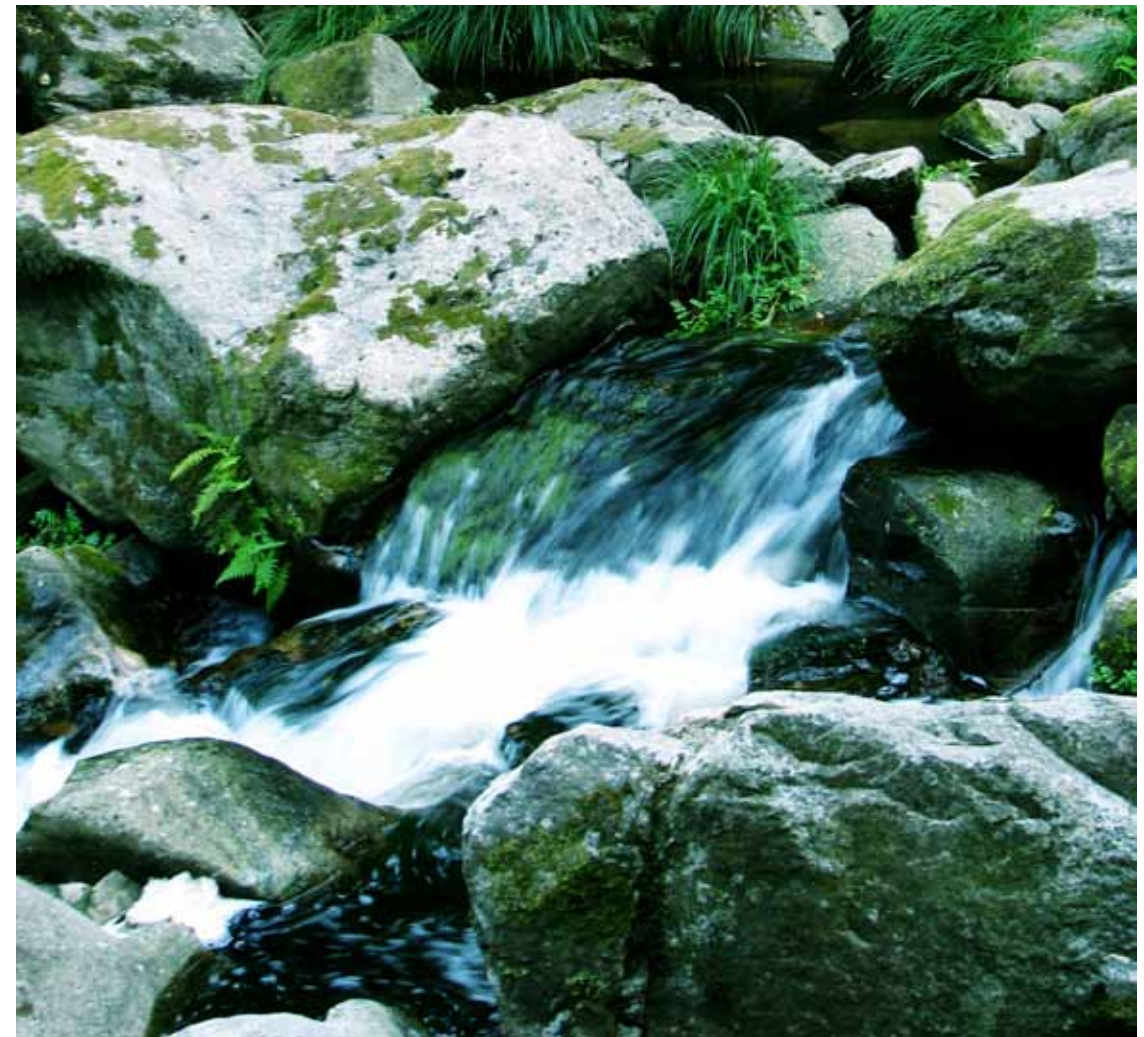


MAGNUS SVENSSON



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



Magnus Svensson

# Förändrat klimat och kommunal planering avseende vattenresurser

Kan dagens metoder användas?

Rapportnr/Report no	FOI-R--2317--SE
Rapporttyp Report Type	Underlagsrapport Base data report
Utgivningsår/Year	2007
Antal sidor/Pages	31 p
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Naturvårdsverket
Forskningsområde Programme area	1. Analys av säkerhet och sårbarhet 1. Security, safety and vulnerability analysis
Delområde Subcategory	19 Breda projekt inom säkerhet och sårbarhet 19 Interdisciplinary Projects regarding Security, Safety and Vulnerability Analysis
Projektnr/Project no	B10021
Godkänd av/Approved by	E Anders Eriksson
Omslagsbild: Stock.xchng	

FOI  
Totalförsvarets Forskningsinstitut  
Avdelningen för Försvarsanalys  
164 90 Stockholm

## Förord

Klimatförändringen är ett faktum. Även med begränsningar av utsläppen kommer vi att få ett varmare och våtare klimat.

Denna rapport har skrivits inom ramen för Climatools. Det är ett tvärvetenskapligt forskningssamarbete mellan FOI, KTH, Uppsala universitet och Umeå universitet som ska ge verktyg för anpassningar till klimatförändringarna. Forskningsprogrammet Climatools löper mellan 2006 och 2011 och finansieras av Naturvårdsverket.

För att möta utmaningarna med klimatförändringar arbetar Climatools med projekt som har anknytning till programsyntes, scenarier, anpassningsanalys, folkhälsa, ekonomisk analys, målkonflikter, geopolitik och jämställdhet. Climatools fokuserar på att upprätthålla eller förbättra kapaciteten inom sektorer och regioner i Sverige, och att tillhandahålla de tjänster som samhället kommer att behöva. Målet är i första hand att ge en uppsättning verktyg till samhällsplanerare på olika nivåer och i olika sektorer och regioner. Climatools utvecklar verktygen stegvis och i nära samarbete med olika intressenter. De utprovas också i olika scenariebaserade fallstudier. Verktygen kommer att ge insikter om alternativa anpassningsåtgärder inom sektorer och regioner utifrån den osäkerhet som råder rörande det framtida klimatet. Ett sekundärt mål med programmet är därför att ge ny kunskap om möjliga anpassningar som kan komma att krävas i Sverige. Hälsosektorn är en sektor som kommer att studeras närmare, liksom den byggda miljön, turismen och friluftslivet. Tre regioner i Sverige står i fokus: Skåne, Mälardalen och Umeå.

Gemensamt för de scenarier som tas fram inom Climatools är antaganden om det framtida klimatet i Sverige. Det påverkas inte bara av vad vi gör här utan också av hur resten av världen agerar när det gäller utsläpp av växthusgaser samt hur klimatet reagerar på dessa åtgärder. Vi har tagit fasta på de stora osäkerheter som finns om det framtida klimatet och anser att det är en viktig uppgift att ta fram verktyg som kan hantera dessa.

Denna rapport är en mindre studie rörande metoder för planering av vattenresurser som utförts på institutionen för Mark- och Vattenteknik, KTH. Utgångspunkten har varit att sektorerna Byggd miljö, Hälsa samt Turism och friluftsliv ska kunna fortsätta att leverera sina respektive tjänster i ett förändrat klimat där samtidigt de nationella miljömålen beaktas. Målgruppen för studien är beslutsfattare och planerare på kommunal nivå, men även andra som arbetar med Sveriges genomförande av ramdirektivet för vatten (enligt förordning 2004:660 om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön) såsom länsstyrelsen, vattenmyndigheterna samt relevanta konsulter och branschorganisationer.

Denna studie har inte haft utrymme för någon större enkät riktad till kommuner, konsulter och myndigheter. Istället har vi genomfört en kvalitativ studie där vi har identifierat

representativa aktörer som vi har ställt riktade frågor till om planeringsprocessen rörande vattenresurser på kommunal nivå. Vid beskrivningen av de modeller i planeringsprocessen som är tillgängliga och används idag har SGU:s rapport 2006:24 "Miljömålsuppföljning av grundvatten i kustområden – statusbeskrivning och diskussionsunderlag" (Lång m.fl., 2006) varit ett centralt underlag.

