



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning Analys av nio vattentäkter i Gävleborgs län

2011-12-20
Slutlig version

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäcker och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäcker och vattenförsörjning

Analys av nio vattentäcker i Gävleborgs län

Kund

Länsstyrelsen Gävleborg
801 70 Gävle
Kontaktpersoner: Lise Ekenberg, Eddie von Wachenfeldt

Konsult

WSP Samhällsbyggnad
Norra Skeppargatan 11
803 20 Gävle
Tel: +46 26 54 38 00
Fax: +46 26 66 35 60
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Följande personer har arbetat med rapporten och analysen: Åsa Bengtsson Sjörs (WSP Gävle), Thomas Ittner (WSP Gävle), Jacob Gyllentri (WSP Brand & Risk Linköping) och Håkan Wahren (Wahren Konsulter).

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	6
2	SYFTE	6
3	METODIK FÖR RISKANALYS	6
4	KLIMATFÖRÄNDRINGAR I GÄVLEBORGS LÄN	8
4.1	TEMPERATURFÖRÄNDRINGAR	8
4.2	NEDERBÖRDSFÖRÄNDRINGAR	8
4.3	FRAMTIDA HAVSNIVÅER	9
4.4	EROSION VID KUSTER OCH VATTENDRAG	9
4.5	RISK FÖR RAS OCH SKRED	9
5	BEFINTLIGA VATTENVERK OCH VATTENTÄKTER I GÄVLEBORGS LÄN	10
6	PRESENTATION AV STUDERADE VATTENTÄKTER	10
7	BESKRIVNING AV FRAMTIDA KLIMATFÖRÄNDRINGARS PÅVERKAN PÅ VATTENFÖRSÖRJNINGEN	11
7.1	TEMPERATURFÖRÄNDRINGAR OCH NEDERBÖRDSFÖRÄNDRINGAR	12
7.1.1	Förändrad vattenkvalitet	12
7.1.2	Förändrade vattennivåer i ytvatten och förändrade grundvattennivåer	14
7.1.3	Högre vattentemperaturer	15
7.1.4	Ökad risk för mikrobiologiska föroreningar	15
7.2	FRAMTIDA HAVSNIVÅER	16
7.3	ÖKAD RISK FÖR RAS OCH SKRED	16
7.4	EROSION VID KUSTER OCH VATTENDRAG	16
8	RESULTAT FRÅN RISKANALYS FÖR DE NIO VATTENVERKEN	17
8.1	IDENTIFIERADE RISKER TILL FÖLJD AV TEMPERATUR OCH NEDERBÖRDSFÖRÄNDRINGAR	17
8.1.1	Skogsbruk och jordbruk	17
8.1.2	Ökad risk för kemiska föroreningar	19
8.1.3	Förändrade vattennivåer i ytvatten och grundvatten	22
8.1.4	Högre vattentemperaturer	22
8.1.5	Mikrobiologiska föroreningar	23
8.2	IDENTIFIERADE RISKER I SAMBAND MED FÖRÄNDRAD HAVSNIVÅ	25
8.3	IDENTIFIERADE RISKER MED ÖKAD RISK FÖR RAS OCH SKRED	25
8.4	IDENTIFIERADE RISKER MED ÖKAD RISK FÖR EROSION VID KUSTER OCH VATTENDRAG	25
9	BESKRIVNING AV ÅTGÄRDER	26
9.1	ÅTGÄRDER FÖR ATT MÖTA TEMPERATUR OCH NEDERBÖRDSFÖRÄNDRINGAR	26
9.1.1	Förbättrat råvattenskydd	26
9.1.2	Förändrad och kompletterad reningsteknik	27
9.1.3	Åtgärder för att möta ökad risk av mikrobiologiska föroreningar	29
9.1.4	Ökat analysbehov	31
9.1.5	Byte av vattentäkt	31
9.1.6	Kylning av vatten i vattenverk	32
9.2	ÅTGÄRDER FÖR ATT MÖTA ÖKAD RISK FÖR EROSION, RAS OCH SKRED	32
10	GENERELLA KOSTNADER FÖR ÅTGÄRDER	32
11	REFERENSER	35

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Sammanfattning

Under innevarande århundrade beräknas årsmedeltemperaturen i Gävleborgs län öka successivt och mot slutet av seklet visar klimatscenerierna på en temperaturökning på omkring 4-5 °C jämfört med dagens förhållanden. Den största ökningen väntas enligt klimatscenerierna ske under vinterperioden. Även nederbörden beräknas öka, framför allt under vintern, medan nederbörden under sommarmånaderna väntas vara relativt oförändrad. Scenerierna visar på en ökning av årsmedelnederbörden i slutet av seklet på ca 20 %. Utöver nederbörd- och temperaturförändringar kommer även havsnivåförändringar, erosion vid kuster och vattendrag samt ras och skred att påverka vattenförsörjningen.

Länsstyrelsen i Gävleborg har under 2011 beslutat att undersöka hur sårbara länets vattentäkter är samt hur de kan komma att påverkas av olika faktorer som kan förväntas med framtida klimatförändringar. Länsstyrelsen i Gävleborg har därför bitt länets vattenproducenter att välja ut en vattentäkt per kommun som de tyckte var viktigt att utreda med ett klimatperspektiv. Syftet med projektet är att identifiera vilka åtgärder som behövs för att säkra den framtida vattenförsörjningen i länet i och med ett förändrat klimat.

Sårbarheten på nio av länets vattentäkter har utretts och beskrivits hur de kan komma att påverkas av olika hotbilder med utgångspunkt från förväntade framtida klimatförändringar. Två försörjs med ytvatten och övriga är grundvattenbaserade. Flertalet är små vattenverk.

Metoden för arbetet har varit att beskriva vattentäkten och vattenverkets sårbarhet genom att utföra risk- och sårbarhetsanalys samt en förmågebedömning. Processer i vattenverken har bedömts utifrån hur de fungerar i normalfallet och vilken förutsättning som finns att bereda ett tjänligt vatten med olika föroreningar i råvattnet. Vid bedömningen av konsekvensen av händelsen har först en bedömning av vattenverkets förmåga att hantera händelsen gjorts. Förmågebedömningen är gjord utifrån de processer som finns i studerade vattenverk.

Resultatet från analysen visar att den enskilda klimateffekt som utgör det största hotet mot länets vattentäkter är ökad nederbörd under vintern. Merparten av de studerade vattentäktena ligger inom eller har skogsmark inom avrinningsområdet och därmed kan en ökad humushalt i råvattnet bli ett framtida problem. En ökad skogsproduktion och förändrade grundvattennivåer som minskar reningen i den övre omättade zonen kan skapa humusproblem. Av de studerade vattenverken bedöms ytvattenverken ha störst sannolikhet att kunna råka ut för ökade humushalter i råvattnet vid ett förändrat klimat. Förmågan att hantera ökade humushalter varierar vid vattenverken.

En ökad risk för bekämpningsmedel är ett allvarligt hot för nästan alla studerade vattentäkter. Samtliga vattentäkter ligger nära eller till och med mycket nära jordbruk och djurhållning.

I alla utom ett studerat vattenverk är förmågan att hantera dagens mikrobiologiska föroreningar i huvudsak god genom att UV-ljus har installerats. Vid tre verk finns ytterligare barriärer, bland annat ozon-behandling. Idag okända vattenburna parasi-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

ter och virus i råvattnet kan dock kräva ytterligare barriärsteg i alla utom ett studerade vattenverk i framtiden. Enskilda avlopp utgör riskkälla för nio (9) av nio (9) vattentäkter, varav det utgör en mycket stor risk för en vattentäkt. Översvämning av närliggande vattendrag utgör en stor eller mycket stor mikrobiellt risk för tre av nio vattentäkter.

Samtliga studerade vattentäkter får en ökad risk för förhöjda halter av någon typ av kemisk förorening i råvattnet om nederbörden ökar. Kemiska föroreningar utgörs av t ex av förorenade områden (MIFO-objekt) vägar och trafik, bensinmackar, jordbruk med farmatankar, kyrkor med nergrävda oljetankar, parkeringar, flygplats och bilverkstäder. Riskobjekt nära vattentäkterna utgör de största hoten.

De huvudsakliga åtgärder som behövs för att möta ökade temperaturer och nederbördsförändringar kan sammanfattas i:

- Förbättrat råvattenskydd genom att inrätta mer kraftfulla föreskrifter i vattenskyddsområdet samt åtgärder för att minska föroreningsrisker inom skyddsområdet.
- Kraftigt ökad kemikaliedosering.
- Införande av kompletterande reningsteknik, t ex membranfilter, aktivt kolfilter eller oxidationsteknik för ökad risk av kemiska föroreningar.
- Införande av ökad avskiljning eller desinfektion för ökad risk av mikrobiologiska föroreningar, i synnerhet virus och parasiter.
- Utökade vattenanalyser i syfte att få god kännedom om råvattnet
- Byte av vattentäkt. På grund av ökade föroreningshalter kan en ny vattentäkt bli det bästa åtgärdsalternativet. En minskad tillgång på vatten kan kräva kapacitetsförstärkande åtgärder vid de vattentäkter som får vattenbrist. De studerade vattentäkterna har dock en god/mycket god råvattentillgång idag.

Kostnaden för att åtgärda vattenverken har redovisats som schablonbelopp. För de studerade vattenverken går det inte att direkt specificera vilka kompletterande reningssteg som skulle vara lämpliga eftersom olika alternativ bör utvärderas utifrån råvattenkvaliten. I de flesta fall kan nya processer inrymmas i befintliga vattenverksbyggnader, men är utrymmet trångt kan en utbyggnad av verket bli nödvändig. Denna aspekt påverkar också kostnaden. UV-ljus ska installeras under 2012 i det enda vattenverk där det inte finns.

Den totala kostnaden för samtliga vattenproducenter i Gävleborgs län, totalt 75 vattentäkter varav 61 är grundvattentäkter för >5500 PE, kan inte beräknats på grund av stora svårigheter att ge en relevant storleksordning på kostnaden.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

1 Bakgrund

Bakgrunden till detta projekt är att Länsstyrelsen i Gävleborg beslutat att undersöka hur sårbara länets vattentäkter är samt hur de kan komma att påverkas av olika faktorer som kan förväntas med framtida klimatförändringar.

Länsstyrelsen i Gävleborg har därför bitt länets vattenproducenter att välja ut en vattentäkt per kommun som de tyckte var viktigt att utreda med ett klimatperspektiv.

Avgränsningen i studien är belysa klimateffekter för vattentäkter och vattenverk.

2 Syfte

Syftet med projektet är att identifiera vilka åtgärder som behövs för att säkra den framtida vattenförsörjningen i länet i och med ett förändrat klimat. Sårbarheten på nio av länets vattentäkter utreds samt att därutöver beskriva hur de kan komma att påverkas av olika hotbilder med utgångspunkt från förväntade framtida klimatförändringar.

