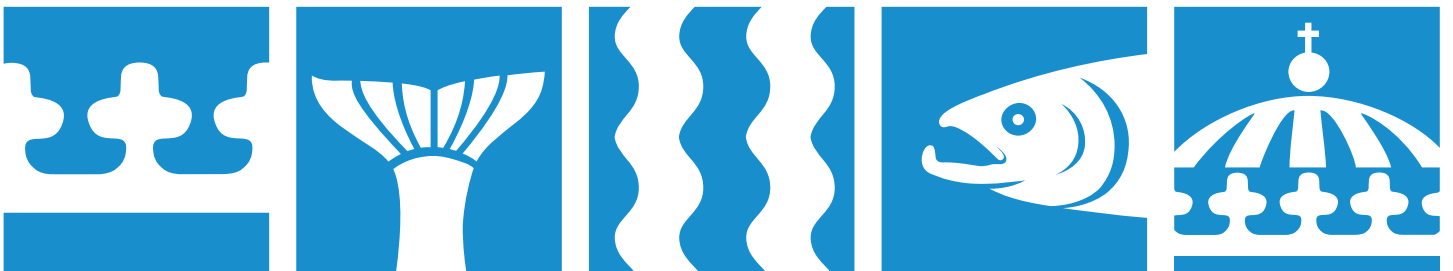


Konsekvenser och behov av åtgärder

Klimatförändringar i Härnösands kommun



Omslagsbild: Ö i Indalsälven
Fotograf: Oskar Norrgrann

Beställare: Länsstyrelsen Västernorrland, Viveka Öberg
Konsult: Tyréns AB
Uppdragsansvarig: Maria Larsson, INDEA

Länsstyrelsen Västernorrlands publikationsserie
Rapport nr 2014:13
ISSN 1403-624X

Denna rapport går att få i alternativt format.

Sammanfattning

Härnösands kommun kan med utgångspunkt från den här rapporten ta sig an risker och möjligheter med ett förändrat klimat. Klimatförändringarna handlar för kommunens del framför allt om att det blir varmare och blötare. Fram till 2040 förväntas årsmedeltemperaturen att vara ca 2,5 grader högre än under referensperioden 1961-1990. Mot slutet av århundradet förväntas årsmedeltemperaturen ha ökat med ca 5 grader. Vintern påverkas mest, med upp emot 7 grader varmare än under referensperioden.

Årsmedelnederbörden under ett medelår förväntas i slutet av århundradet att vara runt 20 procent mer än under referensperioden, med den största ökningen under vintern. Vegetationsperioden kommer troligen att förlängas med ca 20 dagar till år 2040 och med drygt en månad till år 2100.

Risk för extrema flöden i de stora vattendragen bedöms inte öka, tvärtom kan vårfloden bli lite lägre men komma tidigare. Det totala flödet kommer dock att öka. Det kommer också att bli risk för höga vattennivåer under hösten på grund av stora nederbörds mängder. Fler flödestoppar kan öka den kontinuerliga erosionen och successivt leda till skador på slänter. Kraftiga regn speciellt under höst- och vinterhalvåret då marken ofta är vattenmättad kan också komma att orsaka översvämningar av VA-system och bebyggelse, och skapa problem med erosion, ras, skred och slamströmmar. Stor nederbörd har redan med dagens klimat ställt till med problem i Härnösand, vilket bland annat orsakat återkommande översvämningar i en viadukt för Bondsjöleden.

Hälsan kan påverkas negativt i ett förändrat klimat, till exempel genom en ökad smittorisk och större risk för värmeböljor. Den kan också påverkas positivt genom att hälsoproblem förknippade med kyla minskar.

Näringslivet kan påverkas både direkt och indirekt av klimatförändringarna. Den direkta påverkan kan vara i form av till exempel ändrade odlingsförutsättningar eller översvämningar. Indirekt kan företagen påverkas exempelvis genom ändrad efterfrågan eller förändrade råvarupriser, eller ändrad politik för energifrågor och transporter. Konsekvenserna kan vara både positiva och negativa för företagen, och inträffa på olika ställen i leveranskedjan från råvara till slutkund.