Följande personer har varit behjälpliga genom att svara på frågor och till dessa riktas ett stort tack: Bosse Olofsson och Magnus Hallberg på institutionen för Mark- och Vattenteknik, KTH; Eva Jirner Lindström och Lena Maxe, SGU; Sindre Langaas, länsstyrelsen i Stockholm; Lina Malm (planarkitekt) och Staffan Olsson (miljöhandläggare), Värmdö kommun och Cristina Frycklund (konsult med inriktning på vattenfrågor), Tyréns AB. Eva-Lotte Sandin och Kerstin Rosén Nilsson vid Naturvårdsverket har bidragit med värdefulla synpunkter på ett utkast till rapporten. För innehållet svarar dock författaren själv.

Stockholm 2007-08-13

**Magnus Svensson**  
Författare  
KTH, Mark- och Vattenteknik

**Annika Carlsson-Kanyama**  
Programchef Climatools  
FOI, [www.foi.se/climatools](http://www.foi.se/climatools)

## Sammanfattning

Samhället måste i sin planering ta hänsyn till den klimatförändring som redan pågår och till den osäkerhet som är förknippad med olika scenarier för hur det framtida klimatet kan bli. Denna studie belyser vilka metoder som idag används, eller finns tillgängliga, när kommuner planerar för vattenresurser samt det miljömålsarbete som är relaterat till detta. Vidare har vi gjort en bedömning av om metoderna kan anses vara lämpliga för att hantera den osäkerhet som finns vad gäller klimatet i framtiden. Studien visar att olika former av kartmaterial, tumregler och modeller används som huvudsakliga metoder i det kommunala planeringsarbetet avseende vattenresurser, exemplifierat med planeringen av kommunalt vatten och avlopp. Ingen av dessa använda metoder kan anses lämplig för att hantera framtida osäkerheter, men vi kan samtidigt konstatera att det finns andra modellverktyg som kommunerna skulle kunna använda. Dock skulle tillgängligheten till mätdata, framför allt i den lokala skalan, kunna utgöra en begränsning. Vidare konstaterar vi att redan dagens planering innehåller ett visst mått av osäkerhet, oklart i vilken omfattning, vilket torde påverka möjligheterna att hantera framtida osäkerheter.

Nyckelord: klimatförändring, vattenresurser, metoder, kommuner, osäkerheter

## Summary

Society, in its future planning, must take account of the climate change which is already taking place and of the uncertainty associated with different scenarios for what the future climate may be. This study illustrates the methods which are in use today, or which are available, when local authorities make plans for water resources and pursue their work on related environmental objectives. We have also made an assessment of whether the methods can be regarded as suitable for dealing with the uncertainty which surrounds future climatic conditions. The study shows that various forms of mapping, rules of thumb, and models are the main methods used by local authorities in their water resource planning exemplified by their plans for local water and sewage facilities. None of the methods in use can be regarded as being suitable for dealing with future uncertainties, but at the same time we can say that there are other model tools which the local authorities should be able to use. However, the availability of measurement data, particularly on a local scale, could prove to be a limitation. We can also say that current planning already contains a certain degree of uncertainty, the extent of which is unclear, which is likely to affect the possibilities for handling future uncertainties.

Keyword: climate change, water resources, methods, municipalities, uncertainties

## Innehållsförteckning

1.	<b>Inledning</b>	9
2.	<b>Utgångspunkter och förutsättningar</b>	11
2.1.	Myndigheter med ansvar för vattenresurser	11
2.2.	De nationella miljömålen	13
2.3.	Vattenresurser i studien	13
2.4.	Klimatförändringen och dess konsekvenser	16
2.5.	Andra studier om klimat och vattenresurser	18
3.	<b>Metoder och användningen av dessa inom kommuner</b>	20
3.1.	Kartmaterial	21
3.2.	Tumregler	22
3.3.	Modeller	23
3.4.	Användningsområden	24
3.4.1.	Enskild brunn	24
3.4.2.	Enskilt avlopp	25
3.4.3.	Kommunala vattentäkter	25
3.4.4.	Kommunala avloppssystem	26
4.	<b>Slutsatser och reflektioner</b>	28
5.	<b>Referenser</b>	30





# 1. Inledning

Klimatförändringen kommer att påverka både naturliga ekosystem såväl som ekosystem som påverkats eller brukas av människan (Naturvårdsverket, 2007). Det kommer i sin tur att ge effekter på de tjänster som olika samhällssektorer producerar, eller på möjligheten att producera dessa. Det är av stor vikt att samhället, trots ett förändrat klimat, kan fortsätta att leverera tjänster av samma kvalitet som idag och eventuellt ännu bättre. Detta gör att aktörerna måste ta hänsyn till klimatförändringen i den planering som rör de naturresurser som ytterst begränsar tjänsteproduktionen. Planeringen av naturresurserna inverkar även på arbetet med att uppnå de olika nationella miljömålen. Båda dessa aspekter, tjänster och miljömål, som ska hanteras inom ramen för planeringsprocessen ställer krav på de metoder som används eller är tillgängliga, inte minst med tanke på den osäkerhet som är förknippad med en framtida klimatförändring. Även de regelverk som omgärdar planeringen kommer sannolikt att ställas inför en förändrad kravbild, men det har vi inte tagit upp i den här studien.

Denna rapport belyser planeringsprocessen genom att exemplifiera utifrån kommunal planering av vattenresurser och med speciellt fokus på använda eller tillgängliga metoder inom detta arbete. Detta har i sin tur varit styrande för vilka miljömål som identifierats som troliga för påverkan. Som en specifik metod hänvisar vi till olika typer av modeller. Med modeller avser vi här olika beräkningsmetoder för att skatta en eller flera komponenter av vattenresursen – som flöden eller som förråd.

I studien har vi utgått från tjänsten Byggd miljö samt vattenresurser och därefter begränsat studien till planeringen av två centrala frågor inom en kommun – vatten och avlopp. Dessa har vi sedan särskilt som antingen enskilda eller kommunala lösningar. Gemensamma lösningar, där ett större antal boende går ihop, har inte tagits upp explicit utan antas närmast kunna gälla som kommunala lösningar.

Syftet med studien har varit att:

- ge en översikt av i dagsläget tillgängliga och använda metoder i kommunalt planeringsarbete rörande vattenresurser.
- bedöma i vilken grad dessa metoder är lämpade för att klara anpassningen till ett förändrat klimat och den osäkerhet som är förknippad med detta, eller om det behövs mer kunskap innan metoderna är användbara.

Rapporten börjar med en översikt över vilka myndigheter som ansvarar för vattenfrågorna, de relevanta nationella miljömålen, konsekvenser av klimatförändringen och några andra studier som tagit upp vatten och klimat. Samma avsnitt (2) beskriver hur vattenresurser behandlas i den här studien.

I avsnitt 3 diskuteras vilka metoder för vattenplanering som finns tillgängliga idag, hur de används av kommunerna och hur pass lämpliga de är för att hantera framtida klimatförändringar. I avsnitt fyra sammanfattas resultaten och några förslag till fortsatta studier diskuteras.

## 2. Utgångspunkter och förutsättningar

I detta avsnitt tar vi upp utgångspunkterna och förutsättningarna för studien. Här ger vi också en översiktlig bild av vissa av förutsättningarna för planeringen av vattenresurser på kommunal nivå. Inledningsvis ger vi en kort sammanställning av de olika myndigheter som, i någon mån, ansvarar för samhällets vattenresurser, och lägger extra tyngdpunkt på beskrivningen av vattenmyndigheterna.

### 2.1. Myndigheter med ansvar för vattenresurser

**Naturvårdsverket** är landets centrala myndighet för miljörelaterade frågor med uppdrag att se till att de miljöpolitiska besluten genomförs. Centralt i verksamheten är insamling och rapportering om miljötilståndet i landet. Vidare har verket ett omfattande samarbete med andra myndigheter. Myndigheten har det övergripande ansvaret för arbetet med miljömålen (se nedan) och ansvarar för 10 av de 16 målen.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har ett centralt ansvar för frågor som rör landets geologiska beskaffenhet och mineralhantering. Verket ansvarar för miljömålet "Grundvatten av god kvalitet" och arbetar bland annat med kartläggning av landets grundvattentillgångar och identifiering av geologiska formationer av nationell betydelse för vattenförsörjningen. De ansvarar även för Brunnsarkivet med information om enskilda vattentäkter.