3 Metodik för riskanalys

I denna studie har Livsmedelsverkets metod för att utföra risk- och sårbarhetsanalys för vattenförsörjning använts (Livsmedelsverket, 2007). Därutöver har en förmågebedömning av vattenverkets sårbarhet gjorts enligt metodiken som beskrivs i MSB FS 2010:6. Processer i vattenverken har bedömts utifrån hur de fungerar i normalfallet (dvs inget drifhaveri beaktas) och vilken förutsättning som finns att bereda ett tjänligt vatten med olika föroreningar i råvattnet.

Riskanalys är ett verktyg för att systematiskt kategorisera risker inom vattentäktens avrinningsområde. De risker som en klimatförändring medför beskrivs närmare i kapitel 7 nedan. För varje vattentäkt har ett antal riskobjekt identifierats i samarbete med dricksvattenproducenterna. Ett riskobjekt utgörs per definition av riskkällor på en specifik plats, dvs flera riskobjekt av samma typ definierar en typ av riskkälla. I analysen har vi valt att fokusera på riskkällorna men inte de platsbundna riskobjekten, eftersom de är föränderliga.

Utöver specifika riskobjekt har klimatpåverkan från verksamheter som skogsbruk, jordbruk och djurhållning också tagits med i analysen. Även sannolikheten och konsekvensen för förändrade grundvattenytor (förhöjda eller extremt låga), ett ökat grundvattenuttag har bedömts för respektive grundvattentäkt. För ytvattentäkter har sannolikheten och konsekvensen för bland annat förändrade avrinningsmönster, översvämningrisk, förhöjd temperatur i vattnet och förändrad vattenkvalitet som följd av temperaturhöjning ingått i analysen.

För bedömning av sannolikhet har avståndet mellan vattentäkten och ett riskobjekt betydelse, om händelsen skett tidigare samt en bedömning av hur stor sannolikhet det är att klimatförändringen inträffar.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Det är framförallt de riskkällor som är belägna nära vattentäkten och uppströms vattentäkten som utgör hot mot dricksvattenkvaliteten. Beaktansvärda riskkällor belägna inom vattentäktens skyddsområde har således fått en större sannolikhetsfaktor. Även riskkällor som är belägna utanför vattenskyddsområden har analyserats eftersom de i och med ett förändrat klimat kan utgöra ett hot mot vattentäkten.

I bilaga 1 beskrivs de fyra sannolikhetsklasserna (S1 till S4) utifrån specificerade kriterier i Livsmedelsverkets handbok. I analysen har vi tagit med bedömningen att sannolikheten för vissa händelser kommer att ske i framtiden kan vara större eller mindre än vad vår historiska erfarenhet säger.

Vid bedömningen av konsekvensen av händelsen har först en bedömning av vattenverkets förmåga att hantera (genom att rena/avskilja) händelsen gjorts. Förmågebedömningen är, som tidigare nämnts, gjord utifrån de processer som finns i vattenverket. Nivå för förmåga är gjord enligt metod från MSB, 2010:6 och visas i tabell 1 nedan.

Tabell 1: Förmågebedömning

NIVÅ	FÖRMÅGEBEDÖMNING
1	God förmåga
2	I huvudsak God
3	Viss
4	Ingen eller mycket bristfällig

Som ett exempel bedöms ett vattenverk som har ett kolfilter ha en "I huvudsak God" förmåga att hantera ett råvatten med spår av bekämpningsmedel medan ett vattenverk som inte har ett kolfilter bedöms ha "Ingen eller mycket bristfällig" förmåga. Konsekvensnivån för en risk för bekämpningsmedel i vattnet blir således lägre för en vattenproducent som har ett vattenverk som har en förmågebedömning "2" än för en vattenproducent med förmågebedömning "4".

I bilaga 1 återfinns beskrivning av de fyra konsekvensklasser (K1 till K4) utifrån specificerade kriterier i Livsmedelsverkets handbok. Vid bedömningen av konsekvensen har dock ingen hänsyn tagits till vattenverkets storlek, trots att konsekvensen anses större om det är fler berörda användare, och sårbara abonnenter. Samtliga studerade vattenverk levererar vatten till mer än 3000 personer, vilket kan anses vara "många användare".

Riskmatris

När sannolikhet och konsekvens för en händelse har bedömts placeras den i Riskmatrisen i tabell 2 nedan.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Tabell 2: Riskmatris, en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens

SANNOLIKHET	KONSEKVENSN			
	K1 liten	K2 medelstor	K3 Stor	K4 mycket stor
S4 Mycket stor	Grön: Liten risk	Gul: Medelhög risk	Röd: Hög risk	Svart: Mycket hög risk
S3 stor	Grön: Liten risk	Gul: Medelhög risk	Röd: Hög risk	Röd: Hög risk
S2 Medelstor	Grön: Liten risk	Grön: Liten risk	Gul: Medelhög risk	Röd: Hög risk
S1 Liten	Grön: Liten risk	Grön: Liten risk	Gul: Medelhög risk	Gul: Medelhög risk

4 Klimatförändringar i Gävleborgs län

Följande beskrivning av klimatscenarier är hämtade från rapporten "Översiktlig regional klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor" som SGI tillsammans med SMHI har tagit fram för Gävleborgs län (SGI, 2010).

4.1 Temperaturförändringar

Årsmedeltemperaturen beräknas öka successivt under det innevarande århundradet i Gävleborgs län. Mot slutet av seklet visar klimatscenarierna en temperaturökning på omkring 4-5 ° C jämfört med dagens förhållanden. Den största ökningen väntas enligt klimatscenarierna ske under vinterperioden.

4.2 Nederbördsförändringar

Även nederbörden beräknas öka, framför allt under vintern, medan nederbörden under sommarmånaderna väntas vara relativt oförändrad. Scenarierna visar på en ökning av årsmedelnederbörden i slutet av seklet på ca 20 %.

Klimatscenarierna visar på förändringar i avrinningens säsongsfördelning. För de större vattendragen i Gävleborgs län pekar medelvärdena av klimatscenarierna på en tidigare vårflod med lägre flödestopp i slutet av seklet. Detta beror på minskade snömagasin till följd av högre temperaturer vintertid. Av samma skäl förväntas tillrinningen öka vintertid medan tillrinningen sommartid bedöms vara relativt oförändrad eller minska något. Detta beror på något högre temperaturer och ökad avdunstning tillsammans med relativt oförändrad nederbördsutveckling. Sammantaget innebär detta en längre varaktighet av medelhöga flöden medan mycket höga flöden, som idag återkommer framför allt under vårfloden, blir mer ovanliga.

Klimatanalysen visar på en minskande trend av 100-årsflödets storlek under detta sekel. Omfattningen av översvämmade områden till följd av framtida 100-årsflöden

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

längs de aktuella vattendragen beror av flödenas storlek. Översvämningar till följd av framtida 100-årsflöden bedöms därför inte bli mer omfattande.

I och med att temperaturen förväntas öka och nederbörden på sommaren totalt sett väntas vara oförändrad finns det en ökad risk för långvarig torka. Ökad temperatur medför en ökad konvektiv nederbörd med ökad risk för högentensiva regn, vilket kan skapa lokala översvämningar då dagvattensystemen har för låg kapacitet.

4.3 Framtida havsnivåer

Med utgångspunkt från internationella sammanställningar och rekommendationer behöver ställning tas till vad som kan vara relevant för svenska förhållanden när det gäller framtida havsnivåer. Med nuvarande kunskap kan endast lämnas ett riktvärde för den globala höjningen av medelvattennivån i havet med storleksordningen 30 cm till år 2050 och 100 cm år 2100. Klimatscenerierna indikerar nämligen en snabbare höjning efter mitten av detta sekel.

Detta innebär för Gävleborgs län att ett riktvärde för den framtida medelvattennivån i havet kan vara 50-60 cm höjning i länet jämfört med dagens förhållanden och med hänsyn tagen till landhöjningen. Extrema vattenstånd kan bedömas uppgå till 193 cm över dagens medelvattennivå i norra delen av länet och 207 cm för södra delen för perioden 2071-2100.

4.4 Erosion vid kuster och vattendrag

Områden med förutsättningar för erosion längs kusten finns inom Gävle, Söderhamns, Hudiksvalls och Nordanstigs kommuner. Klimatförändringar kommer att medföra en högre havsnivå vilket innebär att områden som tidigare inte utsatts för erosion kommer att påverkas. Samtidigt motverkas detta av den pågående landhöjningen. För bedömning av den långsiktiga erosionen används normalt havets medelvattennivå. Det innebär att storleksordningen 15 till 55 m av kusten, in från nuvarande strandlinje, kan komma att påverkas av ökad erosion utöver den erosion som redan förekommer.

Dessutom tillkommer lokala effekter på erosionen till följd av stormar, översvämning och tillfälliga högvatten eller andra säsongsbetonade effekter. För att ta hänsyn till dessa förhållanden kan ett schablonlägg göras med ca 25 %.

4.5 Risk för ras och skred

Skred och ras är exempel på snabba rörelser i jord eller berg som kan orsaka stora skador dels på mark och byggnader inom det drabbade området, dels inom nedanförliggande markområden där massorna hamnar. MSB har gjort en översiktlig stabilitetskartering för Gävleborgs län och identifierat riskområden i lerområden med större utsträckning närmast kusten, exempelvis vid Hudiksvall och Söderhamn, i de flesta låglänta områden och i anslutning till vattendrag.

Förändrade nederbördsförhållanden kommer att påverka yt- och grundvattennivåer, porttryck i marken samt vattenföring och vattennivåer i vattendragen. Samtliga dessa förändringar kan var för sig eller i kombination försämra säkerheten mot stabilitets-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

brott. En generell studie visar att det är rimligt att anta en försämring av säkerheten på mellan 5 och 30 %.

5 Befintliga vattenverk och vattentäkter i Gävleborgs län

De flesta allmänna (ej enskilda och privata vattenföreningar) vattenverk i Gävleborgs län är små grundvattenverk. I tabell 3 nedan visas statistik med antal vattentäkter och vattenverk i länet. Underlaget är hämtat från Länsstyrelsens material.

Tabell 3: Summering av vattentäkter i Gävleborg (källa: Länsstyrelsen)

TYP AV VATTENVERK	ANTAL PE	ANTAL VV
Ytvattenverk	8000 - 26400	2
Ytvattenverk	1100 - 5300	5
Grundvatten med konstgjord infiltration	15600 - 68300	2
Grundvatten med konstgjord infiltration	2000 - 3200	3
Grundvatten utan konstgjord infiltration	12000 - 16700	2
Grundvatten utan konstgjord infiltration	25 - 5500	61
TOTALT	ca 227 000	75

6 Presentation av studerade vattentäkter

I tabell 4 nedan visas en sammanställning av de vattenverk som ingått i studien. De kan summeras enligt följande:

Två ytvattenverk: Rökebo i Sandvikens kommun och Forsa i Hudiksvalls kommun

Ett grundvattenverk med konstgjord infiltration från närliggande ytvatten: Raskes i Ovanåker kommun.

