorenande verksamheter, kan ett mått fås på sannolikheten att ett utsläpp av föroreningen orsakar skada, dvs. risken för negativ påverkan från verksamheter i tillrinningsområdet.

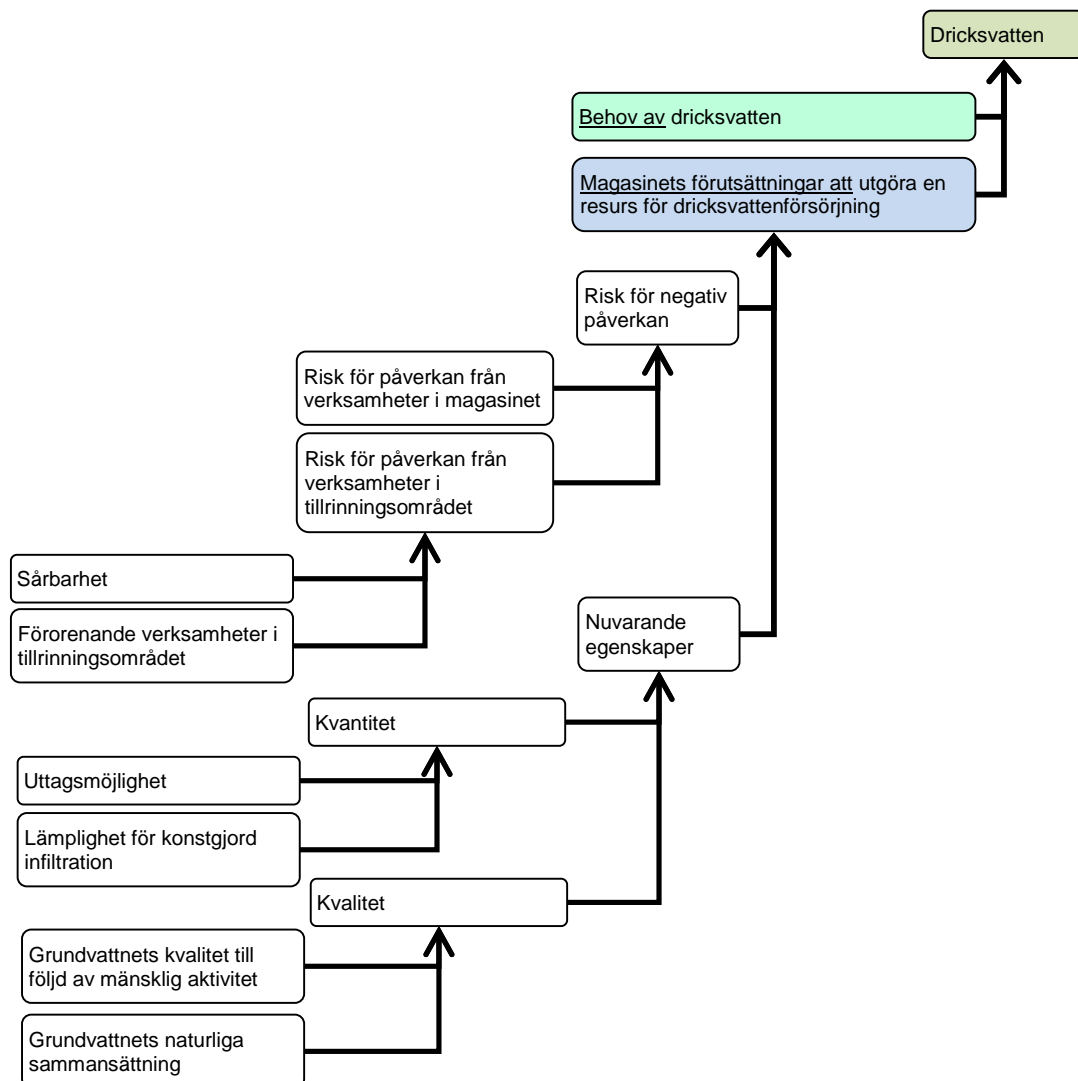
### **Nuvarande egenskaper**

Den andra av de två huvudgrenarna, nuvarande egenskaper, delades in i de två undergrupperna ”kvantitet” respektive ”kvalitet”

