

Riskbedömning dricksvattentäkter i ett förändrat klimat, Värmlands län



2011-10-21

Länsstyrelsen i Värmlands län

Uppdragsnr 11001

Riskbedömning dricksvattentäcker i ett förändrat klimat, Värmlands län

LÄNSSTYRELSEN I VÄRMLANDS LÄN

BESTÄLLARE

Karin de Beer
Länsstyrelsen i Värmlands län
651 86 Karlstad

KONSULT

Vatten & Miljöbyrå AB
Varvsgatan 47
972 33 Luleå

Organisationsnummer: 556735-9434
Telefon: 0920-24 17 70
Fax: 0920-22 10 70
Mail: fornamn@vmbyran.se

Uppdragsledare/ handläggare: Alexandra Sjöstrand
Granskare: Anna Mäki, Robert Jönsson

Innehåll

1	BAKGRUND OCH SYFTE	4
2	METODIK	4
2.1	Insamling av underlagsmaterial	4
2.2	Sammanställning och riskvärdering	5
2.3	Begränsningar	5
2.4	Distribution	5
3	KLIMATSCENARIER	6
4	KLIMATEFFEKTER OCH DESS KONSEKVENSER	9
4.1	Ökad tillrinning	9
4.2	Ökning intensiva regn och skyfall	10
4.3	Översvämningar	12
4.4	Högre temperatur	13
5	BEDÖMNINGSGRUNDER	15
5.1	Potentiella föroreningskällor	15
5.2	Vattentäktens sårbarhet	18
5.3	Vattenkvalitet	20
6	UNDERSÖKTA VATTENTÄKTER	23
7	RISKBEDÖMNING	24
7.1	Steg 1 Riskbedömning - befintliga föroreningskällor	24
7.2	Steg 2 Riskbedömning - klimatförändringar	24
8	RESULTAT RISKBEDÖMNING	27
8.1	Steg 1 Riskbedömning - befintliga föroreningskällor	27
8.2	Steg 2 Riskbedömning- climateffekter	29
9	SLUTSATSER	33
10	REFERENSER	34

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Den statliga Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007) har haft till uppgift att kartlägga det svenska samhällets sårbarhet för globala klimatförändringar och de regionala och lokala konsekvenserna av dessa förändringar. En del av utredningen var "Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat" som belyste risker specifika för vattenförsörjningen. I utredningen slås bland annat fast att *det är viktigt att analysera lokala sårbarheter för varje vattenförsörjningssystem.*

Länsstyrelsen i Värmland har för avsikt att stödja kommunerna i länet med bland annat kunskapsunderlag för att de ska kunna hantera följderna av klimatförändringar på lokal nivå. Länsstyrelsen har gett Vatten & Miljöbyrån i uppdrag att beskriva och utreda de föroreningsrisker som uppkommer i samband med klimatförändringarna och som påverkar vattentäkterna i länet. Även en bedömning av vattentäckernas sårbarhet för dessa klimatförändringar har ingått. Projektet omfattar en vattentäkt i respektive kommun i Värmlands län och kommunerna har valt ut vilken vattentäkt som skall ingå. Arbetet kan även ligga till grund för kommunernas fortsatta arbete med övriga vattentäkter i kommunen.

Vid beskrivning av framtida klimatförändringar och dess konsekvenser har ett tidsperspektiv för åren 2050 och 2100 använts. Klimatförändringarna är dock redan idag ett faktum och dess konsekvenser på vattentäkter har konstaterats runt om i landet.

2 METODIK

2.1 Insamling av underlagsmaterial

Läns- och kommunspecifikt underlagsmaterial har inhämtats från Länsstyrelsen i Värmland och från respektive kommun. Övrigt underlagsmaterial omfattar klimatscenarier som har inhämtats från SMHI och ett antal rapporter inom klimatområdet. Under senare år har ett flertal utredningar kopplade till framtida klimatförändringar genomförts i Sverige. Den mest omfattande är Klimat- och sårbarhetsutredningen som bygger på ett flertal delutredningar som belyser klimatförändringarnas påverkan inom skilda sektorer i samhället. Den delutredning som fokuserar på konsekvenser på dricksvattenförsörjning är "Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat".

Inhämtat underlagsmaterial omfattar bland annat följande:

- Klimatdata
- Tillståndspliktiga verksamheter i anslutning till vattentäckterna
- Underlagsmaterial för fastställande av skyddsområden (inklusive tekniska beskrivningar, potentiella föroreningsrisker etc)
- Hydrologiska/hydrogeologiska utredningar
- Kartmaterial

Utöver detta har fältbesök vid samtliga vattentäkter genomförts tillsammans med minst en representant från kommunen.

2.2 Sammanställning och riskvärdering

Information om respektive vattentäkt har sammanställts. För varje vattentäkt har de potentiella riskerna identifierats och värderats utifrån vattentäktens förutsättningar. Riskvärderingarna har sammanställts till en riskmatris för respektive vattentäkt.

2.3 Begränsningar

En begränsning vid arbetet med riskbedömningarna bestod i bristande tillgång till ett fullständigt underlagsmaterial för en del vattentäkter. Detta beror på att det endast finns begränsad dokumenterad information om en del vattentäkter. De hydrologiska och hydrogeologiska undersökningarna för vissa av vattentäkterna har varit grundliga medan andra har haft mer summariska beskrivningar av förhållandena.

Problemställningen kring riskanalyser i samband med klimatförändringar är mycket komplex. Nedan listas ett antal faktorer som påverkar resultatet men som inte går att ta hänsyn till vid bedömningen.

- Osäkerheterna kring klimatscenerierna
- Faktumet att verksamheter inom tillrinningsområdena troligtvis både har tillkommit, förändrats och försvunnit i ett 100-års perspektiv.

2.4 Distribution

Uppgifter om länets vattentäkter är känsligt material som inte bör spridas okontrollerat. Rapporten innehåller därför inga detaljerade uppgifter om enskilda vattentäkter. Istället redovisas riskmatrisen för respektive vattentäkt i separata bilagor. Vid distribution av rapporten till respektive kommun i länet skall den endast kompletteras med den bilaga som rör respektive kommun.

3 KLIMATSCENARIER

I detta kapitel presenteras kortfattat förväntade klimatscenarier för Värmlands län. Information om klimat och klimatscenarier som presenteras i följande kapitel har inhämtats från SMHI:s klimatanalys "Sveriges framtida klimat" för södra och norra Värmland samt från SMHI:s hemsida.

Vid beräkning av klimatscenarier används regionala och globala klimatmodeller. FN:s klimatpanel, IPCC, har utarbetat antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser i världen, vilket har resulterat i ett antal utsläppscenarier.

I följande diagram och tabeller redovisas två av ICCPs scenarier, benämnda A2 och B2, varav A2 är det scenario som orsakar de största förändringarna. För mer information om klimatscenarier, se SMHI:s hemsida.

Tabell 1: Sammanfattning av klimatfaktorer presenterade i SMHI:s klimatanalys "Sveriges framtida klimat" för södra respektive norra Värmland för två scenarier, A2 och B2.

Klimatfaktor	Södra Värmland		Norra Värmland	
	2050	2100	2050	2100
Temperatur	B2: +2,5°C A2: +3°C	B2: +4°C A2: +5°C	B2: +2,5°C A2: +3°C	B2: +4°C A2: +5°C
Torrperiod¹	±0 dagar	±0 dagar	±0 dagar	- 1 dag
Värmebölja²	B2: +5 dagar A2: +5 dagar	B2: +7 dagar A2: +15 dagar	B2: +2 dagar A2: +2 dagar	B2: +3 dagar A2: +7 dagar
Vegetationsperiodens längd³		+100 dagar		B2: +55 dagar A2: +90 dagar
Nederbörd	+10%	+15%	+10%	+15%
Extremnederbörd⁴	+5%	+10%	+7%	+12%
Snötäcke	B2: -40 dagar	B2: -60 dagar	B2: -50 dagar	B2: -80 dagar
Islossning		60 dagar tidigare		30 dagar tidigare

¹Längsta sammanhängande period med nederbörd mindre än 1mm/dygn.

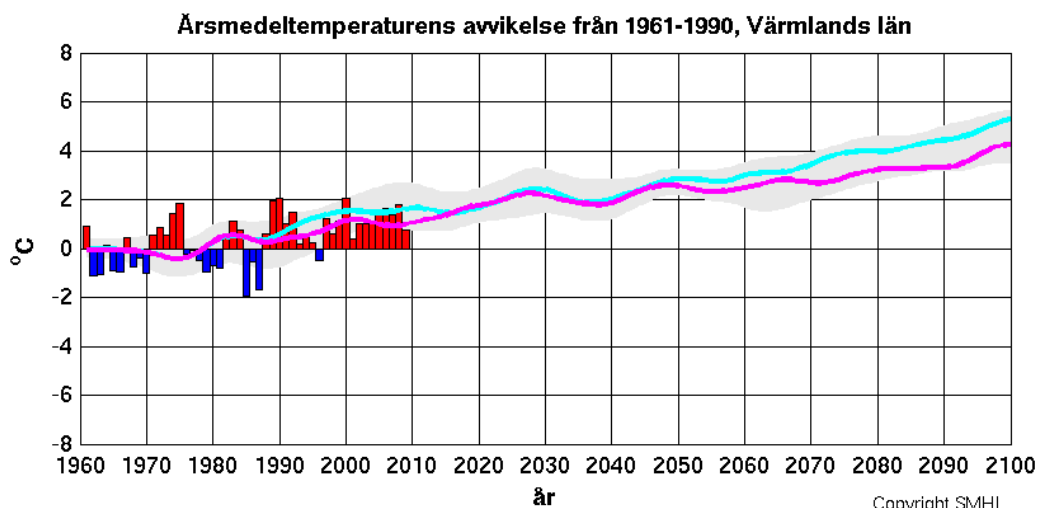
²Längsta sammanhängande period under året med dygnsmaxtemperatur > 20°C.