Sex grundvattenverk: Järvsö i Ljusdals kommun, Hassela i Nordanstigs kommun, Löten i Bollnäs kommun, Kinstaby och Ålsjön i Söderhamns kommun, Årsunda i Sandvikens kommun.

Storleksmässigt är Rökebo vattenverk, Kinstaby och Ålsjön VV de enda medelstora vattenverket som ingått i studien, resten av vattenverket kan betraktas som små och utgör inte huvudvattentäkten i respektive kommun.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkt och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Tabell 4: Sammanställning av vattenverk som ingått i studien. Årlig produktion och maximal kapacitet har angetts av dricksvattenproducenterna.

VATTENVERK	BESKRIVNING	PRODUKTION (M ³ /DYGN)	ANTAL ANSLUTNA (PE)
Raskes VV	Grundvattenverk med ytinfiltration från Voxnan	800-900	2600
Löten VV	Grundvattenverk med möjlighet till ytinfiltration från Gällsån (används inte)	440	2000
Hassela VV	Grundvattenverk	250	600
Järvsö VV	Grundvattenverk	470	2500
Rökebo VV	Ytvatten & grundvattenverk	13900	29000
Årsunda VV (ombyggt hösten 2011)	Grundvattenverk (återinfiltration av grundvatten)	330	1100 + delar av Sandviken
Forsa VV (ombyggt klar dec 2011)	Ytvattenverk	700	3889
Kinstaby VV	Grundvattenverk (återinfiltration av grundvatten)	3000	16700
Ålsjön VV	Grundvattenverk (återinfiltration av grundvatten)	3000	3000 + delar av Söderhamn

Arbetsupplägget har varit att träffa vattenproducenterna och besöka vattenverken samt att diskutera dagens hotbilder och gå igenom faroanalysen, s k HACCP, för de vattenverk där detta funnits.

Riskobjektsinventeringen som gjorts i denna studie bygger på befintlig inventering (eller lokalkännedom) med kompletterande information från miljökontor (gällande enskilda avlopp och petroleumhantering), länsstyrelsens databas av MIFO-objekt och tillståndspliktiga verksamheter samt länsstyrelsens genomförda inventeringar/utredningar gällande riskområden för ras, skred, översvämning och erosion.

7 Beskrivning av framtida klimatförändringars påverkan på vattenförsörjningen

I detta kapitel beskrivs risker för vattenförsörjningen på grund av climateffekter. Vissa konsekvenser påverkas av flera olika klimatfaktorer men detta kapitel har strukturerats utifrån de förväntade klimatförändringar som beskrivits i kapitel 4. Eftersom temperatur och nederbörd ger konsekvenser som samverkar till stor del, redovisas de i samma stycke.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

7.1 Temperaturförändringar och nederbördsförändringar

Hotbilden för vattenförsörjningen kan delas in i några huvudgrupper:

- Förändrade förhållanden i vattentäckers tillrinningsområden med förändrad vattenkvalitet som följd, bland annat ökad risk för kemiska föroreningar.
- Ökade risker för mikrobiologiska föroreningar.
- Periodvis vattenbrist i vissa vattensystem, vid långvarig torka och hög temperatur.

7.1.1 Förändrad vattenkvalitet

7.1.1.1 Skogsbrukets påverkan

Tillrinningsområden till många av länets vattentäckers består till stor del av skogsmark. Effekter på skogsbruket till följd av klimatförändringar har beskrivits i Skogsstyrelsens klimatpolicy (Skogsstyrelsen, 2009). En ökad temperatur och nederbörd kommer att ge en högre tillväxt på skogen, vilket ger några indirekta effekter på råvattnet. Främst skapar det en ökad transport av humus till vattendragen men det kan också bidra till ett lägre pH i markvattnet. Man förväntar sig en ökad användning av bekämpningsmedel för besprutning av virkestravar samt att risken för oljeläckage vid bränslepåfyllning av maskiner ökar vid en ökad skogsproduktion.

En annan stor förändring, som påverkar vattenkvaliteten till stor del är att risken för markskador under vintertid förväntas öka. Det ger en ökad slamtransport till ytvatten. Dessutom visar flera studier att slutavverkning och körskador ökar utlakningen av kvicksilver (Skogforsk).

Det finns dock åtgärder inom skogsbruket, som till exempel askåterföring och förebyggande för markskador som kan minska effekterna.

7.1.1.2 Humus

Humus är nedbrytningsprodukter från växter. Humussyror ändrar färg i ett förändrat pH. Konsekvensen kan bli att ett råvatten får ett högre sk färgtal vilket leder till ett ökat behov av till exempel fällningskemikalie.

Det finns även studier som visar att en ökad humushalt kan skapa problem med bakterieutveckling och att det kan skapa biprodukter från desinficering med klor. (Sydvatten, 2011).

Problemet är störst bland ytvattentäckerna. Humus i grundvatten är framförallt ett problem där det sker stor infiltration av ytvatten (naturligt eller konstgjord) till grundvattenmagasinen. Om ytvattnet innehåller mer humus vid infiltrationen ökar syreförbrukningen i grundvattensystemen med till exempel ökande järn- och manganhalter som följd. Ökade humushalter är redan idag ett ökande problem i både yt- och grundvattentäkter i södra och mellersta Sverige.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

7.1.1.3 Jordbrukets påverkan

Jordbruksverket har tagit fram en rapport som heter ”En meter i timmen” och beskriver klimatförändringars påverkan på jordbruket i Sverige (Jordbruksverket, 2007). Det som är relevant ur vattenförsörjningsperspektiv kan sammanfattas med följande punkter:

- 1) Förekomst av ogräs påverkas, vilket kan leda till en ökad användning av bekämpningsmedel.
- 2) Ökad nederbörd innebär kraftigare avrinning, vilket leder till en ökad risk för mikrobiell förorening från gödsel.
- 3) Förändrad förutsättning för urlakning av lätttrörligt kväve på grund av ökad frekvens av vattenmättade förhållanden i marken *
- 4) Djurhållningen påverkas genom att en ökad temperatur ger ökad möjlighet till utevistelse, vilket ger ökad risk för smittospridning.
- 5) Ökad risk för infektionssjukdomar för djur som betar intill vatten eller på en vattentäkt.

* Ökad halt av lätttrörligt kväve kan få en indirekt effekt på ytvatten av ökad algblomning. Det kan också ge en indirekt effekt på grundvatten med ökade järn- och manganhalter på grund av ökad syrgasförbrukning vid nedbrytning, vilket resulterar i reducerande förhållanden..

7.1.1.4 Ökad risk för kemiska föroreningar

Kraftig nederbörd och översvämningar kan mobilisera fler och mer föroreningar i tillrinningsområdet för både yt- och grundvattentäkter. I och med en klimatförändring kan riskobjekt som exempelvis förorening från väg och järnväg, förorenad mark och deponier, industrimark, dagvattenutlopp, bräddning av orenat avloppsvatten vid avloppspumpstationer och reningsverk, enskilda avlopp, petroleumhantering mm innebära en ökad föroreningsrisk. Enligt ett enkätsvar från 226 svenska vattentäkter visar det sig att hela 86 % av vattentäktarna får en ökad föroreningsrisk från en eller flera källor vid en ökad nederbörd (Klimat- och sårbarhetsutredningen).

En grov beskrivning är att sårbarheten i en grundvattentäkt avgörs av den geologiska uppbyggnaden av isälvsformationen. Finns det ett skyddande skikt för isälvmaterialet där vattentäkten ligger är detta positivt ur skyddssynpunkt. Om isälvmaterialet är i direktkontakt med närliggande ytvatten eller om riskobjekt ligger direkt på isälvmaterialet bedöms skyddsvärdet (sårbarheten) högt. En förorening kan då snabbt transporteras genom jordlagret och nå uttagsbrunnar.

I ytvattentäkter avgörs sårbarheten för kemiska föroreningar bland annat av rinntiden inom avrinningsområdet. En kort rinnitid medför hög sårbarhet genom att en förorening snabbt och med hög koncentration kan komma in i råvattenintaget.

7.1.1.5 Förändrad vattenkvalitet på grund av förändrad grundvattennivå

SGU har skrivit i sin rapport från 2010 att ”Det är uppenbart att en kommande klimatförändring kommer att förändra grundvattnets kemiska sammansättning”. Detta

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

påverkar naturligtvis vattenförsörjningen genom en förändrad kemisk sammansättning av råvattnet.

På vattnets väg genom rotzonen och vidare ned i den omättade zonen genom jordlager eller berggrunden filtreras och renas vattnet. Många av markprocesserna fortsätter i grundvattenzonen men är ofta mindre effektiva. I grundvattnet kommer också andra processer, t.ex. redoxprocesser till. Hur lång uppehållstiden är från det att vattnet infiltrerar vid markytan tills det når uttagsbrunnen är avgörande för vattnets kvalitet.

Några viktiga förändringar i vattnets kvalitet från att det infiltrerat genom markytan tills det bildar grundvatten är:

- Turbiditeten (grumligheten) minskas genom olika filtreringseffekter
- Totala salthalten ökar med uppehållstiden, främst orsakat av ökning av kalcium och bikarbonat (alkalinitet)
- Halten organisk substans minskar med uppehållstidens längd
- Syrehalten minskar successivt i samband med nedbrytning av organisk substans
- Vid syrebrist går järn och mangan i lösning
- Filtrering genom jordlagren gör att de vanliga heterotrofa och koliforma bakterierna adsorberas och filtreras bort nära nog fullständigt
- Föroreningar i vattnet reduceras vid infiltration genom biologiska, kemiska och fysikaliska processer såsom ex. mikrobiell aktivitet, fastläggning, adsorption, etc. Det gäller även de flesta smittämnen inklusive parasiter och virus

7.1.2 Förändrade vattennivåer i ytvatten och förändrade grundvattennivåer

Ett ytvatten som råvattnet varierar kraftigt under året med avseende på temperatur och kvalitet. Som tidigare nämnts visar framtagna klimatscenarier att det blir längre varaktighet av medelhöga flöden i framtiden. Detta ökar ämnestransporterna, vilket medför förändrad vattenkvalitet. Sjunkande vattennivåer sommartid som skulle innebära vattenbrist bedöms av Klimat och sårbarhetsutredningen inte vara något stort hot i Gävleborgs län. Däremot kan sjunkande nivåer i ett ytvatten påverka omsättningen.

Grundvattnets nivåvariationer beror på hur och när grundvattenbildning sker. Grundvattenbildningen i sin tur beror på hur mycket nederbörd som kommer och hur mycket av den som avdunstar. Generellt kan man säga att nybildningen av grundvatten följer ett årligt mönster.