*Kvantitet* beskriver den möjliga tillgången till grundvatten för dricksvattenförsörjning från grundvattenmagasinet. Långsiktig uttagskapacitet och lämplighet för konstgjord infiltration är båda mått på den möjliga tillgången till grundvatten, och utgör de två undergrupperna till kvantitet. *Långsiktig uttagskapacitet* utgörs av de nuvarande, naturliga möjligheterna till långsiktiga grundvattenuttag. *Lämplighet för konstgjord infiltration* är i stället beroende av bl.a. mäktigheten hos den omättade zonen och närheten till lämpligt ytvatten. Genom att kombinera dessa två parametrar, kan grundvattenmagasinen rangordnas så att det magasin med högst värde utgörs av det med störst naturliga uttagmöjligheter, samt bäst potential att öka uttagsmängden genom förstärkt grundvattenbildning.

*Kvalitet* beskriver grundvattnets nuvarande kemiska sammansättning, och beskrivs genom de två parametrarna *grundvattnets naturliga kvalitet* respektive *grundvattnets kvalitet till följd av mänsklig aktivitet*, vilka ingår bland de parametrar som identifierats i avsnittet ”Värdegrundande parametrar”. Ett grundvattenmagasin med högt värde har således en god naturlig kemisk sammansättning, och är inte påverkat i dagsläget av mänsklig verksamhet.

I Figur 10 visas den parvisa indelningen av parametrarna i flera nivåer.



Figur 10. Värderingsmetoden för att värdera förutsättningarna hos grundvattenmagasinen att utgöra en resurs för dricksvattenförsörjningen med de identifierade parametrarna uppdelade på olika nivåer i en trädstruktur.

### Möjlig indata

Ett förslag till möjlig indata för att kvantifiera varje parameter längst ned i trädstrukturen (dvs parametrarna längst till vänster i Figur 10) har tagits fram. Uppsättningen av indata bör inte vara låst, utan kunna modifieras allt eftersom nya typer av indata tas fram eller då det visar sig att en annan typ av indata bättre lämpar sig för att beskriva parametern.

Eftersom tillgången till indata kommer att variera mellan olika parametrar och geografiska områden, kommer värderingen utgöra en sammanvägning utifrån bästa tillgängliga data vid det specifika värderingstillfället. Allt eftersom ny information tillkommer, eller nya grundvattenmagasin avgränsas, kommer utfallet från tillämpning av värderingsmetoden bli annorlunda. I Bilaga I listas exempel på underlagsmaterial som skulle kunna användas för att ge varje parameter längst till höger i trädstrukturen ett värde (jfr Figur 10).

## Behov av dricksvatten

Den del av värderingsmetoden som beskriver behovet av dricksvatten består som framgår av Figur 8 bara av en värdegrundande parameter, *behov av dricksvatten*. Denna del av värderingsmetoden kräver därför inte, till skillnad från ovan beskrivna "förutsättningar att utgöra en resurs", några större utredningar av relationer mellan olika värdegrundande parametrar. Däremot krävs att indata för att beskriva behovet identifieras och att en metod definieras för hur geografiska skillnader i behovet ska beskrivas. Behovet är ju inte en egenskap hos ett grundvattenmagasin och det är därför inte givet att det kan knytas till samma geografiska avgränsning som används för beskrivning av grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en resurs för dricksvatten, se exempel i Figur 7.

Bedömningen av behovet kan göras på flera tänkbara sätt, t.ex. uttryckt som befolkningstäthet (som i t.ex. Ojala & Åsman, 2004) eller baserat på kännedom om stora grundvattenuttag för allmän dricksvattenproduktion. Det är även tänkbart att andra kända stora grundvattenuttag för dricksvattenproduktion, t.ex. för livsmedelsindustrin, också inkluderas som underlag för bedömning av behovet. Oavsett vilket så är det lämpligt att själva behovsbedömningen kan verifieras av t.ex. regionala eller lokala planerare som har bättre kunskap om de faktiska förutsättningarna och den förväntade utvecklingen inom regionen på längre sikt.