**Livsmedelsverket** har ansvar för vatten som livsmedel, dock ej för enskilda hushålls vattenförsörjning. Livsmedelsverket har dock i samarbete med Socialstyrelsen tagit fram kvalitetskriterier för dricksvatten.

**Statens meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI)** tillhandahåller planerings- och beslutsunderlag för väder- och vattenberoende verksamheter, och är expertorgan inom meteorologi, hydrologi och oceanografi. Stora mängder data samlas in av myndigheten, vilka ligger till grund för olika prognoser. SMHI gör löpande observationer av bland annat vattenstånd och vattenföring samt utfärdar varningar för höga vattenstånd och översvämningar.

**Räddningsverket** ska arbeta för ett säkrare samhälle. De har inom ramen för detta studerat orsaker till och effekter av översvämningar och relaterat dessa till fysisk planering samt gjort prognoser.

**Statens geotekniska institut** (SGI) bedriver forskning och ger råd inom det geotekniska området till nytta för markanvändning och byggande. Verket har även som myndighetsuppgift att förutse och förebygga ras, skred och stranderosion.

**Boverket** handhar frågor som rör bland annat samhällsplanering och byggande där planeringen ska främja en långsiktigt god hushållning med mark och vatten. Boverket ansvarar för miljömålet "God bebyggd miljö".

#### **Vattenmyndigheter**

Regeringen har beslutat om en ny vattenförvaltningsförordning (förordning 2004:660 om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön) med utgångspunkt i EU:s ramdirektiv för vatten som antogs år 2000. Den hade sin grund i insikten att vattenresurserna i Europa måste vårdas bättre. Vattenförvaltningsförordningen delar in Sverige i fem olika vattendistrikt baserade på avrinningsområden. Inom respektive distrikt har en länsstyrelse utsetts till vattenmyndighet. Till varje vattenmyndighet finns en vattendelegation som fattar beslut inom vattenmyndighetens ansvarsområde, såsom beslut om miljökvalitetsnormer, åtgärdsprogram och förvaltningsplaner.

Den nya organisationen får konsekvenser även för enskilda kommuner. Bland annat kan vi nämna de samverkansgrupper som håller på att bildas inom respektive avrinningsområde eller delavrinningsområde, så kallade vattenråd. Dessa består av aktörer från län, kommuner och andra intressenter som representanter för jord- och skogsbruk eller industri (Vattenmyndigheterna, 2006). Respektive vattenmyndighet ansvarar för att ett vattenråd kommer till stånd, eller att samverkan sker på något annat sätt. Uppgifterna inom vattenråden kan till exempel vara att delta i framtagandet av övervakningsprogram, miljökvalitetsnormer eller ekonomiska analyser.

Att ta fram miljökvalitetsnormer för vatten är viktigt, för att inte säga centralt, för vattenmyndigheterna och processen ska vara klar senast den 22 december 2009. Utgångspunkten för detta arbete är de krav som ställs i vattenförvaltningsförordningen, vilket har lett fram till ett antal bedömningsgrunder för klassificering av ekologisk status för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszonen. Förslagen kommer från forskare, konsulter och myndigheter, och har därefter interkalibrerats (stämts av) på EU-nivå av Naturvårdsverket, som har rätt att föreskriva om hur normsättningen ska gå till. Vattenmyndigheternas vattendelegation beslutar om vilka miljökvalitetsnormer som i slutändan ska gälla. Samråd pågår och kommunerna uppmanas att ta del i det arbetet så att kommande regelverk får en rimlig utformning för deras del.

Grundprincipen är att normerna kommer att baseras dels på ett antal biologiska parametrar (t.ex. bottenfauna) och dels på ett antal ämnen. Om en sjö eller ett vattendrag är påverkat, eller kan tänkas bli det, så ska bland annat löpande mätningar utföras. Hur detta ska gå till rent praktiskt är inte helt klart. Frågan om vem som ska betala kontrollprogrammen som regelverket kräver är inte löst, och inte heller ansvarsfrågan om

normerna överskrids. Det är vattenmyndigheten som ska göra bedömningen om det föreligger en påverkan och, i förekommande fall, vad som orsakar denna. Vidare ansvarar vattenmyndigheten för att ta fram övervakningsprogram inom varje distrikt. I föreskrifterna från Naturvårdsverket (NFS 2006:11) beskrivs detta arbete som uppdelat på tre olika kategorier av övervakning:

1. **Kontrollerande övervakning:** man mäter ett antal olika biologiska och kemisk-fysikaliska kvalitetsfaktorer (parametrarnas känslighet och statistiska styrka skall dokumenteras).
2. **Operativ övervakning:** den/de parametrar som är mest indikativa för att följa konsekvenserna av aktuell miljöpåverkan skall mätas.
3. **Undersökande övervakning:** undersöka orsaken till överskridanden av en miljökvalitetsnorm respektive risken för att en norm inte nås samt omfattningen och konsekvenserna av föroreningsincidenter.

Det är i den tredje delen av övervakningen, för att undersöka orsaker, som modeller kan komma att användas. Det är dock oklart vilka. Därför går det inte heller att säga i vilken utsträckning dessa modellverktyg är lämpade för en anpassning till ett förändrat klimat.

## 2.2. De nationella miljömålen

Med syfte att uppnå ett tillstånd för Sveriges miljö, där natur- och kulturresurserna kan anses vara ekologiskt hållbara på lång sikt, har riksdagen antagit 16 olika miljökvalitetsmål. Varje sektor inom samhället och de tjänster dessa producerar påverkar i olika grad miljömålen. I den här studien, med dess fokus på tjänsterna Byggd Miljö, Hälsa samt Turism och friluftsliv och relaterat till vattenresurser, har vi antagit att följande miljömål kommer att påverkas (en beskrivning av respektive miljömål finns på Miljömålsportalen):

**Ingen övergödning:** ”Halterna av gödande ämnen i mark och vatten skall inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.”

**Levande sjöar och vattendrag:** ”Sjöar och vattendrag skall vara ekologiskt hållbara, och deras variationsrika livsmiljöer skall bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion skall bevaras samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas.”

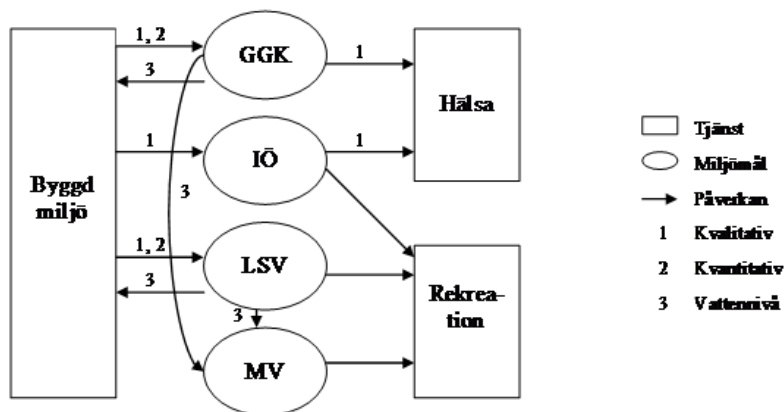
**Grundvatten av god kvalitet:** ”Grundvattnet skall ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.”

**Hav i balans samt levande kust och skärgård:** ”Västerhavet och Östersjön skall ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden skall bevaras.

Kust och skärgård skall ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Näringar, rekreation och annat nyttjande av hav, kust och skärgård skall bedrivas så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden skall skyddas mot ingrepp och andra störningar.”

**Myllrande våtmarker:** ”Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet skall bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden.”

Vi antar också därmed att det är dessa miljömål som är aktuella att beakta vid en kommunal planering av vattenresurser. Miljömålet ”Hav i balans samt levande kust och skärgård” är ju av stor betydelse för tjänsten Turism och friluftsliv men med dess tyngdpunkt på biologisk mångfald krävs andra metoder och modeller än de som beskrivs i den här studien. ”Myllrande våtmarker” är ett exempel på ett miljömål som skulle kunna påverkas sekundärt då den byggda miljön påverkar vattennivåer i andra miljömål som ”Levande sjöar och vattendrag” och ”Grundvatten av god kvalitet” (figur 1).