I Gävleborgs län registreras de lägsta grundvattennivåerna under sensommaren. Under hösten börjar nybildningen av grundvatten med höjda nivåer och efter en period med sjunkande nivåer under vintern, då den mesta nederbörden kommer i form av snö, fortsätter nybildningen vid snösmältningen igen med stigande nivåer. När den har avslutats står grundvattnet som högst.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

I ett förändrat klimat kan mönstret komma att förändras. En höjning av temperaturen medför att vintrarna blir kortare och därmed perioderna då nederbörden faller som snö. Detta gör att grundvattenbildningen sker under längre perioder och de högsta grundvattennivåerna på grund av snösmältningen blir lägre. I förlängningen kan detta göra att de lägsta grundvattennivåerna blir ännu lägre på grund av liknande längd på avsänkingsperioderna men med lägre nivåer vid avsänkningens början. Förutom kortare perioder med nederbörd i form av snö kan förhöjda temperaturer medföra en ökad avdunstning. Om så blir fallet kan grundvattennivåerna även bli lägre till följd av att grundvattenbildningen blir mindre (SGU, 2010).

Om grundvattennivån i en täkt styrs av vattennivån i närliggande ytvatten kan däremot perioder med förhöjd grundvattennivå öka i frekvens genom att varaktigheten av medelhöga flöden ökar.

7.1.3 Högre vattentemperaturer

Vattentäkter med idag höga vattentemperaturer sommartid får successivt allt svårare problem i framtiden. Även grundvattnets temperatur ökar då medeltemperaturen ökar.

Högre vattentemperatur i ytvatten ökar riskerna för algbloomning. Även perioder med temperaturskiktningar förlängs, vilket ger en ökad risk för syrebrist i sjöars bottenvatten med till exempel järn- och manganproblem som följd.

7.1.4 Ökad risk för mikrobiologiska föroreningar

Typiska vattenburna smittämnen är enligt WHO de som kommer med avföring och behåller sin infektionsförmåga en tid i vatten, men som normalt inte förökar sig utanför kroppen. Generellt kan man säga att dessa har en kortare överlevnad vid högre temperatur. Ett varmare klimat ger därför inte ökade risker för vattenburen smitta från dessa, utan den ökade risken är kopplat till regn och översvämningar.

I genomsnitt rapporteras fem utbrott med vattenburen smitta årligen i Sverige, och utbrotten drabbar hundra personer eller mer. Det framgår av Livsmedelsverkets Riskprofil, som presenteras i Rapport 28 – 2005. Närmare 70 procent av utbrotten äger rum vid små vattenverk utan barriärer, framförallt vid små grundvattenverk. Utbrotten äger oftast rum i samband med kraftig nederbörd och inte sällan efter att stallgödsel spridits i närheten av brunnen.

De största utbrotten räknade i antal sjuka kommer från ytvattenverk.

Exempel på riskobjekt som kan sprida mikrobiologiska föroreningar i såväl grund- som ytvattentäkter är djurhållning, enskilda avlopp, bräddavlopp från kommunala spillvattensystem och badplatser. Risken är störst för ytvattentäkter om det innebär ett direktutsläpp till råvattnet. Om sårbarheten i en grundvattentäkt är hög kan risken för mikrobiologisk förorening även betraktas som hög även här.

En viktig målsättning med vattenverkens reningsprocess är att reducera antalet mikroorganismer. En metodik för hur många och kraftfulla barriärer mot mikrobiologiska föroreningar ett vattenverk bör ha är framtagna av Norsk Vann. En ”nöd-vändig barriärhöjd” beräknas utifrån klassningen av råvattnets kvalitet. Olika typer av reningssteg i vattenverket tillgodoräknar sig en ”log-reduktion” och metoden på-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

visar sedan vilken återstående barriärverkan som måste uppnås med slutdesinfektion (inaktiveringsgrad) (Norsk Vann, 2009)

Denna metodik rekommenderas av branschorganisationen Svenskt Vatten och kommer att ge dricksvattenproducenter en bättre förståelse för behovet av skyddsbarriärer. I kapitel 8 redovisas kortfattat hur barriäreffekten beräknas för några olika reningssteg.

Provtagningar på dagvatten från olika typer av avrinningsområden har visat ett tydligt samband mellan koncentrationen av indikatorbakterierna *Escherichia coli* och intestinala enterokocker i dagvatten, nyckeltal för boendetäthet, hårdgjord yta och total yta (SVU, 2011). Detta innebär att dagvattenutlopp i ytvattentäkter eller i närliggande ytvatten vid grundvattentäkter kan utgöra en stor risk för kontaminering vid kraftiga skyfall.

7.2 Framtida havsnivåer

Konsekvenser av höjningar av havets nivå bedöms ha ringa betydelse för den allmänna vattenförsörjningen i Gävleborgs län.

I älv- och åmynningar tränger havsvattnet upp längs botten medan det lättare sötvattnet strömmar ut ovanpå. Förändringar i havsnivån påverkar flödena i vattendragen men då i synnerhet i vid utloppen.

En ökad korrosion i distributionsnätet kan dock vara en konsekvens som berör många havsnära samhällen i Gävleborgs län.

7.3 Ökad risk för ras och skred

Ras och skred innebär främst en risk för leveranssäkerheten. I samband med skyfall som orsakar ras och skred kan vattenverket och delar av distributionsnätet (ledningsnät, tryckstegringsstationer och reservoarer) skadas och därmed kan inte vattenförsörjningen upprätthållas.

Skred inom tillrinningsområdet kan även få allvarliga konsekvenser för vattenkvaliteten om det råkar så illa att en miljöfarlig verksamhet eller förorenat område dras ner i en ytvattentäkt, i ett grundvattentäktområde eller till ett ytvatten i närheten av en grundvattentäkt.

7.4 Erosion vid kuster och vattendrag

Längs större vattendrag i länet ökar erosionsrisken. Konsekvensen för en vattentäkt med ökad erosion liknar den för ras och skred. Tilläggs bör även om en grundvattentäkt eroderas bort minskar avståndet till närliggande ytvatten och ger en större påverkan från ytvattnet och sårbarheten ökar. Konsekvensen blir då ökad risk för exempelvis mikrobiologiska föroreningar.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

8 Resultat från riskanalys för de nio vattenverken

Resultatet från riskanalysen redovisas sammantaget för de studerade vattentäkterna. De enskilda resultaten, som visar hur sårbar en vattentäkt/vattenverk är, bör inte vara offentlig då RSA för dricksvattenproduktion normalt är säkerhetsklassad. Vattenproducenterna får ta del av den detaljerade riskanalysen för respektive vattentäkt/verk i form av en riskmatris för hur klimatförändringar kan påverka dricksvattenproduktionen tillsammans med en karta med information som länsstyrelsen tagit fram där exempelvis erosionsrisk, översvämningsnivåer, skredrisk samt vissa större riskobjekt (MIFO¹ och miljöfarliga verksamheter/objekt) som påverkar respektive vattentäkt framgår.

En generell bild av de studerade vattentäkterna är att de omges av många riskobjekt. Vissa riskobjekt utgör en stor påverkan på råvattnet redan idag, vilket är oroväckande.

På grund av att riskanalysen inte fokuserar på varje enskilt riskobjekt för sig, utan grupperar samma typ av risker till en riskkälla, blir resultatet endast indikativt. Det behöver följas upp genom tillsyn lokalt och på länsnivå.

8.1 Identifierade risker till följd av temperatur och nederbördsförändringar

Den climateffekt som utgör det största hotet mot länets vattentäkter är ökad nederbörd under vintern. Nedan redovisas identifierade risker och bedömd förmåga hos de studerade vattenverken att hantera ökad temperatur samt ökad nederbörd uppdelat i olika riskkällor. Riskerna har ställts i relation till identifierade föroreningskällor.

8.1.1 Skogsbruk och jordbruk

Diagram 1 visar vilken hanteringsförmåga de studerade vattenverken har i förhållande till den förväntade klimatförändringseffekten som innebär ökad nederbörd och temperatur vid vattentäkterna. Den sammanvägda risken för de olika föroreningskällorna illustreras av vilken färg effekten har på respektive riskobjekt.

Samtliga studerade vattentäkter är berörda av skogsmark och därmed kan en ökad humushalt i råvattnet bli ett framtida problem. En ökad skogsproduktion och förändrade grundvattennivåer som minskar reningen i den övre omättade zonen kan skapa humusproblem. Av de studerade vattenverken bedöms två ytvattenverk, samt ett verk med ytinfiltration av ytvatten ha störst sannolikhet att kunna råka ut för ökade humushalter i råvattnet vid ett förändrat klimat. Förmågan att hantera ökade humushalter har varit "God" vid ett ytvattenverk och "Viss" vid de två andra verken där risken bedöms vara störst. För 4 av 5 grundvattenverk som berörs av skogsmark bedöms förmågan till "Viss" eller "Ingen" men risken är ändå låg. Ett grundvattenverk har kemisk fällning varpå förmågan bedöms som "God" för lättfällda humusämnen men "Viss" för en generell ökad halt (visas i diagram 1).

¹ Metodik för Inventering av Förorenade Områden, framtagen av Naturvårdsverket.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Förmåga	Ingen eller mycket bristfällig					
	Viss					
	I huvudsak god					
	God					
	Förklaring till risknivå	 Mycket hög risk  Hög risk  Medelhög risk  Låg risk				
		Beskrivning av hot				
		Ökad transport av humus i skogsmark förändrat pH genom ökad skogsproduktion Ökad risk för bekämpningsmedel från jord- och skogsbruk Ökad risk för oljehaltiga produkter från skogs- och/eller jordbruk Ökad halt av kväve, ökad risk för algblooming i ytvatten/syrefattig grundvatten				

Diagram 1. Sammanvägd risk för klimatförändringen ökad nederbörd och ökad temperatur på föroreningskällan jordbruk och skogsbruk.

Vid samtliga vattentäkter kan även pH förändras genom en ökad skogsproduktion. Det kan orsaka ökade halter av löst järn och mangan i grundvatten och förändrad kvalitet på ytvatten. Vid två grundvattenverk finns åtgärder gjorda i avrinningsområdet för att minska järn- och manganhalter varpå dessa bedöms ha "i huvudsak god" förmåga att hantera en ökning. Risken blir låg. För de två ytvattenverken be-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

döms ett klara en pH förändring bra (God förmåga) medan det andra blir mer påverkat genom att fällningsprocessen måste justeras. Det är framförallt ökade manganhalter som kommer att skapa problem i grundvattenverken med igensättning av filter eller en otillräcklig förmåga att oxidera mangan. Risken bedöms vara medelhög för totalt fyra (4) vattenverk.

En ökad risk för bekämpningsmedel är ett allvarligt hot för samtliga (9 av 9) studerade vattentäkter. Det är bara två (2) vattenverk som har en "Viss" förmåga att hantera bekämpningsmedel i råvattnet genom att kolfilter finns installerat. Om det handlar om höga koncentrationer kan dock inget vattenverk stå säkert. Sannolikheten för att det ska inträffa är i många vattentäkter stor och konsekvensnivån motsvarar högsta nivå: "Otjänligt vatten med fara för liv och hälsa". Sammanvägda risken är hög för sex (6) av nio (9) vattenverk.