## Sammanvägning av behovet av dricksvatten med förutsättningarna att utgöra en dricksvattenresurs

När en fullständig beskrivning av behov respektive förutsättningar tagits fram, återstår att väga samman dessa till ett värde, grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs. Sammanvägningen kan genomföras enligt den princip som presenterades i avsnittet "Generella principer för hur värderingen kan genomföras".

I några av de tidigare utgivna rapporterna om värdering har parametern *alternativa magasin* ingått som en av de värdegrundande parametrar som bidragit till grundvattenmagasinets värde som dricksvattenresurs. Parametern har då använts för att beskriva hur unikt magasinet är, dvs. om det finns få likvärdiga grundvattenmagasin med lika goda (eller bättre) förutsättningar att användas för dricksvattenförsörjning i magasinets närhet, har magasinet fått ett högre värde. Parametern har hittills inte beaktats i den här rapporten eftersom vi menar att grundvattenmagasinets värde utifrån hur unikt magasinet är, varken är en egenskap hos grundvattenmagasinets, eller något som uteslutande är beroende av behovet av dricksvatten. Grundvattenmagasinets unikheter är i stället något som lämpligast beaktas vid sammanvägningen av behov och förutsättningar, d.v.s. som kan beaktas genom en analys efter det att en fullständig beskrivning av behov och förutsättningar har gjorts på varje enskild plats inom hela det studerade området.

Det exakta tillvägagångssättet för att bedöma grundvattenmagasinets unikheter är inte möjligt att definiera på förhand, utan måste arbetas fram genom en iterativ process där slutresultatet jämförs med uppfattningen hos en referensgrupp. För att få ett resultat som bäst överensstämmer med vår uppfattning om verkligheten kan det t.ex. vara nödvändigt att i analysen av magasinets unikheter beakta att det avstånd som krävs till ett likvärdigt magasin för att magasinet ska kallas unikt kan vara beroende av behovet inom ett område. Dvs. om behovet av dricksvatten är stort, t.ex. för större städer, kan troligtvis ett större avstånd accepteras när det gäller dragning av ledningar, samtidigt som kraven på

grundvattenmagasinets förutsättningar ökar när stora investeringar görs i en vattentäkt som ska försörja en större stad. Det kan således i bedömningen av grundvattenmagasinets unikheter finnas skäl att ta hänsyn till både behov och förutsättningar när det handlar om att avgöra hur unikheter ska betraktas. Eftersom det exakta tillvägagångssättet måste prövas fram, vill vi inte heller utesluta ett tillvägagångssätt där *alternativa magasin* hanteras som en separat parameter. En fördel med att hantera unikheter som en egen parameter är att spårbarheten ökar om det går att redovisa ett separat värde avseende unikheter. Ett tredje alternativ kan vara att utelämna unikheter när värderingen genomförs på nationell nivå, och att denna aspekt sedan beaktas vid tillämpningen av resultaten på t.ex. regional nivå.

Ytterligare en faktor som kan komplicera sammanvägningen av behov och förutsättningar, är att det kan hävdas att även närliggande ytvattenmagasin ska beaktas. Ytvatten har dock exkluderats i det här arbetet eftersom det har antagits att inga grundvattenuttag kan ersättas av ytvattenuttag av likvärdig kvalitet för dricksvattenförsörjning. Motiveringen till detta antagande är att grundvatten, i samtliga fall där kvaliteten är tillräckligt god för att det ska värderas högt som dricksvattenresurs, förmodas hålla en avsevärt bättre och jämnare vattenkvalitet än någon sjö eller något vattendrag. Detta resonemang kan dock ifrågasättas och när resultaten tillämpas på en regional nivå kan det finnas skäl att ta hänsyn till att det finns närliggande ytvatten om dessa har bedömts kunna ersätta grundvattenuttag för dricksvattenförsörjning.