Konsekvenserna av ett förändrat klimat beror bland annat på hur väl kommunen lyckas förbereda sig. Med god planering och en strategi för hur man ska hantera risker och ta vara på möjligheter kan kommunen förstärka det positiva och dämpa det negativa. I Härnösands kommun kan det finnas ett behov av att till exempel i form av en översvämning utredning se över och minska konsekvenserna av stora nederbörds mängder.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1. Inledning	7
1.1. Bakgrund.....	7
2. Klimatscenarier	9
2.1. Klimatet enligt IPCC.....	9
2.2. Regionala variationer	11
3 Klimatet i Härnösand - idag och i framtiden.....	13
3.1. Dagens förutsättningar.....	13
3.2. Framtida klimat.....	13
4. Generella konsekvenser av klimatförändringar.....	19
4.1. Översvämning	19
4.2. Erosion	23
4.3. Ras, skred och slamströmmar	24
4.4. Naturmiljö.....	28
4.5. Vattnets kvalitet och kvantitet	28
5. Konsekvenser för samhällen och människor.....	52
5.1. Framgångsrik i ett förändrat klimat	52
6. Kommunikationer	56
6.1. Allmänna konsekvenser.....	56
6.2. Konsekvenser specifikt för Härnösands kommun	57
6.3. Behov av åtgärder.....	63
7. Bebyggelse och kulturmiljöer	68
7.1. Allmänna konsekvenser.....	68
7.2. Konsekvenser specifikt för Härnösands kommun	68
7.3. Behov av åtgärder.....	74
8. Tekniska försörjningssystem	77
8.1. Allmänna konsekvenser.....	77
8.2. Konsekvenser specifikt för Härnösands kommun	80
8.3. Behov av åtgärder.....	86
9. Hälsa	90
9.1. Smittspridning	90
9.2. Extremtemperaturer	91
9.3. Behov av åtgärder.....	91

10. Näringsliv.....	93
10.1. Framgångsrikt näringsliv i ett förändrat klimat	94
10.2. Jord- och skogsbruk.....	94
10.3. Turism	95
10.4. Förutsättningar för Härnösands kommun	95
10.5. Behov av åtgärder.....	95
Referenser	99
Bilaga 1. Workshoper.....	107
Bilaga 2. Förklaringar av termer och begrepp.....	117
Bilaga 3. Ekologisk status år 2009 enligt VISS.....	119

1. Inledning

Medeltemperaturen på jorden har hittills ökat med 0,8 grader sedan förindustriell tid. Hur duktiga vi människor än blir på att minska utsläppen av växthusgaser så kommer temperaturen att fortsätta att öka i flera årtionden framöver, med olika konsekvenser för människor, natur, samhällen och näringsliv. Enligt FN:s klimatpanel (IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] 2010) bör vi försöka hålla temperaturökningen till högst 2 grader för att konsekvenserna inte ska bli riktigt allvarliga, men med rådande utsläppstrender ser det ut att bli betydligt mer, kanske uppåt 4 grader under det här århundradet (The World Bank 2012, IPCC 2013)).

De övergripande konsekvenserna av temperaturhöjningen på jorden förväntas vara:

- Fler och mer extrema värmeböljor
- Fler och mer extrema händelser med stora nederbördsmängder
- Fler och mer extrema händelser med torka
- Höjd havsnivå
- På vissa ställen mer extrema vindar
- Försurning av världshaven

Klimatförändringarna pågår. Ovanstående konsekvenser kan redan konstateras och de påverkar samhällen, människor och natur på olika sätt. För att undvika stora negativa konsekvenser i ett förändrat klimat bör kommuner och andra samhällsviktiga aktörer redan nu analysera sårbarheter och risker. De bör också undersöka vilka möjligheter ett förändrat klimat kan innebära. Därefter är det lämpligt att kommuner och andra gör en strategi för hur de kan hantera riskerna och ta vara på möjligheterna.