När det gäller ökade närsalter i råvattnet bedöms detta påverka ytvattenverk mest, då det kan orsaka algblooming (toxiska alger). Inget av de studerade ytvattenverken har kolfilter och förmågan bedöms därför som "Ingen eller mycket bristfällig", men sannolikheten för att det ska hända är liten vid en av ytvattentäkterna (sammantagna risken blir då låg). Ökade halter av näringsämnen i grundvattnet, som kan orsaka syrefattiga miljöer och ökade problem med järn och mangan kan påverka samtliga grundvattentäkter. Förmågan att hantera liknar det som tidigare beskrivits men sannolikheten för att detta ska inträffa på grund av övergödning bedöms vara relativt låg. Sammantagna risken för fyra (4) av totalt sju (7) grundvattenverk blir därför låg och medelhög för resterande två.



Figur 1: Exempel på boskapsskötsel i anslutning till vattentäkt

8.1.2 Ökad risk för kemiska föroreningar

Samtliga studerade vattentäkter får en ökad risk för förhöjda halter av någon typ av kemisk förorening i råvattnet om nederbörden ökar med 20% på årsbasis. Att detta utgör påtaglig hotbild mot de studerade vattentäkterna framgår av diagram 2 nedan.

Närliggande vägar utgör en riskkälla för samtliga studerade vattentäkter. Risken för exempelvis en trafikolycka, spridning av trafikföroreningar och diffus oljespill till

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

vattentäkterna ökar då frekvensen av extrema skyfall ökar och är därmed kopplat till klimatförändringar. Vid en vattentäkt har det varit nära att vägsalt nått vattentäkten.

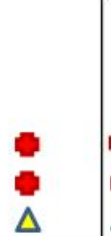
Förmåga	Ingen eller mycket bristfällig						
	Viss						
	I huvudsak god						
	God						
Förklaring till risknivå							
 Mycket hög risk							
 Hög risk							
 Medelhög risk							
 Låg risk							
		Dagvatten från vägar/parkeringar påverkar vattentäkten	Verksamheter med petroleumhantering kan påverka vattentäkten	Järnväg passerar VSO/avrinningsområdet	Nerlagda deponier kan påverka vattentäkten	MIFO objekt finns inom VSO/avrinningsområdet	Översvämning av MIFO objekt påverkar närliggande ytvatten
Beskrivning av hot							

Diagram 2. Sammanvägd risk för klimatförändringen ökad nederbörd och ökad temperatur på föroreningskällor som orsakar kemiska föroreningar.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

I diagram 2 visas att 8 av 9 vattenverk har "ingen eller mycket bristfällig" förmåga att avskilja kemiska föroreningar och vid 4 vattentäkter är risken mycket hög. Två av vattenverken har kolfilter vilket gör att de bedöms kunna hantera en viss diffus spridning av trafikföroreningar men inte alla sorter och inga stora mängder. Vid ett vattenverk bedöms förmågan att hantera föroreningar från väg som "viss". Det beror på processer i verket och utspädningsgraden blir stor vid den vattentäkten. När det gäller drivmedel och till viss del oljehaltiga produkter är även lukt och smak på dricksvattnet en aspekt som måste beaktas.

Under pågående möte fick en av dricksvattenproducenterna ett samtal från Räddningstjänsten. Det hade skett en trafikolycka på en av kommunens vattentäkter då en personbil hade voltat och bensin/dieseltanken hade gått sönder och spridit diesel/bensin över ett stort område. Incidenten är ett tydligt tecken på hur lätt en förorening kan råka hamna inom vattenskyddsområdet. Om det sker samtidigt som ett mycket kraftigt regn skulle saneringsarbetet försvåras avsevärt.

Verksamheter med petroleumhantering är oroväckande vanligt förekommande i direkta närområden till uttagspunkter i studerade vattentäkter (åtta av nio vattentäkter). Några exempel är bensinmackar, jordbruk med farmatankar, dieseltank vid industri, fritidsbåtar, kyrka med nergrävda oljetankar, parkeringar, flygplats och bilverkstäder. Även om ett vattenverk har bedömts ha "Viss" förmåga att hantera mindre mängder petroleum i råvattnet så är det troligt att en större belastning skulle orsaka dålig lukt och smak på utgående vatten. Vid fem (5) av 8 vattentäkter utgör detta en hög risk och vid en vattentäkt en mycket hög risk. En vattentäkt får låg risk och en medelhög.

Närliggande järnvägar finns vid fyra av de studerade vattentäkterna. Det är sannolikt att trafiken på järnvägar ökar i framtiden, vilket i och för sig inte är någon klimateffekt. Men ökad användning i kombination med ökad spridning av kemiska föroreningar vid nederbördsförändringar gör att risken blir större. I ett av fallen är järnvägen nerlagd men kan utgöra en potentiell föroreningskälla på grund av att många markundersökningar visar på en hög föroreningshalt i gamla banvallar. Vid en vattentäkt bedöms järnvägen utgöra en mycket stor risk baserat på läget och korta rinntider.

Söderhamn Nära har lämnat in en stämningsansökan mot Trafikverket angående BAM-problem. Den troliga källan är enligt Söderhamn en banvall och bangård (Cirkulation, 2010).

När det gäller förorenade områden så visas deponier och MIFO-objekt i diagram 2. Vilka föroreningar som kan komma från deponier är mycket svåra att förutspå och ingen av vattenverken bedöms ha en god förmåga att hantera detta. Vid 3 studerade vattentäkter finns problem med BAM (en nedbrytningsprodukt från det sedan länge förbjudna ogräsbekämpningsmedlet Totex). Det finns risk för en ökad spridning i samband med förändrade grundvattennivåer och därmed minskad rening i omättade zonen. Det kan vara objekt som nerlagda deponier, förorenade gamla banvallar, kyrkogårdar, gammal industrimark som är källan till BAM. Vid samtliga vattenverk där BAM finns i råvattnet har vattenproducenten utfört åtgärder för att reducera halterna.

I anslutning till samtliga (9 av 9) vattentäkter finns sk MIFO-objekt (områden med förorenad mark). Vid fyra (4) av dessa utgör det en hög risk för förorening. Andra

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

objekt är tämligen ”ofarliga” såsom nerlagda sågverk utan någon impregnering (får därmed låg till medelhög risk i diagram 2). Betning av säd är ett annat vanligt förekommande MIFO-objekt. Här kan det finnas kvicksilver i marken, vilket i och för sig inte sprider sig så lätt. Om det förorenade området översvämmas kan vattnet sprida föroreningarna vidare och eventuellt föra dem till vattentäkten. Alla identifierade MIFO-objekt är inte ännu riskklassade. MIFO objekt med riskklass 1 som kan utgöra ett potentiellt hot finns nära men inte i direkt anslutning till studerade vattentäkter. Ett av MIFO-objekten är ett nerlagt sågverk där sk doppning med kredsot har utförts på 60-talet. Det andra är ett avfallsupplag.

8.1.3 Förändrade vattennivåer i ytvatten och grundvatten

Översvämningsrisken längs vattendrag förväntas inte öka i och med ett framtida klimat. För samtliga studerade grundvattentäkter orsakar en översvämning med dagens nivåer en märkbar förändring av vattenkvaliteten genom att det orsakar ökad induktion med ökade järn och manganproblem. Ett av nio studerade vattenverk ligger i riskzonen att drabbas av översvämning så att ytvatten kan komma in i vattenverksbyggnaden. Det är svårt att tro att det går att leverera ett tjänligt vatten vid ett sådant tillfälle.

Vid tre täkter riskeras brunnsområdet att översvämmas. Konsekvensen då brunnsområdet översvämmas kan bli förödande om översvämningsvattnet råkar innehålla höga koncentrationer av exempelvis petroleum eller flytgödsel. En hel vattentäkt kan då förstöras.

Översvämning av förorenade områden nämndes i stycket ovan. Totalt är det ett stort antal (ca 20-30 st) MIFO-objekt som riskeras att översvämmas och påverka de studerade vattentäktena. Varje vattenproducent har fått en redovisning av vilket hot som dessa objekt utgör för respektive vattentäkt.

30 st B-verksamheter i länet hotas av översvämning. Av dessa ligger tre objekt (Edsbyns avloppsreningsverk, Återvinningscentralen i Edsbyn och Helsingpellets) uppströms en av de studerade vattentäktena. Avståndet är mer än 20 km från vattentäkten, vilket gör att sannolikheten bedöms vara medelstor för att vattentäkten påverkas. Den ovannämnda vattentäkten finns även möjlighet att stänga av råvattenpumpning vid ett sådant tillfälle.

Endast en av vattenproducenterna i länet uppger att det är vattenbrist i grundvattenmagasinet under sommaren. I detta fall finns alternativa brunnar som används för att erhålla tillräcklig kapacitet. I övriga studerade vattentäkter är tillgången på råvatten god / mycket god idag och man klarar större uttag av vatten från grundvattenmagasinen. Den begränsande faktorn är kapacitet i vattenverket.

8.1.4 Högre vattentemperaturer

En ökad temperatur under vintertid skapar problem vid en av de studerade ytvattentäktena. Underkylt vatten eller vatten med temperaturer runt 0 grader sätter ofta igen intagssilen med issörja. Ett varmare vatten kan dock förbättra avskiljningen vid kemisk fällning.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Även höga temperaturer på sommaren är ett dilemma då det finns krav på att utgående vattentemperatur ej får vara för hög. Algbloomning har förekommit i en ytvattentäkt.

8.1.5 Mikrobiologiska föroreningar

I diagram 3 redovisas den samlade riskanalysen för mikrobiologiska föroreningar som i och med ett förändrat klimat utgör ett större hot än idag.

Ett generell slutsats är att de flesta studerade vattenverken bedöms ha i huvudsak god förmåga att hantera dagens halter av bakterier under förutsättning att processen fungerar optimalt. Förekomst av idag okända vattenburna parasiter och virus i råvattnet kommer med största sannolikhet att kräva ytterligare barriärsteg för nästan alla studerade vattenverk. I endast ett av nio vattenverk bedöms förmågan att hantera bakterier, parasiter och virus som i huvudsak god.

Dagvattenutlopp utgör en låg respektive medelhög risk vid tre (3) av totalt nio (9) vattentäkter, vad gäller mikrobiologiska föroreningar. Dagvatten är, som tidigare nämnts en potentiell riskkälla som i ett förändrat klimat kan få ökade konsekvenser genom att kraftiga skyfall orsakar bräddning från spillvattensystem till dagvattensystem. Vid båda dessa vattenverk finns en i huvudsak god förmåga att hantera mikrobiologiska föroreningar med undantag för nya vattenburna parasiter där förmågan bedöms vara ”viss”.

Bräddutlopp från avloppspumpstationer eller reningsverk i ytvattentäkten eller för grundvattentäkter närliggande ytvattendrag är en vanligt förekommande riskkälla bland de studerade täkterna. Utlopp från kommunala avloppsreningsverk (ARV) finns vid sex (6) vattentäkter och är att betrakta som en medelhög risk för fyra av dessa. Risken har bedömts utifrån hur nära vattentäkten som utloppet ligger samt hur stort vattenflödet är i det vattendrag som utgör recipient.