Oavsett tillvägagångssätt är det som nämnts mycket viktigt att beakta skalproblematiken. Det är t.ex. troligt att en genomförd värdering på nationell skala kommer att resultera i att somliga grundvattenmagasin som kan ha ett extremt högt värde för en regional dricksvattenförsörjning inte får ett särskilt högt värde i en nationell analys. Vid en framtida analys av en genomförd värdering, är det därför nödvändigt att ta hänsyn till över vilket område samt på vilket sätt som värderingen har genomförts.

## BEDÖMNING AV OSÄKERHET I VÄRDERINGEN

Tillgången till underlagsmaterial och osäkerheter i underlagsmaterialet kommer som nämnts att variera mycket mellan olika parametrar och grundvattenmagasin. För den värdegrundande parametern *grundvattnets kvalitet till följd av mänsklig aktivitet* kan man exempelvis tänka sig att använda vattenanalysresultat från SGU:s databas Vattentäktsarkivet som indata.

Osäkerhetsfaktorer att ta hänsyn till är då dels osäkerheter i de utförda analyserna och dels osäkerheter huruvida analysresultaten är representativa för den värdegrundande parametern. När en rangordning av grundvattenmagasin med avseende på den aktuella värdegrundande parametern sedan utförs kommer dessa osäkerheter att bidra till en osäkerhet i rangordningen. I vissa magasin tas inte vattenprover alls och indata för *grundvattnets kvalitet till följd av mänsklig aktivitet* måste då utgöras av annat underlagsmaterial än vattenanalysresultat, t.ex. en bedömd påverkan från verksamheter i omgivningen. Om verksamheterna i omgivningen används som indata blir bedömningen av påverkan givetvis mer osäker än om det funnits vattenanalysresultat att basera värdet hos den värdegrundande parametern på.

När det gäller den värdegrundande parametern *uttagsmöjlighet* kan indata undantagsvis utgöras av utredningar som inkluderar långtidsprov pumpningar vilket givetvis resulterar i avsevärt lägre osäkerhet vid rangordning av grundvattenmagasin än om sådana indata saknas.

För att ta hänsyn till variationerna i osäkerheter och tillgång till underlagsmaterialet är det lämpligt att en osäkerhetsanalys görs parallellt med värderingen. Även osäkerheten på indata kan således tilldelas ett värde mellan 0 och 100, beroende på underlagsmaterialets osäkerhet, vilka sedan kan sammanvägas enligt samma princip och med samma viktning, som vid sammanvägning av parametrarna. Detta medför att ett totalvärde avseende underlagsmaterialets osäkerhet för respektive grundvattenmagasin kan genereras.

Osäkerhetsanalysen bör uppdateras varje gång en ny värdering genomförs. Att på detta sätt ta hänsyn till osäkerheten i värderingen är en fördel eftersom det medför att betydelsen av ett magasin för dricksvattenförsörjning inte underskattas vid på grund av att underlagsmaterialet är undermåligt, dvs. försiktighetsprincipen tillämpas, men innebär samtidigt att värdet hos grundvattenmagasinet inte utan vidare jämföras med värdet av ett motsvarande magasin med utmärkt underlagsmaterial.

Exempel på olika osäkerhetsnivåer, som kan tillämpas vid värderingen av grundvattenmagasinens förutsättningar att utgöra en resurs för dricksvattenförsörjning, visas i Bilaga 2.

## IMPLEMENTERING OCH VIDARE UTVECKLING AV METODEN

I den här rapporten har presenterats en principiell metod att värdera grundvattenmagasin samt en utveckling av metoden avseende grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra en resurs för dricksvattenförsörjning. Fler utvecklingar, för fler värden hos grundvattenmagasinet, bör på liknande sätt tas fram så att en värdering av varje magasin utifrån olika intressen kan ske samtidigt. För att beskriva tillgången till t.ex. en naturgrusresurs, eller till en värdefull miljö för växt- och djurliv, kan man på liknande sätt som för dricksvatten identifiera de parametrar som anses beskriva grundvattenmagasinets värde utifrån dessa aspekter. För att beskriva grundvattenmagasinets värde som naturgrusresurs skulle exempel på parametrar kunna vara uttagsmöjligheter av naturgrus, naturgrusets sammansättning m.m. För att beskriva grundvattenmagasinets värde för växt- och djurliv kan t.ex. naturliga förutsättningar för växt- och djurliv, påverkan på den ekologiska miljön till följd av mänsklig aktivitet m.m. användas. På samma sätt som när det gäller grundvattenmagasinens värde som dricksvattenresurs kan möjlig indata tas fram för att göra det möjligt att tilldela varje parameter ett värde.

