



Skånes dricksvattenförsörjning i ett förändrat klimat

Arbetsgruppens medlemmar

Nedanstående personer har på ett eller annat sätt deltagit i arbetsgruppens arbete och på så sätt bidragit till projektets resultat och denna rapport.

Kristianstads kommun

- Michael Dahlman, VA-strateg, C4 Teknik

Lunds universitet

- Lars-Anders Hansson, professor, Akvatisk ekologi, Biologiska institutionen

Länsstyrelsen i Skåne län

- Anna-Mary Foltyn, planhandläggare, Enheten för samhällsplanering
- Alexander Laksman, Enheten för samhällsskydd och beredskap
- Ann Nilsson, miljöhandläggare, Miljötillsynsenheten
- Pär Persson, vattenhandläggare, Enheten för samhällsplanering
- Anna-Karin Rasmussen, vattenhandläggare, Fiske- och vattenvårdsenheten
- Karin Sjöstrand, vattenhandläggare, Fiske- och vattenvårdsenheten
- Kristina Tapper Olsson, Enheten för samhällsskydd och beredskap
- Kristian Wennberg, enhetschef, Fiske- och vattenvårdsenheten

Malmö Högskola

- Göran Ewald, universitetslektor, Urbana Studier

NSVA

- Marinette Hagman, specialist, Utveckling & Benchmarking
- Mats Henriksson, specialist, Dricksvattendistribution
- Lars Ödemark, specialist, Dricksvattenkvalitet

Region Skåne

- Peter Groth, folkhälsstrateg, Avdelning för samhällsplanering, Enheten för folkhälsa och social hållbarhet
- Håkan Samuelsson, miljöstrateg, Avdelning för samhällsplanering, Enheten för miljöstrategier

Räddningstjänsten Medelpad

- Mats Bergmark, utvecklingsstrateg

Sweco Environment

- Caroline Fredriksson, handläggare
- Malin Magnusson, handläggare
- Patrik Wallman, miljökonsult

Sydvatten

- Justyna Berndtsson, forskningsledare
- Markus Holm, utredningsledare
- Jörgen Johansson, VD
- Marie Nordkvist Persson, kommunikationschef
- Kenneth M Persson, forskningschef
- Anna-Karin Wickström, kommunikatör

Trelleborgs kommun

- Lars-F Thysell, VA-chef, Tekniska förvaltningen

VA SYD

- Anna Järvegren Meijer, utredningsingenjör, Dricksvattenavdelningen
- Annika Sevrell, VA-strateg

Arbetsgruppen fick också inspiration och värdefulla kunskaper genom ett mycket intressant och lärorikt föredrag av Per Ericsson från Norrvatten som härmed också tackas för sitt bidrag till projektet.

Förord

De flesta av oss tar dricksvattnet för givet. Samtidigt är vatten livsnödvändigt och något som vi inte klarar oss utan. I Skåne är vatten inte lika självklart som i övriga landet. Därför måste vi ta extra stort ansvar och vara än mer omsorgsfulla för de vattenresurser vi har. Skånes dricksvatten är till stora delar ett resultat av förutseende planering för 50–60 år sedan. Då de skånska resurserna inte bedömdes räcka till beslutade regeringen att vatten skulle tas från sjön Bolmen i Småland. Därför anlades den åtta mil långa Bolmentunneln för att transportera Bolmenvatten till Skåne. 1966 bildade fem kommuner Sydsvatten med syftet att förverkliga dessa planer. Fram till idag har ytterligare elva kommuner anslutit sig till samarbetet. Numera består Sydsvatten av 16 kommuner som genom samarbetet förser 900 000 invånare med dricksvatten: Bjuv, Burlöv, Eslöv, Helsingborg, Höganäs, Kävlinge, Landskrona, Lomma, Lund, Malmö, Skurup, Stafanstorps, Svalöv, Svedala, Vellinge och Ängelholm.

Vi vill alla ha ett bra vatten. Ett bra vatten ska vara gott och ha en hög och jämn kvalitet. Men ett bra vatten måste vara mycket mer än bara det. Ett bra vatten måste ha långsiktigt uthålliga och skyddade råvattentillgångar med legala uttagsrätter. Råvattentäkterna måste kontrolleras och ha reserver som kan gå in för varandra. Ett bra vatten kräver högkvalitativa beredningsanläggningar samt väldimensionerade och välskötta distributionssystem med inbyggd redundans. Ett bra vatten behöver kompetenta organisationer med hög strategisk förmåga för att rätt kunna möta omvärldsförändringar och nya samhällsströmningar, hantera hotbilder och genomföra strukturinvesteringar. Organisationer som överbryggar kompetens mellan generationer, lär och utvecklar och har beredskap för att hantera oförutsedda händelser. Ett bra dricksvatten är så mycket mer än bara vatten.

De klimatrelaterade frågorna inverkar såväl på vattentillgången som på vattenkvaliteten. Effekterna av klimatförändringarna stärker behoven av regionala planeringsperspektiv i vattenfrågorna. Mellankommunala samarbeten blir i allt större utsträckning en väsentlig förutsättning för att klara dricksvattenförsörjningen. Även i samhällsplaneringen i stort och i kommunernas fysiska planering måste de regionala perspektiven på vattenfrågorna bli tydligare i planeringsunderlagen.

Genom arbetet med ”Klimatanalys för dricksvattenförsörjningen i Skåne” hoppas vi ha bidragit med ett regionalt planeringsunderlag för länets kommuner och deras samarbetsorgan men även för andra att använda sig av i vattenplaneringssammanhang. Vi vill tacka alla som har deltagit i arbetet. Det är en styrka för resultatet att så många generöst har bidragit för Skånes framtida dricksvattenförsörjning.

Sydsvattens styrelse - beredningen

Emmanuel Morfiadakis
Styrelsens ordförande
Malmö (s)

Magnus Jälming
Styrelsens vice ordförande
Helsingborg (m)

Mats Helmfrid
Styrelseledamot
Lund (m)

Cecilia Lindell
Styrelseledamot
Landskrona (m)

Stefan Svalö
Styrelseledamot
Bjuv (s)

Jörgen Johansson
vd



Bolmen en tidig sommarmorgon i juli 2006. Foto: Bertil Hagberg, Sesamphoto.

Innehållsförteckning

	Sammanfattning	6
1	Inledning och bakgrund	10
1.1	Projektets organisation och syften	10
1.2	Dricksvattenförsörjning i Skåne idag	10
1.2.1	Regionalt betydelsefulla vattenresurser idag och i framtiden	11
2	Klimatet och klimatförändringar i Skåne	12
2.1	Klimatvetenskapen idag	12
2.2	Det skånska klimatet förr, nu och i framtiden	12
3	Vattenförsörjning i ett förändrat klimat	15
3.1	Vattentillgång	15
3.1.1	Grundvatten	15
3.1.2	Ytvatten	17
3.1.3	Konkurrens	17
3.2	Vattenkvalitet	18
3.2.1	Grundvattenkvalitet	18
3.2.2	Ytvattenkvalitet	19
3.2.3	Mikrobiologisk smitta	20
3.3	Vattenverk och ledningsnät	21
4	Anpassning, skadebegränsning, riskreducering - åtgärder för en tryggad vattenförsörjning	23
4.1	Åtgärder i avrinningsområden och vattentäkter	23
4.1.1	Översvämning	23
4.1.2	Markanvändning	23
4.1.3	Miljöövervakning	24
4.2	Åtgärder i vattenverken	25
4.2.1	Rening av mikroorganismer	25
4.2.2	Rening av organiskt material	26
4.2.3	Övervakning och provtagning	27
4.2.4	Åtgärdsförslag för vattenverken	27
4.3	Åtgärder i distributionskedjan	27
4.3.1	Åtgärdsförslag för distributionskedjan	28
4.4	Åtgärder i dricksvattensektorn och samhället i övrigt	28
4.4.1	Ändringar i demografi och vattenkonsumtion	28
4.5	Nya täkter och källor	29
5	Att hantera eller minska osäkerheter	30
5.1	Reserv- och nödvattenförsörjning	30
5.2	Fysisk planering	30
6	Folkhälsoaspekter och samhällsekonomi	31
7	Vägar framåt	33
8	Referenser	34



Sammanfattning

Kraven på dricksvattenproduktionen kommer i framtiden sannolikt att öka betydligt som en effekt av ett förändrat klimat. Både kvaliteten och tillgången på råvatten, såväl yt- som grundvatten, är direkt kopplade till klimatet och förändringar i den hydrologiska cykeln och indirekt genom klimatrelaterade händelser och fenomen i den omgivande miljön. Inte minst kan människans respons och förändrade beteende till följd av det föränderliga klimatet utgöra en betydelsefull komponent.

I januari 2013 inleddes arbetet med projektet ”Klimatanalys för dricksvattenförsörjning i Skåne”. Syftet med projektet har varit att skapa en plattform att ta avstamp från vid utvecklingen av regionala och kommunala handlingsplaner för en klimatsäker dricksvattenförsörjning i Skåne. Detta genom att sammanställa den befintliga kunskap som finns spridd på olika håll bland aktörer och intressenter inom dricksvattensektorn i regionen och identifiera nya utmaningar, behov, strategier och åtgärdsalternativ som kan ligga till grund för det fortsatta arbetet på såväl regional som lokal nivå. Projektet initierades av Sydsvatten AB och har genomförts i workshopformat under fyra tillfällen med deltagare från bland annat Länsstyrelsen i Skåne län, Region Skåne, Lunds universitet, Malmö högskola samt den kommunala VA-sektorn i regionen.

Klimatet i Skåne år 2100

Att temperaturen och nederbörden förändras medför att förutsättningarna för vattenförsörjning för såväl kommuner, enskilda och relaterade näringar förändras. SMHI har gjort beräkningar av det skånska klimatet fram till år 2100. Klimatberäkningarna visar att somrarna blir varmare och torrare och vintrarna varmare och blötare. Årsmedeltemperaturen väntas öka med cirka 4 °C till 11 °C och årsmedelnederbörden väntas öka med 100–150 mm över hela länet från ungefär 800 mm idag. Både för temperatur och nederbörd väntas de största ökningarna ske under vintern. Kraftiga regn ökar sannolikt i intensitet, det vill säga mer regn på kortare tid. Antalet dagar med torra förhållanden i marken under växtsäsongen beräknas öka med 50–80 dagar per säsong samtidigt som växtsäsongen förlängs med 50–70 dagar.

Dricksvattenförsörjning i Skåne

Av Skånes 33 kommuner har 16 valt att samverka kring dricksvattenproduktion i det gemensamma bolaget Sydsvatten, vilket motsvarar 75 procent av landskapets befolkning. Sydsvatten försörjer invånarna med vatten från Bolmen eller Vombsjön. (Två av delägarkommunerna är ännu inte anslutna till Sydsvattens distributionssystem). Resterande kommuner producerar och distribuerar dricksvatten ur olika lokala vattentäkter till sina invånare. Antalet allmänna täkter i länet uppgår till drygt 170 stycken varav ett 90-tal uttag sker ur bergboreade brunnar och ett 60-tal ur jordlagerbrunnar. Resterande uttag sker ur täkter där formationen är okänd. Merparten av vattentäkterna utanför Sydsvattenkommunerna baseras således på grundvatten.

Skåne skiljer sig från det i övrigt vattenrika Sverige när det gäller tillgången till råvattentäkter. Det är orsaken till att småländska Bolmen är Skånes enskilt största dricksvattentäkt. I framtiden kan det inte uteslutas att dricksvattenresurserna kan behöva omfördelas inom regionen eller nya täkter tas i bruk vilket kommer att kräva omfattande utredningar och stora investeringar. En större flexibilitet i systemen, delregionala lösningar och ett utökat samarbete kan för flera områden utgöra förutsättningar för långsiktiga lösningar.

Vattentillgång och flöden

I samband med att nederbördsmängderna ökar och fördelningen över året förändras påverkas vattentillgången i såväl grundvattenmagasin som ytvattenresurser. I Skåne är t.ex. avdunstningen och växternas vattenupptag av stor betydelse för nybildningen av grundvatten. I dagens klimat är grundvattennivåerna som lägst under tidig höst för att sedan stiga kontinuerligt till tidig vår då nivåerna står som högst. I ett förändrat klimat med en högre temperatur och längre växtsäsong kan detta mönster komma att

förändras då en förlängd växtsäsong ökar den period då växterna tar upp en del av det nedträngande vattnet som annars hade fortsatt infiltrera marken ner till grundvattnet. Det är svårt att förutse hur grundvattenbildningen påverkas i ett framtida klimat. Beräkningar utförda av SGU visar på en minskning på mellan 5–25 % på årsbasis i moränjordar och en ökning på 5 % till en minskning på 10 % i grova jordar.

Tillgången på vatten i våra ytvatten kommer att förändras. Årsmedelvattenföringen i de skånska åarna väntas minska med cirka 5 %. Vattenföringen i vattendragen förändras dock över året. Ett troligt scenario vintertid är ökad nederbörd, ökade flöden i vattendragen och ökad ytavrinning. I kombination med en höjd havsnivå kan resultatet bli fler och allvarigare översvämningar som kan mobilisera föroreningar och smittämnen i marken och fysiskt skada produktionsanläggningar och distributionsnät. Vår och sommar innebär sannolikt minskad nederbörd, höga temperaturer och därmed ökad evapotranspiration. Detta kan leda till att medelvattenföringen sommartid minskar med ungefär 30 % fram till år 2100.

Klimatförändringarnas påverkan på den framtida dricksvattenförsörjningen är nära kopplad till andra förändringar i samhället såsom befolkningstillväxt, förändrad markanvändning och politik. Det skånska vattnet ska dessutom räcka till annat än hushållens behov. Både industrin och jordbruket utgör exempel på andra intressenter som gör anspråk på de vattenresurser som står till buds. Skåne är nationellt sett ett jordbruksintensivt landskap vilket kan påverka vattnet på ett flertal sätt. I länet förekommer en förhållandevis stor andel jordbruksbevattning, där grundvatten dominerar som källa. I en framtid med en minskad vattentillgång och ökad konkurrens kan denna problematik öka, både lokalt och regionalt. Situationen kan försvåras ytterligare av en försämrad vattenkvalitet.

Vattenkvalitet

Kvaliteten på det vatten som används som råvara i dricksvattenberedningen, det så kallade råvattnet, påverkas också av klimatförändringar. Med vattenkvalitet menas i dricksvattensammanhang i allmänhet förekomsten av oönskade ämnen eller mikroorganismer i vattnet.

Grundvatten har normalt en jämnare och lägre temperatur än ytvatten men i ett varmare klimat kan temperaturen hos grundvattnet generellt väntas öka. Kvaliteten på grundvattnet styrs i stor utsträckning av de processer som sker då vatten infiltrerar i marken och grundvattnet bildas. Enligt SGU är det i nuläget inte möjligt att förutsäga hur eller i vilken grad förändringar av temperatur och nederbörd kommer att påverka dessa processer utan bättre kunskap om grundvattnets naturliga kemiska variationer i olika skalor och geologiska miljöer. SGU bedömer däremot det sannolikt att en förändrad markanvändning till följd av ett förändrat klimat kommer att medföra en större påverkan på grundvattenkvaliteten än de förskjutningar som kan uppstå i naturliga markprocesser.

Höjd havsvattennivå kan hota vissa kustnära grundvattentäkter genom att saltvatten tränger in i tåkten, särskilt i samband med ökade uttag av grundvatten. I kustnära områden kan grundvattennivåerna höjas då havsvattnet pressas upp emot land.

För ytvattentäkter är brunifieringen, det vill säga den ökande förekomsten av naturligt organiskt material, bland annat humusämnen och/eller järn- och manganföreningar, i vattnet, ett av de största problemen. Varför brunifieringen ökar är ett aktuellt forskningsämne där alla delar av förklaringen ännu inte är på plats, men ökande nederbörd och högre temperaturer tillsammans med förändrad markanvändning och minskad markförsurning anses av många forskare vara viktiga faktorer. Brunifieringen ökar i Europa och Skandinavien men är i nuläget inte ett utbrett problem i Skåne. Däremot har brunifiering observerats i sjön Bolmen som är en av Skånes viktigaste dricksvattenresurser. Med brunifieringen följer problem med vattnets färg, smak och lukt vilket innebär att det försämras som råvara för dricksvattenproduktion. Följderna av en ökad brunifiering blir att kemikaliebehovet ökar i vattenverken men i vissa fall kommer detta

inte att räcka. Följden blir att nya reningstekniker måste utvecklas då de gamla teknikerna inte längre fungerar. Bland annat pågår forskning för att ta fram olika typer av filter som ska kunna avskilja det naturliga organiska materialet (humusmolekyler med mera) från dricksvatten.