³Vegetationsperiodens start/slut. Med vegetationsperiod menas de dagar på året då dygnets medeltemperatur når över 5°C. För att ta bort enstaka milda vinterdagar så har kriterier använts så att vegetationsperioden startar (slutar) den första (sista) dagen i den första (sista) sammanhängande perioden med minst 4 dagar över 5°C.

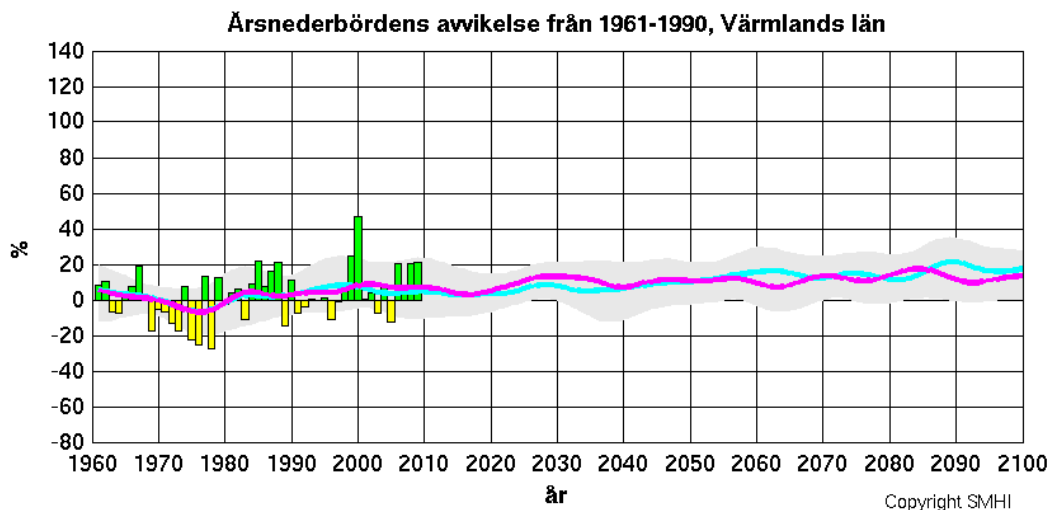
⁴Extremnederbörd innebär den största nederbörden under en sjudagarsperiod.

Temperatur och nederbörd

I figur 1 och 2 redovisas den förväntade ökningen av årsmedeltemperatur och årsnederbörd i Värmlands län, redovisad som avvikelse från perioden 1961-1990. Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer, röda staplar visar värden högre än den normala och blå staplar värden lägre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från scenarier. Den cerisa (mörka) kurvan motsvarar förändringen för utsläppsscenario B2 och den turkosa (ljusa) kurvan motsvarande för utsläppsscenario A2. Det grå fältet beskriver variationen i temperatur/nederbörd mellan enskilda år (beräknat från scenarierna).



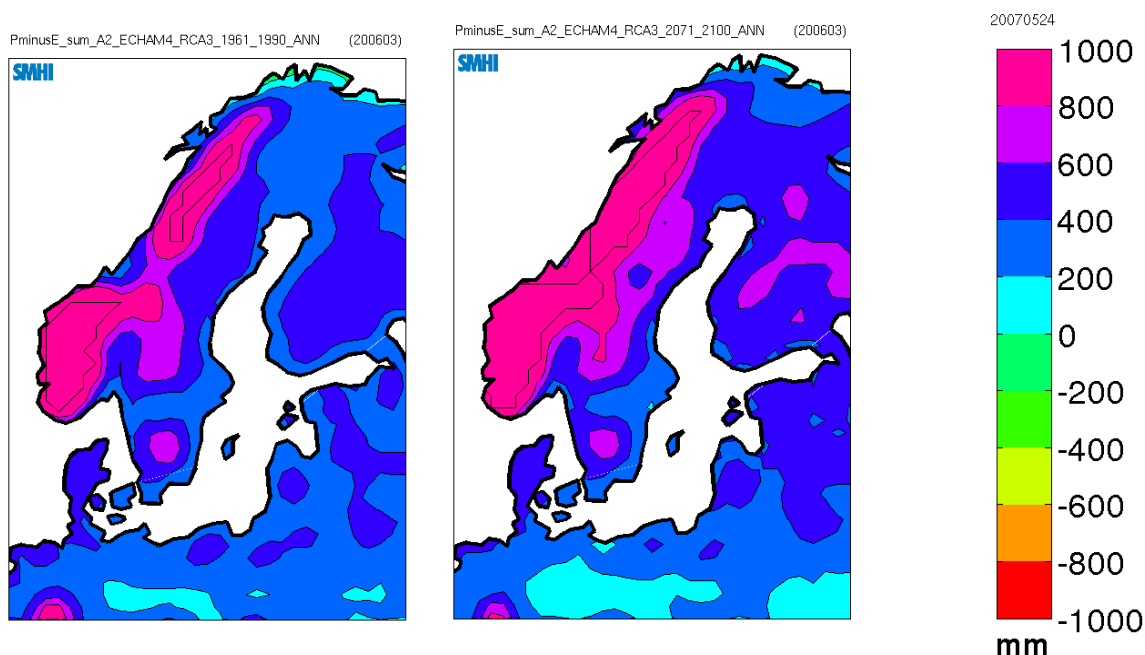
Figur 1. Årsmedeltemperaturens avvikelse från 1961-1990. Källa: SMHI



Figur 2. Årsnederbördens avvikelse i % från 1961-1990. Källa: SMHI

Avrinning och grundvattennivåer

Avrinningen beräknas som nederbörd minus avdunstning. För Sverige gäller generellt att avrinningen ökar under vintermånaderna (december-februari) och minskar under sommarmånaderna (juni-september). Medelavrinningen för hela året kommer att öka i stora delar av landet och det gäller även för Värmland (SGU). I figur 3 redovisas kartor med medelavrinningen för åren 1961-1990 samt 2071-2100 (SMHI).



Figur 3a och 3b. Medelavrinning 1961-1990 samt 2071-2100. Källa SMHI

Ökad avrinning innebär mer vatten i både yt- och grundvattenmagasinen. Förändringar i grundvattennivå för de större grundvattenförekomsterna, dvs. sand- och grusåsarna, påverkas främst av den sammanlagda förändringen i grundvattenbildning under året och inte av det årliga variationsmönstret. I större delen av landet skattas grundvattennivåerna i de stora förekomsterna öka med någon eller några 10-tal cm (SGU). Detta förhållande antas gälla även Värmland.

Framtida förändringar i grundvattennivå för de mindre grundvattenförekomsterna bedöms följa de beräknade förändringarna (ökning respektive minskning) i avrinning i olika delar av landet.

4 KLIMATEFFEKTER OCH DESS KONSEKVENSER

I följande kapitel beskrivs de klimateffekter som huvudsakligen kan ha konsekvenser på vattentäkter. För respektive klimateffekt har konsekvenserna beskrivits. Klimateffekterna har delats upp enligt följande:

- Ökad tillrinning
- Ökning intensiva regn och skyfall
- Större marköversvämningar
- Högre temperatur

De klimateffekter som beskrivs kan påverka både yt- och grundvattentäkter, om än påverkan sker i olika utsträckning. Flertalet grundvattentäkter baseras på konstgjord eller inducerad infiltration och kan därmed även påverkas av försämrad ytvattenkvalitet. Riskbedömning hos en ytvattentäkt och en grundvattentäkt skiljer sig dock, då förutsättningarna generellt är mycket olika. Exempelvis har grundvatten normalt en jämnare och bättre vattenkvalitet än ytvatten. En annan skillnad är att tillrinningsområdet, dvs det område inom vilket vatten flödar mot vattentäkten som grund- eller ytvatten, generellt är större hos en ytvattentäkt.

4.1 Ökad tillrinning

Den ökade nederbörden innebär en ökad tillrinning till yt- och grundvattenmagasin. I detta kapitel redovisas konsekvenser som en ökad tillrinning kan ha på vattentäkter.

Ökade halter humusämnen, partiklar och närsalter/ Ökade halter föroreningar från dagvatten, vägar mm

En ökad tillrinning medför en ökad ämnestransport till sjöar och vattendrag. I riskvärderingen har ämnestransporten delats upp i två delar. Den ena delen ligger under rubriken *ökade halter humusämnen, partiklar och närsalter mm.* och innefattar "naturliga" ämnen som främst härstammar från urlakning av skogs- och lantbruk. Den andra delen ligger under rubriken *ökade halter föroreningar från dagvatten, vägar mm.* och innefattar mer "onaturliga" ämnen (ex. tungmetaller, organiska föroreningar mm) och härstammar från "männliga" verksamheter (väg, järnväg, dagvatten från bebyggelse mm).

Ytvatten i Sverige innehåller ofta relativt höga halter humusämnen. På grund av den ökade tillförseln kommer vattenkvaliteten gradvis att försämrans speciellt när det gäller färg (ökade humushalter), grumlighet, närsalthalter mm. Denna trend är tydlig i södra och mellersta Skandinavien redan idag. Ökad tillrinning och allt längre perioder då sjöarnas avrinningsområden är tjälfria är två anledningar till ökningen. Nedbrytningshastigheten för humus styrs av faktorer som är klimatberoende bl.a. temperatur, solljus, mikrobiella förhållanden samt vattnets uppehållstid i ytvattnet. I sjöar och vattendrag sker en viss självrening av tillförda ämnen genom fastläggning i bottensediment, nedbrytningsprocesser, upptag i organismer mm.

En ökad tillrinning kan även ge risk för minskad omättad zon vid konstgjord infiltration vilket är negativt då den omättade zonen fungerar som en mikrobiologisk barriär. Vid höga grundvattennivåer minskar den omättade zonen och vattentäktens sårbarhet ökar. Höga grundvattennivåer kan även innebära att områden med förorenad mark kan komma i kontakt med vattentäktens grundvattenmagasin och förorena detta.

För grundvattentäkter med inducerad infiltration innebär ökad tillrinning en kortare uppehållstid vilket innebär en sämre reduktion av smittämnen, t.ex. virus. Vid höga nivåer i ytvattnet eller vid översvämningar förkortas uppehållstiden mellan yt- och grundvattnet.