När det gäller grundvattenmagasinets förutsättningar att utgöra resurs för dricksvattenförsörjning eller naturgrusförsörjning har SGU kunskap och underlagsmaterial att samordna en värdering. En naturlig fortsättning på arbetet från SGUs sida vore därför att, i första hand ta fram möjlig indata för att värdera grundvattenmagasinens resursvärde avseende dricksvattenförsörjning, och i andra hand att bygga vidare värderingsmetoden med en motsvarande parameterlista och trädstruktur för bedömning av förutsättningarna som naturgrusresurs. Eftersom det åtminstone i dagsläget finns ett stort behov av dessa två resurser, vilket i många fall leder till intressekonflikter, kan detta utgöra en bra grund att bygga vidare på. Motsvarande grenar hos värderingsmetoden avseende grundvattenmagasinets värde för t.ex. växt- och djurliv eller för bedömning av behoven av de olika resurserna o.s.v. måste dock tas fram av andra aktörer, och sammanföras med SGUs värdering för att ge en samlad bild.

En stor svårighet när det gäller bedömning av grundvattenmagasinens värde som dricksvattenresurs, men även av andra värden, är den varierande tillgången till indata. För många områden saknas nästan helt underlagsmaterial, vilket gör värderingen svår att genomföra och resultatet otillförlitligt. Att inte genomföra en värdering där underlaget är bristfälligt skulle dock vara ett sämre alternativ. En värdering av alla grundvattenmagasin samtidigt, oavsett osäkerheter i underlagsmaterialet, är viktigt för tillämpningen av försiktighetsprincipen. Genom en bedömning av osäkerhet i värderingen, med hjälp av osäkerhetsanalys, kan värderingens tillförlitlighet uppskattas och områden med bristande underlagsmaterial identifieras. Osäkerhetsanalysen kan därför, förutom att utgöra ett stöd vid tolkning av resultaten från värderingen, även resultera i att områden med behov av en utökad datainsamling identifieras.

Eftersom vissa egenskaper hos grundvattenmagasinen bör väga tyngre än andra måste som nämnts en viktning av indatavärdena och parametervärden genomföras. Att vikta värden, och att genom t.ex. multiplicering, addering samt normalisering slå samma värdena till ett totalvärde, kan verka godtyckligt. Värderingen kan dock inte vara objektiv utan måste i slutändan bygga på en subjektiv bedömning av grundvattenmagasinen utifrån tidigare erfarenheter. Ett lämpligt tillvägagångssätt för att kalibrera/verifiera värderingsmetoden är därför att göra en oberoende, manuell värdering av ett antal objekt och sedan justera beräkningssätt och viktningar av ingående värden utifrån denna bedömning.

I den metod som presenterats i denna rapport förordas att grundvattenmagasinens unikheter som dricksvattenresurs ska beaktas vid sammanvägningen av förutsättningarna att utgöra en dricksvattenresurs med behovet av dricksvatten. Det har även påpekats att oavsett om unikheten behandlas genom en särskild analys vid sammanvägningen eller om en särskild beräkning av unikheten görs, t.ex. i form av en värdegrundande parameter kallad *alternativa magasin*, så kan det hävdas att även ytvatten ska beaktas vid bedömning av unikheten. Detta är givetvis riktigt men det väcker också frågan om varför vi över huvud taget separerar grund- och ytvatten, både vid denna värdering och vid beskrivning av vattenresurser i allmänhet. Ett mer tilltalande angreppssätt kunde vara att genomföra en vattenvärdering för allt slags tillgängligt vatten. Alldeles oavsett om vattnet uppträder som grund- eller ytvatten kan det ändå karaktäriseras i form av de värdegrundande parametrar som presenterats i denna rapport. För genomförandet av värderingen finns inga egentliga skäl att skilja på yt- och grundvatten och det torde inte heller föreligga några principiella hinder för en sådan tillämpning, möjligen en begränsning i datatillgänglighet. Även om denna metod inte är vidareutvecklad eller testad för att hantera vatten i allmänhet (d.v.s. både yt- och grundvatten) så borde en naturlig fortsättning i arbetet vara att betrakta alla vattenresurserna gemensamt och samtidigt.