På samma sätt som för avloppsreningsverk bedöms risken från bräddutlopp från pumpstationer (APST). Totalt 7 vattentäkter kan komma att påverkas av detta. På grund av förhållanden i vattendragen som utgör recipient visar analysen att risken är hög för en av dessa vattenverk medan övriga får låg medelhög respektive låg risk.

Enskilda avlopp (infiltrationsanläggningar eller slutna tankar) är en mycket vanlig riskkälla i länets dricksvattentäkter. Samtliga (9 av 9) besökta vattentäkter har uppgett att de har enskilda avlopp inom vattenskyddsområdet eller tillrinningsområdet och generellt gäller att 50% av alla enskilda avlopp har bristfällig funktion. Förekomst av indikatorbakterier är dock obefintlig eller mycket låg vid de allra flesta grundvattentäkter. Förmågan att hantera mikrobiologiska föroreningar från enskilda avlopp är naturligtvis samma som att hantera samma mängd avloppsvatten från kommunalt system. Anledningen till att hotet bedöms vara större från enskilda avlopp är att koncentrationen av bakterier i grundvatten kan bli högre. Den direkta närheten avgör också att det i vissa fall pekas ut som en större riskfaktor än bräddning från kommunala anläggningar, som normalt sker vid kraftiga skyfall och är således relativt utspädd orenat avloppsvatten.

Ett vattenverk saknar UV-installation (har desinfektion med klor) och förmågan att hantera parasiter är inte lika bra för klor som med UV. Risken för att enskilda avlopp förorenar dricksvattnet vid detta verk är därför mycket hög.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Förmåga	Ingen eller mycket bristfällig						
	Viss	 	    	      	                       		

Diagram 3. Sammanvägd risk för klimatförändringen ökad nederbörd och ökad temperatur på föroreningskällor som orsakar mikrobiologiska föroreningar.

Översvämmning från närliggande ytvatten har redan idag inträffat vid några av grundvattentäktena. Vid samtliga drabbade täkter har då mikrobiologiska föroreningar nått ner till grundvattnet. Risk för översvämmning av brunnnsområde från när-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av klimateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

liggande ytvatten föreligger hos tre (3) av totalt nio (9) grundvattentäkter, vilket kan vara förödande för en vattentäkt om ytvattnet är kraftigt förorenat. När det gäller mikrobiologiska föroreningar bedöms vara risken vara mycket hög (svart) för två av tre grundvattenvattentäkter.

Spridning av gödsel är en risk som bör uppmärksammas då det skapar en medelhög risk för totalt sex (6) vattenverk och låg risk för två (2). Om gödselspridning sker i samband med höga vårflöden kan konsekvensen bli större än vad som analysen visar i diagram 3. Samtliga vattentäkter ligger nära eller till och med mycket nära jordbruk och djurhållning (se exempel i figur 1). Det finns exempel då gödselspridning i områden har orsakat förhöjda halter av indikatorbakterier även på utgående vatten från vattenverket, dvs dricksvattenproducenten har inte kunnat leverera tjänligt vatten. I detta fall har vattenverket "Viss" förmåga att avskilja bakterier genom att tillsätta klor men bristfällig förmåga att avskilja vattenburna parasiter och virus. Risknivån har satts till mycket hög.

Badplatser finns i direkt närhet till vattentäkten vid fem av totalt nio studerade vattenverk.

8.2 Identifierade risker i samband med förändrad havsnivå

Ingen av de studerade vattentäkterna ligger i närhet till havet och ingen har risk för inträngning av saltvatten.

8.3 Identifierade risker med ökad risk för ras och skred

Av alla identifierade "A-verksamheter" (miljöfarlig verksamhet, klass A) finns en verksamhet som ligger inom riskområde för översvämning, ras, skred eller erosion vid förväntade klimatförändringar. Det går inte att utesluta att i ett värsta scenario kan en av de vattentäkter som ingått i studien drabbas vid en sådan naturolycka men sannolikheten betraktas som liten. Konsekvensen skulle dock vara katastrofal.

En B-verksamheter i länet hotas av skred/ras. Ingen av dessa riskerar att drabba någon studerad vattentäkt.

Två av de studerade vattenverken ligger i ett område där det tidigare har inträffat skred. Ytterligare fyra vattenverk ligger på låglänta områden på finkornigt material i närheten av ytvatten, vilket kan tänkas få en ökad skredrisk i framtida klimat. Konsekvensen av ett skred vid ett vattenverk blir naturligtvis förödande. Hur ledningsnät påverkas har inte ingått i denna studie.

8.4 Identifierade risker med ökad risk för erosion vid kuster och vattendrag

Av de studerade vattentäkterna ligger en i erosionsdrabbad strand längs Ljusnan. Det finns ingen potentiell risk att hela vattentäkten ska eroderas bort men vattentäkten blir mer skyddsvärd (sårbar) då Ljusnan för bort material som annars kan skydda mot att föroreningar kommer in till råvattenpumpar.

Voxnan har också långa sträckor med erosionsstränder. Det kan ha indirekt påverkan på en av de studerade vattentäkterna då som en indirekt risk genom att upp-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

ströms belägna förorenade områden ligger i erosionsdrabbade områden. Råvattenintag och kan dock behöva flyttas. Detta innebär en kostnad för vattenproducenten.

Totalt 5 stycken B-verksamheter i länet hotas av erosion. Ingen av dessa riskerar att drabba någon studerad vattentäkt.

9 Beskrivning av åtgärder

I detta kapitel beskrivs de åtgärder som kan vara aktuella för att möta de ökande hoten som en klimatförändring kan medföra. Åtgärderna är generellt beskrivna men med några exempel som antingen kan vara aktuella för de studerade vattentäkterna eller på redan genomförda åtgärder som gjorts vid de studerade vattentäkterna.

9.1 Åtgärder för att möta temperatur och nederbördsförändringar

Exempel på åtgärder som kan behövas för att möta ökade temperaturer och nederbördsförändringar är:

- Förbättrat råvattenskydd genom att inrätta mer kraftfulla föreskrifter i vattenskyddsområdet samt åtgärder för att minska föroreningsrisker inom skyddsområdet
- Kraftigt ökad kemikaliedosering
- Införande av kompletterande reningsteknik, t ex membranfilter eller oxidationsteknik för ökad risk av kemiska föroreningar
- Införande av ökad avskiljning eller desinfektion för ökad risk av mikrobiologiska föroreningar
- Utökade vattenanalyser
- Byte av vattentäkt. På grund av ökade föroreningshalter kan en ny vattentäkt bli det bästa åtgärdsalternativet. En minskad tillgång på vatten kan kräva kapacitetsförstärkande åtgärder vid de vattentäkter som får vattenbrist.
- Behov av kylning av vatten i vattenverk

9.1.1 Förbättrat råvattenskydd

En åtgärd som skulle vara nödvändig i samtliga studerade vattentäkter är kraftfullare skyddsföreskrifter och en kontroll på att de efterlevs. Detta gäller i synnerhet en kontroll av verksamhetsutövare i länets jord- och skogsbruk, vilken är de mest frekventa riskobjekten för länets vattentäkter. Det är mikrobiologiska risker vid spridning av gödsel, användandet av bekämpningsmedel och åtgärd för minskande av körskador i skogen som skulle kunna reducera potentiella hot. Vid två av nio vattentäkter saknas gällande vattenskyddsområden.

De långsiktiga effekterna av jord- och skogsbruk i ett förändrat klimat är också möjligt att åtgärda enligt skogsstyrelsen och jordbruksverkets kunskaper inom området.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Ett exempel på en annan åtgärd inom skyddsområden hittas i en av de studerade vattentäkterna där man har installerat en sk spärrbrunn för att ändra grundvattnets flödesriktning. Ytligt grundvatten med högre halter av BAM pumpas bort uppströms vattenverket.

9.1.2 Förändrad och kompletterad reningsteknik

Åtgärder för att möta en successiv förändrad råvattenkvalitet måste ibland göras i vattenverken. En generell bild av Sveriges vattenverk är att de inte är anpassade till att rena ett råvatten med hög föroreningshalt, till skillnad från många vattenverk i sydligare delar av Europa där installation av membranteknik etc. har gjorts för länge sedan.

Nedan beskrivs generella exempel på reningsteknik som kan komma att behövas vid de studerade vattentäkterna med tanke på den hotbild som förekommer.

9.1.2.1 Avskiljning av bekämpningsmedel, kemikalier och petroleumprodukter

Vilka åtgärder behövs om en ovanlig förorening dyker upp i råvattnet är naturligtvis mycket svårt att bedöma, med tanke på att det används 10 000-tals kemiska ämnen med olika egenskaper i samhället. Möjliga beredningsåtgärder vid vissa akuta föroreningar kan vara

- Aktivkolfilter är den vanligaste reningsmetoden i Sverige. Viktigt att uppehållstiden i filtret är tillräckligt för att uppnå erforderlig avskiljning
- Pulverkol blandas i vattnet med efterföljande sedimentering och filtrering
- Oxidation genom ozonbehandling med efterföljande kolfilter
- Membranfiltrering (nanofilter eller omvänd osmos)

Kolfilter har funnits på två besökta vattenverk med huvudsakligt motiv att reducera organiska föroreningar. Aktivt kol är en naturprodukt framställt av kol, trä eller kokosnötter och används för vattenrening av humus (färg och lukt), klor i olika former, fenoler, organiska lösningsmedel, mindre mängd olja och pesticider som BEK/BAM. Organiskt stoff i råvattnet nedsätter kolets kapacitet vilket gör att livslängden på ett kolfilter på ett vattenverk är normalt ca 1 år.

Vissa av de besökta vattenproducenterna uppger att de har haft planer på att fylla på kol i befintliga filter. I en av länets kommuner har en pilotanläggning för att utvärdera effektiviteten på kol för att avskilja COD.

Organiska föroreningar som bekämpningsmedel och läkemedelsrester kan oxideras med ozon. Ett av de besökta vattenverken har en ozonanläggning. Det finns även mer avancerad oxidationsteknik.

Komplettering med ytterligare reningssteg såsom membranfilter, ozonbehandling, etc. innebär ombyggnation av vattenverket. Nanofilter och omvänd osmos kräver ofta förfiltrering för att inte sätta igen, och ozonbehandling kräver efterfiltrering för att avskilja oxiderade ämnen. Kompletterande reningssteg kan i de flesta fall inrymmas i befintliga vattenverksbyggnader, men är utrymmet trångt kan en utbyggnation av vattenverket bli nödvändig.

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

9.1.2.2 Avskiljning av naturligt förekommande ämnen i grundvatten

Järn och mangan förekommer löst i vatten eller bundet till organiskt material. Vid låga syrehalter främst lösta vattnet. I kontakt med syre kan de falla ut som oxider.

Metoder för reduktion av järn (Fe) och mangan (Mn) i processen på vattenverket är:

- Oxidation med efterföljande filtrering, för lösta metaller
- Kemisk fällning. Fungerar då järn/mangan är bundet till organiskt material.