1.1. Bakgrund

Samtliga länsstyrelser i landet har sedan 2009 i uppdrag av Regeringen att på regional nivå samordna arbetet med klimatanpassning. Det övergripande syftet är att anpassa samhället till långsiktiga klimatförändringar och extrema väderhändelser för att minska samhällets sårbarhet. Väsentliga delar i deras arbete är att identifiera de sektorer där behov av anpassning finns, klarlägga vilka behov som föreligger, utarbeta kunskapsunderlag, samt att upprätta strategier för anpassningsarbetet.

Kommunen har ansvar enligt bland annat Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) och Miljöbalken (SFS 1998:808) att planlägga samhället med hänsyn till bland annat risken för olyckor, översvämningar och erosion. Även i Kommunallag (SFS 1991:900), Lag om skydd mot olyckor (SFS 2003:778), Skadeståndslagen (SFS 1972:207) samt Lag om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap (2006:544) kan hämtas stöd för att arbeta för att förebygga negativa konsekvenser av klimatförändringarna.

Den här rapporten är framtagen på uppdrag av Länsstyrelsen Västernorrland, för att beskriva förväntade klimatförändringar och deras konsekvenser i Härnösands kommun. Syftet är att ge kommunen en grund för att arbeta med att minska de risker och ta vara på de möjligheter som klimatförändringarna medför. Inom ramen för uppdraget har en rapport per kommun i Västernorrlands län tagits fram, samt en rapport för länet som helhet.

Ett viktigt underlag i arbetet har varit SGI:s utredning Västernorrlands län. Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor (SGI 2010). Den har ett länsperspektiv, medan den här rapporten fokuserar på klimatförändringar och naturolyckor i ett förändrat klimat som berör Härnösands kommun, och går även djupare in på vad detta kan få för konsekvenser. Viktig information kring konsekvenser, åtgärder och aktörer kom fram också under workshops som hölls den 12 mars och 23 april 2014. Minnesanteckningar därifrån presenteras i bilaga 1.

Det förekommer en del facktermer i rapporten. De som har bedömts kanske inte är allmänt kända är förklarade i bilaga 2.

2. Klimatscenarier

Bakom antaganden om klimatförändringarna ligger en bred forskning som berör många områden, som till exempel klimat, ekonomi och politik.

Osäkerheten i resultaten påverkas till exempel av:

- Val av utsläppsscenarier
- Val av global klimatmodell
- Val av regional klimatmodell
- Naturlig variabilitet

Det är också så, att ju mer man zoomar in på lokal nivå, desto större blir osäkerheterna för det område man tittar på.

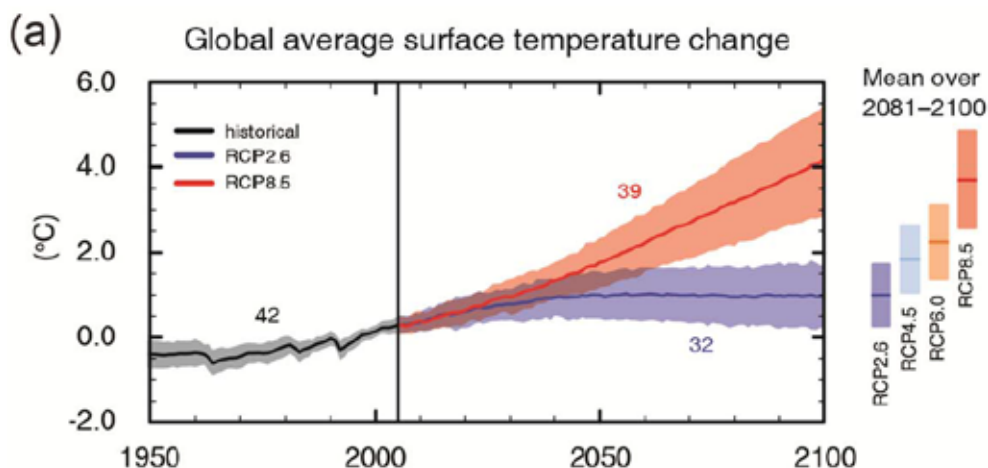
Olika faktorer i scenarierna har olika grad av sannolikhet. Att den globala temperaturen stiger på grund av att vi människor släpper ut växthusgaser är mycket sannolikt. Det påverkar andra klimatfaktorer på olika sätt. En del samband, som till exempel hur vindarna påverkas av temperaturhöjningen, är väldigt komplexa och är därför svåra att göra säkra scenarier för.