**REFERENSER**

Göransson, A., 2008: *Kan grundvatten värderas?* Grundvattenrådet för Kristianstadslätten. Oktober 2008.

Hanson, G., 2007: *Påverkansbedömning – Grundvatten. Metodutveckling och nationell analys av grundvattenförekomsternas potentiella föroreningsbelastning.*

Johansson, P-O., Djurberg, H., Gunnemyr, L., Söderqvist, T. & Collentine, D. 2002: *Värdering av grundvattenresurser - Metoder och tillvägagångssätt.* Naturvårdsverket Rapport 5142.

Naturvårdsverket, 1995: *Dricksvattenförsörjning – Vägledning för utpekande av områden av riksintressen.* Naturvårdsverket Rapport 4452.

Naturvårdsverket, 2001: *Regeringsuppdrag: Utgångspunkter för värdering av grundvatten- och grusförekomster och konstgjord grundvattenbildning.* Regeringsbeslut 22 nr 3089/8.

Ojala, L. & Åsman, M., 2004: *Identifiering av geologiska formationer av nationell betydelse för vattenförsörjning.* Sveriges geologiska undersökning. Rapport och meddelanden 115.

Ojala, L., 2007: *Inventering och prioritering av de viktigaste grundvattenresurserna – en nationell översikt.* Sveriges geologiska undersökning. Dnr 08-2041/2005

Sandström, 1998: *Vad är vattnet värt – värderingsmodell för grundvattentillgångar.* Naturvårdsverket Rapport 4876.

Scandiaconsult Sverige AB, 2003: *Värdering av vattenresurser för Göteborgsregionen. Underlagsrapport till Vattenförsörjningsplan för Göteborgsregionen.* Göteborg 2003-06-06.

**BILAGA 1 - EXEMPEL PÅ MÖJLIG INDATA**

Exempel på underlagsmaterial som skulle kunna användas för att tilldela värden till de parametrar som identifierats som betydelsefulla för värdet hos grundvattenmagasinet avseende förutsättningarna att utgöra resurs för dricksvattenförsörjning. I tabellen visas möjlig indata (samt inom parentes vilken egenskap hos indata som skulle kunna användas), källa (samt inom parentes vilken myndighet som är ansvarig för informationskällan) samt sist en beskrivning av på vilket sätt indata kan användas för att beskriva respektive parameter.

Parameter	Möjlig indata	Källa	Beskrivning
<b>Indata till "risk för negativ påverkan"</b>			
Risk för påverkan från verksamheter i magasinet			
Föroreningskälla i magasinet	Aktiva materialtäkter i magasinet (Uttagsvolym)	Uppgifter om produktion från täktverksamheter (Naturvårdsverket)	Uttagsvolymen naturgrus eller sand kan användas för att ge en indikation om hur betydande täktverksamhet som bedrivs i magasinet och därmed hur stor risken är för förorening
	Energibrunnar (Antal)	Brunnsarkivet (SGU)	Ju fler energibrunnar i magasinet desto större risk för negativ påverkan på grundvattenmagasinet
	Vattentäkter (Antal)	Brunnsarkivet och Vattentäktsarkivet (SGU)	Ju fler vattentäkter i magasinet desto större blir risken att föroreningar transporteras via brunnen till omgivande grundvatten