De faktorer som påverkar brunifieringen påverkar också till stor del transporten av näringsämnen till våra vattenresurser med en ökad risk för övergödning som följd. Om våra vatten blir mer näringsrika, brunare och varmare, kan vi även förvänta oss betydande förändringar i sammansättningen av algar i vattendragen. Olyckligtvis är många av de alger som gynnas av förändringarna kända för att bilda giftiga algbloomningar. Att minska övergödningen av våra vattendrag är ett ständigt pågående arbete inom miljöarbetet generellt och som också påverkar dricksvattenförsörjningen positivt.

Redan idag är bekämpningsmedel ett relativt utbrett problem i skånska yt- och grundvatten. De förekommer i princip i alla vattendrag och kan mätas i en tredjedel av de skånska grundvattentäkterna som provtagits inom den regionala miljöövervakningen. Ökad nederbörd och extrema väderhändelser kan medföra att denna problematik ökar och att andra kemiska föroreningar och vattenburen smitta mobiliseras och hamnar i vattentäkterna. I samband med de senaste årens översvämningar runt om i Sverige har flera enskilda vattentäkter förorenats och flera utbrott av smitta har noterats. De flesta svenska vattenverken kan idag inte hantera starkt kemiskt förorenat råvatten, till exempel om ett dieselutsläpp drabbar en vattentäkt. Alternativet är då att förlita sig på reservvattentäkter. Skyddet mot mikroorganismer är i allmänhet bättre även om utrymme för förbättringar finns även här. Redan idag använder de flesta vattenverken flera olika skydd, så kallade barriärer, mot mikroorganismer men troligen måste dessa skyddsåtgärder ökas i framtiden och fler barriärer kombineras för att ett fullgott skydd ska uppnås.

Vattenverk och ledningsnät

Vattenkvaliteten hos råvattnet påverkas av en mängd faktorer som har redovisats i ovanstående avsnitt. Sammantaget gör dessa faktorer att tekniken för beredningen av dricksvatten i framtiden kommer att ha stor betydelse för dricksvattnets kvalitet. Framtida dricksvattenberedning kan komma att innebära en ändrad (ökad) kemikaliedosering, membranfilter, oxidationstekniker och desinfektion. Långsamma, kontinuerliga förändringar av råvattnet kommer att behöva hanteras med

andra åtgärder än de som krävs på grund av extremvädertituationer.

Tillgången på el är en mycket viktig förutsättning för att kunna rena och distribuera dricksvatten. Elkraft behövs vid allt från grundvattenpumpar och ytvattenintag till ledningsnätets tryckstegringsstationer. Ett säkert elnät och tillräckligt utbyggd reservkraftförsörjning blir därför viktiga delar också för dricksvattenförsörjningen.

En stor och på många sätt sårbar länk i dricksvattenkedjan är ledningssystemet. Ett ledningsnät kan omfatta flera tusen kilometer. Långa ledningssträckor saknar inspektions- och provtagningsmöjligheter eftersom rören är nergrävda vilket gör fel- och smittsökning mycket svår eller till och med omöjlig. Förutom de problem som kan uppstå vid översvämningar och inläckage vid trycklösa ledningar är risken för tillväxt av mikroorganismer i distributionsanläggningarna påtaglig. Tillväxten av bakterier i ledningsnätet kan fördubblas vid en ökning av temperaturen med 10 °C. Ny forskning har visat att den mikrobiella florin i dricksvattenledningarna, den så kallade biofilmen, är mycket viktig för vattenkvaliteten. Denna forskning kan också i förlängningen ge bättre möjligheter att övervaka och styra ledningsnätets funktion och även att bättre bedöma klimatförändringarnas påverkan på vattenkvaliteten i ledningsnäten. För att förbättra möjligheterna till underhåll och till exempel provtagning vid smittsökning kan avståndet mellan mät- och inspektionsbrunnar i nätet minskas vid en upprustning av ledningsnäten, om än till en viss merkostnad.



Risk- och sårbarhetsanalyser

Det är inte bara de långsiktiga och långsamma förändringarna inom dricksvattenförsörjningen som måste beaktas. Risken för såväl mindre oönskade händelser som akuta kriser i dricksvattenförsörjningen finns givetvis redan idag och riskerna kommer sannolikt att öka i framtiden med ett ökande antal extrema väderhändelser. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) anger i sin senaste riskbedömning (MSB, 2013) att krishanteringsförmågan i Sverige vid en kris som innebär behov av nödvatten och nödtoaletter är bristfällig, som bäst.

Som en del i ett förberedande och förebyggande arbete för att minimera riskerna för och konsekvenserna av olika händelser bör en noggrann genomgång av hot mot dricksvattenförsörjningen i olika typer av situationer göras i form av risk- och sårbarhetsanalyser. I samband med detta arbete upprättas med fördel beredskapsplaner och handlingsplaner att följa i en krissituation. Att arbeta förberedande och förebyggande för att kunna leverera ett säkert, hälsosamt och rent dricksvatten i alla situationer ingår till stor del i det ordinarie arbetet för alla dricksvattenproducenter.

Vägar framåt

Osäkerheterna är stora i de olika framtidsscenarier som beskrivs, både vad gäller klimatförändringar, befolkningsutveckling och vattenbehov. Detta faktum fråntar dock inte VA-huvudmännen eller myndigheterna ansvaret att planera för framtiden utifrån de kunskaper vi har idag. Några återkommande punkter som kommit upp vid flera tillfällen under projektets gång har sammanfattats i projektets förslag till Vägar framåt i arbetet med en tryggad dricksvattenförsörjning i ett föränderligt klimat:



- Det behövs en **regional planering** av vattenförsörjningen (ordinarie och reserv) som bör präglas av samarbete, helhetsyn, långsiktighet och anpassningsbarhet för att möta de utmaningar vi står inför i och med pågående klimatförändringar, inklusive ökande risker för extremare vädersituationer.
- **Övervakning** av såväl vattenmiljön som dricksvattensystemen bör vara anpassad till lokala förutsättningar och behov som ett led i att kunna leverera ett säkert dricksvatten i ett föränderligt klimat.
- **Skydd** av nuvarande och noggrant utvalda potentiella dricksvattenresurser bör planeras i ett regionalt och långsiktigt perspektiv genom samarbete mellan de olika huvudmännen. Hur vi lyckas skydda våra tillgångar kan vara helt avgörande för Skånes framtida försörjning av dricksvatten.
- Genom en **större flexibilitet** i systemen och **ökad beredskap** att hantera störningar bör vatten av tillräcklig mängd och kvalitet kunna levereras till hela befolkningen i alla uppkomna situationer.
- **Investeringar och underhåll** bör planeras resurseffektivt och på lång sikt med klimatanpassning i åtanke i alla steg.
- **Information och opinionsbildande aktiviteter** bör tydligt peka på vad som erhålls för dagens VA-avgifter och vilka åtgärdsbehov som finns, bland annat vad gäller klimatanpassning.
- För att säkerställa högsta kvalitet i dricksvattenförsörjningen även i ett föränderligt klimat bör VA-branschens aktörer delta aktivt i **forskning och utveckling**.

1 Inledning och bakgrund

1.1 Projektets organisation och syften

I januari 2013 startades projektet ”Klimatanalys för dricksvattenförsörjning i Skåne” på initiativ av Sydsvatten AB. Det fanns flera syften med projektet:

- att öka kunskapen om möjliga följder av klimatförändringar för dricksvattenförsörjning genom att samla olika typer av kompetenser.
- att skapa grund för vidare diskussioner om vilka åtgärder som är möjliga och nödvändiga för att säkra dricksvattenförsörjningen för framtiden och möta de utmaningar som klimatförändringar innebär.
- att öka medvetenheten hos planerare och beslutsfattare om den problematik som är förknippad med dricksvattenförsörjning i ett förändrat klimat.

Arbetet kan på så sätt bli ett avstamp för regionala och kommunala handlingsplaner för en klimatsäker dricksvattenförsörjning i Skåne genom att det i projektet sammanställs möjliga nya behov, strategier och åtgärdsalternativ som kan ligga till grund i det fortsatta arbetet med klimatanpassning av dricksvattenförsörjningen.

Projektet har genomförts med stöd av en arbetsgrupp där viktiga aktörer med kunskap om och ansvar för dricksvattenförsörjning och planering bjudits in. Arbetsgruppen har bestått av representanter från Länsstyrelsen i Skåne län, Region Skåne, Lunds universitet, Malmö högskola samt den kommunala VA-sektorn i regionen. En fullständig lista över arbetsgruppens medlemmar finns på sidan 2. Projektet har genomförts med hjälp av konsulter från Sweco Environment AB i Malmö.

Arbetsgruppen har träffats fyra gånger under 2013. Dessa fyra sammankomster har i tur och ordning behandlat följande teman:

Klimatförändringarna i Skåne fram till år 2100, vattenkvantitet och -kvalitet i ett framtida klimat, åtgärder mot klimatrelaterade förändringar i dricksvattenförsörjningskedjan samt åtgärder och vägar framåt i arbetet med att trygga dricksvattenförsörjningen. Dricksvattenförsörjningen är ett komplext system där många naturliga och tekniska processer behöver fungera i samklang för att ett dricksvatten av god kvalitet ska kunna distribueras till hushåll och andra vattenanvändare. I och med klimatförändringarna behöver systemet längs hela kedjan; från tillrinningsområde till tappkran via vattentäkt, vattenverk/beredning och distributionssystem, klimatsäkras för att vi även i framtiden ska ha en trygg och säker dricksvattenförsörjning. Klimatförändringarna kommer inte bara att förändra tillgången och kvaliteten på vatten, utan också förutsättningarna för och kraven på till exempel vattenverk och ledningssystem.

1.2 Dricksvattenförsörjning i Skåne idag

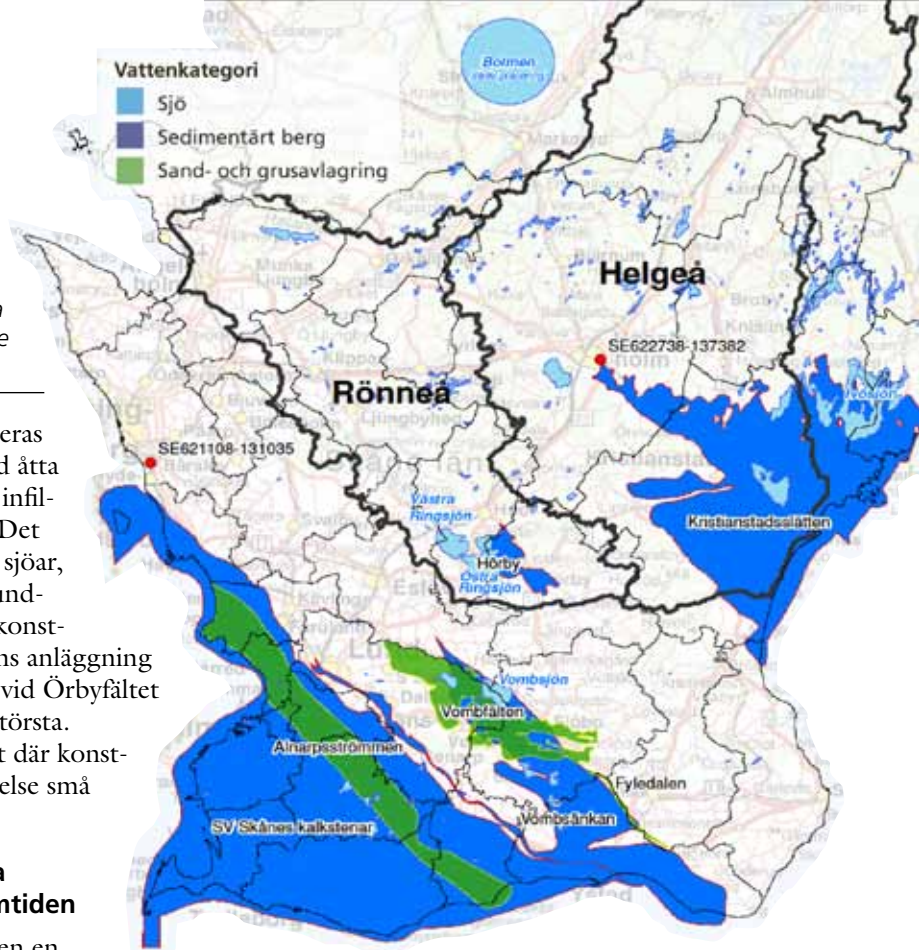
Av Skånes 33 kommuner har 16 valt att samverka kring dricksvattenproduktion i det gemensamma bolaget Sydsvatten. Invånarantalet motsvarar 75 procent av Skånes befolkning. (Två av delägarkommunerna är ännu inte anslutna till Sydsvattens distributionssystem.) Sydsvatten tar i huvudsak sitt råvatten från sjön Bolmen i Kronobergs län och från Vombsjön. Ringsjön är reservvattentäkt. Resterande skånska kommuner distribuerar dricksvatten ur olika lokala vattentäkter, varav merparten är grundvattentäkter.

De viktigaste anläggningarna i Skåne för dricksvattenberedning är Ringsjöverket som levererar vatten till cirka 500 000 invånare, Vombverket (levererar till cirka 350 000 invånare), Örbyverket (cirka 140 000 invånare), Bulltofta vattenverk (cirka 60 000 invånare) och Centrala vattenverket i Kristianstad (cirka 57 000 invånare).

Totalt uppgår antalet allmänna täkter i länet till drygt 170 stycken varav ett nittiototal uttag sker ur bergborrade brunnar och ett sextiototal ur jordlagerbrunnar. Resterande uttag sker ur täkter vilka inte har klassificerats eller där formationen är okänd.

De samlade uttagen för den kommunala vattenförsörjningen i Skåne var cirka 119 miljoner m³ under 2009. Sydsvatten distribuerade totalt 69 miljoner m³ dricksvatten varav 39 miljoner m³ kom från Bolmen/Ringsjön och 30 miljoner m³ från Vombsjön. Sydsvattenkommunerna producerade även ungefär 10 miljoner m³ vatten i egen regi. Övriga kommuner distribuerade således cirka 40 miljoner m³. Utöver detta är bedömningen att

Figur 1. Regionalt betydelsefulla dricksvattenresurser för Skåne län. Bilden är hämtad från den regionala vattenförsörjningsplanen (Lst i Skåne län, 2012a).



ytterligare 7 miljoner m³ produceras för enskild vattenförsörjning. Vid åtta vattenverk tillämpas konstgjord infiltration av yt- eller grundvatten. Det infiltrerade vattnet kommer från sjöar, vattendrag och återinfiltrerat grundvatten. Av anläggningarna med konstgjord infiltration utgör Sydvattens anläggning i Vomb och NSVA:s anläggning vid Örbyfålden utanför Helsingborg de enskilt största. Uttagen från övriga täkter i länet där konstgjord infiltration sker är i jämförelse små (Lst i Skåne län, 2012a).

1.2.1 Regionalt betydelsefulla vattenresurser idag och i framtiden

År 2012 publicerade Länsstyrelsen en regional vattenförsörjningsplan som innehåller en kartläggning och beskrivning av de vattenresurser som bedöms vara regionalt betydelsefulla för dricksvattenförsörjning idag och i framtiden (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). Urvalet gjordes utifrån samtliga vattenförekomster som finns definierade i Skåne. Vattenförekomst är ett begrepp som finns definierat inom den svenska vattenförvaltningen. En vattenförekomst är den minsta enhet vatten som kan statusklassas och förses med en miljö kvalitetsnorm att uppfylla. De vattenförekomster som bedöms vara regionalt betydelsefulla för dricksvattenförsörjningen benämns vattenresurser. De identifierade dricksvattenresurserna finns med som ett underlag för framtida analyser av dricksvattenförsörjningen i ett regionalt perspektiv.

