



# Föroreningsrisker för vattentäkter

med hänsyn taget till konsekvenser av klimatförändringar, Norrbottens län



**LÄNSSTYRELSEN I NORRBOTTENS LÄN** har, liksom alla andra länsstyrelser i landet, i uppdrag att på regional nivå samordna arbetet med anpassning till ett förändrat klimat. Uppdraget innebär samordning, rådgivning och stöd till kommuner och regionala aktörer i deras klimatanpassningsarbete. Ett uttalat mål är att skapa strategier för anpassning till ett förändrat klimat på såväl kommunal som regional nivå. Denna rapport är led i arbetet med att bistå länets kommuner med underlag för deras anpassningsstrategier och för arbetet med att trygga dricksvattenförsörjningen.

Titel: Föreningensrisker för vattentäkter med hänsyn taget till konsekvenser av klimatförändringar, Norrbottens län

Reviderad: 2010-05-17

Konsult: Vatten & Miljöbyrå AB, Varvsgatan 47, 972 33 Luleå

Uppdragsgivare: Micael Bredefeldt, Länsstyrelsen i Norrbottens län

Adress: Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå

Telefon: 0920-960 00

E-post: [norrbotten@lansstyrelsen.se](mailto:norrbotten@lansstyrelsen.se)

Internet: [www.lansstyrelsen.se/norrbotten](http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten)

Grafisk produktion: Plan Sju kommunikation

Rapportnummer: 2011-15

# Innehåll

<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b> .....	4
<b>UTREDNINGAR INOM KLIMATOMRÅDET</b> .....	4
<b>METODIK</b> .....	5
Material .....	5
Begränsningar .....	5
Distribution .....	5
<b>KLIMATSCENARIER</b> .....	6
Klimatscenarier .....	6
Temperatur .....	6
Nederbörd .....	7
Avrinning .....	8
Grundvattennivåer .....	9
Intensiva regn och skyfall .....	9
<b>HÄNDELSER/KONSEKVENSER FÖR VATTENTÄKTER</b> .....	10
Ökad tillrinning .....	10
Ökad risk för intensiva regn och skyfall .....	12
Ökad risk för nederbörd som ger större marköversvämningar .....	13
Varmare somrar samt ökad risk för värmeböljor .....	15
Varmare vinter, höst och vår .....	15
<b>RISK OCH SÅRBARHET</b> .....	16
Potentiella föroreningskällor .....	16
Bedömning av vattentäckers sårbarhet .....	18
Vattentillgång .....	18
Tillrinningsområdet .....	18
Vattentäckens lokalisering .....	19
Utformning grundvattentäkt .....	19
Utformning ytvattentäkt .....	20
<b>HUVUDVATTENTÄKTERNA I NORRBOTTEN</b> .....	21
<b>RISKBEDÖMNING</b> .....	22
Steg 1 Riskbedömning -befintliga föroreningskällor .....	22
Steg 2 Riskbedömning -klimatförändringar .....	22
<b>RESULTAT SAMMANVÄGD RISKBEDÖMNING</b> .....	24
Riskbedömning föroreningskällor .....	24
Riskbedömning klimatförändringar .....	25
<b>SLUTSATSER</b> .....	27
<b>REFERENSER</b> .....	28



## Bakgrund och syfte

Under 2007 genomfördes den statliga Klimat- och sårbarhetsutredningen som 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 specifikt belyste risker för vattenförsörjningen. I utredningen slås bland annat fast att det är viktigt att analysera lokala sårbarheter för varje vattenförsörjningssystem.

Länsstyrelsen i Norrbotten 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 vattentäkternas sårbarhet för dessa klimatförändringar har ingått i projektet som omfattar samtliga kommuners huvudvattentäkter i Norrbottens län. Arbetet kan även ligga till grund för kommunernas fortsatta arbete med övriga vattentäkter.

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

## Utredningar inom klimatområdet

Under senare år har ett flertal utredningar kopplade till framtida klimatförändringar genomförts i Sverige. Den mest omfattande är Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007) 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", varifrån stor del av faktaunderlaget till föreliggande rapport har tagits. Övriga utredningar som ligger till grund för denna rapport omfattar bland annat följande:

- ▶ Föroreningsspridning vid översvämningar Etapp 1 och 2, (SGI)
- ▶ Kan grundvattenmålet klaras vid ändrade klimatförhållanden? -underlag för analys (SGU)
- ▶ Påverkansbedömning grundvatten (Vattenmyndigheten)
- ▶ Översvämningsskarteringar (MSB)
- ▶ Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat (SGI)

# Metodik

## Material

För projektet har material inhämtats från länsstyrelsen, kommunerna, SMHI och ovanstående utredningar. Data över varje enskild vattentäkt har sammanställts, såväl tekniska beskrivningar som hydrogeologiska förutsättningar och potentiella föroreningsrisker. De tillståndspliktiga verksamheter som finns i anslutning till vattentäktarna har kartlagts<sup>1</sup>. Klimatdata har studerats, för att få en bedömning av de potentiella föroreningsrisker som ett förändrat klimat kan innebära för de olika vattentäktarna. Sammanställningarna har resulterat i en risk- och sårbarhetsanalys för varje vattentäkt.

I de fall materialet var otillräckligt efterfrågades kompletterande uppgifter från tekniska chefer eller motsvarande i berörda kommuner. Dessutom har en förfrågan sänts till samtliga miljöchefer i länet, med begäran om uppgifter för de anmälningspliktiga verksamheterna i respektive kommun.

Underlagsmaterial för fastställande av skyddsområden har studerats, då det innehåller såväl tekniska data som information om hydrologi/hydrogeologi och potentiella föroreningsrisker inom varje vattentäkts tillrinningsområde.

Grunddata för framtida klimatscenarier har huvudsakligen erhållits från SMHI:s hemsida<sup>2</sup>.

För varje vattentäkt har de potentiella föroreningsriskerna identifierats och värderats. Denna värdering har vägts ihop med den riskvärdering som gjorts utifrån klimatologiska faktorer. Riskvärderingarna har sammanställts i en riskmatris för varje enskild huvudvattentäkt, för tidsintervallet år 2050-2100.

## Begränsningar

Begränsningen vid arbetet med riskbedömningarna bestod främst i bristande tillgång på ett fullständigt underlagsmaterial för en del vattentäkter.

Detta kan i vissa fall bero på att det inte finns någon eller endast begränsad dokumenterad information om vattentäkten. Exempelvis har de hydrologiska och hydrogeologiska undersökningarna för vissa av vattentäktarna varit grundliga medan andra har haft mer summariska beskrivningar av förhållandena.

I andra fall kan det bero på att vi inte har fått tillgång till de uppgifter som finns. Att ta del av kommunernas lokalkunskap om vattentäkten och tillrinningsområdet hade gett ytterligare intressant information, men rymdes inte inom detta projekt.

## 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, en för varje kommun. Riskmatriserna har levererats till respektive kommun och Länsstyrelsen.

# Klimatscenarier

## Klimatscenarier

Samtlig information om klimat och klimatscenarier som presenteras i följande kapitel har inhämtats på SMHI:s hemsida om inte annat anges.

Rosby Centre har på beställning av Klimat- och sårbarhetsutredningen tagit fram ett stort antal klimatkartor som på olika sätt beskriver klimatet och dess möjliga utveckling. Ett antal klimatscenariokartor har även tagits fram som underlag till SGU-projektet "Kan grundvattenmålet klaras vid ändrade klimatförhållanden?" Materialet bygger på beräkningar med Rosby Centrets regionala klimatmodell RCA3 och den kopplade RCAO-modellen. Klimatscenariokartorna visar förhållanden för 30-årsperioder, varav vi har valt att titta på perioden 2071-2100.

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 utsläppsscenarioer. Klimat- och sårbarhetsutredningen har valt att fokusera på två scenarier, benämnda A2 och B2, varav A2 är det scenario som orsakar de största förändringarna. I föreliggande rapport har därför scenario A2 valts. För mer information om klimatscenarier, se SMHI:s hemsida. För de klimatkartor som används i följande kapitel gäller följande: Utsläppsscenario A2, regional klimatmodell RCA3 och global klimatmodell ECHAM4/OPYC3.

## Temperatur

Klimatscenarierna för perioden pekar generellt på en temperaturökning mellan 2,5 till 4,5 °C i Sverige. I Norrbotten är temperaturökningen något högre, i snitt ca 4,5 till 5 °C fram till år 2100. I Norrbotten är förändring i temperatur störst under november–december. I november ökar mintemperaturen med 6 till 7,5 °C.