Risk för påverkan från verksamheter i tillrinningsområdet			
Sårbarhet	Jordart (Genomsläpplighet)	Jordartskartor (SGU)	Genomsläppligheten hos jordarten har betydelse för hur snabbt en förorening kan nå grundvattnet
	Aktiva eller avslutade materialtäkter över och under grundvattenytan (Uttagsvolym)	Uppgifter om produktion från täktverksamheter (Naturvårdsverket)	Uttagsvolymen naturgrus eller sand kan användas för att ge en indikation om hur betydande täktverksamhet som bedrivs i den omrättade zonen och därmed om sårbarheten ökat betydligt till följd av uttagen
	Information om jordartssammansättning ned till grundvattenytan, dvs. förekomst av s.k. ”fönster” med mer genomsläppligt material (Genomsläpplighet).	Grusarkivet (SGU)	Även om grundvattenmagasinet överlagras av tätare material kan sårbarheten vara hög om det finns s.k. ”fönster” med mer genomsläppligt material
	Mäktighet hos omrättade zonen (Medelmäktighet)	Grusarkivet (SGU)	Mäktigheten hos den omrättade zonen har betydelse för föroreningstransporten till grundvattnet

Förorenande verksamheter i tillrinningsområdet	Markanvändning (Typ av markanvändning)	T.ex. GSD-Marktäckedata	Markanvändning kan användas för att uppskatta graden av förorening från verksamheter i tillrinningsområdet
	Aktiva materialtäkter i tillrinningsområdet (Uttagsvolym)	Uppgifter om produktion från täktverksamheter (Naturvårdsverket)	Uttagsvolymen naturgrus eller sand kan användas för att ge en indikation om hur betydande täktverksamhet som bedrivs i magasinet och därmed hur stor risken är för förorening
	Vägar (Sträckning och belastning)	Trafikverket	Vägar (avstånd till vägar samt trafikbelastning på dessa) utgör en föroreningskälla för grundvattnet
	Järnvägar (Sträckning)	Trafikverket	Järnvägar (avstånd till järnvägar) utgör en föroreningskälla för grundvattnet
	Miljöfarliga verksamheter (Avstånd och typ av verksamhet)	Länsstyrelsernas EMIR-databas	Antalet miljöfarliga verksamheter i magasinets närhet samt bedömning av dessa kan användas för att uppskatta graden av förorening i magasinets närhet
	MIFO-objekt (Avstånd och typ av område)	Länsstyrelsernas MIFO-databas	Förekomst av förorenade områden i magasinets närhet utgör en föroreningsrisk för grundvattnet

Indata till "nuvarande egenskaper"			
Kvantitet			
Uttagsmöjlighet	Bedömd uttagskapacitet (Uttagskapacitet)	HMAG (SGU)	Bedömd uttagskapacitet ger en indikation om hur värdefullt grundvattenmagasinet är
	Grundvattenbildning (Grundvattenbildning)	Grundvattenbildning i svenska typjordar (Rodhe et al, 2006)	Information om grundvattenbildningen kan tillsammans med uppgifter om magasinets volym användas för att uppskatta långsiktigt uttagbara mängder
	Grundvattenmagasinets volym (Magasinets area och mäktighet)	HMAG (SGU)	Information om magasinets hydrauliska egenskaper kan tillsammans med uppgifter om magasinets volym användas för att uppskatta uttagskapaciteten
Lämplighet för konstgjord infiltration	Närliggande ytvatten (Avstånd)	SVAR (SMHI)	Närheten till ytvatten har betydelse för möjligheten att förstärka grundvattenbildningen genom konstgjord infiltration
	Topografiskt läge (Magasinets läge i förhållande till HK)	Grusarkivet (SGU)	Grundvattenmagasinets läge i förhållande till högsta kustlinjen kan användas för att
	Bedömd uttagskapacitet (Uttagskapacitet)	HMAG (SGU)	Om uttagskapaciteten är hög finns troligtvis bra möjligheter till förstärkt grundvattenbildning genom konstgjord infiltration.
Kvalitet			