Huvudkriteriet för att en vattenförekomst skulle bedömas vara en regionalt betydelsefull vattenresurs för dricksvattenförsörjningen i Skåne län var att den (teoretiskt) ska kunna försörja 50 000 personer vilket motsvarar en nybildning om 4 miljoner m³ per år. De sammanlagt 15 dricksvattenresurser som identifierades som regionalt betydelsefulla redovisas i Tabell 1 samt Figur 1.

Vattenresurs	Vattenkategori	Kommunala uttag (m ³ /år)
Bolmen (i Småland)	Sjö	43 600 000
Vombsänkan och Vombfålden med infiltration från Vombsjön	Sedimentärt berg, sand- och grusavlagring	31 000 000
Örbyfålden	Sand- och grusavlagring	16 570 000
Kristianstadslätten	Sedimentärt berg	10 300 000
Sydvästskånes kalkstenar	Sedimentärt berg	5 400 000
Alnarpsströmmen	Sand- och grusavlagring	5 020 000
Fyledalen	Sand- och grusavlagring	4 270 000
Galgbacken, Hässleholm	Sand- och grusavlagring	2 320 000
Hörby	Sedimentärt berg	690 000
Ringsjön	Sjö	Reserv

Tabell 1. Regionalt betydelsefulla vattenresurser för dricksvattenförsörjningen i Skåne. Sammanställning av kommunala uttag för 2009. Uppgifterna om uttag grundar sig på insamlad originaldata från Länsstyrelsens regionala vattenförsörjningsplan. Uppgifterna syftar till att ge en uppfattning om storleksordningen på uttagen från de betydelsefulla vattenresurserna.

2 Klimatet och klimatförändringar i Skåne

Klimatet har alltid förändrats, på både kortare och längre sikt. Såväl avståndet mellan solen och jorden och solens aktivitet varierar och gör så att klimatet varierar. På kort sikt innebär detta att vi får årstider, och på längre sikt att istider kommer och går. Mycket talar nu för att klimatet förändras relativt snabbt på grund av mänsklig påverkan och att den förändringen är betydande. Den senaste rapporten från FN:s vetenskapliga klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPCC, 2013) bekräftar att klimatförändringarna är reella, omfattande och långsiktiga. Rapporten beskriver också klimatförändringarna med större säkerhet än vad tidigare rapporter kunnat göra. Uppvärmningen av klimatsystemet är otvetydig. Atmosfären och världshaven har blivit varmare, mängden snö och is har minskat, havsnivåerna har stigit och halten av växthusgaser har ökat.

Klimat och klimatförändringar blandas ibland ihop med väder och väderleksväxlingar. Både väder och klimat beskrivs med hjälp av variabler som till exempel temperatur, nederbörd och molnighet, men vädret handlar om atmosfärens egenskaper och dess förändringar vid en bestämd tidpunkt eller under viss bestämd, relativt kort period. Klimatet däremot ges av de statistiska mått som vädret har på en viss plats för en definierad tidsperiod, oftast använder man utvalda 30-årsperioder, till exempel åren 1961–1990. Klimatet beskrivs i termer av medeltemperatur, genomsnittlig årsnederbörd, frekvensen av frostnätter, högst uppmätta dygnsnederbörd etc.

2.1 Klimatvetenskapen idag

Kunskapen om klimatet och dess förändringar förbättras ständigt genom den naturvetenskapliga forskningen. Klimatsystemet, klimatpåverkan, klimatets variationer och förändringar samt climateffekter studeras och diskuteras intensivt inom såväl den akademiska som den övriga världen.

De fundamentala fysikaliska processerna bakom klimatets föränderlighet är väletablerad kunskap, t. ex. när det gäller växthuseffekten, liksom att genomsnittstemperaturen vid jordytan stigit de senaste femtio åren. Det vetenskapliga samhället är också tämligen överens om att det är mycket sannolikt att det mesta av den observerade uppvärmningen beror på mänsklig klimatpåverkan främst genom utsläpp av så kallade växthusgaser.

Som utgångspunkt för klimatarbetet har man valt det så kallade tvågradersmålet (Rummukainen m. fl., 2011), det vill säga att den globala medeltemperaturhöjningen inte ska överstiga två grader jämfört med den förindustriella perioden. För att nå detta mål med i storleksordningen 70 % sannolikhet krävs att utsläppen i Sverige minskar fram till 2050 med cirka 70 % jämfört med 2005 års nivåer och förutsatt att vi från och med år 2050 har lika stora utsläpp per capita i världen. Den motsvarande siffran för hela EU är en minskning av cirka 80 %.

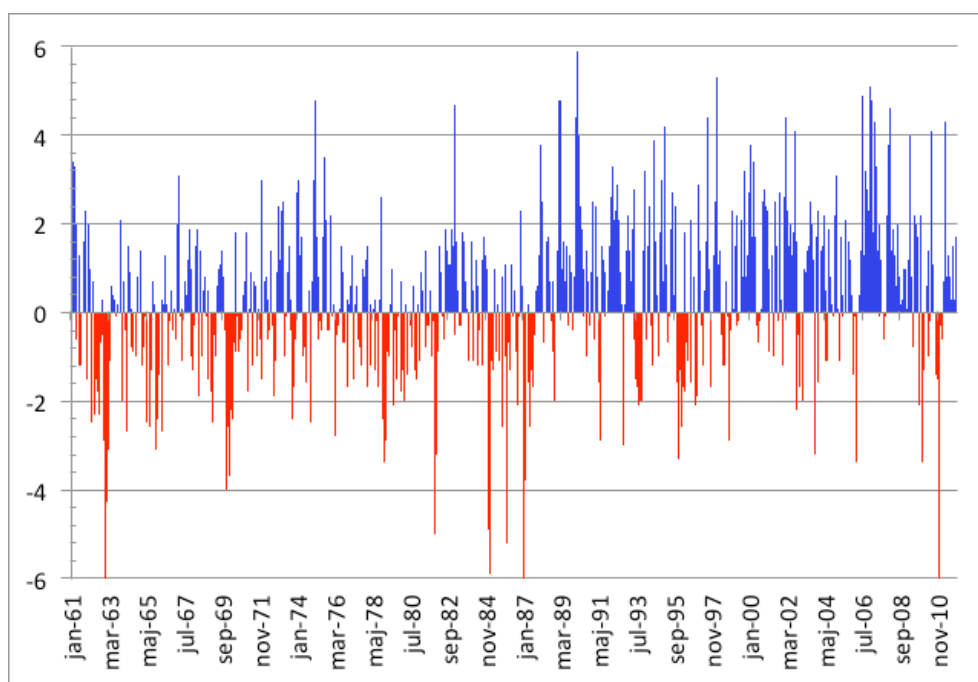
De modellberäkningar som görs av det framtida klimatet grundar sig i ett antal utsläppsscenarier som IPCC tagit fram (IPCC, 2000). Dessa scenarier är antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser och baseras på bedömningar om utvecklingen av världens ekonomi, befolkningstillväxt, globalisering, omställning till miljövänlig teknik med mera.

2.2 Det skånska klimatet förr, nu och i framtiden

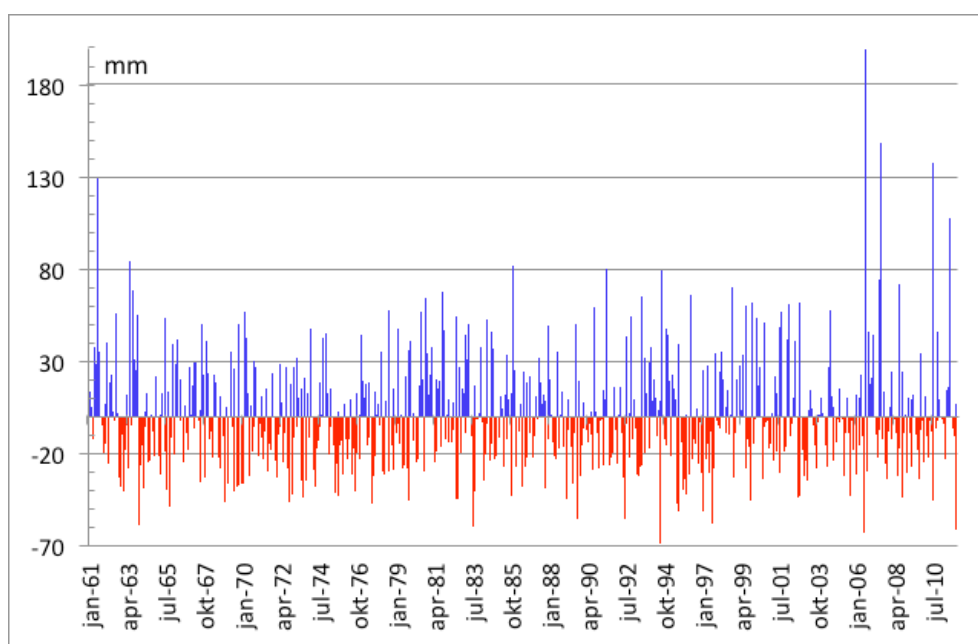
Under den senaste istiden rädde tundraförhållanden i stora delar av Mellaneuropa. När klimatet blev varmare minskade tundrans utbredning drastiskt. När inlandsisen drog sig tillbaka från Sverige etablerade sig växter och djur snabbt i de isfria områdena. Temperaturen ökade fram till för cirka 6000–7000 år sedan då sommartemperaturen var ett par grader högre än dagens och klimatet i Sydsverige liknade det som idag råder i norra Frankrike. Södra halvan av Sverige täcktes då i stor utsträckning av ädel-lövskog.

Därefter har temperaturen fortsatt att fluktuera. Den generella trenden visar dock att temperaturen successivt sjunkit under de senaste årtusendena. Det kallare klimatet har lett till att barrskogen brett ut sig på bekostnad av ädellövskogen.

I ett tidsmässigt närmare perspektiv visar SMHIs statistik att medeltemperaturen i Skåne tycks ha ökat något de senaste decennierna jämfört med medeltemperaturen under normalperioden 1961–1990, se Figur 2. Någon trend kan inte ses vad gäller nederbörd, se Figur 3. Dock har frekvensen av månader med mycket stor nederbörd ökat något.



Figur 2. Avvikelsen i månatlig medeltemperatur (°C) jämfört med normalperioden 1961–1990 vid SMHIs klimatstation nr. 5343 i Lund.



Figur 3. Avvikelsen i månatlig nederbörd (mm) jämfört med normalperioden 1961–1990 vid SMHIs klimatstation nr. 5343 i Lund.



Skåne innehar några svenska väderrekord, till exempel temperaturrekorden avseende högsta uppmätta månadsvärden i maj månad (32,5 °C i Kristianstad 1892), september månad (29,1 °C i Stehag 1975), november månad (18,4 °C i Ugerup 1968) och december månad (13,7 °C i Simrishamn 1977) (www.smhi.se). Den högsta dygnsnederbörd som en SMHI-station i Skåne inrapporterat var 159 mm i Båstad 26 juli 1937. Ett icke-officiellt, men troligt, dygnsrekord på 260 mm kommer från en privat mätning i Vånga i nordöstra Skåne, 31 juli 1959. Den högsta uppmätta månadsnederbörden är 333 mm i Bäckaskog (öster om Kristianstad) juli 1959 (Persson m. fl., 2011b). Även torka kan vara ett problem i Skåne. Svår torka rådde efter uppehållsväder 60 dagar i sträck under maj-juli 1992 i både Skåne och Blekinge.

SMHI:s klimatforskningsavdelning Rossby Centre har gjort ett antal regionala beräkningar av klimatet i Skåne fram till år 2100 med hjälp olika klimatmodeller och olika utsläppsscenarier (SMHI, 2013). Generellt visar dessa beräkningar att somrarna blir varmare och torrare och vintrarna varmare och blötare. Skånes årsmedeltemperatur väntas öka med 4 °C till cirka 11 °C, mest ökar temperaturen under vintern. De regionala temperaturskillnader som finns i dagens klimat, med varmare förhållanden vid kusten och svalare på mer höglänta områden, kan ses även i framtidsberäkningarna. Vad gäller nederbörden kan redan en ökning noteras, för perioden 1991–2010 ökade årsmedelnederbörden med ca 8 % i länet jämfört med perioden 1961–1990. År 2100 visar beräkningarna att årsmedelnederbörden ökat med cirka 20 % jämfört med referensperioden 1961–1990. Den största ökningen av nederbörden sker på de högre terrängpartierna, också här sker största den största ökningen under vintern. Kraftiga regn väntas även öka i intensitet, dvs. mer regn på kortare tid. En analys av data från klimatscenarierna visar en ökning på cirka 10 % fram till mitten av seklet och drygt 30 % vid seklets slut, för 30-minuters nederbörd med 10-års återkomsttid, i relation till referensperioden 1961–1990 (Persson m. fl., 2011b).

Att temperaturen och nederbörden förändras medför också att andra viktiga variabler i miljön ändras. Ett exempel är evapotranspirationen som beräknas öka med cirka 10 % fram till 2100. Evapotranspiration är summan av avdunstning och växternas vattenupptag och påverkas av såväl nederbörd som temperatur.

Det kan också nämnas att antalet dagar med torra förhållanden i marken under växtsäsongen beräknas öka med 50–80 dagar per säsong samtidigt som växtsäsongen förlängs med 50–70 dagar. Dessa förändringar bidrar tillsammans med de direkta klimatförändringarna till att vattenföringen i de skånska vattendragen och grundvattenbildningen förändras både kvantitetsmässigt och säsongsmässigt. Vattenföringen förändras med tiden så att den ökar i början och slutet av året och minskar under våren och sommaren. På årsbasis beräknas medelvattenföringen minska med cirka 5 % men sommartid med så mycket som 30 %. I Helge å beräknas det framtida 100-årsflödet öka med cirka 20 % medan det i Nybroån, Höje å och Råån väntas minska med cirka 10 %.

Resultaten av beräkningarna för havsnivåhöjning visar att för Skånes del höjs medelvattenytan med cirka 85 cm vid Viken, Barsebäck och Kungsholmsfört, och med cirka 90 cm i Klagshamn, Skanör, Ystad och Simrishamn. 100-årsvattenståndet beräknas variera mellan 215 cm och 260 cm kring Skåne läns kust år 2100 (Persson m. fl., 2011b). Stormfrekvensen, som är en viktig variabel när havsnivåhöjningen ska beräknas, väntas dock vara oförändrad i förhållande till det historiska klimatet (Persson m. fl., 2011b).

Ett flertal länsstyrelser i södra Sverige har låtit göra klimatanalyser för det egna länet, till exempel Jönköpings, Kronobergs, Blekinge och västra Götalands (Andréasson m. fl., 2012, Johnell m. fl., 2010, Persson m. fl., 2011a, Persson m. fl., 2012). Dessa analyser visar på temperatur- och nederbördsförändringar i samma storleksordningar som i Skåne fram till seklets slut.

3 Vattenförsörjning i ett förändrat klimat

Inom ramen för projektet har frågeställningar om hur de skånska vattentillgångarna påverkas av ett förändrat klimat hanterats både utifrån kvalitets- och kvantitetsaspekterna. Nedan redogörs för ett urval av processer och faktorer som ändrat klimat kan ge upphov till med avseende på vattenkvalitet och vattenkvantitet för både grund- och ytvatten.