Förändrade fysikaliska och kemiska förhållanden

I samband med ändrade nederbörds- och tillrinningsförhållanden kan vattnets fysikaliska, kemiska och biologiska förhållanden ändras. Ökad tillrinning till ett yt- eller grundvattenmagasin kan till exempel innebära att ett yngre vatten, dvs ett mjukare vatten, erhålls. Ett mjukare vatten innebär ett vatten med lägre innehåll av joner, vilket bland annat innebär lägre alkalinitet, hårdhet och pH-värde.

4.2 Ökning intensiva regn och skyfall

Extremnederbörd i form av intensiva regn och skyfall kommer att öka i samband med klimatförändringarna. I detta kapitel redovisas konsekvenser en ökning kan ha på vattentäkter.

Ökning av mikrobiologiska föroreningar inklusive virus protozoer och parasiter

Mikroorganismer finns överallt i naturen, de flesta är dock harmlösa. Det finns ett stort antal mikroorganismer som kan orsaka sjukdom hos människor. Patogena, d.v.s. sjukdomsframkallande mikroorganismer, tillförs ofta vattentäkter via förorening från människa eller djur. Det kan vara gödsel, utsläpp från avloppsreningsverk, strandbete eller dylikt. Spridning av mikroorganismer och till viss del patogener förekommer normalt men ökar vid ökad tillrinning.

Riskerna är som störst vid extremväder (intensiva regn och skyfall), då en momentant kraftigt ökad ytavrinning kan medföra en ökad transport av föroreningar till vattentäkten. Även en ökad tillrinning generellt kan medföra en ökning. Den ökade transporten kan bland annat innebära tillförsel av mikrobiologiska föroreningar, som kan härstamma både från lantbruk, skogsbruk, dagvatten mm.

Vid intensiva regn är även överbelastning av ledningssystem och pumpstationer ett problem. En av de största riskerna i samband med överbelastning är att utsläpp av orenat avloppsvatten sker, s.k bräddning. Om det orenade avloppsvattnet når vattentäkten finns en stor risk för påverkan av mikrobiologiska föroreningar.

Ökade halter humusämnen, partiklar och närsalter/ Ökade halter av övriga föroreningar från dagvatten, vägar mm

Samma processer gäller som vid ökad tillrinning, dvs ökad ytavrinning leder till en ökad ämne-transport till vattentäkten. Skillnaden mellan förloppen är att det vid extremväder sker en större transport av ämnen men under en kortare period.

Avsköljning av hårdgjorda ytor så som vägar och parkeringsplatser samt förorenade markområden kan innebära att förorenat vatten riskerar att kontaminera vattentäkten. Enligt

rapporten *Ökad risk för förorenings spridning vid klimafförändringar* (SGI) ökar riskerna för förorenings spridning i samband med översvämningar och/eller skyfall.



Figur 4. Översvämning av industriområde. (Foto: Arvika kommun)

Skred

Intensiva regn och skyfall och förändrade yt- och grundvattennivåer ökar risken för erosion, ras och skred. Är vattentäkten belägen på eller nära intill ett område med risk för ras och skred förekommer risk för en direkt påverkan på vattentäkten. Ras och skred inom tillrinningsområdet till vattentäkten kan innebära en ökad transport av partiklar i vattendrag som når vattentäkten. Ras och skred av förorenade markområden kan innebära ytterligare föroreningsrisker.

Statens geotekniska institut (SGI) har gett ut ett flertal rapporter som belyser konsekvenser av klimafförändringar, bland annat *Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat* samt *Frekvens av skred i Sverige*. Genomförda karteringar av ras- och skredrisken i Värmland visar att risken är som störst för markområden i anslutning till Klarälven och Norsälven.

4.3 Översvämningar

Översvämningar orsakas främst av stor vattentillförsel i sjöar och vattendrag i samband med kraftiga regn och snösmältning. Vid stora vårflöden som orsakas av riklig snötillgång under vintern, ökar risken för översvämning om snösmältningen också sker senare än normalt och är intensiv och snabb på grund av hög lufttemperatur.

Markfuktigheten har avgörande betydelse för vilken effekt stora regnmängder får på vattenflödet. Om marken är torr kan ofta stor del av regnet magasineras i marken, men är marken redan vattenmättad på grund av långvarigt regn eller snösmältning, ökar flödena i vattendragen snabbt.

På odlingsjordar kan tjäle lokalt påverka infiltrationsförmågan så att vattenlagringen i marken minskas. Ofta är det kraftiga regn under flera dygn som utlöser svåra översvämningar.

Översvämningsskarteringar

MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, har regeringens uppdrag att förse landets kommuner och länsstyrelser med översiktlig kartläggning av områden som kan översvämmas utmed landets vattendrag. SMHI har på uppdrag av MSB genomfört översiktliga översvämningsskarteringar för ett antal vattendrag i Sverige. Syftet med skarteringarna är bland annat att vara ett planeringsunderlag för kommunernas översiktliga fysiska planering och för kommunala handlingsprogram. Skarteringarna kan även vara ett stöd i räddningstjänstens övergripande planering av insatser. Översvämningsskarteringar har i Värmlands län genomförts för *Klarälven, Norsälven, Byälven, Gullspångsälven samt för Vänern*. Slutprodukten är kartor med översvämningssoner för översvämning vid 100-års flöde och för beräknat högsta flöde.

Översvämning av anläggningsdelar

Översvämning av brunnssområde kan innebära inläckage av förorenat ytvatten i brunnar. Förutom risk för föroreningar kan vattenverk och övriga anläggningsdelar (pumpstationer mm) få problem med bland annat elförsörjning och drift vid översvämningar.

Översvämning som innebär föroreningsspridning/utsläpp

Översvämningar i områden med verksamheter som hanterar miljö- och hälsofarliga ämnen, samt översvämningar av förorenade markområden, kan utgöra en risk för läckage/spridning av dessa.



Figur 5. Översvämning vid avloppsreningsverk. (Foto: R. Jönsson)

4.4 Högre temperatur

I samband med klimatförändringarna kommer medeltemperaturen öka. Konsekvenserna av detta är bland annat en större avdunstning, kortare perioder med snö, längre vegetationsperiod och förhöjda råvattentemperaturer. En högre temperatur kan även innebära att t ex odlingsårer förlängs, nya grödor odlas, förändringar i gödnings teknik samt i användning av bekämpningsmedel. I detta kapitel redovisas konsekvenser som en högre temperatur kan ha på vattentäkter.

Minskad tillgång på vatten

Perioder med högre temperatur kan leda till minskad grundvattenbildning och sänkta grundvattennivåer. I värsta fall kan detta leda till otillräcklig tillgång på vatten i vattentäkten. Detta är framförallt ett problem i grunda brunnar i små grundvattenmagasin.

Hög råvattentemperatur

Ett ytvatten påverkas generellt mer av variationer i lufttemperaturer än ett grundvatten. En bit ner i marken är temperaturen relativt jämn vilket innebär att grundvattnet kan hålla en jämn och relativt kall temperatur. Problem med höga råvattentemperaturer uppstår främst i ytvattentäkter samt grundvattentäkter med konstgjord infiltration.

Förhöjda vattentemperaturer kan medföra ett antal negativa konsekvenser, vilka beskrivs nedan. En hög råvattentemperatur kan även i sig vara ett problem, då det är önskvärt att kunna distribuera ett kallt vatten till konsumenterna.

Ökning mikrobiologiska föroreningar inklusive virus, protozoer och parasiter

Förändringar i vattentemperatur kan leda till ökade och nya mikrobiologiska risker. Bakterier kan till stor del reduceras i reningsprocessen, men ett flertal sjukdomsframkallande virus och protozoer är klortåliga och utgör därmed ett större hot vid många ytvattentäkter/-verk. Ett varmare vatten kan leda till tillväxt av dessa både i vattentäkten och i ledningssystemen.

Algblomning

Ett varmare klimat med högre ytvattentemperaturer sommartid kan gynna tillväxten av blågröna alger i vattendrag och sjöar. Några arter kan producera toxiner, som kan bli ett växande hälsoproblem.¹

¹ SOU 2007:60

Längre skiktbildningsperiod

Vattnets densitet ändras med temperaturen, vilket leder till att en skiktbildning kan uppstå i sjöar. Vattnet är som tyngst vid 4 °C och sjunker då till botten. Under våren och sommaren värms vattnet upp och en temperaturprofil bildas med kallt vatten vid botten och varmare vid ytan. När skiktet är bildat skapas två vattenvolymer med olika fysikaliska egenskaper. Denna period kallas skiktbildningsperiod. Under våren och hösten vänder sjön p.g.a. förändrade temperaturförhållande, vilket innebär att vattenvolymerna blandas om.

En längre skiktbildningsperiod ökar risken för ett syrefattigt bottenvatten, vilket kan öka halter av järn och/eller mangan samt öka risken för utläckage av fosfor från bottensediment. Det kan även leda till ansamlingar av mikrobiologiska föroreningar i det övre skiktet, och när sjön vänder på hösten kan dessa föroreningar nå ner till råvattenintaget.

5 BEDÖMNINGSGRUNDER

Bedömning av påverkan på vattentäkterna i samband med ett förändrat klimat har utgått från insamlat material och platsbesök. De kriterier som har legat till grund för riskvärderingen beskrivs i följande kapitel, och har delats in i tre huvudkategorier:

- Potentiella föroreningskällor
- Vattentäktens sårbarhet
- Nuvarande vattenkvalitet i vattentäkten

5.1 Potentiella föroreningskällor

Riskbilden för en vattentäkt påverkas till stor del av hur dess tillrinningsområde ser ut och vilka typer av verksamheter som bedrivs inom det. Många aktiva verksamheter så som jordbruk, bebyggelse, industri, vägar mm inom tillrinningsområdet innebär generellt en större risk än ett mer oexploaterat tillrinningsområde. Alla verksamheter inom ett tillrinningsområde bör till en början betraktas som potentiella föroreningskällor och det är därför viktigt att ta reda på vad som finns inom hela området. Utifrån typ av verksamhet, läge, omfattning mm kan sedan en bedömning göras ifall verksamheten kan påverka vattentäkten och därmed bör tas med i riskvärderingen.