Figur 1. Kopplingarna mellan Tjänster (Byggd miljö; Hälsa och Rekreation), miljömål (GGK/Grundvatten av god kvalitet; IÖ/Ingen övergödning; LSV/Levande sjöar och vattendrag; MV/Myllrande våtmarker) och olika typer av påverkan (1/Kvalitativ; 2/Kvantitativ; 3/Genom vattennivån). Påverkan på tjänsten Rekreation har inte explicit beaktats i studien och har därför ej vidare specificerats (som 1, 2 eller 3).

## 2.3. Vattenresurser i studien

För att beskriva planeringsprocessen avseende vattenresurser är det rimligt att göra en distinktion mellan, inte bara **ytvatten** och **grundvatten**, utan även i vilken mån en åtgärd påverkar **kvantitativa** respektive **kvalitativa** aspekter av resursen, samt **nivån** på vattenytan. De olika typerna av påverkan, samt kopplingarna mellan tjänster och miljömål, visas i figur 1.

Kvantiteten berör vattenförsörjningen i absoluta tal, alltså hur mycket vatten en vattentäkt kan leverera och hur många hushåll som därmed kan försörjas med vatten. Utöver mängden, som är begränsande för uttagsmöjligheterna, utgör även vattnets kvalitet en viktig faktor – tydligt kopplad till de hälsoaspekter som också måste beaktas i kommunal planering. För dricksvatten kan det gälla att ämnen som klorid, nitrat eller olika metaller inte får förekomma i för höga halter. För avlopp kan de kvalitativa aspekterna sägas vara ännu mer centrala, där utsläppen av exempelvis kväve och fosfor från enskilda avlopp eller kommunala reningsverk till recipienten är i fokus i många kommuner. Vad gäller nivån på vattenytan (påverkan 3 i figur 1), för både yt- och grundvatten, så kan denna vara en länk till, eller utgöra en sekundär påverkan på, andra ekosystem och kan därmed eventuellt kopplas till andra miljömål. Det går även att urskilja återkopplade effekter på den byggda miljön, där förändrade vattennivåer kan påverka riskerna för översvämningar, skred och saltvatteninträngning.

Vilken vektor, i den byggda miljön och hanteringen av vattenresurser, som ger en påverkan på miljön och därmed på arbetet med olika miljömål kan således variera. Ibland är det olika ämnen och deras transport som ska beaktas och ibland är det vattnet i sig självt.

Den här studien har fokuserat på de metoder som används, eller kan användas, vid planeringen av vattenresurserna. När man bedömer huruvida en metod är lämplig för att hantera framtida osäkerheter i klimatet bör man se den mot bakgrund av hur den hanterar olika huvudprocesser i vattencykeln. Huvuddelarna i denna är nederbörd, evapotranspiration (avdunstning från mark och växter samt transpiration), avrinning och förråd, men även andra för våra breddgrader viktiga processer som snö och tjäle, som sannolikt kommer att påverkas av ett förändrat klimat (se nedan under Förändrat klimat och konsekvenser). Ett i sammanhanget viktigt begrepp att ta upp är nettonederbörd, som utgörs av skillnaden mellan den mätta nederbörden och den uppskattade avdunstningen. Nettonederbörden är det som sedan kan fördelas på ytavrinning respektive infiltration till marken. Trots avdunstningens betydelse i vattencykeln så betraktas denna ofta i hydrologiska modeller som en residual, alltså det som blir kvar efter att avrinningen räknats bort från nederbörden.



Centralt för förståelsen av dessa processer, och därmed hur de kommer att påverkas, är kopplingen mellan vatten och energi, där till exempel avdunstningen från marken beror dels på hur stor nederbörden är och dels på lufttemperaturen. Lika central är kopplingen till vegetationen där olika typer av markanvändning får stor påverkan på både vatten- och energiutbyte. Avslutningsvis är det av vikt att hålla isär, och tydliggöra, vad som är osäkert till följd av en kommande klimatförändring respektive vad som beror på de naturliga variationerna inom ramen för dagens klimat. Detta ställer i sin tur krav på metodernas förmåga att hantera inomårsvariationer.

## 2.4. Klimatförändringen och dess konsekvenser

Utsläppen av växthusgaser som människan orsakat kan nu med stor sannolikhet kopplas till ett förändrat klimat (IPCC, 2007), men hur det framtida klimatet kommer att bli är dock inte lika klart. För att beskriva detta utnyttjar man olika utsläppsscenarioer som bygger på möjliga utvecklingar där tillväxt, teknikutveckling, globalisering och typ av energiförsörjning är några av de variabler som kombinerats på olika sätt. På detta sätt har man tagit fram fyra olika huvudscenarier, eller familjer där man förenklat kan säga att A-familjerna medför högre utsläpp av växthusgaser jämfört med B-familjerna. De olika utsläppsscenarioerna används i globala klimatmodeller som i sin tur kan användas för att driva regionala klimatmodeller. Resultaten från klimatmodellerna, som visar sannolika förändringar av nederbörd och lufttemperatur, kan användas i andra typer av modeller för att visa på konsekvenserna av det förändrade klimatet för exempelvis grundvattenförsörjningen.

Enligt de klimatscenarier som tagits fram vid Rosby Centre, SMHI:s klimatmodelleringsenhet, och givet framtida utsläpp av växthusgaser enligt A2-familjen, kan årsmedelnederbörden i Sverige under perioden 2071–2100, jämfört med referensperioden 1961–1990, komma att öka med 10–20 procent och årsmedeltemperaturen med 2,5–4,5° C. Andra utsläppsscenarioer ger liknande resultat men med andra nivåer. Förändringen inom året kommer, enligt klimatscenarierna, att ge mildare vintrar som samtidigt blir blötare genom att nederbörden på vintern kan öka med 30–40 procent. Givet förändringen av lufttemperaturen så kommer snösäsongen att bli kortare men hur det kommer att påverka tjälen, och därmed markstrukturen, är inte entydigt. Tjälldjupet är starkt kopplat till både längden på snösäsongen och till djupet på snön och dess isolerande förmåga. Här är förändrade marktemperaturer med variationer kring nollstreckets betydelse, vilket också påverkar hur stora vattenflöden som genereras vintertid.

Somrarna blir varmare och sannolikt torrare, framför allt i de södra delarna av landet, och det mildare och fuktigare klimatet kommer att påverka avdunstningen som antas öka. Mängden nederbörd kommer att förändras, men även dynamiken, vilken antas bli mer intensiv med ökad risk för skyfall. Detta gäller även i södra Sverige trots att nederbörden där, sett över hela året, antas minska. Genom den förhöjda temperaturen kommer vegetationsperioden att bli längre i hela landet, men torrare somrar i söder kan också komma att påverka växtligheten negativt. Sammantaget kan det antas att ett förändrat klimat kommer att påverka befintlig markanvändning eller förutsättningarna för denna, vilket i sin tur kommer att påverka vatten- och energiutbytet mellan mark och atmosfär.

Climatools har valt ut tre olika klimatscenarier vilka sedan kommer att användas i det fortsatta arbetet inom programmet (Parmhed och Carlsson-Kanyama, 2007). A2-scenariot är ett av dessa. De övriga två bygger dels på ett i princip oförändrat framtida klimat och dels på ett klimat med en mycket kraftig påverkan, det senare benämnt "Umeå som Nordafrika" (Parmhed och Carlsson-Kanyama, 2007). De tre scenarierna kommer att användas för att "spänna upp ett utmanande utfallsrum" (sid.31) och inte minst som ett underlag för att hantera osäkerheter i det framtida klimatet.

SGU har berört eventuella effekter av ett förändrat klimat i en tidigare fördjupad utvärdering av miljömålet "Grundvatten av god kvalitet" (SGU, 2003) och mer specifikt i den senaste fördjupade utvärderingen, i den kommande rapporten "Kan grundvattenmålet klaras vid ändrade klimatförhållanden?" (Ojala m.fl., 2007). Deras slutsats är att ett förändrat klimat kan få både direkta och indirekta konsekvenser för grundvattnet och vattenförsörjningen och de pekar ut ett antal tänkbara konsekvenser:

- Med ökad nederbörd kan grundvattenbildningen öka. Detta kan vara positivt ur vattenförsörjningssynpunkt, men vattendrag kan påverkas negativt av att vatten och föroreningar transporteras snabbare genom marken vilket gör att markens naturligt renande förmåga blir mindre effektiv.
- Givet SMHI:s klimatscenarier så kan situationen i sydöstra Sverige, där man redan idag har problem med liten grundvattenbildning, förvärras i framtiden med en ökad vattenbrist.
- En (eventuell) höjning av havsytan kan medföra ökad risk för saltvattenpåverkan i strandnära lägen, inte minst i södra Sverige.
- Ett mildare klimat ger ökade vattentemperaturer vilket kan leda till ökad bakterietillväxt och en sämre dricksvattenkvalitet. Detta kan i sin tur öka trycket på att använda grundvatten för vattenförsörjning.
- En ökad nederbörd och grundvattenbildning ökar risken för översvämningar, ras och skred och förändrar förutsättningarna för dimensionering och byggande av infrastruktur. Detta berörs även i SGU:s senaste långtidsplan (SGU, 2007) där man

lägger vikt vid att kunna möta ett framtida behov av information angående risker för översvämningar, ras och skred i ett förändrat klimat.