3.1 Vattentillgång

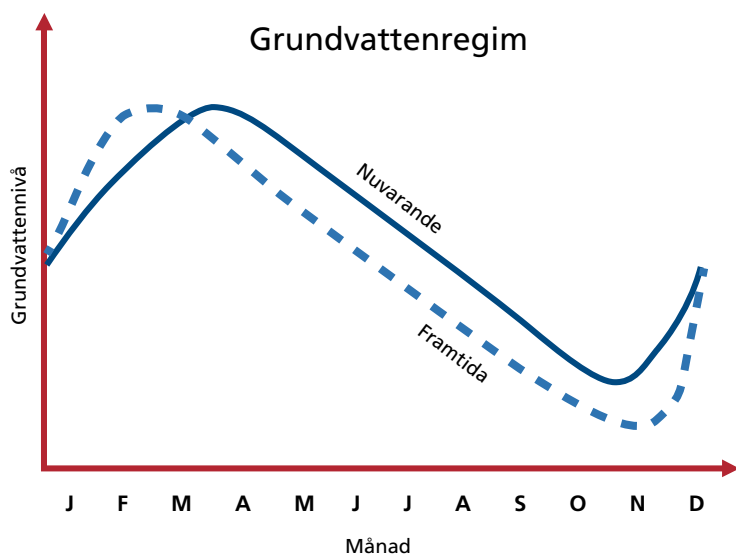
Årsmedelnederbörden i Skåne beräknas öka med cirka 20 % fram till år 2100, något mer i länets nordvästra del och något mindre i den sydöstra delen. I samband med detta och att nederbördens fördelning över året förändras påverkas vattentillgången i såväl grundvattenmagasin som ytvattenresurser. En stigande temperatur kommer att accentuera dessa förändringar ytterligare, månadsmedeltemperaturerna vintertid beräknas stiga med 3,5–4 °C, sommartid med cirka 2–2,5 °C. Temperaturen påverkar inte bara den direkta avdunstningen av vatten tillbaka till atmosfären, den påverkar även växternas transpiration och vegetationsperiodens längd.

3.1.1 Grundvatten

Grundvattenbildningens storlek påverkas av flera faktorer som i sin tur kan påverkas av klimatet. I de skånska magasinerna är evapotranspirationen (summan av avdunstning och växternas transpiration) som påverkar vattenförhållandena i såväl marken som i vattendragen av stor betydelse för grundvattenbildningen. En tumregel är att avdunstningen ökar 5–10 % per grad medeltemperaturökning. En ökning av nederbördsmängderna i ett område betyder alltså inte nödvändigtvis att markfuktighet, avrinning i vattendrag och grundvattenbildning ökar om temperaturen samtidigt ökar. I nordvästra Skåne beräknas evapotranspirationen öka med knappt 10 % till ungefär 600 mm årligen i medeltal under perioden 2071–2100.

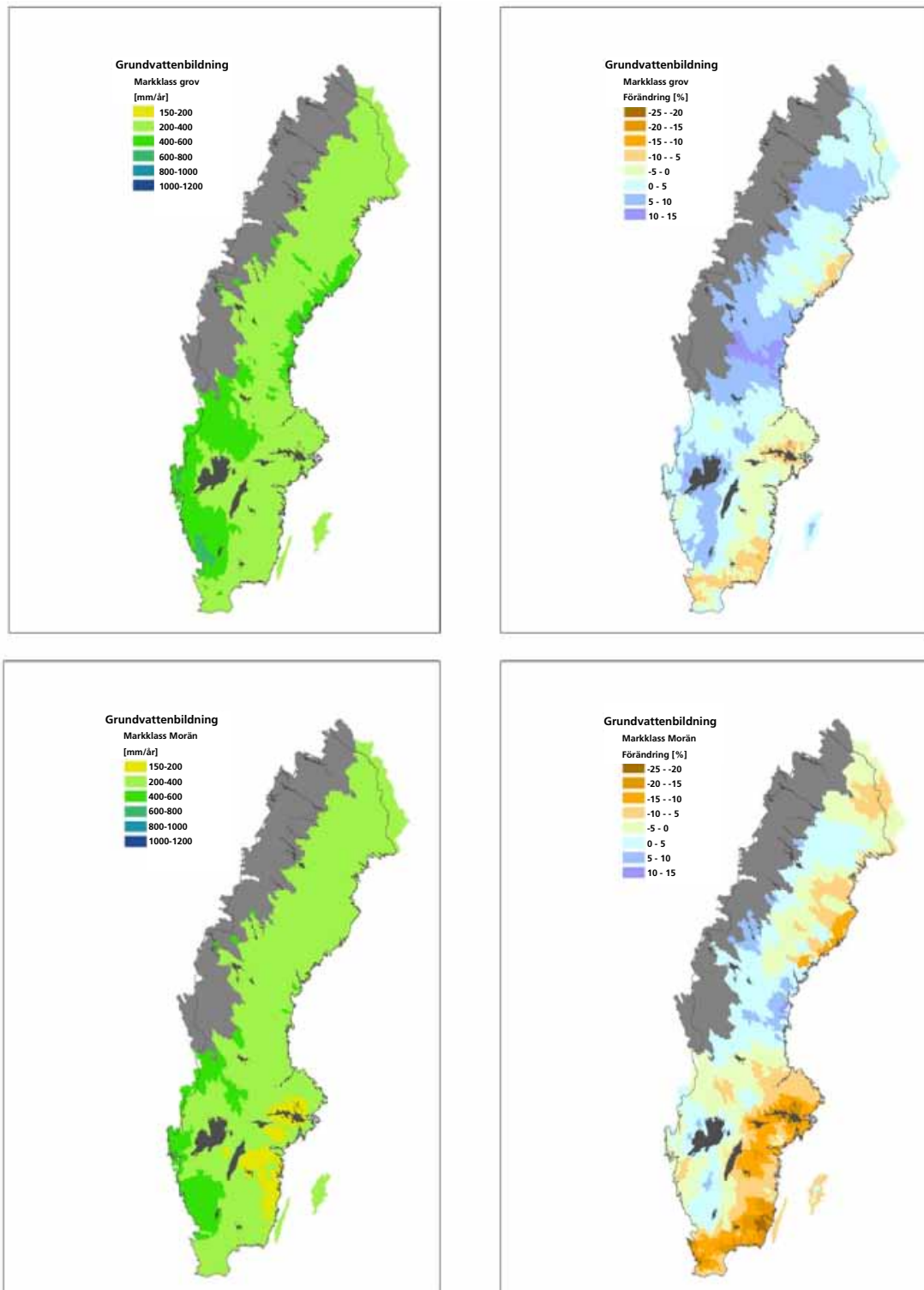
SMHI har i sina klimatsimuleringar beräknat att vegetationsperioden i Skåne kommer att förlängas med 50–70 dagar fram till år 2100 (Persson m. fl., 2011b) vilket således kan få stor betydelse för grundvattenbildningen i Skåne. En högre temperatur och längre växtsäsong kan även förändra nybildningsmönstret av grundvattnet. Detta på grund av att avsänkingsperioden, dvs. perioden med de lägsta nivåerna, generellt infaller under växtsäsong då växterna tar upp en del av det nedträngande vattnet som

annars hade fortsatt infiltrera och bilda grundvatten (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). De högsta grundvattennivåerna kan i framtiden i Skåne inträffa tidigare på året samtidigt som de lägsta nivåerna blir lägre och inträffar längre in på hösten än nu (SGU, 2012a).



Figur 4. Schematisk bild över nuvarande och framtida grundvattennivåer i Skåne (grov jord). Figuren är hämtad från den regionala vattenförsörjningsplanen, (Länsstyrelsen efter SGU, 2010).

I beräkningarna över förändrad grundvattenbildning syns för Skåne län en minskning på mellan 5–25 % på årsbasis i moränjordar och en ökning på 5 % till en minskning på 10 % i grova jordar (SGU, 2009).



Figur 5. Grundvattenbildning i dagens klimat, 1961–1990 (vänster) och i framtiden, 2071–2100 (höger). Kartorna ovan illustrerar grova jordar, nedan morän (SGU, 2012a) efter SGU, 2010.

Enligt studier som gjorts i Europa är det svårt att förutse hur grundvattenbildningen påverkas i ett framtida klimat. Det finns studier som visar på ökad grundvattenbildning för områden nära Skåne (i den aktuella studien avses Danmark), men problemen att förutse den framtida grundvattenbildningen beror inte bara av osäkerheter i indata (till exempel nederbörd) utan också på anpassningen och nedskalningen av de hydrologiska modeller som används (Taylor m. fl., 2013).

Vattenföringen i vattendragen förändras med tiden så att den ökar i början och slutet av året till följd framför allt av ökad nederbörd vintertid och på vissa jordar ökad ytavrinning på grund av vattenmättnad i de övre jordlagren. Under våren och sommaren kan en minskning till följd av minskad nederbörd och ökad evapotranspiration väntas. Årsmedelvattenföringen väntas minska med cirka 5 % och medelvattenföringen sommartid med ungefär 30 % fram till år 2100 (Persson m. fl., 2011b). Låga vattenstånd i ytvattentäkter kan leda till att tillgången på dricksvatten blir begränsad och vattenkvaliteten försämras då omsättningen av vattnet blir lägre. Följden av detta blir fler syrefria förhållanden som ökar frigörelsen av föroreningar och näringsämnen från bottensedimenten (Svenskt Vatten, 2007).

För att en vattenresurs inte ska sina får den mängd vatten som tas ut inte överstiga den nybildade eller tillrinnande mängden till resursen. För all vattenverksamhet, såsom uttag av vatten, gäller generell tillståndsplikt. Nuvarande praxis är att tillståndsgivandet bland annat regleras utifrån det aktuella vattenmagasinets vattenbalans. Att vattenuttaget inte överstiger nybildningen är även ett av kriterierna för god kvantitativ grundvattenstatus inom ramen för det svenska vattenförvaltningsarbetet.

3.1.2 Ytvatten

Stora vattenuttag för försörjning av till exempel storstadsregioner sker nästan uteslutande ur ytvattentäkter eller ur täkter som baseras på ytvattenuttag, exempelvis Helsingborg, Malmö och Lund. Det kan i sammanhanget nämnas att endast 9 % av Sveriges totala antal vattentäkter använder ytvatten, men volymmässigt står dessa vattentäkter för ungefär hälften av det vatten som distribueras från kommunala verk (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). Detta innebär alltså att ytvattentäakterna generellt sett är få men stora, och varje täkt tillgodoser stora delar av dricksvattenbehovet. Ungefär en fjärdedel av vattnet kommer från grundvattentäkter och den resterande fjärdedelen utgörs av konstgjort grundvatten. Sjöarna i Skåne är starkt näringsbelastade och relativt små. Likväl används Vombsjön för sydvästra Skånes vattenförsörjning medan Ringsjön är reservvattentäkt för hela Sydsvenskan. De flesta skånska vattendragen är olämpliga på grund av sin ringa storlek vilken medför att både kvantiteten och kvaliteten varierar stort över tiden. Däremot kan vissa vattendrag användas för att förstärka vattentillgången i grusförekomster som i sin tur används för dricksvattenuttag (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). Av denna anledning behandlar den regionala vattenförsörjningsplanen för Skåne (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a) endast översiktligt ytvattenresurser. Man konstaterar dock att det finns anledning att mer ingående belysa potentiella ytvattenresurser och deras betydelse för den lokala eller delregionala vattenförsörjningen i de kommunala vattenförsörjningsplanerna.

3.1.3 Konkurrens

Det finns många intressenter som är användare av yt- och grundvatten, vars förutsättningar (vattenbehov och tillgång på vatten) kommer att påverkas av ett förändrat klimat. Ändamål för vattenanvändning utöver dricksvatten är till exempel industri, energi och bevattning. Utifrån vad som är känt är lantbruket den enskilt största vattenanvändande branschen i Skåne. Skåne är nationellt sett ett jordbruksintensivt landskap med en förhållandevis stor andel bevattning, där grundvatten dominerar som källa. Behovet av bevattning skiljer sig dock lokalt även i Skåne. Ett större antal tillståndsgivna grundvattenuttag för bevattning finns i nuläget på Kristianstadsslätten och öster om Ystad. Ett begränsat antal finns i sydvästra delen av Skåne (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). Intressekonflikter kring ytvattenresurser kan uppstå då det är låg vattenföring under



sommarhalvåret i kombination med torka. Om för mycket vatten tas ut vid dessa tillfällen kan skador på ekosystemet uppstå. Det är Länsstyrelsens bedömning att utökade uttag för bevattning utgör den största risken för en ansträngd framtida grundvattensituation. Ett par exempel är Kristianstadslätten och Vombsänkan som inom vissa delar av vattenförekomsterna tidvis upplever perioder med konkurrens om vattnet.

För Kristianstadslätten är bedömningen idag visserligen att grundvattenförekomsten troligen kommer att ha god kvantitativ status 2015, men att till exempel området nordöst om Kristianstad har en vattenkonkurrenssituation eftersom uttagen, bland annat till bevattning, är betydande. Länsstyrelsen konstaterar att vattenuttagen måste kvantifieras på ett bättre sätt än hittills och jämföras med grundvattenbildningen innan risken ur kvantitativ synpunkt kan anses som liten. Också i Vombsänkan finns idag en viss konkurrenssituation om vattenresursen i förekomstens sydöstra del. Här sker uttag för både dricksvatten och bevattning och konkurrenssituationen bedöms kunna bli än mer påtaglig i ett förändrat klimat.

3.2 Vattenkvalitet

I dricksvattensammanhang måste vi skilja på kvaliteten på råvattnet som används för produktion av dricksvattnet och dricksvattnet självt. Gällande dricksvatten har EU:s medlemsländer enats om ett gemensamt direktiv som innehåller minimikrav på dricksvattenkvaliteten. Direktivet har i Sverige införlivats i Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (Livsmedelsverket, 2001).

3.2.1 Grundvattenkvalitet

En mycket betydelsefull aspekt i grundvattnets sammansättning och kvalitet är sättet på vilket det bildas, dvs. tränger ner i marken som regn eller som ytvatten. Det är längs vägen ner genom marken, som olika markprocesser sker. Av särskild vikt för reningen av vattnet är uppehållstiden i den omättade, luftade zonen ovanför grundvattenytan. Upphållstiden beror bland annat på materialets genomsläpplighet och den omättade zonens mäktighet.

Utän bättre kunskap om grundvattnets naturliga kemiska variationer i olika skalor och geologiska miljöer (SGU, 2012a) är det, enligt SGU, i nuläget inte möjligt att förutsäga hur, eller i vilken grad, förändringar av temperatur och nederbörd kommer att påverka de processer som sker när vatten infiltrerar i marken och bildar grundvatten. Kunskapen om klimatförändringarnas påverkan på grundvattensystem är även internationellt sett begränsad (Taylor et al, 2012). Av den forskning som har gjorts har majoriteten av studierna fokuserat på grundvattenkvantitet och relativt få har handlat om grundvattnets kvalitet. Grundvattnets kvalitet bedöms, där kvalitetskraven är höga, kunna bli en begränsad faktor för användning i framtiden. Detta kan till exempel gälla vid dricksvattenförsörjning och bevattning (Treidel m. fl., 2011). SGU bedömer däremot det sannolikt att en förändrad markanvändning till följd av ett förändrat klimat orsakar en större påverkan på grundvattenkvaliteten än de förskjutningar som kan uppstå i naturliga markprocesser (SGU, 2012a).

Klimatförändringarna kan påverka uppehållstiden i marken och därmed många av de processer som bland annat ger reduktion av mikrobiologiska ämnen.

Vid ökad nederbörd stiger grundvattennivåerna. Det är särskilt betydelsefullt vid vattentäkter med konstgjord infiltration av ytvatten då den luftade, omättade zonen är betydelsefull för reningen av vattnet. Inducerad infiltration, vilket kan ske vid uttag av grundvatten nära ytvatten (sjö eller vattendrag), kan vid översvämningar skapa nya infiltrationsytor med kortare uppehållstider i marken och försämra reduktionen av smittämnen. Grundvatten med konstgjord infiltration finns vid åtta anläggningar i Skåne.

Grundvatten har normalt en jämnare och lägre temperatur än ytvatten men i ett varmare klimat kan temperaturen hos grundvattnet såväl som hos ytvattnet generellt väntas öka (Svenskt Vatten, 2007). Vid konstgjord och inducerad infiltration blir temperaturhöjningen påtaglig då ytvattnet som infiltreras värmts upp än mer.

En temperaturökning medför även att nedbrytningsprocesserna i marken går snabbare vilket gör att organiskt material och föroreningar kan brytas ner snabbare än idag, det samma gäller även för organiska föroreningar som till exempel olja och lösningsmedel (SGI, 2007).