För den som läser rapporten är det viktigt att komma ihåg att de redovisade resultaten baseras på en sannolik utveckling. Exakt hur det kommer att bli är det ingen som vet. Det kan bli mycket större förändringar än vad som redovisas här, men det kan också bli mindre förändringar. Som utvecklingen i världen ser ut just nu lutar det dock åt att det snarare blir värre än vad som redovisas här, eftersom utsläppen av växthusgaser ökar mer än i det scenario som används i rapporten. Härnösands kommuns förmåga att klara av förändringarna beror bland annat på hur kommunen lyckas anpassa planering och verksamhet till de nya förutsättningarna.

Rekommendationen för den som läser är att titta på trender och ungefärliga storleksordningar, snarare än de exakta siffror som redovisas.

2.1. Klimatet enligt IPCC

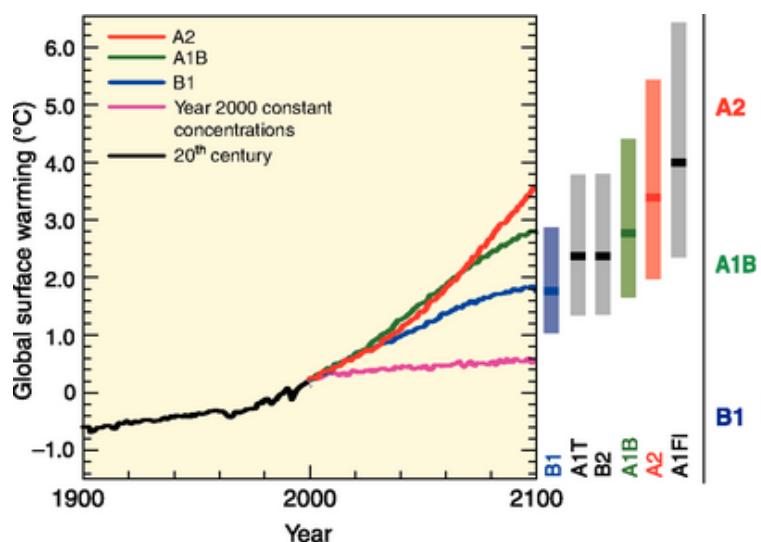
För att beskriva hur klimatet utvecklas i framtiden används klimatscenarier. Klimatscenarierna bygger på olika möjliga utvecklingar av halter av växthusgaser i atmosfären. Halterna körs sedan genom olika modeller för att beräkna utvecklingen av jordens klimat, vilket sedan kan uttryckas som förändringar i medeltemperatur, havsnivå, och så vidare. **Figur 1** visar utvecklingen av den globala medeltemperaturen fram till år 2100 i olika scenarier, enligt den femte klimatrapporten från FN som kom i september 2013 (IPCC 2013).



Figur 1: Global medeltemperaturökning för olika scenarier. Röd linje visar ett scenario (RCP 8.5) med mycket hög halt av växthusgaser, blå linje visar ett scenario (RCP 2.6) med något förhöjd halt av växthusgaser. (IPCC 2013). Förändringarna visas i relation till 1986-2005.