Utifrån rapporten gör SGU bland annat bedömningen att fokus bör ligga på att få en god vattenplanering och förebyggande åtgärder inom kommuner och län samt inom jordbruks- och transportsektorn, och att det i det arbetet är viktigt att väga in kommande klimatförändringar och Extremsituationer. Vidare är en utveckling av modeller och parameteruppsättningar för olika typer av grundvattenförekomster för en fördjupad kvantifiering av problemet nödvändig. Detta utifrån konstaterandet att grundvattnets kvantitet kommer att påverkas av klimatförändringarna.

## 2.5. Andra studier om klimat och vattenresurser

Nedan sammanfattas ett antal relaterade studier och rapporter som rör anpassningar till ett förändrat klimat inom kommuner, uppmärksammade effekter och risker samt information om var kunskap saknas och arbete pågår.

SMHI:s rapport 106 ”Anpassningar till ett förändrat klimat” (Rummukainen m.fl., 2005) visar på att vissa åtgärder, som föranleds av det befintliga klimatets naturliga variationer, ibland ses som åtgärder för att hantera ett framtida klimat. När dessa skalats bort återstår inte så många anpassningar, men då det finns överlappningar mellan dessa två typer av åtgärder kan det vara av intresse att nämna några. Enligt rapporten hänvisar många av kommunerna till den översiktliga kartläggningen av översvämningrisker som utförts av SMHI på uppdrag av Räddningsverket (Räddningsverket, 2004), men denna tar inte hänsyn till eventuella effekter av klimatets förändring utan baseras på dagens variabilitet. Några kommuner nämner ett pågående arbete med anpassning i planeringsarbetet men det rör endast risken för framtida översvämningar. I rapporten nämns att Livsmedelsverket, som arbetar med information och råd till kommuner, pekar ut ytvatten som ett problemområde. Dock bygger detta på erfarenheter av de senaste årens väderextremer alltså inte på en klimatförändring.

Göteborgs Stad kom nyligen med en rapport om beredskap, kunskap och risker till följd av extremväder samt klimatförändring (Göteborgs Stad, 2006), främst med inriktning på teknisk och fysisk infrastruktur. Rapporten kan tjäna som ett exempel på vad som görs idag, eller kan göras, för att få till en anpassning eller förbättra det arbetet i den kommunala planeringen. Rapporten utgår från de extrema väderhändelser som staden, enligt SMHI:s scenarier, löper en viss risk att drabbas av, och drar slutsatsen att robustheten för att hantera dessa är tämligen god – idag och i en nära framtid. Rapporten tar upp risken för negativa effekter på infrastrukturen till följd av översvämningar, ras och

skred, men även att kvaliteten på dricksvattnet kan hotas och att man bör ta hänsyn till den förändrade nederbördsdynamiken vid dimensioneringen av avloppssystemet. Även om flera av de aspekter som rapporten berör har effekt även på miljömålsarbetet, så nämns inte detta explicit.

Kommunernas arbete med de lokala miljömålen har nyligen belysts i två rapporter, dels i Naturvårdsverkets rapport 5653 "Kommunernas miljömålsarbete" (Naturvårdsverket, 2006) och dels i Sveriges Kommuner och Landstings rapport "Nationella miljömål en lokal utmaning" (SKL, 2007). Sammanfattningsvis konstaterar man att en hel del arbete utförs med lokala och kommunala miljömål, med lite olika upplägg och i olika omfattning samt med något högre prioritet för vissa mål ("Begränsad klimatpåverkan", "Ingen övergödning", "Hav i balans och levande kust och skärgård" samt "God bebyggd miljö"). Prioriteringen skiljer även i viss mån mellan kommuner i stad respektive landsort.

På SGU är ett GIS-baserat tematiskt kartmaterial (t.ex. skredrisk) under uppbyggnad. Genom detta kommer befintligt kartmaterial på myndigheten att bli mer tillgängligt och det möjliggör även att olika GIS-skikt kan kombineras enligt önskemål. Databasen beskrivs som ett viktigt mål i långtidsplanen för 2008–2012 (SGU, 2007) och kommer i viss mån att bygga på enkäter till avnämare angående vad de efterfrågar. Då databasen bygger på befintligt kartmaterial (se nedan under Kartmaterial), kan den inte anses vara anpassad till ett förändrat klimat. Ett annat pågående projekt vid SGU är att man öppnar upp för en diskussion direkt med kommunerna där dessa tillfrågas om vad de efterfrågar i form av underlag för planeringen inom kommunerna. Detta görs bl.a. i samarbete med Örebro län (pers. komm., Eva Jirner Lindström, SGU).

### 3. Metoder och användningen av dessa inom kommuner

Nedan följer en kort sammanfattning av de regelverk som styr den kommunala planeringen. Därefter följer en beskrivning av de metoder som kommunerna använder och i vilken utsträckning dessa kan antas vara lämpade för att hantera osäkerheterna kopplade till en framtida klimatförändring. Avslutningsvis används exempel inom VA-området för att belysa planeringen.

**Miljöbalken** syftar till att främja en hållbar utveckling med övergripande regler för användningen av miljön, men innehåller även grundläggande bestämmelser för hushållning med mark- och vattenområden och särskilda bestämmelser för hushållning med mark och vatten för vissa områden i landet.

Den kommunala översiktsplanen (som varje kommun måste ha enligt lag) redovisar de allmänna intressena och de miljö- och riskfaktorer som kommunerna bör beakta när de beslutar om användningen av mark- och vattenområden. Översiktsplanen ska klargöra grunddragen i fråga om den avsedda användningen av mark- och vattenområden. Översiktsplanen är inte bindande för myndigheter och enskilda, utan ska ge vägledning för beslut om användningen av mark- och vattenområden samt om hur den byggda miljön ska utvecklas och bevaras.

**Plan- och bygglagen** innehåller bestämmelser om planläggning av mark och vatten och om byggande. Den stipulerar att det är en kommunal angelägenhet att planlägga användningen av mark och vatten. Regleringen av markens användning och av bebyggelsen inom kommunen sker genom **detaljplaner**, som får omfatta endast en begränsad del av kommunen. Enligt plan- och bygglagen ska bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet. Kommunen ska bland annat ta hänsyn till jord-, berg- och vattenförhållanden. Kommunen ska även beakta möjligheterna att ordna trafik, vattenförsörjning och avlopp samt annan samhällsservice. Vidare ska man begränsa sådan inverkan på grundvattnet som kan vara skadlig för omgivningen.

Utöver detta regelverk finns även **riktlinjer** (allmänna råd) från t.ex. Naturvårdsverket för utsläppsnivåer från enskilda avlopp (NFS 2006:7). Vad gäller just enskilda avlopp så har nya riktlinjer fastslagits. Dessa skiljer på när miljöskydd ska tillämpas på normal nivå eller på hög nivå. För t.ex. fosfor (som totalmängd fosfor) gäller det att uppnå en reningsgrad på 70 procent vid normal miljöskyddsnivå och 90 procent vid hög nivå. Tidigare råd var teknikbaserade, vilket gör att de nya funktionsbaserade råden öppnar upp för nya tekniklösningar. Man har således gått från konstruktionskrav där en viss konstruktion (t.ex. infiltrationsbädd) och givna yttre förutsättningar (t.ex. textur eller

närhetsaspekter) räckte, vilket byggde på tidigare erfarenheter. Nu ställs istället krav på att vald teknik ska förväntas klara en given reningsgrad. Angreppssättet påminner om kraven för kommunala reningsverk, med den skillnaden att för de senare ställs ofta krav på att prover ska tas löpande på utsläppsvattnet för att följa upp funktionen. De nya riktlinjerna innebär bland annat att man öppnar för mer avancerad teknik i avloppsreningen. Minireningsverk och olika varianter av paketrening förutsätter dock fungerande eltillförsel vilket inte är självklart vid extremväder och översvämningar. Hur ett bortfall av ström förenas med en hög reduktion av föroreningar i avloppsvattnet måste grundligt utredas.