Den förväntade årsmedeltemperaturens ökning i Norrbotten, redovisad som avvikelse från

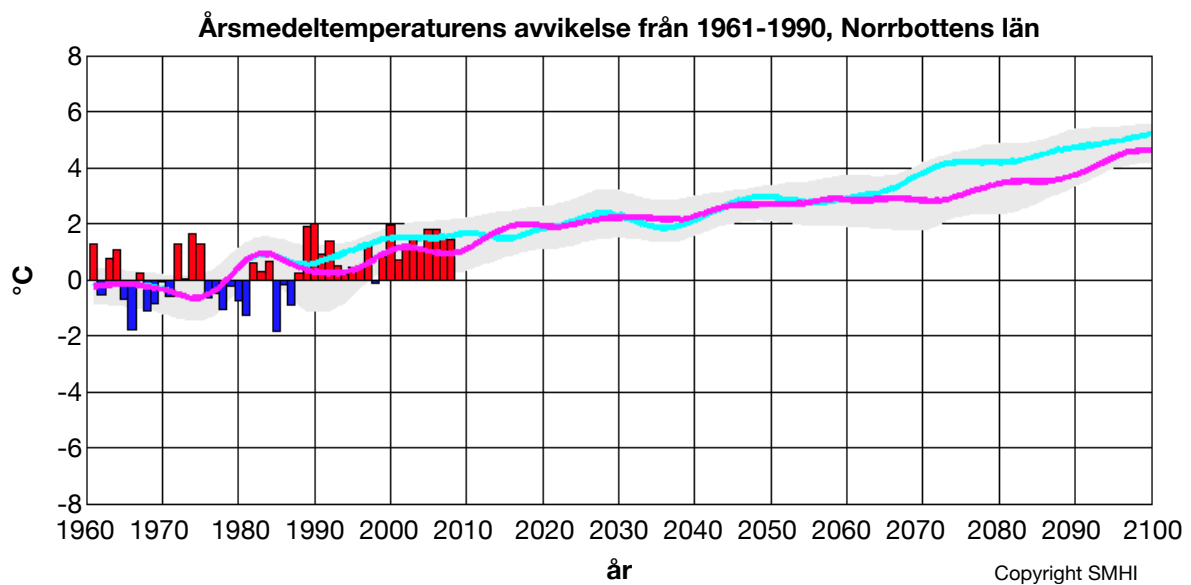
perioden 1961-1990, ses i Figur 1. Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer, röda staplar visar temperaturer högre än den normala och blå staplar temperaturer lägre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-års-medelvärden från scenarier. Den cerisa kurvan motsvarar förändringen i årsmedeltemperaturen för utsläppsscenario B2 och den turkosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario A2. Det grå fältet beskriver variationen i temperatur mellan enskilda år (beräknat från scenarierna).

### Vegetationsperiod

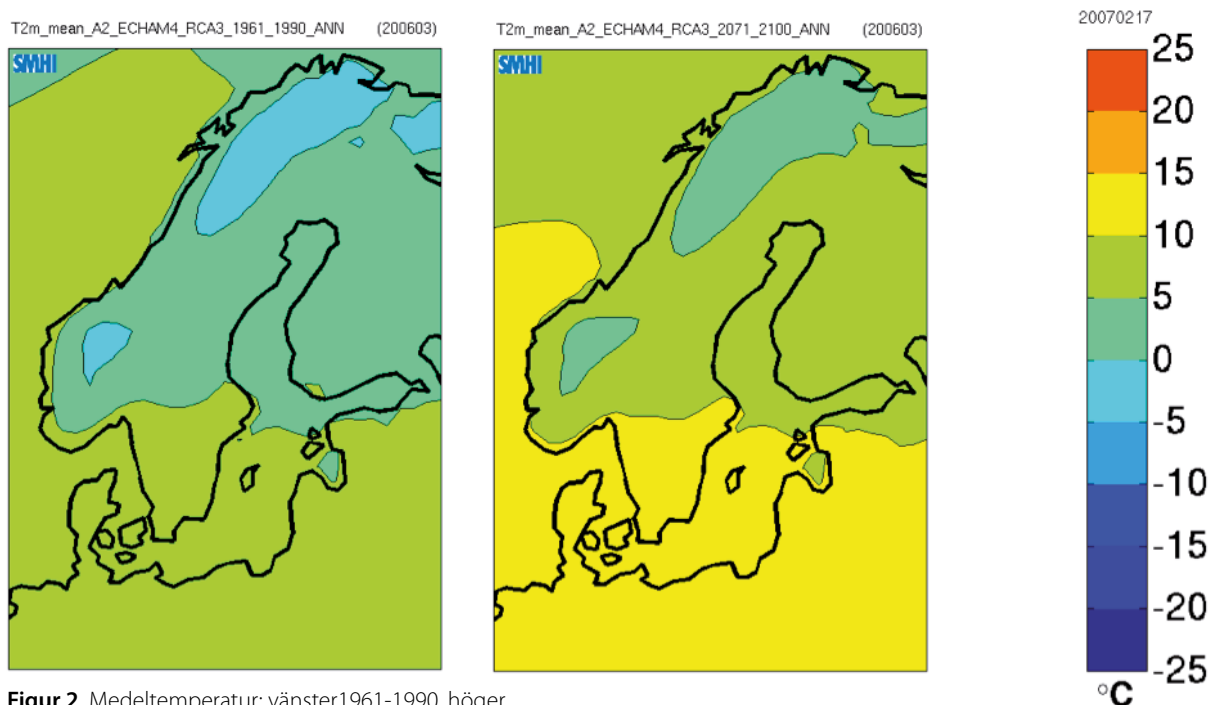
Temperaturökningen medför även en ökad vegetationsperiod, vilket definieras som den period då medeltemperaturen är över +5 °C. Vegetationsperioden ökar i maj från i medeltal 15 till 23-28 dagar och i oktober från 1 dag till 7-13 dagar. De senaste 40 åren har vegetationsperioden ökat med ca 2 veckor i norra Sverige.

### Islossning

Islossningen i sjöar beräknas infalla i medeltal 15-25 dagar tidigare.



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



Figur 2 Medeltemperatur; vänster 1961-1990, höger

### Nederbörd

Generellt sett i Sverige ökar nederbörden under perioden med totalt ca 10-20 %. Nederbörden i Norrbotten ökar under hela året med undantag för augusti och ökningen är störst under vintern. Årsnederbörden vid kusten och i inlandet beräknas öka med 20-30 % till år 2100 och något mer i fjällen med en ökning på 30-35 %. Den förväntade årsnederbördens ökning i Norrbotten, redovisad som avvikelse i % från perioden 1961-1990, ses i figur 3.