En verksamhet som i dagsläget inte bedöms utgöra någon risk för vattentäkten kan komma att göra det i framtiden på grund av klimatförändringarna. Till exempel ett enskilt avlopp som i dagsläget inte utgör någon risk men som i samband med klimatförändringarna kommer att översvämmas och orsaka spridning av mikrobiologiska föroreningar till en vattentäkt.

Fram till år 2100 kommer verksamheter både tillkomma, försvinna och förändras och hur detta kommer att ske är svårt att förutsäga. Riskbedömningen görs därför utifrån de verksamheter som finns i dagsläget. I föreliggande kapitel beskrivs kort de kategorier av föroreningskällor som har använts vid riskvärderingen för vattentäkterna.

Föroreningar kan generellt delas in i två kategorier, diffusa och akuta föroreningar. Diffusa föroreningar sprids kontinuerligt från en föroreningskälla, till exempel läckage av näringsämnen från jordbruk, utsläpp av avlopps- och dagvatten, lakvatten från avfallsupplag, avrinning från vägar mm. Akuta föroreningskällor innebär ett i tid begränsat utsläpp av föroreningar, vilket framför allt sker vid olyckor och sabotage men även exempelvis vid bräddning av avloppsvatten. I denna utredning har bedömningar gjorts både utifrån huruvida en ökning av diffusa och akuta föroreningar kommer att ske i samband med klimatförändringarna samt risken att dessa kommer att påverka vattentäkten.

Klimatförändringarnas påverkan på sannolikheten för vissa akuta föroreningar (exempel olyckor och sabotage) har inte tagits med i bedömningen, trots att det eventuellt kan finnas ett samband med ökad påverkan även från dessa. Exempelvis kan mer nederbörd öka risken för vissa typer av olyckor.

Följande potentiella riskkällor har tagits med i riskanalysen:

Kommunal avloppsrening

Avloppsinfiltration eller utsläpp av avloppsvatten till recipienter kan framförallt leda till förhöjda halter av närsalter (kväve och fosfor) samt mikrobiologisk påverkan. Det kan även innebära spridning av oönskade ämnen så som läkemedelsrester mm. Störst risk uppstår vid bräddning av orenat avloppsvatten.

Enskilda avlopp

Avloppsinfiltration eller utsläpp av avloppsvatten till recipienter kan, i likhet med kommunal avloppsrening, leda till förhöjda halter av närsalter (kväve och fosfor), mikrobiologisk påverkan mm.

Avfallsupplag

Utläckande lakvatten från avfallsupplag kan sprida olika typer av föroreningar ner till grund- och ytvattnet.

Dagvatten från stadsmiljö

Dagvatten från tak och hårdgjorda ytor kan innehålla föroreningar, exempelvis salt från damm- och halkbekämpning på vägar, organiska föroreningar från trafik samt tungmetaller från tak.

Dagvatten från industrimark

Dagvatten från hårdgjorda ytor i industriområden kan innehålla föroreningar från verksamheter som hanterar bland annat lösningsmedel, kemikalier och kemiska produkter.

Annan förorening från industrimark

I industriområden kan många olika typer av förorenande verksamheter finnas, exempelvis industrier med avloppsrening, oljeavskiljare, små avfallsupplag samt förorenad mark.

Förorening från förorenad mark

Läckage och urlakning av föroreningar från förorenade markområden kan ske till omgivande mark och vatten.

Jordbruksmark

Föroreningsrisken från jordbruk kommer främst från växtnäringssämnen som kväve- och fosforföreningar, bekämpningsmedel samt mikroorganismer. Med avseende på växtnäringssämnen är det framför allt kväveföreningar som sprids till vatten medan fosforföreningar i stor utsträckning fastläggs i marken. Vissa bekämpningsmedel har en mycket lång nedbrytningstid och kan därför ligga kvar in marken under en lång tid efter spridning. Mikrobiologiska föroreningar kommer främst från upplag (ex gödselbrunnar) och spridning/ användning av gödsel.

Skogsbruk

Vid användning av kemiska bekämpningsmedel i skogsbruket kan diffusa utsläpp inte uteslutas. Avverkning och markberedning kan ge en ökad avrinning som kan leda till ökad påverkan på vattenkvaliteten på grund av förhöjda halter av humusämnen, partiklar, färg etc. Även kväveförlusterna från skogsmark kan öka vid avverkning. Vid markberedning med dikning vinkelrätt mot höjdkurvorna, se figur 6, ökar avrinning samt ämnestransporter ner mot sjön/vattendraget ytterligare.



Figur 6. Exempel på en markberedning med avrinning direkt till ytvattnet (Foto: A. Sjöstrand)

Petroleumhantering och -förvaring

Spill och läckage av petroleumprodukter är en stor risk till förorening av vattentäkter på grund av att de hanteras i många olika sammanhang och ofta i stora mängder. Det behövs dessutom mycket låga koncentrationer för att ge en märkbar påverkan på lukt och smak, så låga halter som detektionsgränsen för vissa analysmetoder. Petroleumprodukter bryts ned i marken av bakterier, men det förutsätter att syretillgången är god.

Djurhållning

Bakterier och parasiter från djur kan via avföringen spridas till ytvattnet vid strandbete. Även upplag av gödsel och gödselhantering kan innebära en mikrobiologisk risk.

Förorening från väg och järnväg

En väg ger upphov till risker både på grund av diffusa utsläpp orsakade av trafik och väghållning samt utsläpp orsakade av olyckor. Trafiken i sig som föroreningskälla medför utsläpp i form av bland annat tungmetaller och gummirester. Väghållning innefattar bland annat halk- och dammbekämpning av vägar, vilket kan leda till förorenings spridning.

5.2 Vattentäktens sårbarhet

Ett flertal faktorer styr vattentäktens sårbarhet, d v s dess känslighet mot påverkan av olika slag. I föreliggande kapitel beskrivs de huvudsakliga faktorer som styr en vattentäktens sårbarhet. Respektive vattentäkts sårbarhet har bedömts i en tregradig skala: låg, medelstor och stor.

Vattentillgång

En minskad tillgång på vatten kan uppstå på grund av minskad nederbörd eller som följd av en ökad avdunstning pga ökad temperatur. Minskade grund- och ytvattenmagasin kan innebära en risk för vattenförsörjningen om det leder till otillräcklig kapacitet i vattentäkten. Vattentäktens känslighet för förändringar med avseende på vattentillgång beror till största del av de hydrologiska och geologiska/hydrogeologiska förhållandena som råder i området. Hur sårbar vattentäkten är beror även på utformningen av teknisk utformning, dvs vattenintag, brunnar och brunnsområde.

Ytvattentäkter, grundvattentäkter i stora grundvattenmagasin samt grundvattentäkter med konstgjort/inducerat grundvatten är generellt inte lika känsliga för variationer i tillrinning, som grundvattentäkter i små grundvattenmagasin. Storleken på tillrinningsområdet används ofta vid beräkningar av tillflödet till vattentäkter. Ett stort tillrinningsområde innebär generellt sett större tillflöde vilket är positivt med avseende på vattentillgång.

Klimatscenerierna för Värmland pekar på en ökad nederbörd vilket troligtvis innebär att vattentillgången i grund- och ytvattenmagasinen generellt ökar. Periodvis under sommaren när avdunstningen är som högst kan tillrinningen till vattenmagasinen minska och problem uppstå.

Tillrinningsområdet

Sårbarheten hos en vattentäkt beror till stor del av dess tillrinningsområde. Kunskap om tillrinningsområdet är därmed mycket viktigt vid riskbedömningen av en vattentäkt. Faktorer som påverkar vattentäktens sårbarhet beskrivs nedan.

Geologi/hydrogeologi

Tillrinningsområdets geologiska och hydrogeologiska förhållanden beskriver bland annat vilken typ av jordarter och berggrund som förekommer samt markens infiltrationskapacitet. Vilka förhållanden som råder inom tillrinningsområdet påverkar vattentäktens sårbarhet mot föroreningar. Finkorniga jordar, ex tät lera, som överlagrar ett vattenmagasin fungerar som en barriär mot föroreningar. Geologin påverkar även markens möjlighet till fastläggning av föroreningar, transporthastigheten i mark och berggrund samt dess erosionsbenägenhet.

Vegetation

Förekomst och typ av vegetation i tillrinningsområdet samt vegetationsperiodens längd påverkar ämnestransporter av bland annat humus. Exempelvis är ämnestransporten mindre under tjälfria perioder samt under perioder med snötäcke. Vegetationsperioden förlängs vid ett varmare klimat.

Topografi

Tillrinningsområdets topografi påverkar framförallt transporten av föroreningar till vattentäkten. I ett område med brant terräng ner mot en vattentäkt är ytavrinningen i förhållande till infiltrationen större och sker snabbare jämfört med i ett flackare område, vilket innebär en ökad transport av ämnen från marken. Det kan innebära ökad transport av exempelvis växnäringsämnen och bekämpningsmedel från jordbruksmark och humus från skog. Vid akuta föroreningar innebär en snabbare avrinning en ökad risk eftersom åtgärdstiden minskar.

Vattentäktens lokalisering

Vattentäktens placering påverkar till stor del hur känslig den är för konsekvenser som beror på klimatförändringarna. Topografien i området vid vattentäkten påverkar framförallt risken för översvämningar av anläggningsdelar.

Nationell höjmodell för hela landet

Lantmäteriet framställer under perioden 2009-2015 en ny nationell höjmodell. En detaljerad höjmodell ger förutsättningar att förbättra kunskapsläget och beslutsunderlaget för att kunna vidta förebyggande åtgärder. Stora delar av Värmland län har skannats. Information om höjmodellen och tillgängliga områden finns på Lantmäteriets hemsida.