För dricksvatten finns också gränsvärden, eller **riktvärden**, för att halterna av skadliga ämnen ska vara tillräckligt låga för att vattnet ska vara tjänligt som dricksvatten. Riktvärdena har arbetats fram av Socialstyrelsen.

Vid planeringen av vattenresurser, eller åtgärder som kan tänkas påverka desamma, används i huvudsak tre olika underlag – kartmaterial, tumregler och modeller. Kommuner använder i princip inte alls modellverktyg i planeringsarbetet, då de inte har ekonomi och sannolikt inte heller kompetens för detta. Istället köper de in kunskapen in från konsulter eller andra myndigheter. Den kunskapen ligger sedan till grund för kommunernas planering och beslut.

### 3.1. Kartmaterial

Det finns ett stort utbud av kartmaterial att tillgå, med olika teman och i olika skalor. Här beskrivs kortfattat de i sammanhanget mest använda.

**Berggrundskartor** i skala 1:50 000, visar utbredningen av olika bergarter. Till vissa kartblad finns en separat strukturgeologisk karta. I den separata beskrivningen finns uppgifter om bland annat bergarternas ålder, mineralogiska sammansättning, tekniska egenskaper, strukturella och tektoniska förhållanden samt mineraliseringar och förekomster av nyttosten.

**Jordartskartor** i skala 1:50 000, ger information om jordarternas utbredning, uppbyggnad och egenskaper och visar också bland annat förekomsten av block i markytan, landformer och räfflor. Kartorna bygger på flygbildstolkning och omfattande fältarbete.

**Grundvattenkartor** i skala 1:50 000 visar förekomsten av grundvatten. (Grundvattenkartorna ersatte 1992 den hydrogeologiska kartan som gavs ut i skala

1:50 000 och 1:100 000). Kartan produceras kommunvis och används som underlag för enskild vattenförsörjning, för samhällets planering av dricksvattenförsörjning, avfallsdeponering och byggen av vägar, industrier med mera. Den används också för att

hitta nya vattentäkter och identifiera skyddsvärda grundvattenresurser. Kartorna framställs efter fältundersökningar, där man bland annat bestämmer riktningar för grundvattenströmmar, identifierar grundvattendelare och storleksbestämmer grundvattenmagasin. Det finns även grundvattenkartor i skala 1:200 000 och 1:250 000 som ges ut länsvis och ger en översiktlig bild av var grundvatten i berg och jord finns.

**Topografiska kartor** i skala 1:50 000 och 1:100 000 beskriver höjdskillnader i terrängen med hjälp av höjdkurvor.

## 3.2. Tumregler

Socialstyrelsen har, i samarbete med SGU, gett ut råd angående anläggande av enskilda brunnar (Socialstyrelsen, 2005). Man jobbar även med att få till certifiering av samtliga entreprenörer som borrar brunnar vilket bland annat innebär ett godkänt resultat i praktisk hydrogeologi. Rent praktiskt är det dock i princip tumregler, och inte minst brunnsborrharens egen erfarenhet, som styr var brunnen borrar. Detta kan illustreras med följande punkter tagna ur en informationskrift om brunnsborring från Svenska Borrentreprenörers Branschorganisation (Geotec, 2007). Punkterna beskriver flera aspekter som måste vägas in vid placeringen av en brunn:

- ”Brunnen skall borrar på en plats där man kan förutsätta att man kan finna bra vatten och tillräckligt med vatten.”
- ”Hänsyn måste tas till föroreningsrisker.”
- ”Brunnen ska placeras på ett anläggningstekniskt bra ställe på din mark.”
- ”Din lokala brunnsborrhare har erfarenhet från tidigare brunnar i trakten och är bekant med de geologiska förhållanden som råder i ditt område.”

Även för **enskilda avlopp** så kan bedömningsgrunderna för lokalisering (vid tillståndsgivningen inom en kommun) liknas vid en uppsättning tumregler som bör beaktas, vilket några av punkterna ur Naturvårdsverkets allmänna råd för små avloppsanläggningar NFS 2006:7 (Naturvårdsverket, 2006) nedan exemplifierar:

- ”En avloppsanläggning bör inte läggas närmare än 10 m och helst mer än 30 m från ytvatten inklusive dike.”
- ”Slamavskiljare bör lokaliseras minst 10 m från bostadshus och fastighetsgräns. Slamavskiljare som uppfyller krav på täthet i SS-EN 12566-1 eller motsvarande bör ha minst 20 m skyddsavstånd till vattentäkt, övriga bör placeras med motsvarande horisontella skyddsavstånd som en otät anläggning.”
- ”Täthetsprovade ledningar (Svenskt Vatten P50 eller P91) bör ha ett skyddsavstånd på minst 10 m till vattentäkt. Skyddsavstånd för icke täthetsprovade ledningar bör vara minst 20 m.”

När avloppsvatten tillåts infiltrera mark bör följande beaktas:

- ”Horisontellt skyddsavstånd från avloppsanläggning till dricksvattentäkt bör motsvara grundvattnets transportsträcka under minst två–tre månader vid maximalt vattenuttag; avståndet bör dock aldrig understiga 20 m.”
- ”Avståndet mellan infiltrationsytan och högsta grundvattennivå eller berg bör inte understiga 1 m.”
- ”Grundvattennivån i närbelägen vattentäkt bör ligga högre än nivån på grundvattnet under avloppsanläggningen vid maximalt vattenuttag.”

### 3.3. Modeller

Nedan beskrivs ett antal olika kategorier av modeller som används vid beräkning av bland annat tillgängligt vatten för dricksvattenförsörjning (från grund- och ytvatten) samt dimensionering av reningsverk. Inom de olika kategorierna finns det ett stort antal olika modeller att tillgå, men vi har inte gjort någon sammanställning av dessa inom ramen för denna studie. Kategorierna går från det väldigt enkla till det komplexa, vilket även återspeglas i ett ökat behov av mätdata för att ställa in och köra modellerna.

Beskrivningarna bygger i huvudsak på rapporten ”Miljömålsuppföljning av grundvatten i kustområden – statusbeskrivning och diskussionsunderlag” (Lång m.fl., 2006).

**Enkla statistiska vattenbalanser:** En jämförelse görs mellan grundvattenuttag och grundvattenbildning inom ett definierat område baserat på årsmedelvärden. Man tar alltså inte hänsyn till hur vattencykeln varierar vid olika tidpunkter på året (inomårsvariationen). Generella värden på grundvattenbildningen används. Grundvattenbildningen förutsätts kunna lagras och tillgodogöras.

**Tidsdynamiska vattenbalansberäkningar:** Till skillnad från i den statistiska vattenbalansen tar man här hänsyn till inomårsvariationen och beräknar även den faktiska lagringskapaciteten. SGU använder en beräkningsmetod som dels gör en årsvis jämförelse mellan grundvattenbildning baserat på nettonederbörd och grundvattenuttag, dels en analys av grundvattenreservoarens storlek för att se om den klarar grundvattenuttag under den tid då grundvattennivån sjunker (taget från empiriska grundvattendata). Generella markdata används. Ett exempel på en annan modell i samma kategori är GWBal som beräknar grundvattenreservoarens storlek utifrån bedömda jordlagerföljder. Vidare gör man en analys av vattenreservoarens utveckling inom året baserat på nettonederbörd och grundvattenuttag. Generella värden eller mätvärden kan nyttjas.

**Statistiskt baserade variabelmetoder:** Statistiskt baserade variabelmetoder kan bland annat användas för bedömning av risken för saltvatteninträngning. Bedömningen görs utifrån en plats naturgivna förutsättningar (t.ex. geologi, hydrologi, topografi),



förutsättningarna på det tekniska systemet (t ex. standard på vatten och avlopp) samt avstånd till saltkällor. Metoden baseras på regional statistisk bearbetning av brunn-data, och kan väl närmast beskrivas som en empirisk modell där den prediktiva styrkan (förmågan till prognoser) således blir begränsad.