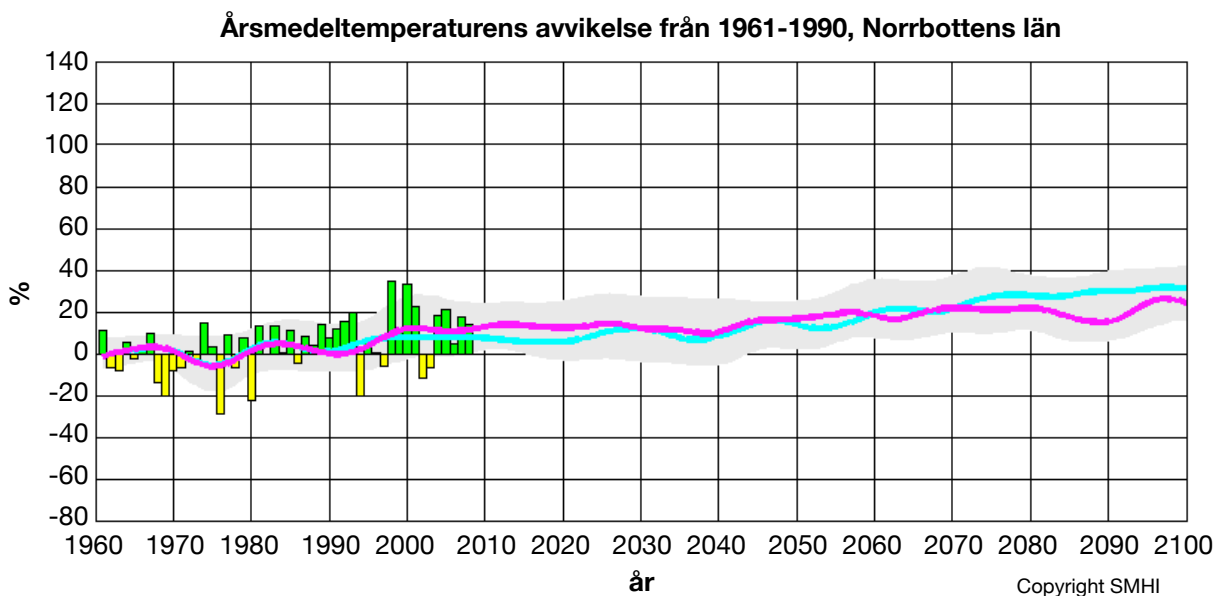
### Avrinning

Medelavrinningen, beräknat som nederbörd

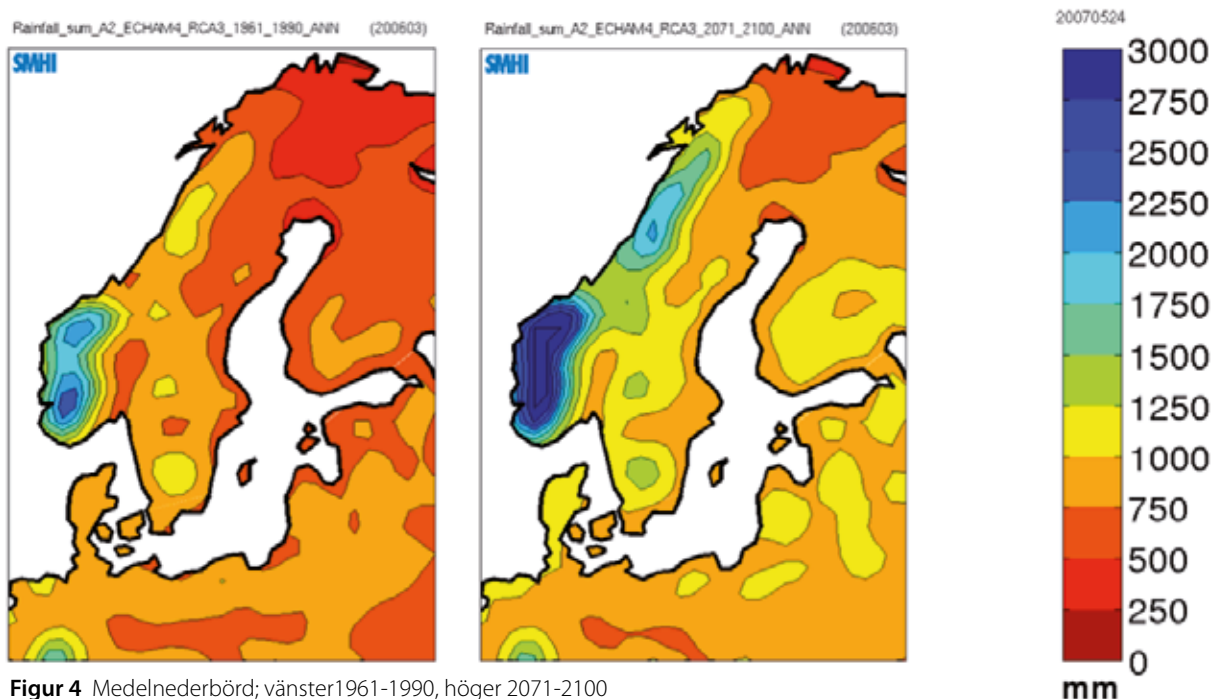
minus avdunstning, ökar. Främsta ökningen sker under oktober-november. En tidigare snöavsmältning leder till ökad avrinning i mars-april och minskad avrinning i maj. Detta innebär en ökad vattentillgång med få år som undantag. Norrbotten (mätpunkt Svappavara) beräknas få högre sammanlagd avrinning under våren, mars-maj (SGU).

### Grundvattennivåer

En ökad avrinning innebär mer vatten i både yt- och grundvattenmagasinen. Förändringar i grundvattennivå för de större grundvattenföre-