Utformning grundvattentäkt

Brunnar och brunnsområde

Utformningen av grundvattentäkter varierar beroende på vilka förutsättningar som råder i området. De kan grovt delas upp mellan vattentäkter med bergborrade brunnar och vattentäkter med brunnar i lösa jordlager. Hur brunnen och brunnsöverbyggnaden är konstruerad och placerad är många gånger avgörande för i vilken omfattning brunnen tål extrem nederbörd eller snösmältning utan att påverkas av inläckande ytvatten.

Uppehållstid i mark och grundvatten

Många grundvattentäkter har någon typ av infiltration, antingen inducerad infiltration från ett närliggande ytvatten eller konstgjord infiltration, dvs att ytvatten på konstgjord väg tillförs grundvattenmagasinet. Faktorer som påverkar vattentäktens sårbarhet vid konstgjord infiltration är mäktigheten på den omättade zonen (avstånd mellan marknivån där infiltration sker ner till grundvattennivån) samt vattnets uppehållstid i marken.

Den omättade zonen ovanför grundvattenytan utgör en mikrobiologisk barriär. I denna zon sker transport av ämnen långsamt och det sker en naturlig nedbrytning och filtrering av ämnen. En höjning av grundvattenytan på grund av ökad avrinning medför en minskning av den omättade zonen. Detta innebär en snabbare vatten- och ämnestransport till grundvattenytan och därmed en minskad effekt av barriären och en ökad risk för förorening av grundvattnet.

En ökad uppehållstid innebär generellt att turbiditeten (grumligheten) minskar, salthalten ökar, halten organiskt material minskar och halten mikroorganismer reduceras. En ökad avrinning kan medföra att uppehållstiden i grundvattenfasen blir kortare, vilket motverkar dessa processer.

Utformning ytvattentäkt

Flöde och omsättningstid i ytvatten

Omsättningstiden i en ytvattentäkt beror av flödet och storleken på sjön/vattendraget. En ökad nederbörd medför att omsättningstiden i sjöar och vattendrag blir kortare vilket gör att den naturliga reningsprocessen minskar. En snabb transporttid innebär även en ökad risk vid akuta föroreningar. Ett stort flöde och en snabbare omsättningstid gör dock att utspädningen av ev. föroreningar blir större samt att en tillfällig förorening snabbare rinner förbi.

Temperatur

Ytvattenbaserad vattenförsörjning är känslig för temperaturhöjningar. Ett varmare klimat leder till ett varmare ytvatten, vilket både är ett problem i sig och kan leda till kvalitetsproblem. Exempel på problem som kan uppkomma är bakterietillväxt och risk för ökad tillväxt av blågröna alger.

Vattenintag

I en ytvattentäkt samt vid ytvattenuttag för konstgjord infiltration kan placering av vattenintaget, framför allt djupet under vattenytan, vara avgörande för vilken vattenkvalitet och vattentemperatur som erhålls.

5.3 Vattenkvalitet

När klimateffekter på en vattentäkt skall bedömas kan analysresultat och trender i råvattenkvalitet ge värdefull information. Nedan beskrivs ett antal kemiska och mikrobiologiska parametrar som bedöms kunna påverkas av klimatförändringarna, framförallt en snabbare transport och ökad avsköljning från tillrinningsområdet.

Färg

Färg kan härstamma från organiskt eller oorganiskt material. Färg är en indikator för en förändrad vattenkvalitet och en onormal ökning i färg kan innebära ökad risk för vattenburen smitta och mikrobiologisk tillväxt. Förhöjda färgtal kan bero på förhöjda metallhalter, vilket kan orsaka tekniska och estetiska problem (Livsmedelsverket). Förhöjda halter kan leda till att ytterligare behandlingssteg krävs.

Turbiditet

Turbiditet (grumlighet) kan utgöras av organiskt och oorganiskt material. Turbiditet är en indikator för en förändrad vattenkvalitet och en onormal ökning i turbiditet kan innebära ökad risk för vattenburen smitta och mikrobiologisk tillväxt. Halter över gränsvärdena kan innebära att desinfektionens effektivitet reduceras. Förhöjd turbiditet kan bero på förhöjda metallhalter, vilket kan orsaka tekniska och estetiska problem (Livsmedelsverket). Förhöjda halter kan leda till att ytterligare behandlingssteg krävs.

COD

COD (Chemical Oxygen Demand) är ett mått på den mängd syre som förbrukas vid fullständig kemisk nedbrytning (totaloxidation) av organiska ämnen i vatten. Halten COD i råvattnet beror huvudsakligen av halten organiskt material i råvattnet. Halter över gränsvärdet kan ge lukt, smak och färg samt bidra till bildningen av desinfektionsbiprodukter. I distributionsanläggningen kan desinfektionseffekten försämrats och mikrobiologisk tillväxt gynnas (Livsmedelsverket). Förhöjda halter kan leda till att ytterligare behandlingssteg krävs.

Temperatur

Hög temperatur ökar hastigheten på kemiska reaktioner. Detta leder bland annat till ökad klorförbrukning vid desinfektion i vattenverket och bildning av klororganiska föreningar. Hög temperatur ökar dessutom den mikrobiologiska aktiviteten, till exempel biofilmsbildning och mikrobiologisk korrosion, och förstärker eventuell lukt och smak (Livsmedelsverket).

En ytterligare konsekvens av förhöjd vattentemperatur är att varmare vatten inte är så gott att dricka.

Gränsvärden för utgående dricksvatten samt riktvärden för råvatten i vattentäkten redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Riktvärden och gränsvärden

Parameter	Riktvärden råvatten ¹	Gränsvärde utgående dricksvatten ²
Färg (mg/l Pt)	<100	15
Turbiditet (FNU)	-	0,5
COD (mg/l)	<10	4
Temperatur (°C)	<12	20

¹Svenskt Vatten, ²Livsmedelsverket

Indikatorbakterier

Trender i förekomsten av nedan beskrivna indikatorbakterier kan påvisa om den mikrobiologiska påverkan på vattentäkterna har ökat. En ökning *kan* bero på rådande klimatförändringar men det finns även andra orsaker, t ex ökad belastning på vattentäkten.

E. coli - Parametern indikerar fekal påverkan från människor eller djur, till exempel via avlopp eller naturgödsel. Förekomst av *E. coli* innebär ökad risk för vattenburen smitta (ex. *Cryptosporidium*).

Koliforma bakterier - Parametern kan indikera en fekal påverkan från människor eller djur, till exempel via avlopp eller naturgödsel. Förekomst av koliforma bakterier innebär ökad risk för vattenburen smitta.

Gränsvärden för utgående dricksvatten samt riktvärden för råvatten i vattentäkten redovisas i tabell 2.

Tabell 3. Riktvärden och gränsvärden

Parameter	Riktvärden råvatten ¹	Gränsvärde utgående dricksvatten ²
E Coli (cfu/100 ml)	<500 (yt) Ej påvisad (grund)	Ej påvisad
Koliforma (cfu/100 ml)	<5000 (yt) Ej påvisad (grund)	10

¹Svenskt Vatten, ²Livsmedelsverket

Säkerhetsbarriärer

I samband med klimatförändringarna kommer det bli ännu viktigare med fungerande och omfattande barriärer mot mikrobiologisk förorening i vattenverken. I tabell 4 redovisas rekommenderade antal barriärer enligt Livsmedelsverket:

Tabell 4. Rekommenderat antal barriärer utifrån vattenkvalitet och typ av vattentäkt.

Parameter	Opåverkat grundvatten	Ytvattenpåverkat grundvatten	Ytvatten och ytvattenpåverkat grundvatten	
<i>E. coli</i> eller enterokocker	Ej påvisad (i 100 ml)	Ej påvisad (i 100 ml)	1-10 (antal/100 ml)	> 10 (antal/100 ml)
Koliforma bakterier	Ej påvisad (i 100 ml)	1-10 (antal/100 ml)	10-100 (antal/100 ml)	> 100 (antal/100 ml)
Minsta antal barriärer	En¹ En i beredskap²	En	Två	Tre

¹Allmänna anläggningar enligt VA-lagen som producerar > 400 m³ dricksvatten per dygn

²Övriga anläggningar som omfattas av föreskrifterna

Följande beredningssteg kan räknas som säkerhetsbarriärer:

- kort konstjord infiltration av ytvatten (kortare tid än 14 dagar)
- kemisk fällning med efterföljande filtrering
- långsamfiltrering
- primär desinfektion (klor, ozon, UV-ljus)
- filtrering genom membran med en absolut porvidd som är mindre eller lika med 100 nm (nanometer), vilket är samma sak som 0,1 µm.

Barriärverkan kan bygga på någon av principerna *avskiljning* och *inaktivering*. I ett vattenverk med flera säkerhetsbarriärer fungerar barriärkonceptet bäst om båda principerna används, t.ex kemisk fällning (avskiljning) kombinerat med desinfektion (inaktivering).

Trots att klor har god förmåga att inaktivera vissa mikroorganismer, framför allt bakterier, är klorering inte en effektiv barriär mot sjukdomsframkallande parasitära protozoer som *Cryptosporidium parvum* och *Giardia intestinalis*. Mot dessa är exempelvis UV-ljus att föredra.

6 UNDERSÖKTA VATTENTÄKTER

I tabell 4 redovisas en sammanställning över ingående vattentäkter i studien. I tabellen redovisas kommun, vattentäktens namn och vilken typ av vattentäkt det är, indelat i ytvatten, grundvatten eller grundvatten med konstgjord infiltration (KI).

Tabell 4. Vattentäkter som ingår i studien.