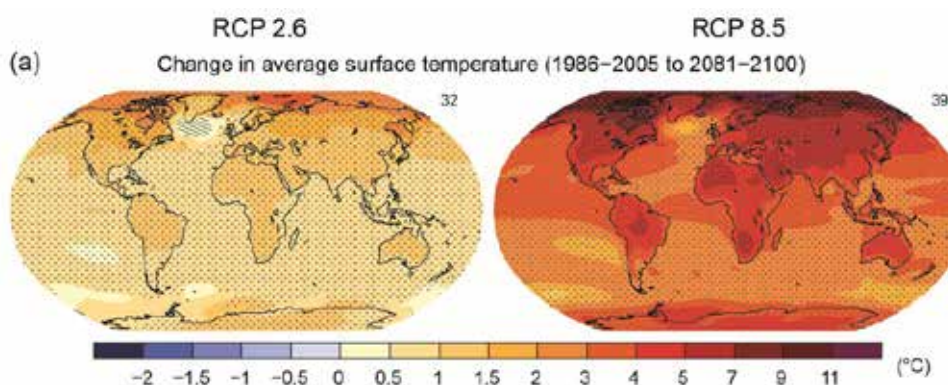
Klimat- och sårbarhetsutredningen för Västernorrlands län (SGI 2010) utgår ifrån IPCC (2007), det vill säga den fjärde klimatrapporten från FN. Det gör därför även stora delar av den här rapporten. Där det har saknats klimatdata har uppgifter hämtats från SMHI (2014a) som bygger på IPCC (2013) och då har scenario RCP4.5 använts. Skillnaden mellan IPCC (2007) och IPCC (2013) är framför allt att klimatpanelen i den senare rapporten är ännu mer säker på att det pågår en av människan orsakad klimatförändring. Klimatscenarierna är ungefär desamma.

Figur 2 visar några av klimatscenarierna i IPCC (2007). Den här rapporten utgår huvudsakligen ifrån utsläppsscenario A1B, grön linje i diagrammet. Det är ett medelhögt scenario som förutsätter att utsläppen av växthusgaser når sin kulmen år 2050. I scenario A1B blir den globala temperaturökningen till år 2100 knappt 3 grader, vilket motsvarar ett medelhögt scenario även i IPCC (2013)



Figur 2: Globala klimatscenarier enligt IPCC. (IPCC 2007). Förändringarna visas i relation till runt 1990.

Den globala temperaturökningen fördelar sig inte jämnt över jorden. Den största temperaturökningen förväntas bli närmast nordpolen (IPCC 2013), se **Figur 3**. Det beror på förstärkningseffekter när snö och is påverkas av uppvärmning, vilket i sin tur påverkar energibalansen på land och till havs (Rummukainen et al 2011).



Figur 3: Temperaturökning från perioden 1986-2005 till perioden 2081-2100 i olika delar av världen för två olika scenarier för halter av växthusgaser i atmosfären. (IPCC 2013)

2.2. Regionala variationer

För att få detaljerade beskrivningar av det regionala framtida klimatet används regionala klimatmodeller som har en högre upplösning än globala klimatmodeller. De regionala modellerna kan också bättre ta hänsyn till förutsättningar i regionen. Deras resultat används också som input till den hydrologiska modellen, HBV-modellen, som används för att räkna fram förändringar i avrinning och flöden. På så sätt genereras de regionala klimatscenarierna som används för att beskriva Sveriges och Västernorrlands läns klimat i framtiden (SGI 2010).

Klimatscenarier innehåller flera osäkerheter, både i form av modeller och den naturliga variationen, och för att hantera osäkerheten används ett antal klimatscenarier för att få en så bred bild som möjligt (i SGI (2010) används 16 klimatscenarier).

Resultaten varierar mellan klimatscenarierna och inom varje klimatparameter kan spridningen vara stor. Med flera scenarier framträder både de tydligaste trenderna och variationerna, vilket hanteras i tolkningen. Ju mer samstämmigt resultatet i de olika klimatscenarierna är, desto troligare är förändringen. I rapporten anges medianvärdet av de framtagna klimatscenarierna inom respektive klimatfaktor för att underlätta det fortsatta arbetet. För mer information om spridning i resultat hänvisas till SGI (2010).