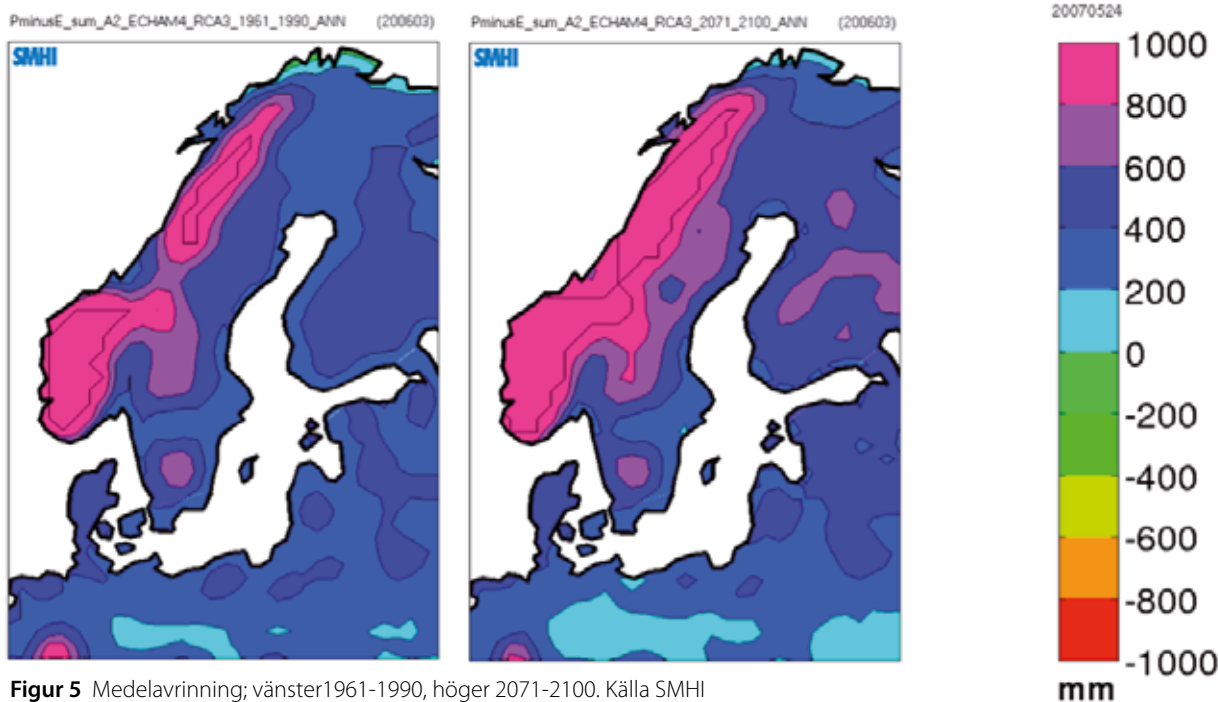


Figur 3 Årsnederbördens avvikelse från 1961-1990. Källa: SMHI



Figur 4 Medelnederbörd; vänster 1961-1990, höger 2071-2100





Figur 5 Medelavrinning; vänster 1961-1990, höger 2071-2100. Källa SMHI

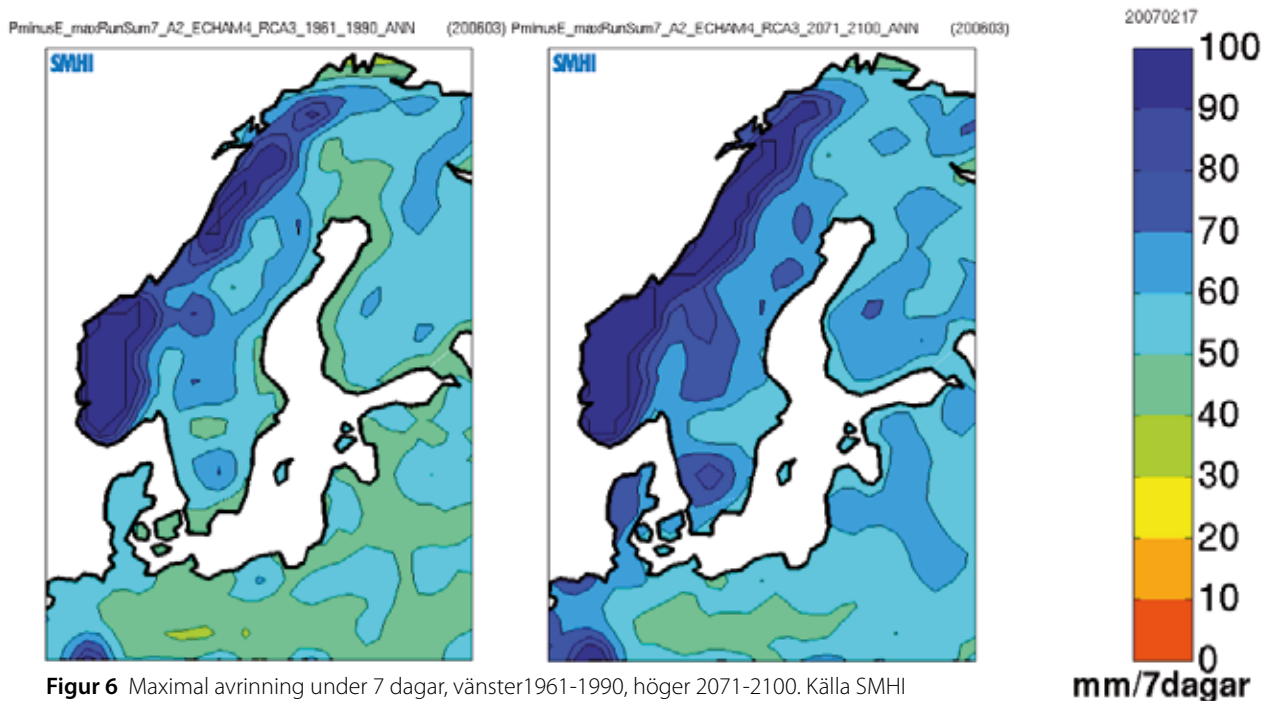
komsterna, dvs. sand- och grusåsarna, påverkas främst av den sammanlagda förändringen i grundvattenbildning under året och inte av det årliga variationsmönstret. I större delen av landet skattas grundvattennivåerna i de stora förekomsterna öka med något eller några 10-tal cm (SGU).

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

#### Intensiva regn och skyfall

I ett framtida klimat förändras de extrema väderhändelserna både i frekvens och i styrka.

Den maximala nederbörden under 7 sammanhängande dagar beräknas i Norrbotten öka med drygt 10-15 % till år 2100. Minst ökning sker i inlandet och mest i fjällen. Det beräknade antalet dagar med extrem dygnsnederbörd, >10 mm, beräknas öka med ca 5-9 dagar/år vid kusten och i inlandet och med 10-20 dagar/år i fjällen.



Figur 6 Maximal avrinning under 7 dagar, vänster 1961-1990, höger 2071-2100. Källa SMHI

# HÄNDELSE/ KONSEKVENSER FÖR VATTENTÄKTER

I Klimat- och sårbarhetsutredningen har förväntade klimatkonsekvenser delats upp i ett antal kategorier. I denna rapport används samma uppdelning, enligt följande:

- ▶ Minskad tillgång på vatten
- ▶ Ökad risk för perioder med torka
- ▶ Ökad tillrinning
- ▶ Ökad risk för intensiva regn och skyfall
- ▶ Ökad risk för nederbörd som innebär marköversvämningar
- ▶ Varmare somrar samt ökad risk för värmeböljor
- ▶ Varmare vinter, höst och vår

I utredningen har Sverige delats upp i ett antal områden och en bedömning har gjorts vilka områden som påverkas av de olika konsekvenserna. Samtliga konsekvenser bedöms kunna påverka Norrbotten, förutom minskad tillgång på vatten. Ökad risk för perioder med torka är framförallt ett problem i grunda brunnar i små grundvattenmagasin och bedöms därför inte vara relevant för huvudvattentäkterna i länet.

I följande kapitel beskrivs kortfattat klimatkonsekvenserna och de konsekvenser dessa kan ha på vattentäkter. Även här är uppdelningen i stort sett enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen. Ingen uppdelning mellan grund- och ytvatten har dock gjorts då flertalet grundvattentäkter baseras på konstgjord eller inducerad infiltration och därmed även påverkas av försämrade ytvattenkvalitet. Förutsättningarna vid en riskbedömning hos en ytvattentäkt och en grundvattentäkt skiljer sig dock. Grundvatten har normalt en jämnare och bättre vattenkvalitet än ytvatten som har större variationer i sammansättningen under året och mellan år.

## Ökad tillrinning

### Ökad tillförsel av humusämnen, partiklar, när-salter, föroreningar från dagvatten, vägar mm.

En ökad tillrinning medför en ökad ämne-transport till vattendragen. Vattenkvaliteten kommer gradvis att försämrats speciellt när det gäller färg (ökade humushalter), grumlighet, när-salthalter mm. Denna trend är tydlig i södra och mellersta Skandinavien redan idag. I vattendragen sker en

viss självrening av tillförda ämnen genom fastläggning i botten-sediment, nedbrytningsprocesser, upptag i organismer mm.

En klassning av potentiell föroreningsbelastning på samtliga grundvattenförekomster i Sverige har genomförts i utredningen Påverkansbedömning – Grundvatten (Vattenmyndigheten, 2007). Resultatet för Norrbotten var att belastningen är låg eller måttlig för flertalet täkter med ett fåtal undantag där belastningen är hög.

### Förändrade fysikaliska, kemiska och biologiska förhållanden

I samband med ändrade nederbörds- och tillrinningsförhållanden kan vattnets fysikaliska, kemiska och biologiska förhållanden ändras. Ökad tillrinning kan till exempel innebära ett yngre vatten erhålls med lägre alkalinitet och hårdhet.

### Skred i vissa områden

Ändrade nederbördsförhållanden och förändrade yt- och grundvattennivåer ökar risken för erosion, ras och skred. Detta kan innebära en ökad transport av partiklar i vattendraget. Ras/skred av förorenade markområden kan innebära ytterligare föroreningsrisker. I en rapport från SGI har en översiktlig bedömning av riskerna för ras och skred gjorts för hela Sverige. Den översiktliga bedömningen för Norrbotten visas nedan i figur 7.



Figur 7 Översiktlig bedömning av risk för ras och skred. Källa: SGI

### Litteratur Ras och skred

Statens geotekniska institut (SGI) har gett ut ett flertal rapporter som belyser konsekvenser av klimatförändringar, bland annat Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat samt Frekvens av skred i Sverige. Rapporterna finns tillgängliga på SGI:s hemsida.

### **Risk för minskad omättad zon vid konstgjord infiltration**

Den omättade zonen fungerar som en mikrobiologisk barriär. Vid höga grundvattennivåer minskar den omättade zonen och vattentäktens sårbarhet ökar.

### **Risk för kortare uppehållstider i grundvattenfasen**

För grundvattentäkter med inducerad infiltration innebär en längre uppehållstid en bättre reduktion av smittämnen, t.ex. virus. Vid höga nivåer i ytvattnet eller vid översvämningar förkortas uppehållstiderna i grundvattnet.

### **Större risk för påverkan av förorenat markvatten**

Högre grundvattennivåer innebär att områden med förorenat grundvatten kan komma i kontakt med vattentäktens grundvattenmagasin och förorena detta.

## **Ökad risk för intensiva regn och skyfall**

### **Ökade halter mikrobiologiska föroreningar i vattentäkten**

De mikrobiologiska risker som uppkommer vid extremväder, så som intensiva regn och skyfall, är framförallt bräddning av avloppsvatten, gödselhantering samt utläckage från betesmark.

### **Vattenburen smitta i vattentäkten**

Det finns ett mycket stort antal mikroorganismer som kan orsaka sjukdom hos människor. Mikroorganismer finns överallt i naturen, de flesta är dock harmlösa. 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.

### **Ökade humushalter**

Ytvatten i Sverige innehåller ofta relativt höga halter humusämnen. En ökning av halterna i vissa sjövattnen har redan skett, och störst skillnad kan ses i södra Sverige. Ökad tillrinning och allt längre perioder då sjöarnas avrinningsområden är tjälfria är två anledningar.

Nedbrytningshastigheten för humus styrs av faktorer som är klimatberoende bl.a. temperatur, solljus, mikrobiella förhållanden samt vattnets uppehållstid i vattendraget.

### **Ökade halter av olika typer utsläpp**

Förorenade områden som ej tidigare varit översvämmade och sköljs av kan innebära att förorenat vatten riskerar att kontaminera vattentäkten. Enligt rapporten Ökad risk för föroreningssprid-

ning vid klimatförändringar (SGI) ökar riskerna för föroreningsspridning i samband med översvämningar och/eller skyfall.