Förändrade grundvattennivåer kommer att innebära större eller mindre effekter på halterna av kemiska ämnen i mark- och grundvattensystemet vilket kommer att ha betydelse för dricksvattenförsörjningen (SGU, 2012b). Teoretiskt innebär större nederbördsmängder att vattnet tränger ner snabbare i marken i den omättade zonen. Att denna process går snabbare borde medföra försvagade jonbytesprocesser och utspädd borttransport av vittringsprodukter vilket medför lägre mineralhalter i det vatten som bildar grundvatten (SGU, 2012b). Förändrade halter av löst syre i grundvattnet till följd av en förändrad lufttemperatur kan påverka reaktionshastigheter, redoxreaktioner, processer relaterade till bland annat kväve och kol i marken men också på föroreningar (Treidel m. fl., 2011). En längre omsättningstid av grundvatten (till följd av en minskad vattentillgång) kan ge en ökad vittring av naturligt förekommande ämnen från mark och berggrund till grundvattnet (Svenskt Vatten, 2007).

Föroreningar i vatten kan utgöras av exempelvis bekämpningsmedel, läkemedelsrester eller tungmetaller. I vilken utsträckning en förorening sprids i mark och grundvatten beror på bland annat markens porositet, nederbördsmängder, grundvattennivåer och egenskaper hos föroreningen. Förändrade nederbördsmängder och grundvattennivåer kan således även påverka föroreningars mobilitet och därmed möjligheten till spridning.

Risken för saltvatteninträngning i vattentäkterna kan öka både till följd av risken för en stigande havsvattennivå men också ökade uttag. Risken gäller främst kustnära vattentäkter. I kustnära områden kan grundvattennivåerna höjas då havsvattnet pressas upp mot land. Länsstyrelsen i Skåne har gjort en översiktlig analys i en rapport avseende stigande havsvattennivåer. Av rapporten framgår att tio grundvattenskyddsområden i Skåne delvis ligger lägre än 5 meter över havsnivån (Länsstyrelserna i Skåne och Blekinge län, 2008)

3.2.2 Ytvattenkvalitet

En temperaturökning som ger varmare vinter, vår och höst kan medföra att det blir längre skiktbildningsperioder i sjöarna vilken kan öka halten av mangan och/eller järn samt fosfor genom att fosfor släpper från bottensedimenten. En temperaturökning av ytvattnet kan också medföra en ökad risk för algbloomning och förändrad algartsammansättning i södra Sverige (Svenskt Vatten, 2007).

Brunifiering betyder att vattnets färg ökar (vattnet blir gult/brunt) till följd av ökade koncentrationer av humusämnen, järn och mangan. Det har konstaterats att koncentrationen av humusämnen (naturligt organiskt material) i ytvatten har ökat i Europa, framförallt i de skandinaviska länderna (Hongve m. fl., 2004) och i Skottland. Inom forskningsvärlden framförs olika faktorer som orsaken till ökningen. Klimatförändringen som med ökad nederbörd och temperatur ger ökad nedbrytningshastighet av organiskt material och därmed läckage av humusämnen är en av orsakerna som ofta anges. Minskad svaveldeposition och förändrad markanvändning antas också bidra till att läckaget av humusämnen blivit större genom att nedbrytningen av organiskt material i marken ökar (Evans m. fl., 2005).

I Figur 6 visas var en ökad brunifiering av sjöar och vattendrag sker i delar av Skandinavien. Som kartan visar är brunifiering inte ett utbrett problem i Skåne. I sjön Bolmen, belägen i Småland, som idag är den största vattenresursen för Skånes dricksvattenförsörjning, har brunifieringen ökat de senaste 20 åren (Länsstyrelserna i Jönköpings och Kronobergs län, 2011). I vattendrag i Skåne som har sina avrinningsområden i skogsområden finns tendenser till brunifiering.

Avloppsreningsverk, enskilda avlopp och jordbruk är ofta källor till kväve och fosfor i sjöar, vattendrag och grundvatten. Vid en ökad temperatur i marken ökar den biologiska aktiviteten och därmed också kvävetillsättningen (Ducharne m. fl., 2007).





Tabell 6. Regionala humustrender i Sverige och Norge mätt som TOC (total organic carbon) i 344 sjöar. Sjöarna i det skuggade området har en signifikant ökning i humushalt under perioden 1990–1999 (Länsstyrelserna i Jönköpings och Kronobergs län, 2011).

I samhället vidtas idag ett flertal åtgärder för att minska läckaget av näringsämnen. De kemiska processer som ökar kvävet rörlighet i ett varmare klimat kan dock motverka de vidtagna åtgärderna. Näringsläckage behöver betraktas i ett större perspektiv även om det är mycket svårt att bedöma den samlade påverkan på näringsläckaget i framtiden. Ett intensivare jordbruk med fler skördar per år kan medföra ett minskat näringsläckage genom att marken är beväxt längre. Samtidigt kräver fler skördar en ökad markbearbetning

som i sin tur kan leda till ett ökat näringsläckage (SGU, 2012a). En längre växtsäsong i framtiden kan även leda till odling av nya grödor som i sig kan påverka storleken på näringsläckaget (SGU, 2012a).

Algblomningen kan komma att öka till följd av större näringstillförsel och högre temperatur. Algerna kan orsaka dålig lukt och, beroende på reningsprocess, bidra till högre halt av organiskt material i dricksvattnet. Detta i sin tur kan leda till ökad tillväxt av mikroorganismer i distributionssystemet för dricksvatten. Algblomningen kan periodvis även orsaka höga halter av algtoxiner i råvatten. I Vombsjön liksom i flera andra skånska sjöar sker redan idag algblomningar där cyanobakterier förekommer.

I vilken utsträckning kemiska föroreningar sprids i ytvatten beror på ett antal faktorer, bland annat mängden nederbörd, egenskaperna hos de kemiska ämnena och adsorptionskapaciteten hos suspenderat eller löst material i vattnet.

3.2.3 Mikrobiologisk smitta

Förorening av vatten med mikrobiologisk smitta, virus, bakterier eller parasiter är den vanligaste och mest utbredda hälsoriskknuten till utbrott av vattenburna sjukdomar. De mikroorganismer som orsakar sjukdomar kallas patogena mikroorganismer eller patogener. Inte sällan har sjukdomsutbrotten sin orsak i gödsel- eller avloppspåverkan på dricksvattnet (Livsmedelsverket, 2005). Spridningen av mikroorganismerna kan ha sin orsak i t.ex. bräddning av avloppsvatten eller på grund av kraftiga skyfall på betesmarker nära vattentäkterna. Nästan alla aktuella smittämnen har kortare inaktiverings-tid vid högre temperatur och tillväxer normalt inte utanför värddjuret de parasiterar på. Generellt ökar alltså inte halten mikroorganismer i vattentäkt eller ledningsnät på grund av tillväxt. En ökning orsakas vanligen av förorening utifrån. Ett viktigt undantag är *Legionella* som börjar tillväxa vid en temperatur av 18 °C, har sitt tillväxtmaximum runt 40 °C och därför kan tillväxa i VVS-installationer och ledningsnät om inte vattnet upphettas till över 60 °C.

I ett förändrat klimat ökar riskerna för förorening utifrån till följd av översvämningar, intensiva regn och torka. Riskerna för smitta ökar även i de senare delarna av vattenförsörjningskedjan. Vid högre vattentemperaturer kommer det troligen att vara lättare för olika patogener att tillväxa, vilket kommer att kräva en mer omfattande rening av råvattnet. Varmare somrar kan även medföra att nya vattenburna, sjukdomsframkallande mikroorganismer kan etablera sig i svenska vatten (Svenskt Vatten, 2007).

Vattenverken i Sverige är främst byggda för att avlägsna bakterier och vanligen används kemisk fällning, filtrering samt desinfektion med klor, ofta i kombination, för rening. De koncentrationer av klor som används i Sverige fungerar i princip inte på parasiter och har liten verkningsgrad på virus (Svenskt Vatten, 2007). Andra desinfektionsmedel förekommer också, till exempel UV-ljus som kan reducera parasiter, och ozon som dock inte är effektivt mot alla mikroorganismer. Det är inte ovanligt att det vid mindre vattenverk dessutom ofta finns en begränsad möjlighet att hantera påträffad mikrobiologisk smitta i beredningen.

För grundvatten sker en del av reduktionen av mikroorganismer vid infiltration i marken som en typ av mikrobiologisk barriär. Faktorer som kan påverka möjligheten till reduktion i marken är till exempel låg vattentemperatur, högt humus innehåll och jonsvaga vatten. Klimatförändringen kan både minska och öka riskerna ur dessa aspekter. En högre vattentemperatur minskar riskerna samtidigt som ett högre humus innehåll och jonsvaga vatten ökar riskerna (Svenskt Vatten, 2007). Vid konstgjord infiltration är den luftade zonen särskilt viktig för reduktion av smittämnen. Höjda grundvattennivåer och en därmed minskad omättad zon kan således inverka negativt på reduktionen av eventuella smittämnen.

3.3 Vattenverk och ledningsnät

Klimatförändringen, både i form av ökad nederbörd och högre temperaturer, kan påverka vattenverk och distributionssystem på flera sätt. Exempelvis ökar risken för akuta händelser som kan resultera i avbrott i vattenleveransen, otjänligt dricksvatten och spridning av smitta vid översvämning av vattenverk, brunnar och ledningsnät vilket i sin tur kan leda till att dricksvatten förorenas (Svenskt Vatten, 2007).

Tillgången på el är en mycket viktig förutsättning för att kunna rena och distribuera dricksvatten. Elkraft behövs vid allt från grundvattenpumpar, ytvattenintag och reningsutrustning i vattenverken till ledningsnätets tryckstegringsstationer. Avloppsledningar och vattenledningar är som regel kulverterade gemensamt, oftast med avloppsledningen underst. Vid höga grundvattennivåer kan utläckande avloppsvatten tränga in i vattenledningen om vattenledningen är trycklös. Detta kan ske om strömförsörjningen samtidigt satts ur funktion. Elförsörjning och reservverk är därför en viktig förutsättning för en säker dricksvattendistribution. De större anläggningarna är oftast utrustade med reservkraft men det är svårt att täcka in alla delar i systemet. Problem med strömförsörjningen vid åskväder är vanligt redan idag och risk finns i framtiden för att styr- och reglersystem i större utsträckning slås ut. När det gäller reservverk är stölder ett växande problem som bör uppmärksammas. Breddning och nödavledning av avloppsvatten kan bli ett ökande problem, det förekommer till exempel breddavlopp uppströms vattenintag med risk för förorening av dricksvatten. Vid större marköversvämningar kan också vattenverk eller brunnar översvämmas, särskilt om de är belägna på lågt liggande platser.

Vattenkvaliteten hos råvattnet påverkas av en mängd faktorer som har redovisats ovan. Sammantaget gör dessa faktorer att tekniken för beredningen av dricksvatten i framtiden kommer att ha stor betydelse för dricksvattnets kvalitet. Framtida dricksvattenberedning kan komma att innebära en ökad kemikaliedosering, membranfilter, oxidationstekniker och desinfektion. En ökad användning av oxidationsprocesser samt kemisk desinfektion kan leda till att det bildas fler biprodukter i vattenreningsprocessen.

Av stor betydelse för den framtida vattenberedningen med anledning av ett förändrat klimat är förhållandet mellan ordinarie drift och nödsituation till följd av extremväderhändelser samt beredskapen inför en eventuell nödsituation. Långsamma, kontinuerliga förändringar av råvattnet kommer att behöva hanteras med andra åtgärder än de som krävs på grund av extremvädersituationer. Däremellan behöver beredskapen inför extremväderhändelser troligen utökas med anledning av både en ökad sannolikhet för och intensitet av en extremväderhändelse. Det kommer troligen även att behövas



utökad övervakning av vilka föroreningar som finns i råvattnet men också av de ”nya” föroreningar som kan bildas som biprodukter i och under vattenreningsprocessen. Dessa biprodukter behöver i sin tur riskbedömas med avseende på eventuell påverkan på människors hälsa. En utökad övervakning kan även medföra ett ökat kunskapsbehov gällande till exempel nya berednings- och mättekniker.

Med anledning av vad som redovisats ovan kommer sannolikt kostnaderna för att producera och distribuera dricksvatten att öka och vattenverken samt ledningsnätet kommer att behöva anpassas efter de nya förutsättningarna hos bland annat råvattnet. Åtgärdsbehoven kommer dock sannolikt att variera mellan vattenverken beroende på nuvarande status, vattentäkt, sårbarhet med mera.

Vid ett förändrat klimat följer inte bara en förändrad råvattenkvalitet utan också att kvaliteten på råvattnet förändras snabbare. En snabbt förändrande kvalitet vid till exempel extremväder utgör en ökad risk för kemiska och mikrobiologiska störningar på ledningsnätet (Svenskt Vatten, 2007). Ett förändrat klimat gör även att det finns en ökad risk för högre dricksvattentemperaturer. Detta ökar i sin tur risken för tillväxt av mikroorganismer i ledningsnätet vilket främst kan ge lukt och smakstörningar (Svenskt Vatten, 2007).

Fungerande vattentäkter och vattenverk är inte en garanti för att ett bra dricksvatten levereras till kund. Vid störningar i distribution, ledningsnät eller tryckstegringsstationer kan stora delar av samhället drabbas. En av de största riskerna vid ett trycklöst ledningsnät, är att förorenat vatten läcker in i dricksvattenledningarna.



4 Anpassning, skadebegränsning, riskreducering – åtgärder för en tryggad vattenförsörjning

4.1 Åtgärder i avrinningsområden och vattentäkter

4.1.1 Översvämning

Översvämningar är naturligt förekommande och kan i sig inte helt elimineras men verkningarna av en översvämning kan förebyggas till viss del. När, var och hur stor en översvämning blir beror på flera olika orsaker. Naturligtvis spelar den topografiska situationen och nederbörden en stor roll, men också situationen i det omgivande avrinningsområdet är betydelsefull. Markens förmåga att absorbera vatten beror exempelvis på jordart, markanvändning, vattenmättnad och tjäle, se mer om detta nedan. Även havsvattenståndet påverkar risken för översvämningar och kommer att förändras i ett framtida klimat. Beräkningar visar att en global höjning av havsnivån på +1 m fram till år 2100 för Skånes del innebär att medelvattenytan höjs med 85–90 cm. Vattenstånd med 100 års återkomsttid höjs med 85–90 cm, dvs. på samma sätt som medelvattenytan. Detsamma gäller 2, 10 och 50 års återkomsttid. Det innebär att kring år 2100 beräknas 100-årsvattenståndet variera mellan 215 cm och 260 cm längs Skånes kust (Persson m. fl., 2011b).

Översvämningar kan påverka dricksvattenförsörjningen på flera sätt, både fysiskt och vattenkvalitetsmässigt. Ökade flöden i vattendragen tillsammans med en höjd havsnivå kommer att leda till fler och allvarigare översvämningar som kan leda till ras, skred och höga flöden till och i vattendragen. Dessa verkningar kan hota ledningar, pumpstationer och andra fasta installationer i vattenförsörjningssystemet. I Skåne förekommer endast en måttlig risk för ras och skred i vissa utsatta områden eftersom stora delar av länet är täckt av morän eller lerig morän som vanligtvis är relativt stabila. Risken för ras och skred ska dock inte helt negligeras, exempelvis i strandzonen. Om marken blir vattenmättad i branta lägen kan ras eller skred inträffa även i Skåne.

De styr- och reglersystem som idag används i vattenförsörjningssystemen är sofistikerade men relativt känsliga för störningar och kan i en översvämningssituation lätt slås ut. Krisberedskap är därför viktig och en väl genomtänkt handlingsplan där ett icke fungerande styr- och reglersystem är beaktat bör upprättas i händelse av översvämning.

Bland de konkreta förslag som framkommit under projektets workshops har nämnts att anlägga eller förhöja invallningar och borrar, täta sprickor och luckor i anläggningarna och att kontrollera luftarna på nätet. Detta är relativt enkla åtgärder med stor effekt på skyddet mot översvämning. Förstärkningar av byggnadsgrunder och fundament kan också behövas för att minska risken för underminering.