Kommun	Vattentäkt	Yt- eller grundvatten	Antal anslutna
Arvika	Edane vattentäkt	Ytvatten	510
Eda	Eda glasbruk	Grundvatten	2500
Filipstad	Yngen	Ytvatten	8000
Forshaga	Visten	Ytvatten	10 000
Grums	Värmskog	Grundvatten	50
Hagfors	Stor-Ullen	Ytvatten	15 000
Hammarö (Karlstad)	Kattfjorden/Sörmon	Grundvatten (KI)	72 000
Karlstad	Hynboholm	Grundvatten	5440 ¹
Kil	Fryksta	Grundvatten	7660
Kristinehamn	Bergsjön/Sandköping	Grundvatten (KI)	19000
Munkfors	Ransäter	Grundvatten	3000-4000 ²
Storfors	Vargtorpet	Grundvatten	3500
Sunne	Öjervik	Grundvatten	6450
Säffle	Stackviken	Ytvatten	10 000
Torsby	Sysslebäck	Grundvatten	30 hushåll
Årjäng	Lennartsfors	Ytvatten	170

¹Sammankopplat med andra distributionsanläggningar, ²Används endast en vecka per år

Av de totalt 16 undersökta vattentäkterna är fördelningen mellan grund- och ytvatten följande:

- 8 grundvattentäkter (50 %)
- 2 grundvatten med konstgjord infiltration (12,5%)
- 6 ytvattentäkter (37,5%)

Reservvattentäkter och vattenskyddsområden

En reservvattentäkt utgör en säkerhet för kommunen om något skulle inträffa som medför att den ordinarie vattentäkten blir helt eller delvis obrukbar. Av de 16 ingående vattentäkterna kan endast ett fåtal helt ersättas av befintliga reservvattentäkter.

Syftet med att upprätta vattenskyddsområden är att ge vattenförekomster ett långsiktigt skydd mot bland annat akuta och diffusa föroreningar. Av de ingående vattentäkterna har i dagsläget ungefär hälften uppdaterade vattenskyddsområden. Arbetet med att utforma och fastställa vattenskyddsområden pågår dock i ett flertal av kommunerna.

7 RISKBEDÖMNING

En bedömning av föroreningsrisker för utvalda vattentäkter i Värmland har genomförts utifrån insamlat material om vattentäkterna. Metodiken som användes vid riskbedömningen består av två steg och beskrivs i följande kapitel. I riskbedömningen över vattentäkterna har inte någon hänsyn tagits till de eventuella barriärer som finns i beredningsprocessen i vattenverken. I åtgärdsförslagen har dock hänsyn tagits till dessa barriärer. Beroende på antal barriärer och utformning av processen kan vattenförsörjningens sårbarhet minskas.

7.1 Steg 1 Riskbedömning -befintliga föroreningskällor

I steg 1 utförs en bedömning av risker utifrån befintliga föroreningskällor inom tillrinningsområdet, beskrivna i kapitel 5.1. Här bedöms risken för föroreningspåverkan från de olika kategorierna av föroreningskällor vid klimatkonsekvenserna *skyfall/översvämning* samt *ökad tillrinning*.

Skyfall och *översvämning* har slagits ihop då föroreningsförloppen vid dessa scenarion är relativt likvärdiga. *Ökad temperatur* bedöms inte ha någon direkt påverkan på föroreningskällorna och har därför inte tagits med. Riskbedömningen har delats upp i fyra nivåer: liten, medelstor, stor och mycket stor risk.

7.2 Steg 2 Riskbedömning -klimatförändringar

I steg 2 genomförs en övergripande bedömning av risker på vattentäkten vid olika klimatkonsekvenser, beskrivna i kapitel 4. Denna utgår från den samlade riskbilden från steg 1 samt övriga bedömningsgrunder i kapitel 5, d v s vattentäktens sårbarhet och vattenkvalitet.

Vid riskbedömningen har samma metodik använts som i Livsmedelsverkets handbok *Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning*. Metodiken beskrivs kortfattat på följande sida.

Metodik

I analysen bedöms sannolikheten för en oönskad händelse samt konsekvenserna av en sådan händelse. Därefter sammanvägs sannolikhet och konsekvens till en riskklass som graderas enligt en fyragradig skala. I analysen har riskerna värderats enligt riskmatris i figur 7.

Sannolikhet	Konsekvens			
	Liten (K1)	Medelstor (K2)	Stor (K3)	Mycket stor (K4)
Mycket stor (S4)	grön	gul	röd	svart
Stor (S3)	grön	gul	röd	röd
Medelstor (S2)	grön	grön	gul	röd
Liten (S1)	grön	grön	gul	gul

Figur 7. Riskmatris

Riskenivåerna utifrån färgerna i matrisen och har följande innebörd:

Grön	Förenklad riskhantering – förebyggande åtgärder (till exempel egenkontroll och avvikelshantering) skall upprätthållas
Gul	Aktiv riskhantering – förebyggande och/eller förberedande åtgärder ska övervägas
Röd	Risken måste reduceras – förebyggande och/eller förberedande åtgärder är nödvändiga
Svart	Akut risk – förebyggande och/eller förberedande åtgärder måste genomföras omedelbart

Kriterier

Kriterier för bedömning av sannolikhet och konsekvens ges i tabell 5 och 6. Även dessa följer i stort Livsmedelsverkets handbok. En del förändringar i nivåer för sannolikhet har genomförts då det var svårt att applicera dessa på händelser i framtiden.

Tabell 5. Nivåer för sannolikhet

S1 Liten	<ul style="list-style-type: none"> • Händelsen kan inte uteslutas
S2 Medelstor	<ul style="list-style-type: none"> • Händelsen är möjlig
S3 Stor	<ul style="list-style-type: none"> • Det är troligt att händelsen inträffar
S4 Mycket stor	<ul style="list-style-type: none"> • Händelsen kommer med stor sannolikhet att inträffa

Tabell 6. Nivåer för konsekvens

K1 Liten	<ul style="list-style-type: none"> • Obetydlig risk för påverkan på vattentäkten • Inga åtgärder krävs
K2 Medelstor	<ul style="list-style-type: none"> • Viss risk för påverkan på vattentäkten • Befintlig vattenbehandling måste "skruvas upp" eller modifieras
K3 Stor	<ul style="list-style-type: none"> • Påtaglig risk för påverkan på vattentäkten • En utökad vattenbehandling krävs
K4 Mycket stor	<ul style="list-style-type: none"> • Mycket stor risk för påverkan på vattentäkten • Vattentäkten obrukbar

8 RESULTAT RISKBEDÖMNING

I detta kapitel redovisas resultatet från riskbedömningarna för samtliga vattentäkter. Resultaten har delats upp mellan riskbedömning befintliga föroreningskällor (steg 1) samt riskbedömning klimateffekter (steg 2). Riskbedömning klimateffekter har delats upp mellan ytvatten och grundvatten.

8.1 Steg 1 Riskbedömning - befintliga föroreningskällor

Resultatet av riskbedömningen befintliga föroreningskällor redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Resultat föroreningskällor

Föroreningskälla	Risk att föroreningen påverkar vattentäkten vid							
	Skyfall/översvämning				Ökad tillrinning			
	Liten	Medel	Stor	Mycket stor	Liten	Medel	Stor	Mycket stor
Avfallsupplag	2	1			3			
Dagvatten från stadsmiljö	4	7			10	2		
Dagvatten från industrimark	2	4			6			
Annan förorening från industrimark	1	2			3			
Förorening från förorenad mark	4	3	1		4	1	1	
Kommunal avloppsrening	4	6	2		9	1	1	
Enskilda avloppsanläggningar	4	5	3		10	ö	1	
Petroleum hantering/förvaring	11	5	1		15	1		
Djurhållning	5	6	2		10	3		
Förorening från väg	8	9			15			
Jordbruksmark utan djur	3	8	1		11	3		
Skogsbruk	1	4	8		5	10		
Grustäkt	3	1	1		4		1	

Resultatet från sammanställningen visar bland annat följande

- Risken för påverkan av föroreningar generellt är större vid skyfall/översvämning, jämfört med ökad tillrinning.

De största föroreningsriskerna vid översvämning/skyfall är följande:

- Skogsbruk
- Kommunal avloppsrening
- Enskild avloppsrening
- Djurhållning

De största föroreningsriskerna vid ökad tillrinning är följande:

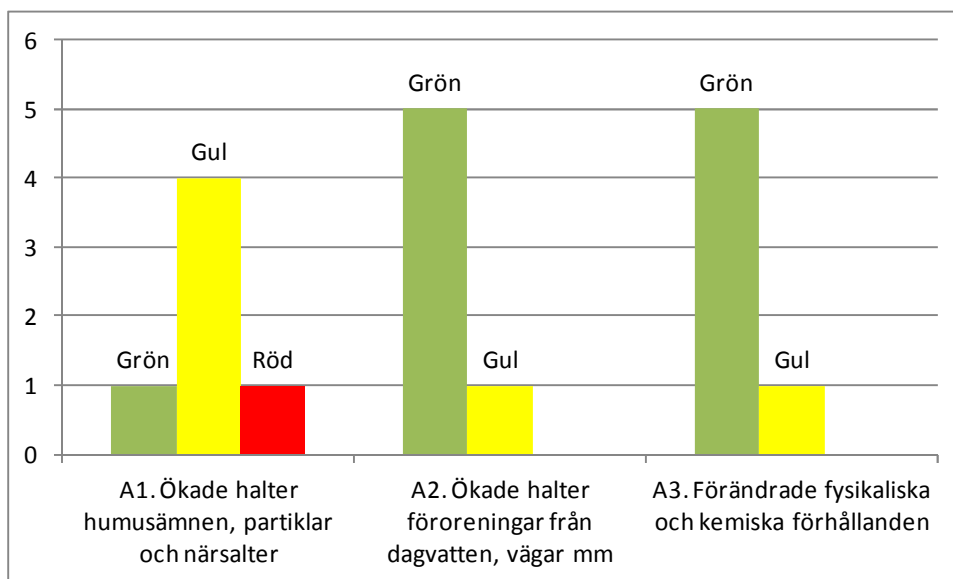
- Skogsbruk
- Jordbruksmark utan djur
- Djurhållning
- Enskilda avloppsanläggningar