**Figur 8** Översvämning av industriområde.  
(Foto: Arvika kommun)

## **Ökad risk för nederbörd som ger större marköversvämningar**

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.

I landets norra delar medför detta ofta att snön smälter samtidigt i fjällområden och i lägre belägna skogsområden så att fjällflod och skogsflod sammanfaller och ger höga flödestoppar. Om det dessutom faller regn i samband med snösmältningen ökar översvämningsrisken ytterligare.

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.

### **Översvämning av lågt belägna 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.



**Figur 9** Översvämning vid vattenverk, Småland 2004.  
(Foto: Erik Winnfors)

### **Föroreningsutsläpp av olika typer av miljö- och hälsofarliga kemiska ämnen i tillrinningsområdet för vattentäkt**

Marköversvämningar i områden med verksamheter som hanterar miljö- och hälsofarliga ämnen kan utgöra en risk för läckage/spridning av dessa.

#### **Översvämningsskarteringar**

MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, (f.d. Statens Räddningsverk) 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 Norrbottens län.

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 Norrbotten genomförts för följande vattendrag:

- Pite älv
- Lule älv
- Kalix älv

### **Varmare somrar samt ökad risk för värmeböljor**

Nya vattenburna och sjukdomsframkallande virus, protozoer och parasiter i vattensystemen  
Förändringar i vattentemperatur kan leda till

ökade mikrobiologiska risker. Bakterier reduceras till stor del i beredningen. Sjukdomsframkallande virus och protozoer utgör ett större hot då flertalet är klortåliga och ett varmare vatten kan leda till tillväxt i bland annat ledningssystemen.

### **Förändringar i jord- och skogsbruk**

Ett förändrat klimat kan innebära att t.ex. odlingssäsonger förlängs och nya grödor odlas. Det kan även innebära förändringar i gödningsteknik och i användning av bekämpningsmedel. Idag odlas få grödor som kräver bekämpningsmedel i Norrbotten, och en ökad användning innebär en ökad risk för spridning.

### **Längre skiktbildningsperiod**

Längre skiktbildningsperiod i sjöar ökar risken för ett syrefattigt bottenvatten, vilket kan öka halter av järn och/eller mangan samt risk för utläckage av fosfor från botten sediment.

### **Algblomning**

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

### **Höga vattentemperaturer**

Förhöjda vattentemperaturer kan medföra ett antal negativa konsekvenser. Ökad ytvattentemperatur kan till exempel leda till ökad risk för syrebrist i bottenvattnet i sjöar sommartid, samt tillväxt av mikroorganismer mm. Även den höga vattentemperaturen i sig kan vara ett problem, då det är önskvärt att kunna distribuera ett kallt vatten till konsumenterna. Höga ytvattentemperaturer kan medföra problem även för grundvattentäkter med konstgjord infiltration.

### **Ökat tryck av rekreation och friluftsliv på sjöar**

Ett ökat tryck på sjöar och vattendrag, exempelvis ökad båtrafik, innebär en föroreningsrisk. Detta är främst ett problem i tätbefolkade områden.

### **Varmare vinter, höst och vår**

#### **Mer nederbörd i form av regn och fler snösmältningar mm**

Ger upphov till samma konsekvenser som beskrivs under kap *Ökad tillrinning* och *Varmare somrar samt ökad risk för värmebölja*. Avrinningen ökar under denna period eftersom avdunstningen är låg och marken vattenmättad.



**Figur 10** Exempel på en markberedning med avrinning direkt till ytvattnet. (Foto: A. Sjöstrand)

## RISK OCH SÅRBARHET

### Potentiella föroreningskällor

Ett tillrinningsområde med mycket befintliga verksamheter så som skogsbruk, jordbruk, bebyggelse, industri, vägar mm innebär en större risk för vattentäkten än ett relativt oexploaterat område. Det är därför viktigt att ta reda på vad som finns inom tillrinningsområdet och även vad som planeras för att kunna bedöma den nuvarande och framtida riskbilden. I föreliggande kapitel beskrivs kort de föroreningskällor som har använts vid riskvärderingen för vattentäktena.

Föroreningar delas generellt 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 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. Sannolikheten för akuta föroreningar vid till exempel olyckor och sabotage har inte tagits med i bedömningen.

#### **Kommunal avloppsrening**

Avloppsinfiltration eller utsläpp av avloppsvatten till recipienter kan leda till förhöjda halter av närsalter (kväve och fosfor) samt mikrobiologisk påverkan. Störst risk uppstår vid bräddning av orenat avloppsvatten.

#### **Enskilda avlopp**

Avloppsinfiltration eller utsläpp av avloppsvatten till recipienter kan leda till förhöjda halter av närsalter (kväve och fosfor) samt mikrobiologisk påverkan.

#### **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 från bland annat fordonstrafik och väghållning, dvs. damm- och halkbekämpning.

#### **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**

Länsstyrelsen har genomfört en översiktlig kartläggning av nedlagda och pågående miljöfarliga verksamheter i länet. Totalt 4400 nedlagda och pågående verksamheter har identifierats och tilldelats en branschtypisk riskklass. De identifierade objekten tillhör branscher som har utpekats av Naturvårdsverket men behöver inte vara förorenade. För ett antal kommuner i länet har Länsstyrelsen genomfört en inventering av förorenade områden. Läckage och urlakning av föroreningar från förorenade markområden kan ske till omgivande mark och vatten.

### **Jordbruksmark**

Föroreningsrisken från jordbruk kommer främst från växtnärsämnen som kväve- och fosföroreningar, bekämpningsmedel samt mikroorganismer. Det är framför allt kväveföroreningar som sprids till vatten medan fosföroreningar i stor utsträckning fastläggs i marken.

### **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 10, ökar avrinning samt ämnestransporter ner mot vattendraget ytterligare.

### **Petroleumhantering -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 samt att det endast behövs låga koncentrationer för att ge en märkbar påverkan. Lukt- och smakpåverkan kan uppkomma vid 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**

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 i form av halk- och dammbekämpning av vägar är en annan föroreningskälla.

## **Bedömning av vattentäkters sårbarhet**

För att kunna göra en riskbedömning för en vattentäkt med avseende på konsekvenser pga. klimatförändringar är det viktigt att veta vilka förutsättningar som gäller. I detta kapitel beskrivs de huvudsakliga faktorer som påverkar en vattentäkts sårbarhet och som bör ingå i en riskbedömning.

### **Vattentillgång**

En minskad tillgång på vatten på grund av minskad nederbörd eller minskad tillrinning kan innebära en risk för vattenförsörjningen om det leder till otillräcklig kapacitet i vattentäkten. Vattentäktens känslighet för förändringar beror till största del av de hydrologiska och hydrogeologiska förhållandena i området samt utformningen av brunnar och brunnsområde.

Vattenförsörjningen i länet baseras till största delen på ytvatten eller konstgjort/inducerat grundvatten. Dessa vattentäkter är inte lika känsliga för variationer i grundvattennivå för en tillräcklig tillgång på vatten. Dessutom pekar de hydrogeologiska scenarierna för framtida förhållanden i Norrbotten på höjda grundvattennivåer orsakade av en ökad nederbörd med ökad avrinning.

### **Tillrinningsområdet**

En vattentäkts tillrinningsområde är det område inom vilket vatten flödar mot vattentäkten som grund- eller ytvatten. Kunskap om tillrinningsområdet är mycket viktigt vid riskbedömningen av en vattentäkt. Tillrinningsområdets utbredning, topografi och dess naturliga förhållanden påverkar vattentäktens sårbarhet men även verksamheter som bedrivs inom tillrinningsområdet kan påverka vattentäktens sårbarhet, exempelvis vid dikning.

Tillrinningsområdets utbredning används ofta vid bedömning av vattentillgången i området. Ett stort tillrinningsområde innebär generellt sett större tillflöde, vilket framförallt är positivt i områden där vattentillgången är begränsad.

### **Geologi och hydrogeologi**

Tillrinningsområdets geologiska och hydrogeologiska förhållanden bör beaktas vid en riskbedömning. De geologiska förhållanden, d v s vilken

typ av jordarter och berggrund som förekommer, påverkar bland annat områdets erosionsbenägenhet. De hydrogeologiska förhållandena påverkar infiltrationskapaciteten, möjlighet till fastläggning av föroreningar och transporthastigheten i mark och berggrund.