En kartläggning av de geologiska, hydrauliska och hydrologiska förutsättningarna i anslutning till anläggningsområden och ledningar med klimatförändringar i åtanke kan peka ut de mest sårbara områdena. I Skåne finns ett läns eget miljömål om klimatanpassning som innebär att alla kommuner i Skåne senast 2015 ska ha identifierat och analyserat risker för översvämningar, ras, skred och erosion (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012b).

4.1.2 Markanvändning

Markanvändningen påverkar dricksvattenförsörjningen och dess produktions- och distributionssystem på flera sätt, både fysikaliska och hydrologiska såväl som kemiska och biologiska faktorer påverkas av markanvändningen.

Risken för skador till följd av översvämningar ökar på grund av klimatförändringarna men också på grund av ökad bebyggelse och minskad naturlig vattenhållningsförmåga vid förändrad markanvändning. Förtätning av bebyggelse och ökad andel hårdgjorda ytor, främst i tätorter, medför att belastningen på dagvattensystem och i slutänden på de recipienter som ska ta emot dagvattnet ökar. Åtgärder mot denna typ av problematik vidtas redan på många håll vid planering av nya bostads- och industriområden genom lokalt omhändertagande av dagvattnet till exempel i dammar, på gröna tak och genom att välja genomsläppliga material vid hårdgörningen av marken.

Förändrad markanvändning kan betyda försämrat skydd mot erosion och skred om vegetationens jord- och markstabiliserande egenskaper försämras eller helt försvinner såsom nämnts ovan. I ett jordbrukslandskap räcker det ofta om vegetationen på slänterna ner mot recipienten eller en kantzoon mellan åker och vattendrag sparas för att den ska kunna binda jorden och därmed minska erosionen.

Vattenkvaliteten i både yt- och grundvattentäkter riskerar att påverkas vid förändrad markanvändning, främst inom jordbrukssektorn. Humushalten, som bland annat påverkar ytvattnets färg och ljusförhållanden, är en kvalitetsfaktor som är starkt beroende av avrinningsområdets markanvändning, förutom att den också beror av jordarterna, vegetationen, hydrologin och klimatet i avrinningsområdet. Ändrade näringsämnes- och humushalter i avrinnande vatten leder till övergödning och brunifiering av vattendrag och i förlängningen giftiga algbloomningar och eventuellt förändrad artsammansättning i de limniska ekosystemen (Hansson m. fl., 2009). Grundvatten påverkas av närsalter och andra kemikalier som används i samhället och på mark, t.ex. bekämpningsmedel. Det finns en mängd åtgärder som inte är specifikt ämnade för att skydda våra vattentäkter utan för att minska belastningen av näringsämnen och kemikalier på vattendrag och grundvatten. Våtmarker och dammar, gärna i kombination, har idag blivit relativt vanliga inom miljöarbetet och används för att rena både näringsrikt jordbruksvatten och därmed minska risken för övergödning, och för att rena förorenat dagvatten. En väl genomtänkt odlings- och gödslingsstrategi kan också bidra till att minska näringsläckaget liksom optimering av annan kemikalieanvändning.

För att skydda både nuvarande och potentiella vattentäkter från föroreningspåverkan och markanvändning som på sikt kan påverka vattenkvaliteten negativt kan vattenskyddsområden inrättas och skyddsföreskrifter för området utformas. Detta kan göras av en kommun eller en länsstyrelse enligt den handledning som Naturvårdsverket gav ut 2011 i reviderad version (Naturvårdsverket, 2011). Föreskrifterna kan ses som ett komplement till vad som redan gäller för området enligt andra bestämmelser och ska säkerställa att syftet med vattenskyddsområdet uppnås. Genom att inrätta vattenskyddsområden underlättas till exempel planarbeten i och med att vattenförekomsten tydliggörs genom att den anges i olika fysiska planer. Dessutom görs det klart vad som gäller för verksamhetsutövare och andra intressenter inom området för att vattenförekomsten ska få ett tillräckligt skydd utifrån vad som står i till exempel miljöbalken. Vattenskyddsområden är idag bara inrättade för ett fåtal av de skånska vattentäkterna men arbetet med att inrätta fler pågår. Totalt finns idag 164 skånska vattenskyddsområden registrerade i Naturvårdsverkets databas (<https://sn.vic-metria.nu/skyddadnatur/index.jsf>). Av de 160 allmänna grundvattentäkter som rapporterats in från Skånes län till SGU:s vattentäcksarkiv saknade 42 stycken vattenskyddsområde år 2013. De vattentäkter som har skyddsområde i Skåne län står för 94 procent av vattenuttaget (Naturvårdsverket, 2013).

4.1.3 Miljöövervakning

Övervakningen av våra vattenförekomster regleras i vattendirektivet och implementeras i Sverige bland annat genom övervakningsföreskrifter från Naturvårdsverket (2006) och SGU (SGU, 2006) samt i allmänna råd och handböcker från Naturvårdsverket. För vattenförekomster som tjänar som vattentäkter är kraven på övervakning högre än för andra vattenförekomster. För grundvattenförekomster krävs, förutom kvalitativ, också kvantitativ övervakning.

Ändrade förhållanden både vad gäller klimat och markanvändning kräver översyn av såväl vattenskyddsområdenas avgränsning som de föreskrifter som reglerar övervakningen (Naturvårdsverket, 2006). Ökad kontroll av förhållandena inom och kring vattenskyddsområden och anläggningar samt uppföljning av vattenkvalitet genom miljöövervakning kommer att behövas. Tillsynen av miljöfarliga verksamheter kan också behöva skärpas, särskilt i vattenskyddsområdenas närhet. I Naturvårdsverkets handbok om vattenskyddsområden (Naturvårdsverket, 2011) påpekas att det är viktigt att vattenskyddsfrågorna belyses och att samarbete mellan till exempel kommunernas miljönämnder, länsstyrelsen och huvudmännen kan behöva stärkas för att förebygga problem och effektivisera skyddet.

Övervakning kan ge värdefull information om de processer som pågår i våra vattentäkter. Många processer är långsamma och trenderna är svåra att säkert observera om dataunderlaget är för litet. Ju längre tidsserier med data man har desto lättare kan man se dessa trender och få en förståelse för vad som händer i och omkring vattentäkten. Det gäller alltså idag att försöka tänka på vilka processer som kan bli viktiga i ett framtida klimat och därmed vilka parametrar vi ska mäta för att underlätta för den framtida vattenförsörjningen.

Ett tänkbart instrument att använda för att stärka miljöövervakningen vad gäller både kvalitet och kvantitet är någon modell av samordnad recipientkontroll, av det slag som genomförs i vattendrag. Ett sådant koncept skulle vara särskilt användbart för stora vattenförekomster med många uttag, till exempel Kristianstadslätten. De som tar ut vatten från vattenförekomsten får gemensamt bekosta en översiktlig övervakning av hela avrinningsområdet. Detta skulle inte bara ge en god bild av vad som händer med vattenförekomsten och dess avrinningsområde, det skulle också synliggöra och tydliggöra för vattenbrukarna att de är en del av den helhet som avrinningsområdet utgör.

4.2 Åtgärder i vattenverken

Vattenverkens huvudsakliga uppgift är att rena dricksvattnet från mikroorganismer och kemiska ämnen, både naturligt förekommande (såsom naturligt organiskt material (NOM)) och kemikalier som härstammar från utsläpp. Hur reningsprocessen är utformad beror på anläggningens storlek och på råvattnets kvalitet. Ju renare råvatten desto enklare reningsprocess kan användas.

De svenska vattenverken kan idag i allmänhet inte hantera starkt förorenat råvatten (Svenskt Vatten, 2007). Kemikalier och mikrobiella föroreningar som till exempel kan mobiliseras vid en översvämningssituation kommer att kräva kostsamma åtgärder om någon vattentäkt skulle drabbas.

Råvattenkvaliteten med avseende på NOM är redan idag till viss del ett problem i vissa vattenverk och väntas öka än mer i framtiden. Vattnets färg, lukt och smak påverkas negativt av NOM och dessutom ökar riskerna för bildning av biprodukter vid desinficering, mikrobiell tillväxt och korrosion i distributionssystemet.

4.2.1 Rening av mikroorganismer

För att kunna avskilja mikroorganismer, parasiter och patogener använder vattenverken så kallade säkerhetsbarriärer. Hur många barriärer eller vilken reningseffekt som krävs beror på råvattnets kvalitet och är inte specificerat i lagstiftningen. Dock ges i Livsmedelverkets vägledning (Livsmedelsverket, 2006) rekommendationer om att minst två barriärer för ytvattenverk och att minst en barriär för grundvattenverk med en produktion större än 400 m³/dygn ska användas. Antalet barriärer i svenska ytvattenverk varierar mellan 1 och 4 (Ramböll Sverige AB, 2012) och man kan således konstatera att ett antal vattenverk inte följer Livsmedelverkets rekommendationer.

Det finns flera typer av barriärer vilka huvudsakligen bygger på två olika principer, avskiljning eller inaktivering. De i dricksvattenföreskrifterna (Livsmedelsverket, 2006) godkända barriärerna mot mikrobiologisk förorening är:

- kort konstgjord infiltration av ytvatten (<14 dagar)
- kemisk fällning med efterföljande filtrering
- långsamfiltrering
- primär desinfektion (klor, ozon, UV-ljus)
- membranfiltrering (porvidd <0,1 mikrometer)

Vid membranfiltrering, som fått allt större utrymme inom vattenreningsindustrin, avlägsnas olika typer av organiska och oorganiska molekyler genom filtrering samt omvänd osmos. Flera större vattenverk i bland annat Tyskland, Skottland och Nordamerika har infört membranfiltrering som barriär mot virus och parasiter (Waller m. fl., 2012). Vissa mikroorganismer är dock på grund av sin ringa storlek svåra att avskilja och därför bör membranfilter, liksom övriga barriärer, aldrig användas som enda steg



i reningsprocessen utan alltid i kombination med andra säkerhetsbarriärer. Det svenska NORVID-projektet (Ansker m. fl., 2013) konstaterar i sin sammanfattning att norovirus (ett humant calicivirus som orsakar vinterkräksjuka) förekommer i samtliga de vattentäkter som undersökts i projektet vilket visar både att norovirus troligtvis förekommer i de flesta svenska ytvatten och att norovirus utgör en risk som vattenproducenter måste förhålla sig till. Man påpekar även vikten av multipla barriärer och hur viktigt det är att dessa upprätthålls och att det antal barriärer som förordas av Livsmedelsverket och Svenskt Vatten är rimliga. Eftersom säkerhetsbarriärerna är olika effektiva mot olika mikroorganismer och smittämnen kombineras de redan idag för att uppnå god rening. Detta kan även ge upphov till vissa synergieffekter, exempelvis visar en studie att det är mer effektivt att kombinera ozon och UV-strålning än att använda metoderna separat (Waller m. fl., 2012).

Klorering, ozonering och UV-ljusbestrålning är inaktiverande säkerhetsbarriärer. Klorering är den vanligaste barriären i Sverige. Klor har i allmänhet god förmåga att inaktivera framför allt bakterier men alla mikroorganismer är dock inte klor känsliga och de klorhalter som behövs vid desinfektion överstiger i vissa fall gränsvärdet. Klorering är inte en effektiv barriär mot sjukdomsframkallande parasitära protozoer som *Cryptosporidium parvum* och *Giardia intestinalis*. Kloreringsprocessen störs av höga halter av NOM i det beredda vattnet. Detta är redan idag sannolikt ett problem för många vattenverk och som kan väntas öka i framtiden med ökande humushalter i ytvattnen.

Ozon är ett starkt oxidationsmedel som oxiderar bakteriers cellmembran. Det har fördelen att även järn och mangan oxideras till svårslösliga oxider som sedan kan filtreras bort. Ozonering har nackdelarna att eventuella organiska ämnen i vattnet bildar oönskade biprodukter och att biofilmen i ledningsnätet påverkas negativt ur ett konsumentperspektiv. För avdödning av parasiter krävs relativt höga doser av ozon.

UV-ljus är en effektiv och relativt billig metod för inaktivering av bakterier, virus och parasiter och har under de senaste åren blivit allt vanligare vid större ytvattenverk (Waller m. fl., 2012). För inaktivering av somliga virus krävs dock relativt höga doser av UV-strålning (Eriksson, 2009), till exempel adenovirus är särskilt motståndskraftigt.

4.2.2 Rening av organiskt material

Som nämnts ovan är förekomsten av organiskt material redan idag ett problem på vissa håll. Att rena vattnet från NOM är viktigt ur flera perspektiv. Utöver de reningstekniska svårigheter och lukt-, smak- och synintrycket som NOM-bemängt vatten medför kan det organiska materialet även binda till sig och transportera föroreningar samt utgöra en kolkälla vid tillväxt av mikroorganismer i ledningsnätet, se nedan.

Mindre nedbruten, färgad NOM (humus) består i regel av stora molekyler som det är relativt enkelt att rena vattnet från genom kemisk fällning. De mindre, ofta färglösa och mer nedbrutna molekylerna är svårare att få bort vilket innebär problem för den fortsatta vattenreningen (Svenskt Vatten, 2007). Till exempel sätter humusmolekylerna igen kolfilter som annars är ett effektivt sätt att få bort många typer av föroreningar och dessutom störs desinfektionsprocessen med klor. Kemisk fällning av organiskt material är dock inte heller ett helt okomplicerat reningssteg. Flera vattenverk i Sverige har haft problem med vattenreningen med avseende på organiskt material (Norconsult AB, 2013), särskilt vintertid när råvattnet är kallt. Man har också haft problem med höga halter aluminiumrester i vattnet. Försök med infiltration genom järnoxidbelagd olivinsand, med och utan ozonering, har visat sig ha god effekt på reningen av organiskt material (Berggren Kleja m. fl., 2009).

Även vad gäller NOM-rening pågår forskning och utvecklingsarbete av nya reningsmetoder till exempel inom det Svenskt Vattenfinansierade projektet GenoMembran och det Formasfinansierade projektet Color of Water.

4.2.3 Övervakning och provtagning

Den begränsade möjligheten till on-lineprovtagning av många typer av föroreningar gör vattenverken känsliga för till exempel mikroorganismer, petroleumprodukter av olika slag och andra kemikalier. Vad gäller övervakningen av de mikrobiella säkerhets-

barriärerna i vattenverken förlitar man sig i allmänhet på att analysera så kallade indikatororganismer. Det har dock visat sig redan idag att den övervakning som står till buds inte är tillräcklig. Eftersom provtagningen inte är kontinuerlig är risken stor att pulser av förorenande ämnen eller mikroorganismer kan undgå upptäckt. Det är dessutom svårt att analysera patogener och indikatororganismer i låga halter. De indikatororganismer som vanligen används är inte heller representativa för alla kända patogener (Rydberg m. fl., 2009).

4.2.4 Åtgärdsförslag för vattenverken

För att så långt som möjligt säkerställa att en godtagbar dricksvattenkvalitet kan uppnås även i framtiden kan en rad åtgärder företas. Mycket av det förebyggande arbetet handlar om att identifiera potentiella geografiska problemområden och de olika typer av risker som föreligger inom dessa i ett klimatförändringsperspektiv. Ett exempel på sådant arbete är de översvämningskarteringar som MSB genomför. I Skåne har Kristianstadsområdet pekats ut som ett område där översvämningsriskerna är betydande (MSB, 2011) och översiktliga översvämningskarteringar för ett flertal av de större skånska åarna har genomförts (MSB, 2014).

Lämpligen påbörjas ett sådant arbete med att beskriva vattentäkterna utifrån kartor, GIS-material och nedskalade klimatscenarier. Tillsammans med olika scenarier för markanvändning (bebyggelse, infrastruktur, industrier, jord- och skogsbruk m.m.) och befolkning kan möjliga händelser och deras konsekvenser för avloppssystem och utsläpp, avrinning, grundvattennivå, råvattenkvalitet, vattenverk och ledningsnät identifieras.