**Matematisk modellering:** Matematisk modellering baseras på matematiska ekvationer som beskriver olika processer i det studerade systemet som t.ex. de olika delarna i vattencykeln. Dessa modeller ställer relativt stora krav på indata men har samtidigt stor förmåga att beskriva framtida förhållanden och påverkan på enskilda, eller kopplade, processer till följd av ett förändrat klimat.

För samtliga ovan beskrivna modeller gäller att beräkningarna kan göras med eller utan skattning av osäkerheten i resultaten.

### 3.4. Användningsområden

Nedan exemplifieras hur metoderna (kartor, tumregler och modeller) används. Flera olika aktörer, som kommunala handläggare och planerare, konsulter och myndigheter, kan vara involverade i detta arbete. På den enskilda kommunen kan detta ses som dels planering (av översiktsplaner och detaljplaner) och dels tillsyn och tillståndsprövning (av enskilda ärenden). Det är inte heller helt ovanligt att dessa funktioner ofta återfinns inom ramen för olika delar av den kommunala organisationen (men inte nödvändigtvis), och det är därför i regel olika personer och med olika, eller delvis olika, underlag som gör jobbet.

#### 3.4.1. Enskild brunn

En stor del av befolkningen får sitt dricksvatten från egen brunn – drygt en miljon permanentboende och ungefär lika många fritidsboende enligt SGU:s hemsida. I regel kräver det inte något tillstånd att gräva eller borra egen brunn, men vissa kommuner har infört anmälningsplikt för vissa områden där tillgången på vatten är låg eller risken för saltvatteninträngning är förhöjd. Vid borrhandet använder entreprenören tumregler och egen erfarenhet. Genom branschorganisation Geotecs samarbete med SGU kan en brunnsborrare rådgöra med erfarna hydrogeologer (Geotec, 2007), och det är vidare rimligt att anta att brunnsborrarna använder till exempel grundvattenkartan.

Uttagmöjligheterna i berg baseras dock på kapacitetsinformation från brunnsarkivet, alltså tidigare information som inte tar hänsyn till förändrat klimat utan bygger på erfarenheter från det nuvarande klimatet.

### 3.4.2. Enskilt avlopp

Antalet enskilda avlopp i landet uppgår till ungefär 750 000 (Ryegård m.fl., 2006). De enskilda avloppen uppfyller kravet på reningsgrad i varierande utsträckning, och utsläppen från dåligt fungerande enskilda avlopp kan utgöra en betydande del av påverkan på olika recipienter. Det är svårt att sätta en siffra på avloppens bidrag till de totala utsläppen av gödande ämnen till miljön, men ett rimligt antagande är att hur väl de enskilda avloppen fungerar har lokal betydelse för i vilken utsträckning miljömålet ”Ingen övergödning” kommer att uppnås.

För att få tillstånd till ett enskilt avlopp så lämnar tomtägaren in ett förslag på placering av brunn, vilket kan bygga på en egen tolkning av riktlinjer från Naturvårdsverket, eller på förslag från entreprenör eller konsult. En miljöhandläggare på kommunen använder sig sedan av kartmaterial som kan peka på risker som vattenbrist, saltvatteninträngning, eller förorening. Om kartmaterialet inte ger en anledning till avslag så granskas sedan förslaget på plats varvid en bedömning görs utifrån tumregler (se ovan) som olika **avstånd** (till närmaste brunn, till recipient, till granne) och **infiltrationskapacitet** (utifrån infiltrationsbäddens kornstorlek, vilken kan bättras på vid behov om jordarten är för finkornig, dvs. för tät). Dessa metoder, tumregler och kartmaterial, bygger på tidigare erfarenheter och är således inte anpassade till att hantera ett förändrat klimat.

Det ovan sagda gällde tidigare men nu kommer istället krav att ställas på reningsgrad, där kontrollen torde kunna bli svår att hantera praktiskt, och kanske också ekonomiskt. De allmänna råden ger inte mycket stöd i denna fråga men en mer konkret handledning är på gång från Naturvårdsverket. Fortfarande gäller dock att den enskilde handläggaren kommer att stödja sitt beslut på tillgängligt kartmaterial. Det är rimligt att anta att inte heller den kommande handledningen kommer att kunna utgöra ett verktyg för att hantera osäkerheter vid ett förändrat klimat.

Även om man, för att i dagens planering kunna hantera framtida osäkerheter, använder tillgängliga och lämpliga modellverktyg så är det inte troligt att det finns information för att kalibrera och validera modellerna i den lokala skalan, alltså mindre än 1 grid (50x50 m). Med andra ord så finns det sannolikt inte data, och inte heller ekonomi, för detaljplanering på kommunal nivå för enskilda lösningar baserat på tillgängliga modeller – även om dessa är mer lämpade jämfört med dagens metoder.

### 3.4.3. Kommunala vattentäkter

Vid planerande av kommunala vattentäkter så ska två grundläggande aspekter beaktas:

- (1) Grundvatten- och ytvattenbildningen ska motsvara det tänkta uttaget (kvantitet)
- (2) Det ska finnas skydds-zoner för att undvika kontaminering av dricksvattnet (kvalitet).

Detta arbete utförs ofta av konsulter som tar fram relevant hydrologisk information som nederbördsstatistik i form av nettonederbörd och underlag för att beräkna markens möjligheter till infiltration och lagring. Det senare bygger på kartmaterial över till exempel berggrund, jordart, hydrogeologi och topografi. Med detta som underlag räknar man sedan fram en vattenbalans från vilken det går att beräkna hur mycket vatten som kan tas ut utan att utarma vattenresursen. Närheten till presumtiva föroreningskällor tas med i en riskbedömning för att se till att det finns tillräckliga skyddszoner. Man gör dock inte en bedömning av till exempel framtida översvämningar eller andra händelser som skulle kunna relateras till ett förändrat klimat.

Enligt tillgängliga klimatscenarier kommer även avdunstningen att påverkas vilket en vattenbalansmodell byggd på nettonederbörd inte tar hänsyn till, då nettonederbörden inte beskriver avdunstningen som en enskild process. Vidare är det inte entydigt hur dessa modeller hanterar markanvändningen, som är en annan viktig aspekt, inte bara för avdunstningen utan även för avrinningen.

#### **3.4.4. Kommunala avloppssystem**

Vid planeringen av kommunala avloppssystem anlitas i regel konsulter, precis som vid planeringen av vattentäkter. Naturvårdsverket har gett ut riktlinjer för vilken reningsgrad man måste ta hänsyn till vid dimensioneringen av kommunala reningsverk. Det som vid dimensioneringen av avloppssystemet kommer att ha en direkt koppling till klimatet är hur dagvattnet, alltså nederbörden från hårdgjorda ytor, beräknas och tas om hand. Spillvattnet, som är avloppsvatten från hushåll och industri, påverkas ju inte på samma sätt av växlingar i klimatet. Beräkningen av dagvattnet bygger på tidigare extremhändelser i nederbörd och systemet ska klara 2- till 5-årstoppar, alltså händelser som inträffar med denna regelbundenhet. Det är inte dimensionerat för häftigare, mer ofrekventa, händelser (>5år) vilket kan ställa till problem. Ett uppenbart problem är risken för översvämningar på grund av underdimensionerade ledningsnät oberoende av om dessa är separata (dagvatten och spillvatten i separata ledningar) eller kombinerade (dagvatten och spillvatten i samma ledning). Dock torde effekten på miljö och människor vara värre om det blir översvämning i ett kombinerat ledningsnät.

För avloppssystem med kombinerade ledningsnät kan konsekvensen av häftigare regn än vad reningsverket är dimensionerat för, bli att obehandlat avloppsvatten måste släppas ut i recipienten, så kallad bräddning. Ett annat allvarligt problem är risken att slammet, i de flertal reningsverk som har ett biologiskt reningssteg, kan sköljas bort varvid det biologiska reningssteget slås ut. Det tar sedan tid att få igång slammet, alltså att få bakterierna att växa till. Ju kallare vatten desto längre tid tar det, vilket kan påverka funktionen på reningsverket under en utdragen period. Det är framför allt kvävereningsdelen i reningsverket som är känslig medan fosfor, som vanligen fälls med

kemikalier, är mer stabilt. Givet mildare vintrar i ett framtida klimat är det rimligt att anta att risken för fler urspolningar där det tidigare rådde snöigare förhållanden med mer tjäle kan öka. Och detta under det ändå förhållandevis kalla vinterhalvåret, vilket skulle kunna påverka hur snabbt reningsverket är i full funktion igen. Ett sätt att förebygga urspolning av slammet skulle kunna vara interna konstruktioner i reningsverket som leder avloppsvattnet förbi det biologiska reningssteget i händelse av extrema nederbördstillfällen.