### **Vegetation**

Vegetationen i tillrinningsområdet och vegetationsperioden påverkar ämnestransporter av bland annat humus. Vegetationsperioden i Norrbotten blir längre vid ett varmare klimat. Den nuvarande vegetationen i Norrbotten består till stor del av skogsmark.

### **Topografi**

Tillrinningsområdets topografi påverkar riskbedömningen. I ett tillrinningsområde med brant terräng ner mot vattendraget är ytvrinningen i förhållande till infiltrationen större och sker snabbare jämfört med i ett flackare område. Större ytvrinning innebär en ökad transport av ämnen från marken. Det kan innebära ökad transport av exempelvis växtnäringsämnen och bekämpningsmedel från jordbruksmark och humus från skog. Vid akuta föroreningar innebär en snabbare avrinning en ökad risk eftersom åtgärds-tiden minskar.

### **Vattentäktens lokalisering**

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

#### **Nationell höjdmodell för hela landet**

Lantmäteriet framställer under perioden 2009-2015 en ny nationell höjdmodell. En detaljerad höjdmodell ger förutsättningar att förbättra kunskapsläget och beslutsunderlaget för att kunna vidta förebyggande åtgärder. I Norrbotten har stora delar av kustområdena skannats. Information om höjdmodellen 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 och vattnets uppehållstid i marken.

Den omättade zonen ovanför grundvattenytan utgör en mikrobiologisk barriär. I denna zon sker transport av ämnen långsamt och de 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 föroreningar i grundvattnet.

En ökad uppehållstid innebär generellt att turbiditeten 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 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. Detta kan leda till kvalitetsproblem, t.ex. 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.

# HUVUDVATTENTÄKTERNA I NORRBOTTEN

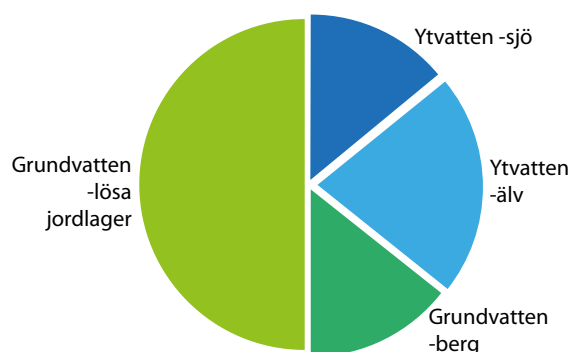
I tabell 1 redovisas en sammanställning över Norrbottens samtliga huvudvattentäkter. I tabellen redovisas namn och typ av vattentäkt, indelat enligt följande:

S= Ytvatten från sjö                      Ä= Ytvatten från älv  
J= Brunn i lösa jordlager                B= Bergborrad brunn

Tabell 1 Norrbottenkommunernas huvudvattentäkter.

Kommun	Typ av vattentäkt
Arjeplog	Ytvatten (S)
Arvidsjaur	Grundvatten (J)
Boden	Grundvatten (J)
Gällivare	Grundvatten (J)
Haparanda	Ytvatten (Ä)
Jokkmokk	Ytvatten (S)
Kalix	Grundvatten (J)
Kiruna	Ytvatten (Ä)
Luleå	Grundvatten (J)
Pajala	Grundvatten (B)
Piteå	Ytvatten (Ä)
Älvsbyn	Grundvatten (J)
Överkalix	Grundvatten (J)
Övertorneå	Grundvatten (B)

Av de 14 huvudvattentäkterna i Norrbotten är den största andelen, 64 %, grundvattentäkter och övriga, 36 %, är ytvattentäkter. Detta kan jämföras med att andelen ytvattentäkter totalt i Sverige är ca 10 % (som utgör volymmässigt ca 50 % av Sveriges vattenförsörjning, eftersom vattenförsörjningen i större städer oftast baseras på ytvatten). Fördelningen mellan olika typer av vattentäkter i länet redovisas figur 11.



Figur 11 Fördelning mellan olika typer av huvudvattentäkter i Norrbotten.

## Reservvattentäkter och vattenskyddsområden

En reservvattentäkt utgör en säkerhet för kommunen om något skulle inträffa som medför att den ordinarie vattentäkten blir obrukbar. I Norrbotten är det mycket få kommuner som har reservvattentäkter som kan ersätta huvudvattentäkterna till 100 %.

Syftet med att upprätta vattenskyddsområden är att ge vattenförekomster ett långsiktigt skydd mot bland annat akuta och diffusa föroreningar. Av huvudvattentäkterna i Norrbotten är det i dagsläget endast ett fåtal som har uppdaterade vattenskyddsområden. Arbetet med att utforma och fastställa vattenskyddsområden pågår dock i ett flertal av kommunerna.



# RISKBEDÖMNING

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

## Steg 1 Riskbedömning – befintliga föroreningskällor

I steg ett utförs en bedömning av risker utifrån befintliga föroreningskällor, beskrivna i kapitel *Potentiella föroreningskällor*. Här bedöms risken för föroreningspåverkan från de olika kategorierna av föroreningskällor vid 1) skyfall/översvämning samt 2) ökad tillrinning. Riskbedömningen har delats upp i fyra nivåer: liten, medelstor, stor och mycket stor risk.

## Steg 2 Riskbedömning – klimatförändringar

I steg två genomförs en övergripande bedömning av risker på vattentäkten vid olika klimatkonsekvenser, beskrivna i kapitel *Händelser/konsekvenser för vattentäkter*. Denna utgår från den samlade riskbilden från steg ett samt från bedömning av vattentäktens sårbarhet, kapitel *Bedömning av vattentäkters sårbarhet*. Vid riskbedömningen har samma metodik använts som i Livsmedelsverkets handbok Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning.

### 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 nedanstående riskmatris.

### Kriterier

Kriterier för bedömning av sannolikhet och konsekvens ges i tabell 2 och 3. 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 2 Nivåer för sannolikhet

Sannolikhet	Kriterier
<b>S1 Liten</b>	Händelsen kan inte uteslutas.
<b>S2 Medelstor</b>	Händelsen är möjlig.
<b>S3 Stor</b>	Det är troligt att händelsen inträffar.
<b>S4 Mycket stor</b>	Händelsen kommer med stor sannolikhet att inträffa.

Tabell 3 Nivåer för konsekvens

Konsekvens	Kriterier
<b>K1 Liten</b>	Obetydlig risk för påverkan på vattentäkten. Inga åtgärder krävs.
<b>K2 Medelstor</b>	Viss risk för påverkan på vattentäkten. Befintlig vattenbehandling måste "skruvas upp" eller modifieras.
<b>K3 Stor</b>	Påtaglig risk för påverkan på vattentäkten. En utökad vattenbehandling krävs.
<b>K4 Mycket stor</b>	Mycket stor risk för påverkan på vattentäkten. Vattentäkten obrukbar.

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

Figur 12 Riskmatris.

### Risknivåerna utifrån färgerna i matrisen och har följande innebörd:

- Grön Förenklad riskhantering – förebyggande åtgärder
- 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

# RESULTAT SAMMANVÄGD RISKBEDÖMNING

Resultatet från riskbedömningarna för samtliga vattentäkter redovisas i diagrammen nedan. I Figur 13 och 14 redovisas en sammanställning av föroreningskällor och antal vattentäkter i länet med bedömd risk för påverkan.