Generellt kan man säga att åtgärder för avskiljning av järn och mangan redan finns etablerat vid de studerade vattenverk där problemen finns. Ofta regleras grundvattennivån i täkterna för att halterna ska hållas på en hanterbar nivå.

Reduktion av järn och mangan kan även utföras i grundvattnenmagasinet innan råvattnet tas in på vattenverket. Dessa metoder minskar även halterna ammonium och nitrit, och i vissa fall även arsenik:

- Markoxidation, se figur 2, - Fe och Mn i löst jonform oxideras genom att syre pressas ner i jorden. I figur 2 nedan visas ett exempel på markoxidation i en av de studerade vattentäkterna.
- Vyredoxmetoden – syresatt vatten pressas ner i satellitbrunnar runt uttagsbrunnen och förutsättningar för utfällning av Fe och Mn skapas i grundvattnet runt uttagsbrunnen. Denna åtgärd finns också representerad i ett av de studerade täkterna
- Luftning och återinfiltration – vattnet från grundvattnenmagasinet pumpas upp och luftas. Därefter får det passera infiltrationsbädd för avskiljning av utfällda järn och manganoxider.

9.1.2.3 Avskiljning av humusämnen

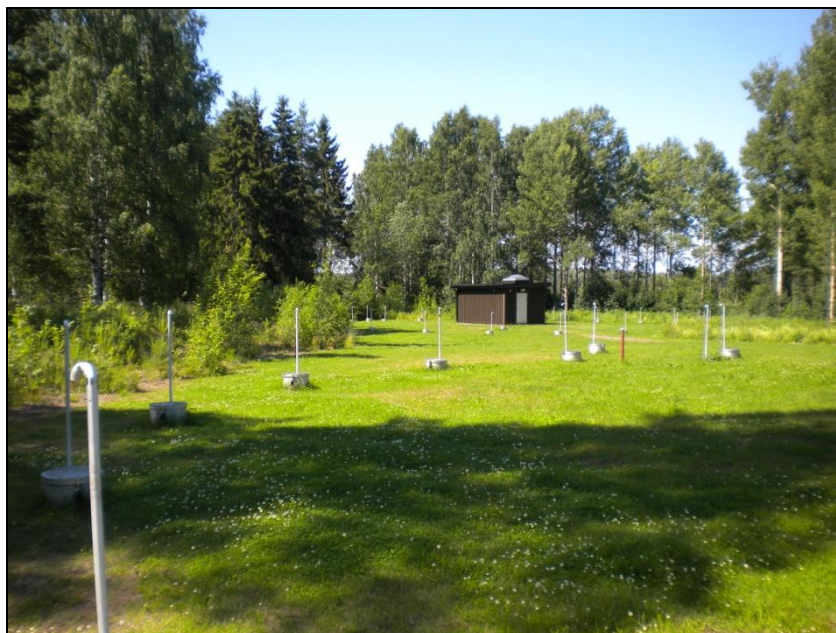
Avskiljning av humusämnen sker med samma metoder oavsett om det är ett yt- eller grundvatten.

- Humusämnen kan avskiljas genom kemisk fällning med efterföljande sedimentering och filtrering. Humusavskiljningen kan förbättras genom att sänka ”fällnings pH” i kombination med att öka fällningskemikaliemängden. Därefter höjs pH igen.
- Membranfiltrering eller nanofilter.
- Oxidation genom ozonbehandling med efterföljande långsamfilter eller kolfilter fungerar bra för vatten som inte har alltför höga humushalter. Ozonbehandling av vattnet innebär även en desinfekterande verkan.
- Jonbyte kan vid små vattenverk användas för humusavskiljning. Denna metod används idag inte i stor omfattning i Sverige.

De åtgärder som kan tänkas behövas i de nio studerade vattenverken bedöms framförallt bestå i ökade fällningskemikalier vid tre av vattenverken. Vid ett av dessa utreds möjligheten till att använda en större andel grundvatten som råvatten. Det går inte att uttala om några andra åtgärder borde genomföras för att hantera en ökad halt

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

av humusämnen. Kanske kan problemet minskas med hjälp av tillskott av grundvattnen.



Figur 2: Exempel på Markoxidation

9.1.2.4 Avskiljning av alger

Alger kan innehålla giftiga toxiner som släpps ut i vattnet då cellväggen brister. Det kan bli aktuellt för ett av de studerade ytvattenverken att hantera giftiga alger. Med tanke på storleken på det nämnda vattenverket bedöms att ett aktivt kolfilter kan vara en möjlig åtgärd. Vid det andra studerade vattenverket är risken för alger liten. Processen i verket, ozonbehandling, leder till att algen oxideras. Finns det toxiner i algen släpps det då ut i vattnet, vilket skulle orsaka otjänligt vatten med fara för hälsa.

En annan metod för avskiljning av algtoxiner är pulverkol. Konstgjord infiltration eller sandfilter har också visat sig vara effektiva.

9.1.3 Åtgärder för att möta ökad risk av mikrobiologiska föroreningar

Mikrobiologiska risker omfattar bakterier, virus och parasiter. Dessa reduceras i processen på vattenverket genom avskiljande- eller inaktiverande behandlingstekniker.

Exempel på avskiljande behandling är (b=bakterier; v=virus och p=parasiter):

- Långsamfiltrering (b, v, p)
- Konstgjord infiltration (b, v, p)
- Kemisk fällning med efterföljande sedimentering och filtrering (b, v, p)
- Membranfiltrering (b, v, p)

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkt och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

Exempel på inaktiverande behandling är:

- UV-behandling (b, p och vissa virus)
- Klor (b, v)
- Ozon (b, v och vissa parasiter, ej cryptosporidium)

Beräknad barriäreffekt enligt ODP (Norsk Vann, 2009) redovisas som sk log-reduktion för olika behandlingstekniker, för reduktion av mikrobiologiska föroreningar.

Barriäreffekt beräknas för b=bakterier; v=virus och p=parasiter. De siffror som anges i denna rapport är endast indikativa. Det är viktigt att notera att barriäreffekten beror på funktionen av reningssteget vilket inte alltid är tillfredställande och många parametrar måste ibland beaktas. Riktlinjer för rekommenderad mikrobiologisk barriärhöjd för vattenverk som producerar vatten till 1 000 - 10 000 personer är:

- 3,5 - 5,5 log reduktion för bakterier
- 3,5 - 5,5 log reduktion för virus
- 1,5 - 4,0 log reduktion för parasiter

Ju bättre råvattenkvalitet, desto lägre barriärhöjd krävs. Val av barriärhöjd baseras på historisk mätdata av råvattenkvalitet vid vattenverket.

Ozonbehandling med hög intensitet kan ge effekt på exempelvis parasiter som Giardia. Enligt de senaste rönen inom vattendesinfektion krävs då en lång kontakttid för ozonet och riktigt höga doser av ozon. Med ozon sänker man även vattnets pH-värde. Ett lägre pH gör också att en klorering tar bättre.

Ultrafilter är en effektiv fysisk barriär mot mikroorganismer. Metoden är speciellt bra när vattenkvaliteten ändras och förbehandlingen inte är perfekt. Ultrafiltrering (UF) är en typ av membranfiltrering som är på väg att etablera sig som en ny beredningsprocess för dricksvatten i Sverige. Det är svårt att utifrån råvattenanalyser förutse om UF kan drivas framgångsrikt på ett bestämt matarvatten (SVU, 2011b)

Klorering är mycket effektivt för bakterier, ganska god för virus men mindre effektiv mot parasiter. Många av de besökta vattenverken har gått ifrån en klorering för att istället satsa på UV-bestrålning. Hantering av kemikalier är en anledning att gå ifrån klorering.

Långsamsandfilter har också visat sig vara effektiva för bakterier, virus och parasiter.

UV-bestrålning kan utföras på inkommande eller utgående vatten i vattenverket. I alla vattenverk utom ett som ingått i studien finns redan UV installerat. I det vattenverk där det saknas finns planer på att köpa in ett UV-filter under 2012. Av riskanalysen bedöms de besökta vattenverken generellt ha en i huvudsak god förmåga att hantera mikrobiologiska risker. Hur kraftig belastningen är i framtiden är naturligtvis svårt att utsäga. Spridningen av parasiter kanske är det som avgör om det kommer behövas ytterligare investeringar vid de studerade vattenverken.

Åtgärder inom tillrinningsområdet är bland annat minska bräddning av orenat avloppsvatten, kontroll av kopplingar mellan dag- och spillvattenledningsnät och att

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

inte tillåta markinfiltration för enskilda avloppslösningar. Detta är något som samtliga VA-huvudmän ständigt jobbar med och är medvetna om.

9.1.4 Ökat analysbehov

För att vara säker på att leverera ett vatten fritt från mikrobiologisk förorening krävs att man har tillräckligt antal barriärer, god kännedom om råvattnet samt att man genomfört mikrobiologisk riskanalys eller värdering.

Traditionellt har man förlitat sig på indikatororganismer för att säkerställa att de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna fungerar. Det har dock visat sig att detta inte är tillräckligt;

- På det sätt provtagningen utförs, det vill säga få prover, gör att pulser av förorening kan undgå upptäckt
- Det är svårt att analysera patogener i låga halter
- De indikatororganismer som används är inte representativa för alla kända patogener
- Det är svårt att analysera även indikatorer i de låga halter som är av intresse i dricksvatten

Ovanstående innebär att i ett prov där man inte kan påvisa några indikatororganismer ändå kan finnas fekal förorening. Det finns både bakterier, virus och parasitära protozoer som kan förekomma trots att inga indikatorer påvisas. Flera av dessa organismer är dessutom mer stabila genom reningsprocessen jämfört med indikatorerna.

Kolibakterier är mycket känsliga för klor. I ett klorerat vatten kan det finnas flera andra smittämnen. Det behövs och finns flera indikatorbakterier. Det är lättare att kontrollera barriärverkan om råvattnet är kraftigt påverkat och om barriären är placerad tidigt i processen.

Grundvatten och barriärer i processens slut är följaktligen svårare att följa upp. Man bör, om möjligt, välja en metod med ett mätområde som möjliggör kvantifiering både före och efter den aktuella barriären (Svenskt Vatten, 2009).

9.1.5 Byte av vattentäkt

Många av de besökta vattenproducenterna har nämnt att man hellre skulle byta vattentäkt än bygga om vattenverket. Gärna överföringsledning från en välfungerande befintlig vattentäkt. Om anledningen till det är kännedom om befintliga lämpligare vattentäkter i närheten eller bara en förhoppning om att det ska finnas bättre alternativ är dock osäkert.

Råvattentillgången är god för alla produktionsbrunnar utom en, det är framförallt en ökad föroreningshalt som skulle vara orsaken till att byta vattentäkt. Exempelvis en olycka eller översvämning kan orsaka så stora föroreningsmängder att en vattentäkt förstörs.