Vid dimensioneringen av avloppssystemet skulle man behöva ta hänsyn till den större osäkerheten i toppbelastningen (på grund av ändrade nederbördsmönster) för att kunna hantera de beskrivna problemen. Detta görs inte idag. I vissa kommuner, t.ex. Malmö, har man dock försökt att ta hänsyn till de senaste årens intensiva regn när man dimensionerat dagvattenledningarna (Rummukainen m.fl., 2005).

## 4. Slutsatser och reflektioner

Den här studien har haft fokus på kommunal planering av vattenresurser, och i denna används i huvudsak olika former av kartmaterial, tumregler och modeller som metoder för att ta fram underlag i den kommunala planeringsprocessen. Mycket av detta arbete, inte minst vad gäller användandet av modeller, utförs av konsulter eller anställda vid andra myndigheter.

En central frågeställning har varit i vilken utsträckning de använda metoderna är lämpade att hantera förändringar och osäkerheter i ett framtida klimat. Kartmaterial och tumregler bygger på information och kunskaper från nuvarande och tidigare klimat, och är således inte lämpade för att hantera framtida osäkerheter. Modeller är alltid, i olika grad, förenklingar av de system de avser att uttala sig om. Vad gäller de hydrologiska modeller som används av konsulter och myndigheter för kommunal vattenresursplanering, är centrala processer som ingår i vattencykeln väldigt förenklade, och kan därför inte heller anses vara de prediktiva verktyg som krävs för en anpassning till ett förändrat klimat – där både mängden nederbörd, avdunstning och avrinning samt inomårsmotodynamiken kommer att påverkas. Det faktum att många hydrologiska modeller använder nettonederbörd, där avdunstningen ses som en restpost, har också tidigare pekats på som en svaghet i dessa modeller vid studier av klimatförändringar, och har föranlett ett visst utvecklingsarbete rörande hur avdunstningen beräknas i dessa modeller.

Det finns ett flertal tillgängliga andra modeller (inom kategorin matematiska modeller), som mer utförligt beskriver de biologiska och fysikaliska processerna i olika ekosystem, och som närmast används inom forskningen. Dessa modeller skulle kunna användas för en anpassning till ett förändrat klimat vid planeringen av vattenresurser, dock med följande förbehåll: Modellerna ifråga har i regel ett stort behov av mätdata för att kunna användas på ett optimalt sätt och det är tveksamt om all nödvändig data finns, framför allt i lokal skala. Vid avsaknad av data är det tveksamt om det skulle vara ekonomiskt försvarbart att införskaffa denna.

Det står klart att det finns tillgängliga, och lämpliga, modellverktyg som är användbara redan idag. Frågan rörande kunskapsläget kring dessa modeller kan relateras till två saker – användare och osäkerheter. Oavsett om modellerna ska användas på kommunal nivå eller av konsulter och myndigheter så krävs sannolikt en ökad kompetens hos användarna, inte minst i det förra fallet. Alternativt skulle mer användarvänliga modeller kunna utvecklas. Dessa aspekter rörande modellanvändarna gäller oberoende av en klimatförändring och kan vara värda att begrunda.

Osäkerheter i samband med planeringen av vattenresurser är inte endast relaterade till ett förändrat klimat, utan gäller även dagens klimat. Hur stora dagens osäkerheter är i den

kommunala vattenresursplaneringen är en öppen fråga där svaret högst sannolikt beror på vilken skala som avses. Att belysa detta borde vara en rimlig startpunkt för att hantera osäkerheterna i framtidens klimat. Det kanske redan idag finns mycket större osäkerheter för vissa delar av planeringsunderlaget än vad ett förändrat klimat skulle föra med sig. Frågan bör också ställas om det behövs en anpassning rörande den del av vattencykeln som påverkas av studerade vatten- och avloppsanläggningar. Hur stora osäkerheter kan vi förvänta oss med en klimatförändring? Eller omvänt – vad händer om man inte anpassar planeringen av vattenresurser till en framtida klimatförändring?

Utifrån dessa frågor skulle ett konkret förslag kunna vara att genomföra en mer fullständig osäkerhetsanalys av vattenresursplaneringen på några utvalda kommuner. Detta skulle vidare kunna öppna för möjligheten till en mer kvantitativ bedömning av effekterna på både de tjänster och de miljömål som varit utgångspunkten i denna studie.

Avslutningsvis så innehåller det klimatscenario och dess effekter som kortfattat beskrivits i denna studie, och utifrån vilken bedömningen av använda metoder har gjorts, ett visst mått av osäkerhet. ClimaTools har lagt till ytterligare två scenarier, den ena med ett mycket kraftigt förändrat klimat i Sverige. Givet denna ökade osäkerhet – som visserligen är baserad på ett mycket grovt skattat scenario – torde slutsatserna i denna studie bara ytterligare förstärkas.

## 5. Referenser

- Geotec, 2007. Brunnsborring – eget vatten från en borrar brunn.  
[http://www.geotec.se/vatten/sida\\_iframe\\_brunnsborring.html](http://www.geotec.se/vatten/sida_iframe_brunnsborring.html)
- Göteborgs Stad, 2006. Extrema vädersituationer – Hur väl rustat är Göteborg?  
Stadskansliet, Göteborgs Stad.
- IPCC 2007. Climate Change 2007; The Physical Basis. Summary for Policymakers.  
Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the  
Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lång, L-O., Olofsson, B., Mellqvist, E., Ojala, L., Maxe, L. & Thorsbrink, M., 2006.  
Miljömålsuppföljning av grundvatten i kustområden – statusbeskrivning och  
diskussionsunderlag. SGU-rapport 2006:24.
- Miljömålsportalen. <http://miljomal.nu/>
- Naturvårdsverket, 2006. Kommunernas miljömålsarbete.  
Naturvårdsverkets Rapport 5653.
- Naturvårdsverket, 2007. FN:s klimatpanel 2007: Klimateffekter, anpassning och  
sårbarhet. Rapport 5704.
- Ojala, L., Maxe, L., Thunholm, B., Persson, G., Bergmark, M., 2007. Kan  
grundvattenmålet klaras vid ändrade klimatförhållanden? SGU-rapport 2007:9. Remiss.
- Parmhed, O., Carlsson-Kanyama, A., 2007. Lika varmt som i Tyskland eller Nordafrika?  
Klimatscenarier inom forskningsprogrammet Climatetools. FOI-R--2279--SE. ISSN  
1650-1942.
- Rummukainen, M., Bergström, S., Persson, G. & Ressner, E. 2005. Anpassning till  
klimatförändringar. Kartläggning av arbete med sårbarhetsanalyser, anpassningsbehov  
och anpassningsåtgärder i Sverige till framtida klimatförändringar. Reports Meteorology  
and Climatology 106, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, SE-601 76  
Norrköping, Sweden, 44 pp.
- Ryegård, A. m.fl., 2006. Indata mindre punktkällor för PLC5 rapporteringen 2007.  
SMED Rapport Nr 1.
- Räddningsverket, 2004. Erfarenheter av översvämningar sommaren 2004.  
Dnr 019-3573-2004.
- SGU, 2003. Fördjupad utvärdering 2003 – Grundvatten av god kvalitet.  
SGU Rapporter och meddelanden 114.

SGU, 2007. Utredning på uppdrag av regeringen: inriktning och mål för SGU efter 2008. Dnr 04-2138/2005.

SKL, 2007. Nationella miljömål en lokal utmaning. Sveriges Kommuner och Landsting, ISBN-13: 978-91-7164-239-4.

Socialstyrelsen, 2005. Dricksvatten. Att anlägga brunn – råd om hur du går tillväga. Artikelnr. 2005-114-1.

Vattenmyndigheterna, 2006. PM 2006-0