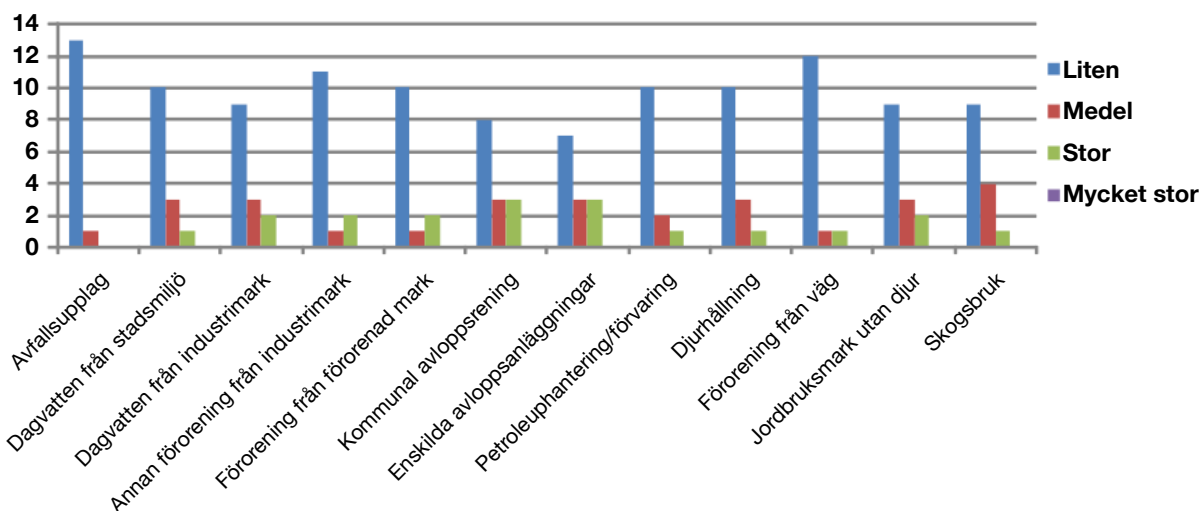
## Riskbedömning föroreningskällor

Resultatet av riskbedömningen visar att risken för påverkan av föroreningar från de beskrivna föroreningskällorna generellt är större vid skyfall/

översvämning, jämfört med ökad tillrinning. Vid ökad tillrinning har ingen föroreningskälla bedömts medföra en stor eller mycket stor risk med avseende på föroreningspåverkan av vattentäkter i länet.

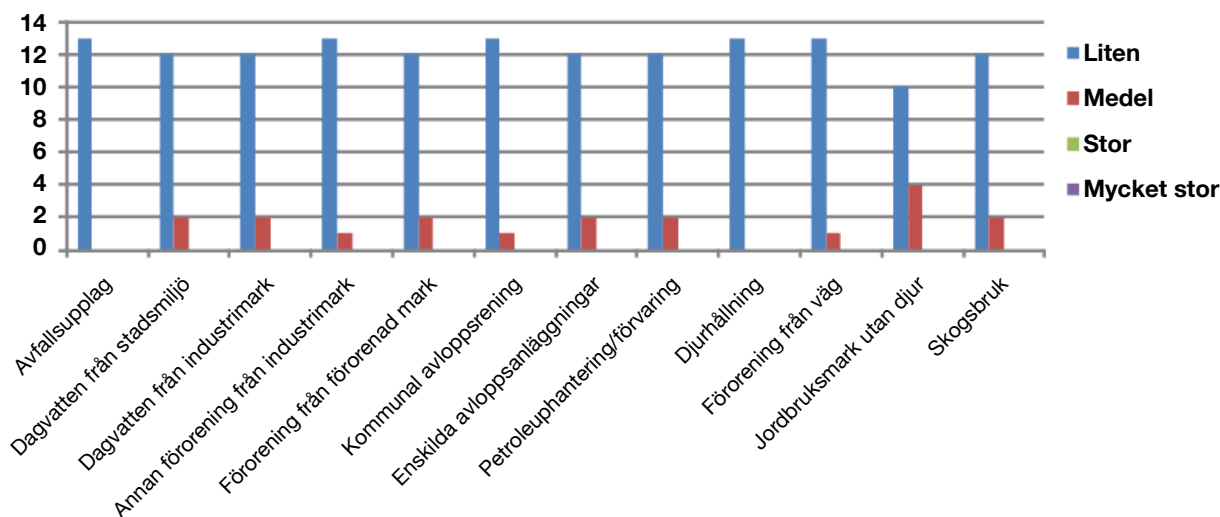
Störst föroreningsrisk för vattentäkterna i Norrbotten vid översvämning/skyfall är kommunal och enskild avloppsrening. Störst föroreningsrisk för vattentäkterna i Norrbotten vid ökad tillrinning är jordbruksmark utan djur.

Risk att föroreningen påverkar vattentäkten vid skyfall/översvämning



Figur 13 Föroreningsrisker i samband med skyfall/översvämningar.

Risk att föroreningen påverkar vattentäkten vid ökad tillrinning

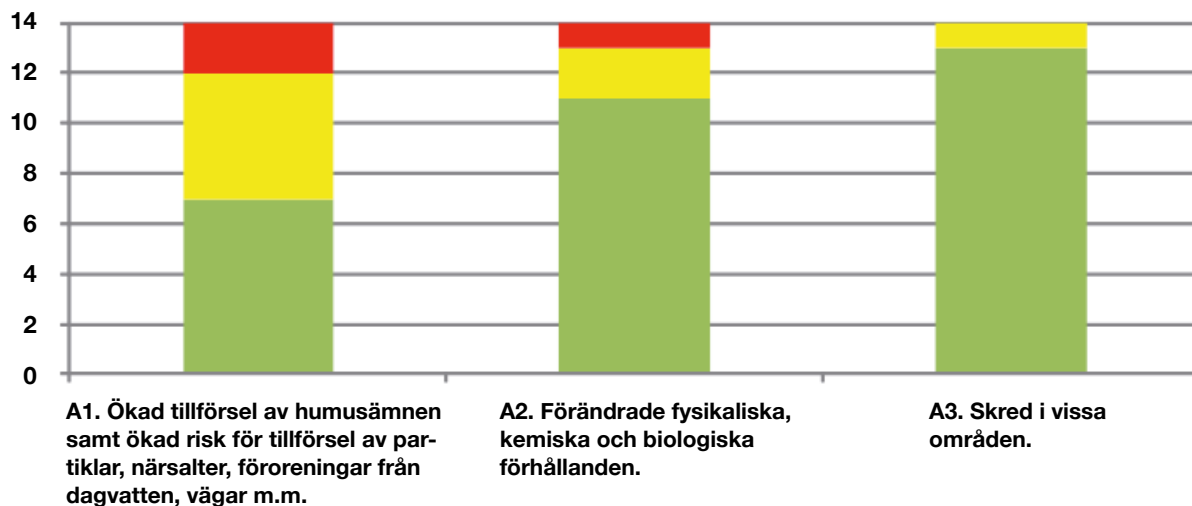


Figur 14 Föroreningsrisker i samband med ökad tillrinning.

## Riskbedömning klimatförändringar

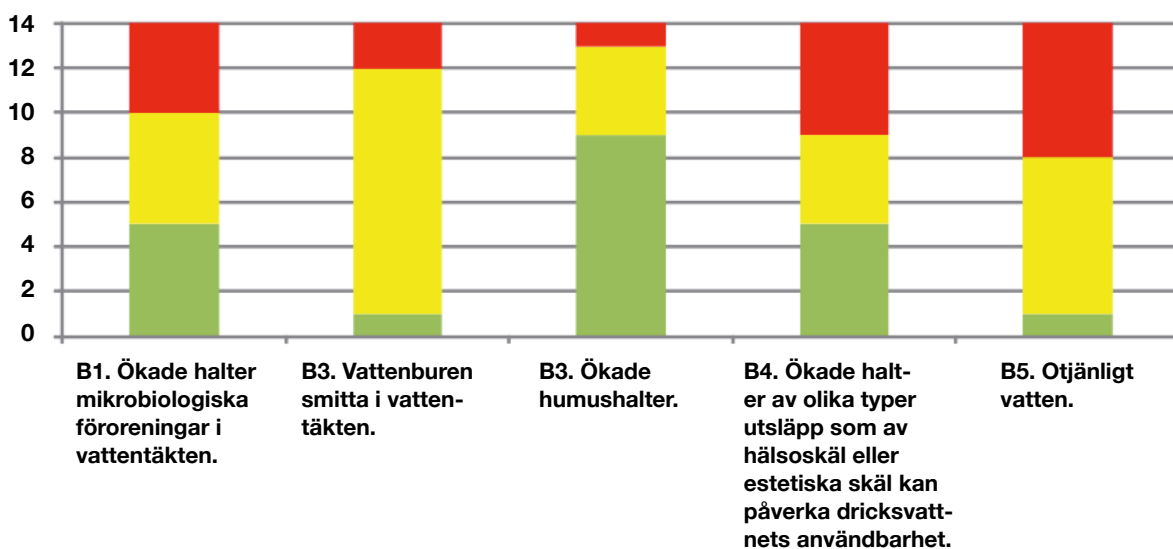
Sammanställningen av riskbedömningen redovisas i figur 15,16,17 och 18. I figurerna är samtliga kommuners föroreningsrisker i samband med klimatförändringarna summerade. Föroreningsriskerna har delats upp efter klimatorsak, enligt tidigare uppdelning.