För att få en uppfattning om ifall reningen i ett vattenverk är tillräcklig rekommenderar Svenskt Vatten att man genomför riskanalyser. En lista med möjliga typer av föroreningar och smittämnen i råvattnet och en uppskattning av halter vid råvattenintag utifrån mätningar och beräkningar ger förutsättningar för att göra en QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment), det vill säga en kvantitativ riskanalys med något av de till buds stående verktygen. t.ex. MRA (Mikrobiologisk RiskAnalys) (Lundberg Abrahamsson m. fl., 2009). Detta kan med fördel föregås av en analysmetodik som tagits fram i ett samarbete mellan Norsk Vann och Svenskt Vatten och som går under benämningen God DesinfektionsPraxis (GDP) (Svenskt Vatten, 2013a).

Konkreta åtgärder som nämnts under de workshops projektets arbetsgrupp haft innefattar till stor del generella åtgärder som skyddar mot översvämningsanläggningarna såsom invallningar, tätningar och liknande. Vikten av att ha reservbarriärer med kapacitet att behandla tillräckligt stora volymer för att tillgodose vattenbehovet har understrukits med eftertryck.

Åtgärder vid vattenverken för att klara extremregn liksom för att klara mer successiva förändringar i råvattnets kvalitet är ofta densamma: robust teknik som effektivt avskiljer humusämnen och mikroorganismer och därefter andra beredningssteg som är nödvändiga.

4.3 Åtgärder i distributionskedjan

Distributionskedjan är en stor och sårbar länk i dricksvattenkedjan. Bara inom Nordvästra Skånes Vatten och Avlopps område är nätet cirka 2 000 km långt, i hela Sverige omfattar dricksvattenledningsnätet 71 000 km (Svenskt Vatten, 2013b). Risken för tillväxt av mikroorganismer i distributionsanläggningarna är påtaglig och tillväxten av bakterier ute på nätet kan fördubblas vid en ökning av temperaturen med 10 °C (SOU, 2007). Å andra sidan förkortas mikroorganismernas livslängd vid högre temperaturer vilket till viss del kan motverka detta (Waller m. fl., 2012).

I många dricksvattennät saknas skydd mot föroreningar som tillförs eller uppstår i distributionssystemet (ledningsnät, reservoarer och liknande). Många av de skyddsåtgärder som vidtas i vattenverket har ingen eller liten verkan ute på ledningsnätet, t.ex. så skyddar inte UV-ljus mot mikroorganismtillväxt eftersom effekten av UV-strålning inte har någon tidsfördröjning. En del vattenverk använder så kallad sekundär desinfektion med kloramin som ett sista steg innan vattnet går ut i ledningsnätet. Bundet





klor har en dålig desinfektionseffekt, det krävs fritt klor för att desinfektionen ska vara effektiv. Men eftersom fritt klor reagerar snabbt med organiska molekyler är detta inte en lämplig metod om dricksvattnet har höga NOM-halter. Som nämnts ovan är klor i lagliga doser inte heller något skydd mot parasiter.

Man har visat att den mikrobiella floran i dricksvattenledningarna, den så kallade biofilmen, är mycket viktig för vattenkvaliteten (Lührig m. fl., 2013). Det finns stora bakteriella skillnader i biofilmen om man jämför problemområden med områden med god dricksvattenkvalitet. Man har utvecklat en kraftfull analysmetodik och till vissa delar lyckats artbestämna floran. I förlängningen kan det ge bättre möjligheter att övervaka och styra ledningsnätets funktion samt att bedöma klimatförändringarnas påverkan på vattenkvaliteten i ledningsnäten.

4.3.1 Åtgärdsförslag för distributionskedjan

Långa sträckor på ledningsnäten är svåra eller omöjliga att inspektera på grund av långa avstånd mellan de brunnar som ger möjlighet till inspektion. Vid en upprustning av ledningsnät kan detta åtgärdas, om än till en viss merkostnad.

Fler brunnar medför å andra sidan fler svaga punkter säkerhetsmässigt. Därför bör även ledningsnätets skalskydd ses över i den mån det är möjligt. Näten är till sin natur svåra att övervaka och en noggrann analys och avvägning av skyddsbehoven i dess olika delar bör göras för att skyddsinsatsen ska bli rimlig men effektiv.

Konkreta åtgärder som nämnts för att säkerställa ledningsnätets funktion är, förutom de generella råden att täta anläggningarna, att kontrollera luftarna på nätet och att genomföra regelbundna spolningar av ledningar med låg omsättning.

4.4 Åtgärder i dricksvattensektorn och samhället i övrigt

Tre samhällseliga åtgärder har framstått som väsentliga för framtida dricksvattenförsörjning vid de diskussioner som förts inom projektet och även vid en genomgång av den litteratur och övrigt material som publicerats i frågan. Dessa tre är information och utbildning, förbättrad samverkan mellan de olika dricksvattenintressenterna samt förbättrad beredskap på både kort (kris) och lång (klimatförändringar) sikt.

Kunskapsluckorna och osäkerheterna om de effekter klimatförändringarna kommer att medföra är givetvis stora men forskningen och vetenskapen gör ständigt framsteg och vår förståelse ökar hela tiden. I takt med att ny kunskap genereras bör också de beslutsunderlag och åtgärdslistor som ligger till grund för en säker vattenförsörjning i framtiden uppdateras. Detta kommer att kräva engagemang och ofta återkommande vidareutbildning inom både VA-sektorn och samhället i stort.

Det är viktigt att öka medvetenheten om vattnets värde och sårbarhet. Allmänhetens beteende kan påverka tillgång och kvalitet på så väl dricksvatten som vattentäcker. Relativt enkla åtgärder, som att indirekt skydda vattentäckerna genom att inte hålla miljöfarliga kemikalier i avloppet eller handskas med dem så att det kan medföra spill på marken, hjälper en god bit på vägen mot en hållbar vattenförsörjning.

Massmediernas roll vad gäller allmänhetens inställning till VA-sektorn är betydelsefull. Medierna fokuserar oftast på problemen och kostnaderna inom branschen, mer sällan på de positiva sidorna och värdet av lättillgängligt, högkvalitativt vatten. Självklart ska problem och kostnader belysas ordentligt, hela samhället tjänar på transparens i dessa frågor, men bilden borde balanseras.

4.4.1 Ändringar i demografi och vattenkonsumtion

De drygt 1,2 miljoner personer som bodde i Skåne län under 2010 förbrukade knappt 74 miljoner m³ vatten enligt Statistiska Centralbyråns officiella statistik vilket betyder drygt 59 m³/person/år eller drygt 160 l/person/dygn. I Skåne väntas befolkningen öka med 175 000 invånare fram till början av 2030-talet (Tendens Öresund, 2012). Om samma vattenkonsumtion som idag antas kommer vattenbehovet att öka med mer än 10 miljoner m³/år. För Sverige i stort räknar SCB med en befolkningsökning på 22 % fram till år 2060 (SCB, 2013) vilket för Skånes del skulle betyda att invånarantalet skulle uppgå till 1,54 miljoner och vattenbehovet till 91 miljoner m³ om samma

vattenförbrukning per person som år 2010 förutsätts. Dock har trenden i såväl Skåne som Sverige och även i hela den rika delen av världen varit minskande vattenförbrukning en längre tid (Mostrom, 2012). Förbrukningen i Skåne har sjunkit från 79 miljoner m³ 1995 till 73 miljoner m³ 2005. Visserligen visar ny statistik att trenden för Sverige delvis har brutits genom en svag ökning under år 2010 (Mostrom, 2012) vilket även kan ses på statistiken för Skåne län där förbrukningen ökat med 0,76 miljoner m³ under perioden 2005–2010.

De siffror Tendens Öresund och SCB anger skiljer sig en del från de siffror Region Skåne tog fram för den regionala vattenförsörjningsplanen som Länsstyrelsen i Skåne län publicerade 2012 (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). Detta beror på att man i vattenförsörjningsplanen även räknar med industriell användning av kommunalt dricksvatten. Enligt dessa beräkningar uppskattas dricksvattenbehovet år 2029 till 138 miljoner m³, se Tabell 2.

	Befolkningsmängd		Skattat vattenbehov 2029 (Mm ³)	Befolkningsökning
	2009	2029		
Västra Skåne	949 000	1 135 000	109	20 %
Nordöstra Skåne	189 000	203 000	18	8 %
Sydöstra Skåne	93 000	105 000	11	12 %
Totalt	1 231 000	1 443 000	138	17 %

Tabell 2. Prognosticerad befolkning och dricksvattenbehov i Skåne län år 2029 enligt den regionala vattenförsörjningsplanen.

Även en ökad turistström till Skåne kan komma att påverka den framtida vattentillgången. I sin strategiska plan har Tourism in Skåne som mål att öka antal hotellnätter i Skåne med 500 000 fram till år 2020 (Tourism in Skåne, 2013) vilket skulle motsvara cirka 80 000 m³ vid en konsumtion på 160 liter per person och dag. Absolut största delen av dessa turister kan väntas under sommarsäsongen.

4.5 Nya täkter och källor

Tack vare råvattentäkten Bolmen är Skåne generellt sett inte ett län med vattenbrist idag eller på lång sikt (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a). Dock förekommer vattenbrist tidvis lokalt på olika ställen i Skåne, t.ex. under sommaren 2013. I framtiden kan dock vattenresurserna behöva omfördelas.

Sydöstra Skåne är ett område där ett förändrat klimat på sikt antas innebära lägre nettonederbörd och där årstidsvariationen är som störst. Sommartid går redan idag många vattenverk på maximalkapacitet under kortare perioder, särskilt på orter med många sommarturister. Exempelvis kan nämnas att vattenuttaget i Simrishamns kommun ökar med nästan 130 % under juli månad.

Även i Båstad i nordvästra Skåne förekommer grundvattenbrist under sommartid redan idag. I Båstads kommun ökar vattenuttaget med 70 % under juli månad jämfört med uttagen under januari. I övriga kommuner är produktionsökningen sommartid i intervallet 0–30 %.

För både Simrishamns och Båstads del finns tillräckliga vattenresurser i de omgivande kommunerna men det krävs omfattande utredningar och stora investeringar för att möjliggöra att dessa resurser utnyttjas (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a).

Även i norra Skåne har man på en del platser vissa svårigheter med vattenförsörjningen redan idag trots en tämligen låg befolkningstäthet eftersom endast ett fåtal större vattenresurser finns i området. Ivösjön har nämnts som en resurs som kan utvecklas på sikt (Länsstyrelsen i Skåne län, 2012a).

5 Att hantera eller minska osäkerheter

Inom dricksvattensektorn föreligger i princip två olika typer av förändringar att planera för. Den ena typen är de mer långsamma och långsiktiga förändringarna, den andra typen är kris. Risken för akuta kriser i dricksvattenförsörjningen finns givetvis redan idag men risken kommer troligen att öka i framtiden med ett ökande antal extrema väderhändelser. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) anger i sin senaste riskbedömning (MSB, 2013) att krishanteringsförmågan i Sverige vid ett avbrott som innebär behov av nödvatten och nödtoaletter som bäst är bristfällig. Till stora delar beror detta på att många aktörer underskattar vikten av fungerande toaletter. Vad gäller nödvattenförsörjning varierar krishanteringsförmågan stort, både mellan län och mellan samhällssektorer, från bristfällig till god. MSB har påbörjat ett grundläggande metodarbete för nationell bedömning av såväl risker som förmågor. Ofta uppfattar krisberedskapsaktörer själva det som svårt att bedöma sin egen förmåga liksom att förstå varför den ska bedömas och till vad bedömningen ska användas. Det poängteras också att förmåga sällan bedöms ur ett systemperspektiv med beaktande av olika omgivande beroenden.

5.1 Reserv- och nödvattenförsörjning

Om olyckan skulle vara framme och ordinarie dricksvattenförsörjning av någon anledning inte kan användas måste reserv- eller i värsta fall nödvatten användas. Med reservvatten menas att hela eller delar av ordinarie dricksvattenförsörjning ersätts med vatten från en alternativ vattentäkt och/eller ett alternativt vattenverk. Distribution sker i ordinarie ledningsnät eller i provisoriskt ledningsnät. Nödvattenförsörjning motsvarar bara en liten del av den ordinarie dricksvattenförsörjningen och baseras ofta på att vattentankar körs ut till och ställs upp i berört område. Då mängden vatten i tankarna är begränsad är nödvatten främst avsett för mat, dryck och personlig hygien.

Reservvattenkapaciteten i Skåne är idag på vissa håll god. Sydsvatten fick under 2013 ett nytt tillstånd att ta ut reservvatten från Ringsjön som näst intill fördubblade kapaciteten och torde trygga reservvattenförsörjningen för Sydsvattens ägarkommuner för överskådlig framtid. Tio av Skånes kommuner saknar dock reservvattentäkter

2004 tog Livsmedelsverket initiativet till bildandet av VAKA (Nationell VattenKatastrofgrupp) efter en rad händelser som påverkat dricksvattenförsörjningen i en eller flera kommuner. Erfarenheter har visat att sådana händelser kan bli svåra att hantera, särskilt vid utdragna förlopp, varför Livsmedelsverket bildade gruppen som stöd till kommuner och regioner vid kriser i som involverar dricksvattenförsörjningen. Finansiär av VAKA är Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, som stöder gruppens verksamhet. VAKA har kallats in vid flera incidenter de senaste åren, till exempel vid det stora utbrottet av cryptosporidium i Östersund vintern 2010/2011 då VAKA bistod både miljökontoret och VA-producenten med stöd och rådgivning (Lindberg m. fl., 2011).

5.2 Fysisk planering

Vid fysisk planering står ofta konkurrerande samhällsbärande intressen mot varandra då det gäller mark- och vattenanvändning. Att städer växer, näringsliv och jordbruk utvecklas medför ändrad markanvändning och därmed ändrade förutsättningarna för gemensamma vattenresurser. I planarbetet måste hänsyn tas till olika samhälleliga behov ur såväl kommunalt som regionalt perspektiv. Målet bör vara att samhällets olika intressen ska kunna samexistera och gemensamt finna lösningar för att skydda vattnet. Fysisk planering påverkar alltid våra vatten, inte bara våra dricksvattentäkter. Vid bedömning av den fysiska planeringens påverkan på våra vattenresurser är det den samlade påverkan som är av intresse.

6 Folkhälsoaspekter och samhällsekonomi

Klimatförändringar påverkar folkhälsan på många olika sätt. Direkt påverkan kan ske genom ett ökat antal dagar med extremt höga temperaturer och andra extrema väderhändelser så som häftiga regn och stormar med efterföljande översvämningar. Det finns också en risk för etablering av nya eller ökning av befintliga sjukdomar genom spridning norrut av vektorer, det vill säga bärare av smittämnen eller parasiter.

Vad gäller dricksvattenrelaterade folkhälsoaspekter i ett klimatförändringsperspektiv kan dessa grovt delas in i två kategorier: vattenbristrelaterade och vattenburna föroreningar och smittämnen. Risken för generell vattenbrist på regional nivå i Skåne får, som tidigare påpekats, betraktas som relativt liten och kommer därför inte att diskuteras ur ett folkhälsoperspektiv i denna rapport. Vattenbrist på grund av avbrott i vattendistributionen, till exempel beroende på översvämningar eller ras, diskuteras översiktligt i avsnitt 5.1.

Mag- och tarmsjukdomar orsakade av virus, bakterier eller protozoer (encelliga parasiter) är den vanligaste hälsorisknuden till dricksvatten. Spridningen av sådana mikroorganismer kommer att öka i framtiden genom till exempel ökad bräddning av avloppsvatten vid skyfall och översvämningar, vid avsköljning av betesmarker vid häftiga regn eller vid inträngning av avloppsvatten i dricksvattennätet om skador eller tryckfall på ledningsnätet uppstår. Historiskt sett är det bakterier som orsakat stora vattenburna sjukdomsutbrott men med ökad kunskap och bättre hygien och vattenrening ses relativt fler virusorsakade utbrott. Även parasiter är en viktig orsak till vattenburen smitta. I Sverige rapporteras varje år mellan 1 och 13 utbrott (i snitt 4 utbrott) av vattenburen smitta som drabbar mellan 100 och 10 000 personer (Socialstyrelsen, 2009). Utbrotten orsakas oftast av mikroorganismer som ger relativt milda symtom, till exempel *Campylobacter*-bakterier och norovirus men ofta är det svårt att påvisa vilken mikroorganism som är orsaken. Även vissa protozoer som till exempel *Giardia lamblia* och *Cryptosporidium parvum* har förekommit i vattenburna utbrott. Varianter av den i de flesta fall harmlösa bakterien *Escherichia coli*, som finns i tarmen hos både människor och djur, kan orsaka diarré-sjukdomar. En av dessa varianter, EHEC, har fått en ökad spridning bland nötkreatursbesättningar och också ökad uppmärksamhet under de senaste åren.