Grundvattnets naturliga kvalitet	Påvisade naturliga föroreningar (Överskridande av gränsvärden)	Vattentäktsarkivet samt Kemiarkivet (SGU), resultat från nationell miljöövervakning (SGU)	Om Livsmedelsverkets gränsvärden överskrids till följd av naturliga föroreningar är grundvattnet mindre lämpligt att nyttjas som dricksvatten
	Information om troliga problemområden till följd av berggrund, jordarter och andra naturgivna förhållanden (Typ av område)	T.ex. SGUs geokemiska databaser och berggrundskartor	I vissa områden är det inte lämpligt att ta sitt dricksvatten till följd av troliga, höga halter av naturliga föroreningar
Grundvattnets kvalitet till följd av mänsklig aktivitet	Påvisade föroreningar orsakade av mänsklig aktivitet (Överskridande av gränsvärden)	Vattentäktsarkivet samt Kemiarkivet (SGU), resultat från regional miljöövervakning (länsstyrelserna)	Om Livsmedelsverkets gränsvärden överskrids till följd av antropogena föroreningar är grundvattnet mindre lämpligt att nyttjas som dricksvatten

**BILAGA 2 - EXEMPEL PÅ INDELNING AV UNDERLAGSMATERIALETS NOGGRANNHET I OSÄKERHETSNIVÅER**

Principiellt exempel på indelning i osäkerhetsnivåer för att värdera osäkerheten i underlagsmaterialet. I tabellen visas exempel på vilket underlagsmaterial som skulle kunna ge ett högt eller lågt värde avseende osäkerhet, för respektive parametrar som har identifierats som betydelsefulla för värdet hos grundvattenmagasinet avseende förutsättningarna att utgöra resurs för dricksvattenförsörjning.

Parameter	Osäkerhetsnivå 0	Osäkerhetsnivå 100
<b>Indata till "risk för negativ påverkan"</b>		
Risk för påverkan från verksamheter i magasinet		
Föroreningskälla i magasinet	Bedömningen grundas på god kännedom om pågående verksamheter i magasinets mättade zon.	Bedömningen grundas på någon information om pågående verksamheter i magasinets mättade zon (t.ex. endast på information från SGUs brunnarkiv om huruvida det finns energibrunnar i magasinet eller inte).
Risk för påverkan från verksamheter i tillrinningsområdet		
Sårbarhet	För området finns god kunskap om områdets sårbarhet för förorening, t.ex. från lokal jordartskartering. God kännedom finns om verksamheter såsom schaktning, kalavverkning och tidigare/nuvarande materialtäkt.	Bedömningen grundas endast på information från regional jordartskartering eller liknande.
Förorenande verksamheter i tillrinningsområdet	Bedömningen grundas på en väl genomförd inventering av verksamheter och markanvändning i anslutning till magasinet.	Bedömningen grundas endast på påverkansanalys enligt metoden i Hanson, (2007) eller liknande

Indata till "nuvarande egenskaper"		
Kvantitet		
Uttagmöjlighet	Längre tids provpumpningar har genomförts eller det finns vattentäkter med pågående uttag som verifierar uttagskapaciteten.	Regional hydrogeologisk kartering eller liknande utredningar har genomförts.
Lämplighet för konstgjord infiltration	Bedömningen grundas på god kännedom om grundvattenmagasinets mäktighet och konduktivitet. God kännedom finns även om närliggande ytvatten avseende uttagmöjligheter och kvalitet. Eller, magasinet används för konstgjord infiltration i dagsläget, vilket verifierar lämpligheten hos magasinet att användas för konstgjord infiltration.	Bedömningen grundas endast på bedömd uttagskapacitet från regional hydrogeologisk kartering eller liknande, samt kännedom om ett närliggande ytvattenmagasin.
Kvalitet		
Grundvattnets naturliga kvalitet	Bedömningen grundas på ett flertal analyser (minst x antal analyser) som sträcker sig över en längre tidsperiod (x antal år). Det finns även god kännedom om bergarter och de geokemiska förhållandena i området.	Bedömningen grundas endast på ett fåtal analyser. Liten kännedom finns om bergarter och de geokemiska förhållandena i området.
Grundvattnets kvalitet till följd av mänsklig aktivitet	Bedömningen grundas på ett flertal analyser (minst x antal analyser) som sträcker sig över en längre tidsperiod (x antal år). Även god fördelning av provtagningspunkter inom magasinet.	Bedömningen grundas endast på ett fåtal analyser. Fler analyser behövs för att verifiera råvattenkvaliteten.