8.2 Steg 2 Riskbedömning- klimateffekter

Ytvatten

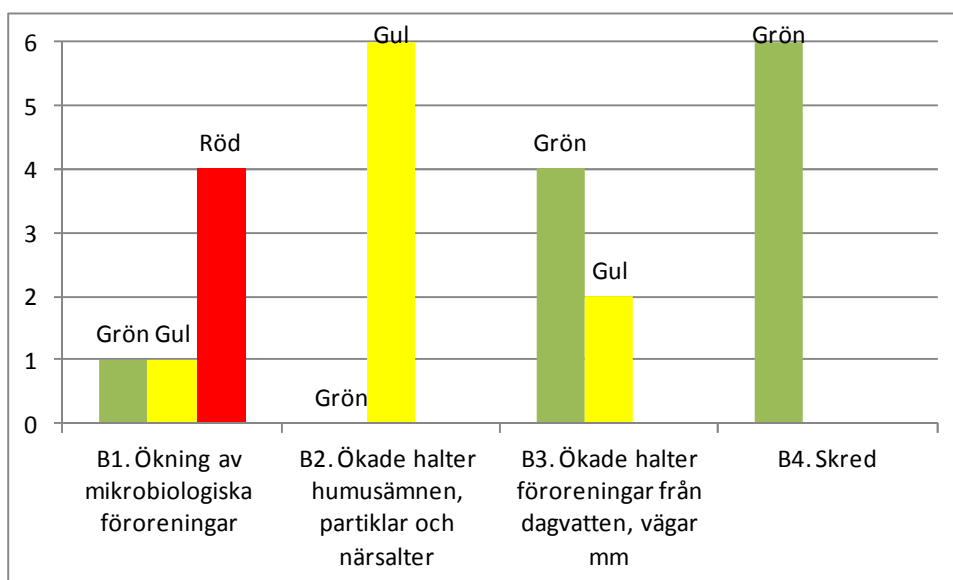
Sammanställningen av riskbedömningen för ytvattentäkterna redovisas i figur 8, 9, 10, 11. I figurerna är samtliga ytvattentäckers föroreningsrisker i samband med klimatförändringarna summerade, uppdelat efter klimateffekter. I riskanalysen ingick totalt 6 ytvattentäckter.

Ökad tillrinning



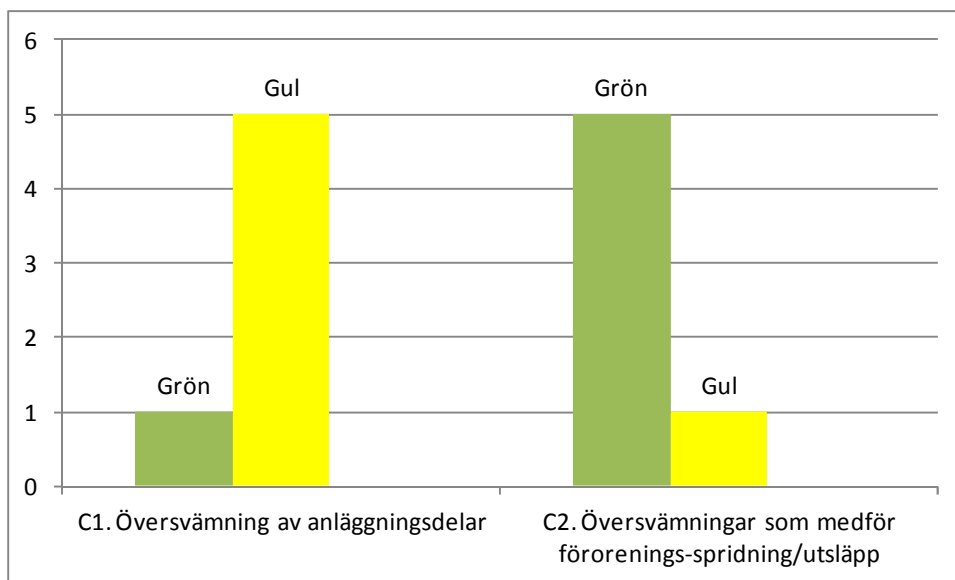
Figur 8. Antal ytvattentäckter med bedömd riskklass

Intensiva regn och skyfall



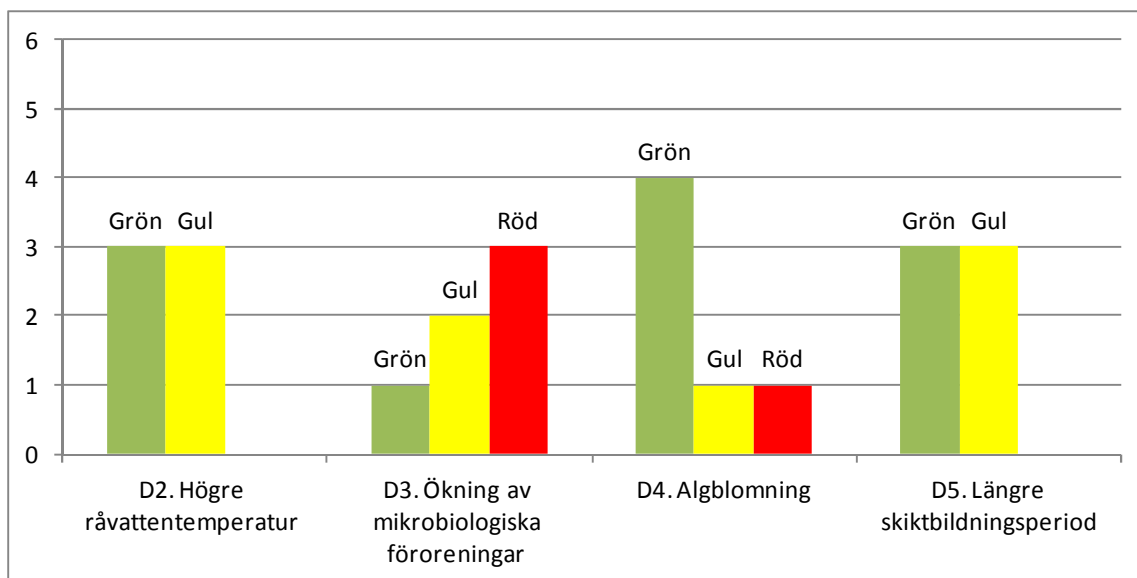
Figur 9. Antal ytvattentäckter med bedömd riskklass

Översvämningar



Figur 10. Antal ytvattentäkter med bedömd riskklass

Högre temperatur



Figur 11. Antal ytvattentäkter med bedömd riskklass

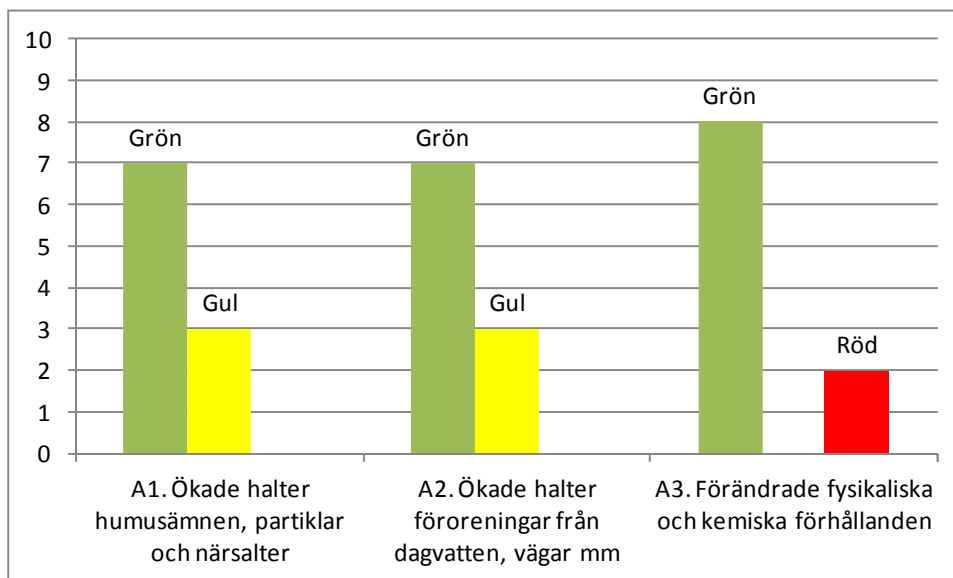
Antalet föroreningsrisker med gul riskklass är totalt 30 stycken. Här krävs en aktiv riskhantering, vilket innebär att förebyggande och/eller förberedande åtgärder bör övervägas.

Antalet föroreningsrisker med röd riskklass är 9 stycken. Här måste risken reduceras och förebyggande och/eller förberedande åtgärder är nödvändiga.

Grundvatten

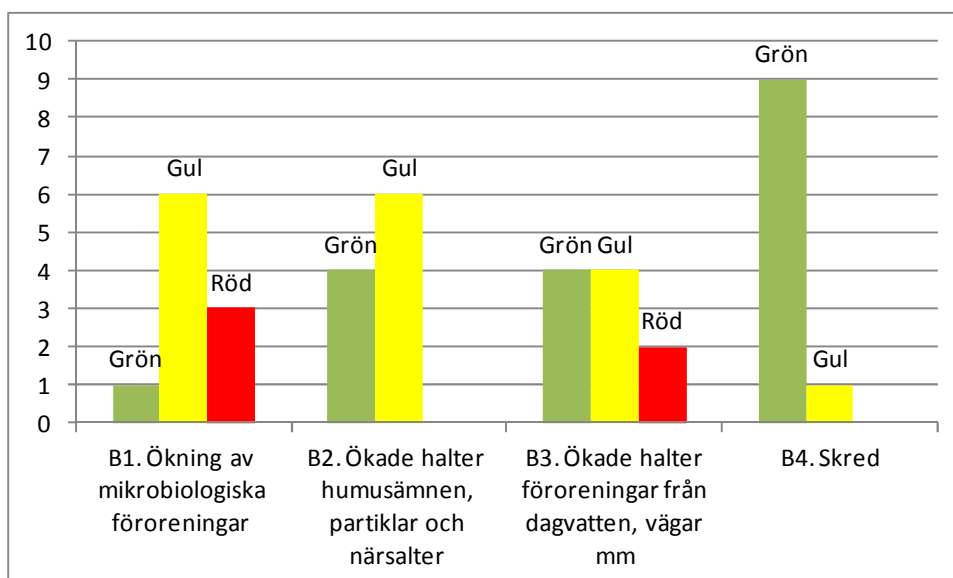
Sammanställningen av riskbedömningen för grundvattentäkterna redovisas i figur 13, 14, 15, 16. I figurerna är samtliga grundvattentäkters föroreningsrisker i samband med klimatförändringarna summerade, uppdelat efter klimateffekter. I riskanalysen ingick totalt 10 grundvattentäkter.