Dricksvattenburna sjukdomsutbrott på grund av mikrobiologisk smitta av dricksvatten karakteriseras av att många människor insjuknar under kort tid. Det ger stora effekter på folkhälsan och därmed också på samhälls ekonomin. Beroende på vilken den utlösande mikrobiologiska faktorn varit kan en mer eller mindre allvarlig sjukdomsbild ses i akutskedet men även allvarliga följd tillstånd kan uppstå. Dödsfall hos äldre och svaga individer samt hos personer med nedsatt immunförsvar är en reell risk. Samhällets kostnader för vattenburna sjukdomsutbrott blir ofta mycket stora. 1993 drabbades Milwaukee i Wisconsin, USA av ett vattenburet utbrott med *cryptosporidier* där 403 000 personer insjuknade varav 4000 behövde sjukhusvård och 1000 avled. Samhällskostnaderna för detta utbrott har beräknats till sammanlagt 96,2 miljoner US\$ (783 miljoner SEK), varav 64,6 miljoner US\$ (526 miljoner SEK) var produktionsbortfall (Corso m. fl., 2003). Häftiga regn över strandnära betesmarker var en del av händelseförloppet för detta utbrott. I Sverige skedde vintern 2010/2011 ett utbrott med 27 000 insjuknade i *cryptosporidios* i Östersund. Det har inte kunnat klarläggas exakt hur smittan nått råvattentäkten Storsjön men det misstänks att inläckage av avloppsvatten i dagvattenssystemet var huvudorsaken (Lindberg m. fl., 2011). Även Skellefteå drabbades av ett *cryptosporidium*-utbrott i april 2011, inte heller här har den exakta smittkällan kunnat identifieras.

Även ämnen som finns naturligt i jordskorpan, till exempel fluorid, arsenik, mangan, uran och radon skulle kunna utgöra ett visst hot mot folkhälsan även om de är betydligt vanligare i enskilda än i kommunala vattentäkter. (Socialstyrelsen, 2009). Minskad grundvattenbildning kommer att tillsammans med ökad vittring och snabbare jonbytesprocesser på grund av högre temperaturer leda till att koncentrationerna av dessa ämnen kommer att öka i våra grundvattentäkter (Svenskt Vatten, 2007).

Att störningar i dricksvattendistributionen kan bli mycket samhällsekonomiskt kostbara framgår med all önskvärd tydlighet av exemplen ovan med cryptosporidiumutbrott. Samhällskostnaden i Östersundsfallet beräknades till 220 miljoner SEK, det kommunala VA-bolaget, Vatten Östersund, hade extra kostnader om cirka 6,2 miljoner SEK. Flera andra kommunala verksamheter påverkades också av händelsen och hade stora kostnader för till exempel sjukdagar, övertidsarbete och ändringar i den dagliga verksamheten (Lindberg m. fl., 2011). För att förebygga liknande händelser krävs VA-system som är i god kondition. Detta gäller inte bara de mest uppenbara delarna, vatten- och avloppsrensingsverk utan också ledningsnätet. 70 % av det återanskaffningsvärde på 500 miljarder SEK, som det svenska VA-systemet beräknas ha, utgörs av cirka 173 000 km kommunala VA-ledningar (VA-Fakta, 2013). Underhållet av dessa ledningar är eftersatt i många kommuner. Den nuvarande förnyelsetakten av VA-nätet är 0,4–0,5 % årligen jämfört med de 0,6–0,7 % som skulle behövas (Malm och Svensson, 2011) vilket betyder att en underhållsskuld byggs upp. VA-verksamheten ska enligt vattentjänstlagen vara självfinansierande och tjänsterna ska tillhandahållas till självkostnad. VA-taxorna måste alltså höjas i de flesta kommuner och stå i proportion till de verkliga underhållskostnaderna annars blir situationen till slut ohållbar med allt fler både ekonomiskt och i mänskligt lidande kostbara incidenter på grund av gamla ledningar och eftersatt underhåll.



7 Vägar framåt

Osäkerheterna är stora i de olika framtidsscenarier som beskrivs, både vad gäller klimatförändringar, befolkningsutveckling och vattenbehov. Detta faktum fråntar dock inte VA-huvudmännen eller myndigheterna ansvaret att planera för framtiden utifrån de kunskaper vi har idag. Några återkommande punkter som kommit upp vid flera tillfällen under projektets gång har sammanfattats i projektets förslag till Vägar framåt i arbetet med en tryggad dricksvattenförsörjning i ett föränderligt klimat:



- Det behövs en **regional planering** av vattenförsörjningen (ordinarie och reserv) som bör präglas av samarbete, helhetsyn, långsiktighet och anpassningsbarhet för att möta de utmaningar vi står inför i och med pågående klimatförändringar, inklusive ökande risker för extremare vädersituationer.
- **Övervakning** av såväl vattenmiljön som dricksvattensystemen bör vara anpassad till lokala förutsättningar och behov som ett led i att kunna leverera ett säkert dricksvatten i ett föränderligt klimat.
- **Skydd** av nuvarande och noggrant utvalda potentiella dricksvattenresurser bör planeras i ett regionalt och långsiktigt perspektiv genom samarbete mellan de olika huvudmännen. Hur vi lyckas skydda våra tillgångar kan vara helt avgörande för Skånes framtida försörjning av dricksvatten.
- Genom en **större flexibilitet** i systemen och **ökad beredskap** att hantera störningar bör vatten av tillräcklig mängd och kvalitet kunna levereras till hela befolkningen i alla uppkomna situationer.
- **Investeringar och underhåll** bör planeras resurseffektivt och på lång sikt med klimatanpassning i åtanke i alla steg.
- **Information och opinionsbildande aktiviteter** bör tydligt peka på vad som erhålls för dagens VA-avgifter och vilka åtgärdsbehov som finns, bland annat vad gäller klimatanpassning.
- För att säkerställa högsta kvalitet i dricksvattenförsörjningen även i ett föränderligt klimat bör VA-branschens aktörer delta aktivt i **forskning och utveckling**.

8 Referenser

- Andréasson, J., Persson, G., Sjökvist, E., Eklund, D., Asp, M., Olsson, J., Hallberg, K. & Johnell, A. 2012. Klimatanalys för Jönköpings län Meddelande
- Ansker, J., Athley, E., Ericsson, P., Häggström, P., Lindgren, P.-E., Nyström, F. & Pott, B.-M. 2013. ORVID - Riskanalys med MRA och GDP baserad på långtidsundersökning av norovirusförekomst i svenska ytvattentäkter.
- Berggren Kleja, D., Johansson, P.-O., Skarbinski, J. & Gustafsson, J. P. 2009. Avskiljning av naturligt organiskt material och patogener i konstgjord grundvattenbildning – Del 2: Försök i kolonn- och pilotskala med natursand.
- Corso, P. S., Kramer, M. H., Blair, K. A., Addiss, D. G., Davis, J. P. & Haddix, A. C. 2003. Costs of Illness in the 1993 Waterborne Cryptosporidium Outbreak, Milwaukee, Wisconsin. *Emerging Infectious Diseases*, 9, 426-431.
- Ducharne, A., Baubion, C., Beaudoin, N., Benoit, M., Billen, G., Brisson, N., Garnier, J., Kieken, H., Lebonvallet, S., Ledoux, E., Mary, B., Mignolet, C., Poux, X., Sauboua, E., Schott, C., Théry, S. & Viennot, P. 2007. Long term prospective of the Seine River system: Confronting climatic and direct anthropogenic changes. *Science of The Total Environment*, 375, 292-311.
- Eriksson, U. 2009. Råd och riktlinjer för UV-ljus vid vattenverk.
- Evans, C. D., Monteith, D. T. & Cooper, D. M. 2005. Long-term increases in surface water dissolved organic carbon: Observations, possible causes and environmental impacts. *Environmental Pollution*, 137, 55-71.
- Hansson, L.-A., Brönmark, C., Carlsson, P., Collvin, L., Granéli, W., Kritzberg, E., Nicolle, A., Persson, A., Sorby, L. & Hallgren, P. 2009. Vårt framtida vatten är varmt och brunt Miljöforskning.
- Hongve, D., Riise, G. & Kristiansen, J. 2004. Increased colour and organic acid concentrations in Norwegian forest lakes and drinking water – a result of increased precipitation? *Aquatic Sciences*, 66, 231-238.
- IPCC (ed.) 2000. *Emission Scenarios*: Cambridge University Press.
- IPCC 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*.
- Johnell, A., Eklund, D., Gustavsson, H., Hallberg, K. & Stensen, B. 2010. Regional klimat- och sårbarhetsanalys Kronobergs län - Risker för översvämningar och höga flöden.
- Lindberg, A., Lusua, J. & Nevhage, B. 2011. Cryptosporidium i Östersund vintern 2010/2011, konsekvenser och kostnader av ett stort vattenburet sjukdomsutbrott. Användarrapport FOI-R--3376--SE.
- Livsmedelsverket 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVFS 2001:30).
- Livsmedelsverket 2006. Vägledning till Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten.
- Lundberg Abrahamsson, J., Ansker, J. & Heinicke, G. 2009. MRA – Ett modellverktyg för svenska vattenverk. 2009-5.
- Lührig, K., Paul, C. J., Persson, K. M. & Rådström, P. 2013. Om mikrobiella förändringar i dricksvattenledningsnät.
- Länsstyrelsen i Skåne län 2012a. Regional vattenförsörjningsplan för Skåne län.
- Länsstyrelsen i Skåne län 2012b. Skånska åtgärder för miljömålen – Regionalt åtgärdsprogram för miljö kvalitetsmålen 2012–2016. Länsstyrelserapport: 2012:7.

- Länsstyrelserna i Jönköpings och Kronobergs län. 2011. Brunare vatten - Exemplet Bolmen [Online]. Available: naturskog.files.wordpress.com/2011/03/brunt-vatten-2-mkn.ppt.
- Länsstyrelserna i Skåne och Blekinge län 2008. Stigande havsnivå – konsekvenser för fysisk planering. Länsstyrelserapport 2008:5.
- Malm, A. & Svensson, G. 2011. Material och åldersfördelning för Sveriges VA-nät och framtida förnyelsebehov Rapport 2011-13.
- Moström, J. 2012. Ökad vattenanvändning pressar världen [Online]. Statistiska centralbyrån. [Accessed 27 september 2013].
- MSB 2011. Identifiering av områden med betydande översvämningsrisk - Steg 1 i förordningen (2009:956) om översvämningsrisker, preliminär riskbedömning.
- MSB 2013. Risker och förmågor 2012 – Redovisning av regeringsuppdrag om nationell riskbedömning respektive bedömning av krisberedskapsförmåga.
- MSB. 2014. Översiktlig översvämningskartering [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamnning/Oversiktlig-oversvamningskartering/> [Accessed 14 januari 2014].
- Naturvårdsverket 2006. Naturvårdsverkets föreskrifter om övervakning av ytvatten enligt förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön.
- Naturvårdsverket 2011. Handbok om vattenskyddsområde
- Naturvårdsverket. 2013. Vattenskyddsområden - Skåne län [Online]. Naturvårdsverket. Available: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=138&pl=2&l=12&t=Lan> [Accessed 22 januari 2014].
- Norconsult AB 2013. Effektivare fällning vintertid vid vattenverk med höga humushalter i råvattnet.
- Persson, G., Andréasson, J., Eklund, D., Hallberg, K., Nerheim, S., Sjökvist, E., Wern, L. & Åström, S. 2011a. Klimatanalys för Västra Götalands län.
- Persson, G., Eklund, D. & Sjökvist, E. 2012. Klimatanalys för Blekinge län.
- Persson, G., Sjökvist, E., Åström, S., Eklund, D., Andréasson, J., Johnell, A., Asp, M., Olsson, J. & Nerheim, S. 2011b. Klimatanalys för Skåne län.
- Ramböll Sverige AB 2012. Mikrobiologiska barriärer - sammanställning av enkät.
- Rummukainen, M., Johansson, D. J. A., Azar, C., Langner, J., Döscher, R. & Smith, H. 2011. Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet - En översyn av naturvetenskapliga aspekter. Klimatologi
- Rydberg, H., Engdahl, M. & Bergstedt, O. 2009. Hur kan vi kontrollera effektiviteten hos våra mikrobiologiska barriärer? Svenskt vatten.
- SCB 2013. Sveriges framtida befolkning 2013–2060 Sveriges officiella statistik
- SGI 2007. Föroreningsspridning vid översvämningar, Etapp II. Ett uppdrag till klimat- och sårbarhetsutredningen.
- SGU 2009. Grundvattennivåer i ett förändrat klimat.
- SGU 2012a. Grundvattennivåer och vattenförsörjning i ett förändrat klimat. . SGU-rapport 2012:12.
- SGU 2012b. Klimatets påverkan på koncentrationer av kemiska ämnen i grundvatten. SGU-rapport 2012:27.
- SMHI. 2013. SMHI - Sveriges framtida klimat [Online]. SMHI. Available: <http://www.smhi.se/klimatdata/Framtidensklimat/Klimatscenarioer/Europa?area=lan&var=t>

- &sc=alb&seas=ar&dnr=12&sx=0&sy=146#sc=alb [Accessed 27 november 2013].
- Socialstyrelsen 2009. Miljöhälsorapport 2009.
- SOU 2007. Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.
- Svenskt Vatten 2007. Dricksvattenförsörjning i ett framtida klimat Meddelande M135.
- Svenskt Vatten 2013a. Introduktion till God DesinfektionsPraxis, GDP. Publikation P108.
- Svenskt Vatten. 2013b. Rörnät - Svenskt Vatten [Online]. Svenskt Vatten. Available: <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Rornat/> [Accessed 29 november 2013].
- Taylor, R. G., Scanlon, B., Doll, P., Rodell, M., van Beek, R., Wada, Y., Longuevergne, L., Leblanc, M., Famiglietti, J. S., Edmunds, M., Konikow, L., Green, T. R., Chen, J., Taniguchi, M., Bierkens, M. F. P., MacDonald, A., Fan, Y., Maxwell, R. M., Yechieli, Y., Gurdak, J. J., Allen, D. M., Shamsudduha, M., Hiscock, K., Yeh, P. J. F., Holman, I. & Treidel, H. 2013. Ground water and climate change. *Nature Climate Change*, 3, 322-329.
- Tendens Öresund 2012. Tendens Öresund 2012 - svensk version.
- Tourism in Skåne 2013. Marknadsplan 2013.
- Treidel, H., Martin-Bordes, J. L. & Gurdak, J. J. (eds.) 2011. *Climate Change Effects on Groundwater Resources: A Global Synthesis of Findings and Recommendations*: CRC Press.
- Uggla, Y. & Storbjörk, S. 2012. Klimatrisker på planerarnas agenda: Att hantera motstridiga krav och kunskapsosäkerhet. *Dansk Sociologi*, 23.
- VA-Fakta 2013. "Vi lagar när det går sönder" - Riskerna med ett otillräckligt underhåll av de svenska VA-systemen.
- Waller, E., Tornevi, A., Rocklöv, J. & Forsberg, B. 2012. Vägledning för bedömning av dricksvattenrisker vid ett förändrat klimat.
-

Foto:

Sid 1: Hjalmar Arvidson, Sydvatten
Sid 6, 9, 21, 25, 27, 28, 32, 33: Ulrika Vendelbo
Sid 14: Bertil Hagberg Sesamphoto
Sid 8, 18: Lars Owesson

Skånes dricksvattenförsörjning i ett förändrat klimat

Kontakt:

Sydvatten, Markus Holm, utredningsledare
040-35 15 52, markus.holm@sydvatten.se