Två av de besökta vattenverken var under hösten 2011 under ombyggnad. Kostnaden för att bygga om ett vattenverk kan ofta vara högre än om motsvarande renings-

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

teknisk utrustning skulle byggas i ett nytt reningsverk. Orsaken till detta är att själva arbetsutrymmet kan vara trångt, vilket också gör att exempelvis tankar och filter måste specialbeställas och delvis byggas på plats. Dessutom måste vattenverket leverera dricksvatten även under entreprenadtiden, vilket kan ställa höga krav på arbetsmetoder, exempelvis gällande hygien och användandet av kemikalier.

9.1.6 Kylning av vatten i vattenverk

Behov av kylning av vatten i vattenverk beror delvis av konsumenters acceptans av varmare dricksvatten och anpassning av riktlinjer. I ett studerat ytvattenverk blandar man tillgängligt grundvatten med ytvatten för att kyla vattnet i vattenverket.

9.2 Åtgärder för att möta ökad risk för erosion, ras och skred

Fysisk planering för att undvika ny exploatering i sjönära eller låglänta områden som är utsatta för risker av erosion, ras eller skred.

MIFO-områden som kan påverka vattentäkterna går naturligtvis inte att flytta på men finns åtgärder för att skydda förorenade områden från erosion, ras och skred.

10 Generella kostnader för åtgärder

Kostnaden för att åtgärda vattenverken har redovisats som schablonbelopp. För de studerade vattenverken går det inte att direkt specificera vilka kompletterande reningssteg som skulle vara lämpliga eftersom olika alternativ bör utvärderas utifrån råvattenkvaliten. I de flesta fall kan nya processer inrymmas i befintliga vattenverksbyggnader, men är utrymmet trångt kan en utbyggnad av verket bli nödvändig. Denna aspekt påverkar också kostnaden. UV-ljus ska installeras under 2012 i det enda vattenverk där det inte finns.

Den totala kostnaden för samtliga vattenproducenter i Gävleborgs län, totalt 75 vattentäkter varav 61 är grundvattentäkter för >5500 PE, kan inte beräknats på grund av stora svårigheter att ge en relevant storleksordning på kostnaden.

Följande generella kostnader kan ge en uppfattning om vilken storleksordning det handlar om för vattenverk:

Kostnader för framtagande av skyddsområden (VSO) för vattentäkter:

Schablonbelopp på 250 000 kr per VSO. Schablonbeloppet blir missvisande för de större vattentäkterna där kostnaden blir större men här har också en hel del arbete redan genomförts. Schablonbeloppet är troligen något hög för de allra minsta vattentäkterna.

Kostnad för ökat behov av avskiljning i vattenverk av ökade järn och manganhalter

En reningsmetod som kan vara lämpliga i mindre vattenverk är ozonbehandling med efterföljande filtrering. Schablonkostnad för uppgradering till ozon har hämtats från ombyggnaden av Forsa VV (Hudiksvalls kommun): 10 milj kr. Om besvärden med järn- och manganhalter i ett grundvattenverk blir för stora kan hela vattenverket behövas bytas ut. En process som kan vara nödvändig, som ett alternativ till ozon, är

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

kemisk fällning. Schablonkostnad för att bygga ett nytt vattenverk med processen: fällning, sandfilter, kolfilter och UV till 700 PE har en uppskattad investeringskostnad på ca 9 milj Kr. För de större vattenverken skulle kostnaden vara betydligt högre.

Alternativa åtgärder, som tidigare nämnt är sk vyredoxanläggningar eller markoxidation. Anläggningskostnad beror på hur många brunnar man behöver. Årförbrukning av el är signifikant för framförallt markoxiderationsanläggningen.

Kostnad för ökat behov av avskiljning av lättfällda humusämnen i ytvattenverk

Kemikaliekostnad har inhämtats från två av de studerade vattenverken. Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen bedöms årskostnad för ett medelstort ytvattenverk ökas med 50%. Den årliga kemikaliekostnaden vid ett medelstort ytvattenverk beräknas kunna öka till ca 1,3 miljoner /år. För ett litet verk är motsvarande siffra: 18 500 kr/år (antas öka till 28 000 kr/år).

Kostnad för ökat behov att avskilja svårfällda humusämnen i vattenverk

Schablonbelopp för att installera nanofiltrering är hämtat från Norge, där detta används flitigt. Investeringskostnad för ett vattenverk som producerar ca 1000 m³/dygn är 20 miljoner kr.

Kostnad för ökat behov att avskilja alger i ytvattenverk

Kolfilter (inkl installation) i ett mindre vattenverk kostar enligt en leverantör ca 650 000 kr för ett vattenverk på ca 5000 PE och ca 1,2 miljoner kr för ett vattenverk på ca 10 000 PE. Det förutsätter att vattenverket kan byggas till på ett enkelt sätt. Några av länets ytvattenverk har redan kolfilter installerat, dock ingen av de studerade vattenverken.

Kostnad för ökat behov att avskilja/inaktivera mikroorganismer i vattenverk.

Schablonkostnaden för en komplett UV- installation är ca 100 000 kronor för ett litet vattenverk, och den kräver inget stort utrymme. Driftkostnaden; ett lampbyte en gång per år är inte medräknat.

Kostnad för ökad provtagning vid vattenverken

En schablonkostnad är uppskattad till ca 15 000 kr per vattenverk och år. Antas gälla vattenverk som försörjer mer än 1000 PE.

Kostnad för byte av vattentäkt

Kostnader för åtgärder som minskar de ökade föroreningsriskerna inom skyddsområden för vattentäkter är svårt att beräkna en kostnad för. Att ersätta en vattentäkt som förorenats så allvarligt att den måste ersättas kostar stora belopp. En mindre vattentäkt kan kosta ett antal 10-tals miljoner att ersätta, om en ny lämplig vattentillgång överhuvudtaget går att finna.

En utredning kring kostnaden för att försörja Järvsö från Ljusdal vattenverk utfördes av WSP under 2007. Kostnaden för en överföringsledning (total längd drygt 11 km) beräknades enligt två alternativ: alternativ 1 med 8,8 km sjöledning, eller alternativ 2 med 800 m sjöledning blev: alternativ 1: **12,5 miljoner kr** och alternativ 2: **15,7 miljoner kr**. Intäkterna vid val av alternativ 2 skulle dock bli betydligt större än för alternativ 1. Inga kostnader för eventuell uppgradering av vattenverket i Ljusdal

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

beräknades. De beräknade kostnaderna bör räknas upp eftersom det nu är ca 5 år på nacken.

Utöver detta kan ökade kostnader bestå av:

- Behov av kylning av vatten i vattenverk
- Ökat behov av redundans vid distribution av vatten samt andra förebyggande åtgärder och krisberedskap
- Åtgärder för vattenbrist vid vattentäkter (pga minskad tillrinning)

Uppdragsnr: 10151690	Riskbedömning av climateffekter på kommunala dricksvattentäkter och vattenförsörjning	
Daterad: 2011-12-20		
Status: Slutlig version		

11 Referenser

- Cirkulation 2010-12-22. Nätupplagan av tidskriften Cirkulation.
- Jordbruksverket, 2007; En meter i timmen; klimatförändringars påverkan på jordbruket i Sverige.
- Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007. Miljödepartementet. SOU 2007:60.
- Livsmedelsverket, 2005; Dricksvatten och mikrobiologiska risker. Rapport 28-2005.
- Livsmedelsverket, 2007; Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjning.
- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap. MSB FS 2010:6.
- Norsk Vann, 2009; Veiledning til bestemmelse av god desinfeksjonspraksis, Norsk Vann. 2009:170.
- SGU, 2010; Grundvattennivåer och vattenförsörjning vid ett förändrat klimat. Gustav Sundén & Lena Maxe, SGU, Joel Dahné, SMHI. SGU-rapport 2010:12
- SGI, 2010; Översiktlig regional klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor. SMHI, SGI.
- Länsstyrelsen Gävleborg, Baltic Climate och Baltic Sea Region. Diarienummer: 2-0906-0452. 2010-06-28.
- Skogforsk www.skogforsk.se
- Skogsstyrelsen 2009. Klimatpolicy. www.skogssyrelsen.se
- Svenskt Vatten, 2007; Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat. Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen.
- Svenskt Vatten, 2009; Effektivitet hos mikrobiologiska barriärer, H Rydberg mfl, SVENSKT VATTEN 2009:6.
- SVU, 2011a; Tätorters inverkan på recipienters bakteriella status, Svenskt Vatten Utveckling 2011-08.
- SVU, 2011b, Upphandling av ultrafilter (UF) Svenskt Vatten Utveckling 2011-05.
- Sydvatten, 2011; Skrivet på Svenskt Vattens hemsida av Kennet M Persson
- VYR-Metoder, AB, Hemsida

Tabell 1: Nivåer för sannolikhet

SANNOLIKHETSNIVÅ	BESKRIVNING
S1: Liten sannolikhet	a) Händelsen är okänd i branschen
	b) Enligt en fackmässig bedömning kan händelsen inte uteslutas
	c) Enligt säkerhetsanalysen har händelsen liten sannolikhet
S2: Medelstor sannolikhet	a) Branschen känner till att händelsen inträffat de senaste fem åren
	b) En fackmässig bedömning visar att händelsen kan inträffa de närmaste 10–50 åren
	c) Enligt säkerhetsanalysen har händelsen medelstor sannolikhet
S3: Stor sannolikhet	a) Det är känt i branschen att händelsen inträffar årligen
	b) Händelsen har inträffat eller varit nära att inträffa i den egna anläggningen
	c) En fackmässig bedömning visar att händelsen kan inträffa de närmaste 1–10 åren
	d) Enligt säkerhetsanalysen har händelsen stor sannolikhet
S4: Mycket stor sannolikhet	a) Händelsen förekommer nu och då i den egna anläggningen
	b) Enligt säkerhetsanalysen har händelsen mycket stor sannolikhet

Tabell 3: Nivåer för konsekvens. För varje enskild händelse bedöms konsekvensen separat både för kvalitet och för leveranssäkerhet.

KONSEKVENSNIVÅ	BESKRIVNING
K1: Liten konsekvens	a) Kvalitet: Obetydlig påverkan på vattenkvaliteten. Inga anmärkningar enligt dricksvattenföreskrifterna.
	b) Leverans: Normal leverans till användarna kan upprätthållas.
K2: Medelstor konsekvens	a) Kvalitet: Tillfälliga anmärkningar som berör många användare eller otjänligt vatten som berör enstaka användare.
	b) Leverans: Kortvarigt leveransavbrott (några timmar) till ett begränsat område. Inga sårbara abonnenter drabbas.
K3: Stor konsekvens	a) Kvalitet: Otjänligt vatten som berör många användare
	b) Leverans: Långvarigt avbrott (dagar) i leveransen till ett begränsat område. Även sårbara abonnenter drabbas.
K4: Mycket stor konsekvens	a) Kvalitet: Otjänligt vatten med fara för liv och hälsa.
	b) Leverans: Långvarigt leveransavbrott som drabbar ett stort antal användare. Sårbara abonnenter drabbas.