Ökad tillrinning



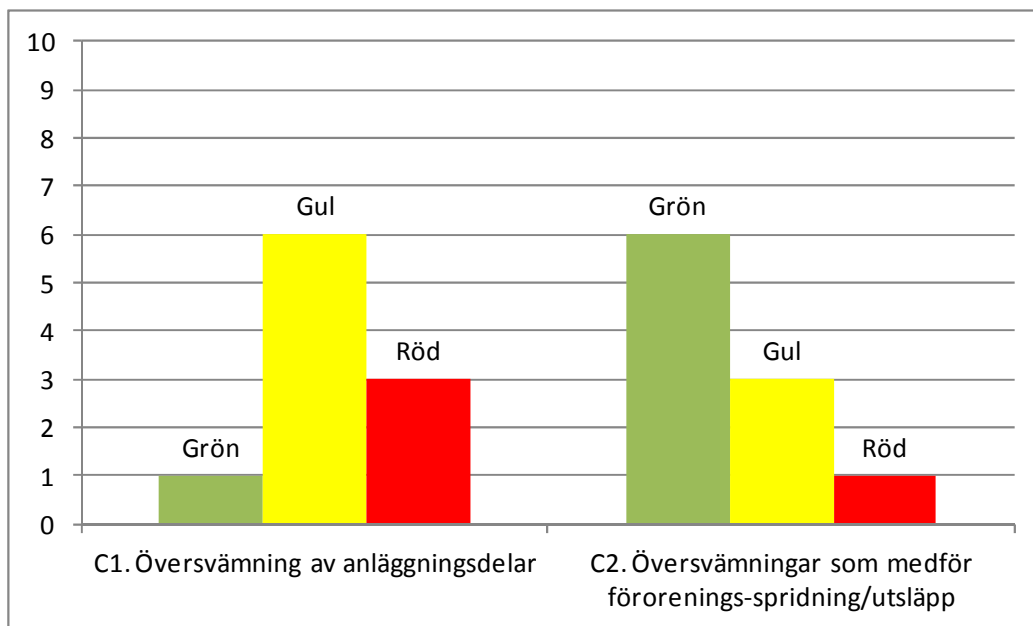
Figur 12. Antal grundvattentäkter med bedömd riskklass

Intensiva regn och skyfall



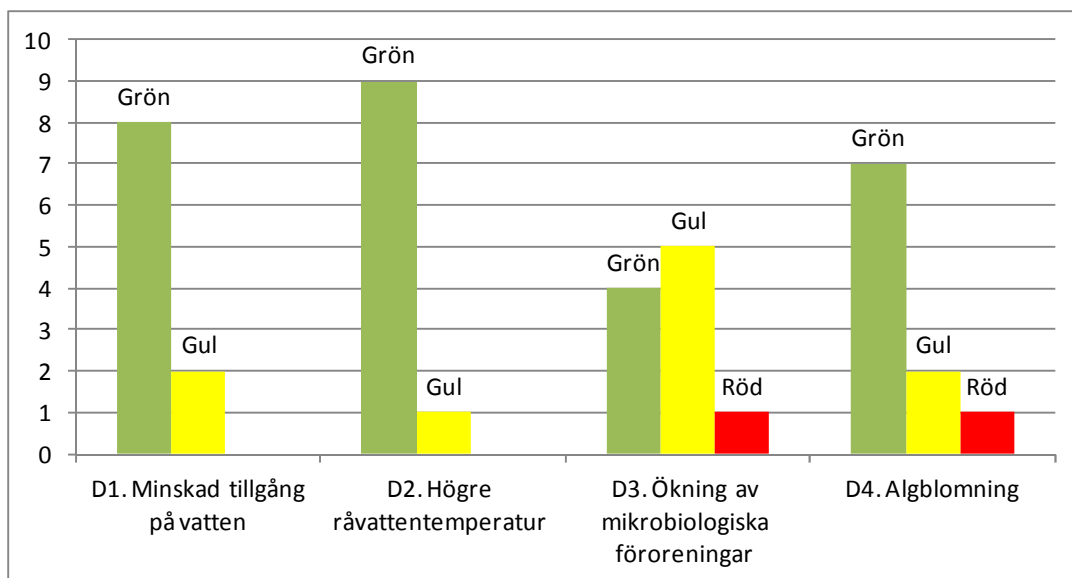
Figur 13. Antal grundvattentäkter med bedömd riskklass

Översvämningar



Figur 14. Antal grundvattentäkter med bedömd riskklass

Högre temperatur



Figur 15. Antal grundvattentäkter med bedömd riskklass

Antalet föroreningsrisker med gul riskklass är totalt 42 stycken. Här krävs en aktiv riskhantering, vilket innebär att förebyggande och/eller förberedande åtgärder bör övervägas.

Antalet föroreningsrisker med röd riskklass är 13 stycken. Här måste risken reduceras och förebyggande och/eller förberedande åtgärder är nödvändiga. Arbetet måste påbörjas omgående för att säkra nuvarande och framtida vattenförsörjning.

9 SLUTSATSER

I vilken omfattning och hur kommer vattentäkterna i Värmland påverkas av ett förändrat klimat?

Något generellt svar går inte att ge då resultatet från undersökningen visar att påverkan varierar kraftigt mellan de olika vattentäkterna. För ett antal vattentäkter bedöms riskbilden i samband med ett förändrat klimat vara mycket liten medan den vid ett antal vattentäkter bedöms vara så stor att det krävs omgående åtgärder. Detta gäller framförallt de vattentäkter som vid riskbedömningen fick röda riskmarkeringar. Vid dessa vattentäkter bör åtgärder snarast genomföras att inte riskera nuvarande och framtida vattenförsörjning.

Från studien kan följande huvudsakliga slutsatser dras:

- Många vattentäkter är utsatta för stora risker redan i dagsläget och har vid något tillfälle drabbats av effekter av klimatet/klimatförändringarna. I många ytvattentäkter sker sedan ett flertal år kontinuerligt förändringar i vattenkvaliteten. Vid ett antal vattentäkter har man erfarenhet av kvalitetsförändringar i samband med skyfall eller problem med vattenkvalitet i samband med översvämningar.
- Stor risk föreligger för att den ökade tillrinningen leder till ökat färgtal, ökad turbiditet och ökad halt COD (organiskt material) i ytvattentäkterna på grund av den ökade transporten av bland annat humusämnen från skogs- och jordbruk. Den ökade tillrinningen kommer även innebära ökad transport av näringsämnen och bekämpningsmedel till vattentäkterna.
- Frekvens av bräddning från avloppsreningsverk och pumpstationer kommer att öka pga ökad förekomst av extremväder (skyfall). Detta leder till en ökad risk för mikrobiologisk förorening av vattentäkten. I kombination med att den ökade råvattentemperaturen kan detta leda till ökad spridning av sjukdomsframkallande mikroorganismer (patogen).

Ytvattentäkterna i länet är generellt mycket mer utsatta för risker jämfört med grundvattentäkterna. Detta beror främst på att grundvattentäkterna har en geologisk barriär i form av lösa jordlager och berg, som ytvattentäkterna saknar. I den geologiska barriären sker avskiljning av organiskt material, mikrobiologiska föroreningar mm. Ytvattentäkterna har även generellt ett större tillrinningsområde vilket innebär fler föroreningskällor än grundvattentäkterna.

Prioriterade åtgärder för respektive vattentäkt beskrivs i respektive bilaga. Exempel på generella åtgärder som föreslagits för att säkerställa god vattenkvalitet är följande:

- Öka antalet barriärer mot mikrobiologiska föroreningar i vattenverket (ex. UV-ljus)
- Kontinuerlig uppföljning av råvattenkvalitet
- Upprätta/revidera vattenskyddsområde
- Utred möjligheter för reservvattentäkt
- Besiktningar i tillrinningsområdet (potentiella föroreningskällor)

I jämförelse med andra delar av landet har Värmlands län följande fördelar:

- Liten risk för brist på vatten (jämfört med södra Sverige)
- Stora arealer med glesbygd, vilket innebär begränsat med verksamheter som kan riskera att förorena vattentäktena.
- Länet kan ta lärdom av situationen i södra Sverige med avseende på framförallt höga vattentemperaturer och höga färgtal.

För att vidta nödvändiga åtgärder som motverkar effekterna av ett framtida klimat uppgår kostnaden, enligt utförd kostnadsuppskattning, till totalt ca 5 miljoner. Utslaget på samliga vattentäkter blir detta ca 300 00 kr/vattentäkt. Denna kostnad skall ställas i relation till kostnaden för ett vattenburet utbrott, dvs ett utbrott av mikrobiologisk smitta. Erfarighetsmässig uppgår samhällskostnaden till 10 000 kr/smittad person (ex. Bergen 2004) vid ett utbrott och man räknar med att ca 50 % av invånarna smittas. Detta innebär att om en kommun med 10 000 invånare drabbas av en vattenburen smitta uppgår kostnaden till 50 miljoner.

10 REFERENSER

Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007, *Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat*, Bilaga B13

Livsmedelsverket, 2007, *Risk och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning*

Sveriges geologiska undersökning (SGU), 2007, *Kan grundvattenmålen klaras vid ändrade klimatförhållanden? -underlag för analys, (2007:9)*

Statens geotekniska institut (SGI), 2007, *Föroreningsspridning vid översvämningar Etapp 1 och 2,*

Statens geotekniska institut (SGI), 2007, *Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat*

Vattenmyndigheten, 2007, *Påverkansbedömning grundvatten*

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, www.msb.se

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, www.smhi.se