### Ökad tillrinning



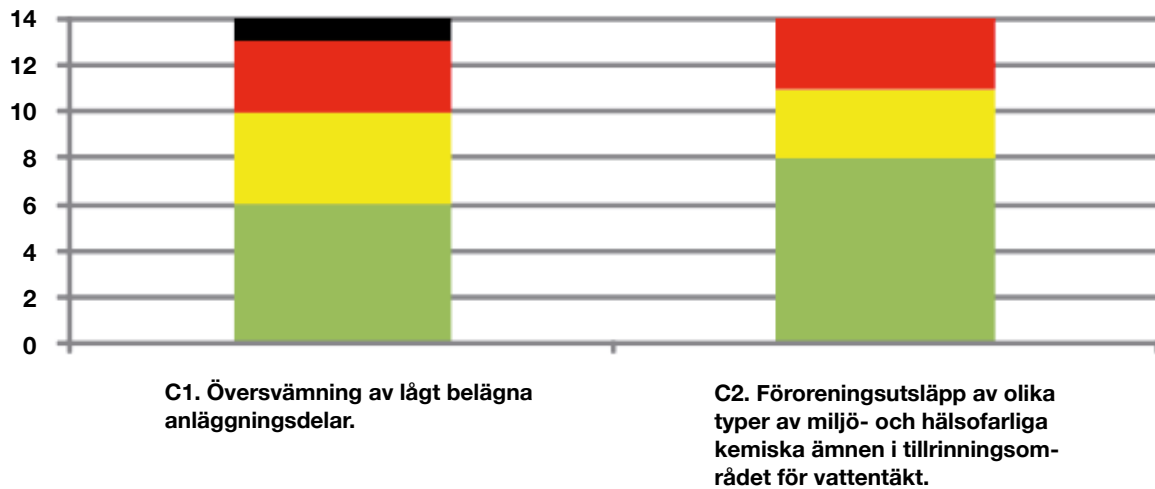
Figur 15 Totalt antal bedömda risker per riskklass i samband med ett förändrat klimat.

### Intensiva regn och skyfall



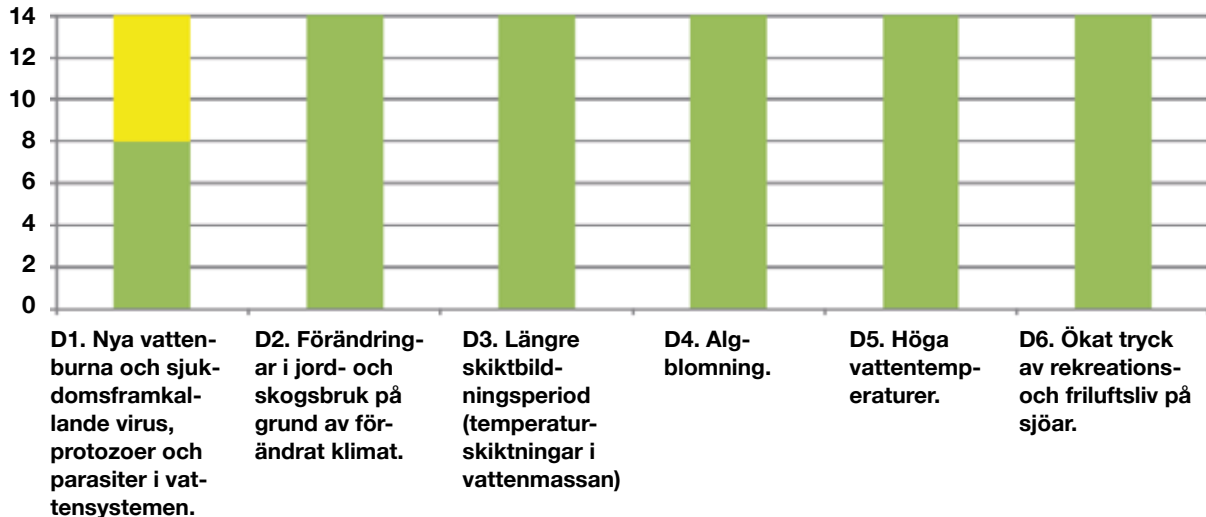
Figur 16 Totalt antal bedömda risker per riskklass i samband med ett förändrat klimat.

## Nederbörd som ger större marköversvämningar



Figur 17 Totalt antal bedömda risker per riskklass i samband med ett förändrat klimat.

## Varmare somrar samt ökad risk för värmeböljor



Figur 18 Totalt antal bedömda risker per riskklass i samband med ett förändrat klimat.

Antalet föroreningsrisker med gul riskklass är totalt ca 50 stycken. Här krävs en aktiv riskhantering, vilket innebär att förebyggande och/eller förberedande åtgärder bör övervägas. Antalet föroreningsrisker med röd eller svart riskklass är ca 30 stycken. Här måste risken reduceras och förebyggande och/eller förberedande åtgärder är nödvändiga.

# SLUTSATSER

Hur klarar befintliga vattentäkter i Norrbotten sig i ett framtida klimat? Det går inte att ge något generellt svar, då resultatet varierar kraftigt mellan de olika vattentäkterna. För ett antal vattentäkter bedöms riskbilden vara mycket liten, medan den vid ett antal vattentäkter bedöms vara så stor att det krävs åtgärder för att inte riskera framtida vattenförsörjning.

Utifrån tillgänglig information har ett antal föroreningsrisker bedömts som störst i samband med klimatförändringar i Norrbotten:

- ▶ Ökad tillrinning som innebär transport av bland annat humusämnen, näringsämnen, bekämpningsmedel mm från skogs- och jordbruk till vattentäkten
- ▶ Ökad frekvens av bräddning från avloppsreningsverk och pumpstationer vid ökad nederbörd och ökat antal perioder med skyfall

Vid utvärderingen konstaterades att skillnaderna mellan olika typer av vattentäkter var mycket stor. Generellt sett var riskerna fler och större för ytvattentäkterna än för grundvattentäkterna. Detta beror främst på att grundvattentäkterna har en geologisk barriär i form av lösa jordlager och berg, som ytvattentäkterna saknar. Där sker avskiljning av organiskt material, mikrobiologiska föroreningar mm.

## **I jämförelse med andra delar av landet har Norrbotten ett antal fördelar:**

- ▶ Liten risk för brist på vatten
- ▶ Stora arealer med glesbygd vilket innebär begränsat med verksamheter som kan innebära en risk att förorena vattentäkterna
- ▶ Ett höjt vattenstånd motverkas av landhöjningen, vilket minskar risken för skred och översvämningar.
- ▶ Relativt kallt vatten minskar risken för algblomning
- ▶ Kan ta lärdom av situationen i södra Sverige med avseende på förhöjda luft- och vattentemperaturer.

## **Och följande nackdelar:**

- ▶ Stora snömängder under vintern ger stora vårflöden – risk för översvämningar
- ▶ En historia med bra vattenkvalitet – en alltför enkel vattenbehandling samt delvis mindre beredskap

Vid bedömning av brukningstiden för en vattentäkt vägs både kapacitet och kvalitet in. För Norrbotten är bedömningen att det inte kommer att vara några problem med en tillräcklig kapacitet för huvudvattentäkterna. En försämrad vattenkvalitet, vilket det finns tendenser till i några vattentäkter, kan till stor del åtgärdas med förbättrad reningsteknik. En korrekt bedömning av brukningstiden är därför mycket svår att genomföra.

Det måste poängteras att riskbedömningen endast kan anses som översiktlig, då problemställningen är mycket komplex med många olika faktorer som påverkar resultatet. Osäkerheterna kring klimatförändringar och dess konsekvenser är stora och många uppgifter om vattentäkterna saknas eller är ofullständiga. I övrig bör beaktas att verksamheter inom tillrinningsområdena troligtvis både har tillkommit, förändrats och försvunnit i ett 100-års perspektiv, vilket inte går att ta hänsyn till vid bedömningen.

# REFERENSER

## **Rapporter:**

Klimat- och såbarhetsutredningen, 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, *Förenings-spridning vid översvämningar Etapp 1 och 2*

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

Vattenmyndigheten, 2007, *Påverkansbedömning grundvatten*

## **Hemsidor:**

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap  
[www.msb.se](http://www.msb.se)

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
[www.smhi.se](http://www.smhi.se)

Luleå 2010-03-03

Vatten & Miljöbyrå AB

Robert Jönsson  
Alexandra Sjöstrand  
Charlotta Lindberg  
Ann-Sofie Wikström





Länsstyrelsen  
Norrbotten