3. Klimatet i Härnösand - idag och i framtiden

I detta kapitel sammanfattas hur klimatet i Härnösands kommun kan komma att förändras och se ut år 2040 och 2100 jämfört med nuvarande klimat, representerat av referensperioden 1961-1990 (ref).

För vidare läsning om klimatmodelleringar och resultaten hänvisas till SGI (2010).

3.1 Dagens förutsättningar

Härnösand är en kustkommun som ligger i länets östra delar. Kommunen har en befolkning på ca 24 500 personer varav nästan 18 000 bor i tätorten Härnösand. Andra större orter i kommunen är Ramvik, Utansjö och Ålandsbro. Kommunen präglas av kustklimat.

Årstiderna märks tydligt i kommunen, med både kalla vintrar och, trots det nordliga läget, varma somrar. Årsmedeltemperaturen i Härnösands kommun är ca 2°C. Den totala årsmedelnederbörden är ca 800 mm. Mest nederbörd faller under sommarmånaderna och minst under våren. (SGI 2010, SMHI 2014a)

Avrinningen under vintern är mycket låg i hela länet då nederbörden som regel magasineras i snötäcket. Under våren ökar avrinningen i och med att snösmältningen startar, vilket leder till höga flöden i samband med vårfloden. Avsmältningen i fjälltrakterna under sommaren kan också skapa höga flöden nedströms i älvar och andra vattendrag.

3.2 Framtida klimat

Klimatet i Härnösands kommun utvecklas mot att bli både varmare och blötare. Hittills har årsmedeltemperaturen ökat med ca 0,8 grader jämfört med perioden 1961-1990 och årsmedelnederbörden har ökat med ca 9 procent. Medeltemperaturerna över året och för de olika årstiderna kommer att fortsätta att höjas flera grader under århundradet. Även nederbörden kommer att öka och mer extrema nederbördsmängder blir vanligare.

Nedan presenteras de mest betydande förändringarna i de olika tidsperspektiven, jämfört med observerade medelvärden för referensperioden (1961-1990). Förändringar för de undersökta klimatfaktorerna sammanfattas i **Tabell 1** och förklaras i text under rubrikerna Temperatur, Nederbörd och Konsekvenser av höjd temperatur.

För 2040 och 2100 redovisas medianvärden av resultat från olika klimatmodelleringar. Förändringarna är tolkade från diagram, och kan därmed innehålla en mindre feltolkning.

Tabell 1: Sammanställning av undersökta klimatfaktorer för referensperioden 1961-1990 (värden finns för medeltemperaturer, årsmedelnederbörd och vegetationsperiodens längd), samt 2040 och 2100 (förväntade förändringar). Sammanställningen är gjord efter tolkning av diagram i SGI (2010) samt kartbilder i SMHI (2014a).

Klimatfaktor	Enhet	1961-1990	2040, förändring	2100, förändring
Medeltemperatur år	°C	2	+2,5	+5
Medeltemperatur vinter	°C	-9	+3	+7
Medeltemperatur vår	°C	1,2	+2	+5
Medeltemperatur sommar	°C	13	+2	+4
Medeltemperatur höst	°C	2,5	+2,5	+4
Maxtemperatur: högsta dygnsmedeltemperatur	°C	-	+2	+3
Vegetationsperiodens längd, förändring*	Dygn	160	+25	+40
Nollgenomgångar, förändring**	Dygn	-	-10	-15
Årsmedelnederbörd	%	800	+10	+20
Medelnederbörd vinter	%	-	+20	+50
Medelnederbörd vår	%	-	+5	+20
Medelnederbörd sommar	%	-	+5	+10
Medelnederbörd höst	%	-	+10	+20
Största 7-dygnsnederbörden	%	-	+10	+15 till 20
Kraftig nederbörd: Antal dygn per år med nederbörd > 10 mm	Dygn	-	+5	+10
Torrperiod: Maximalt antal dygn i följd per år utan nederbörd (< 1 mm)	Dygn	-	2-3 färre	2-3 färre

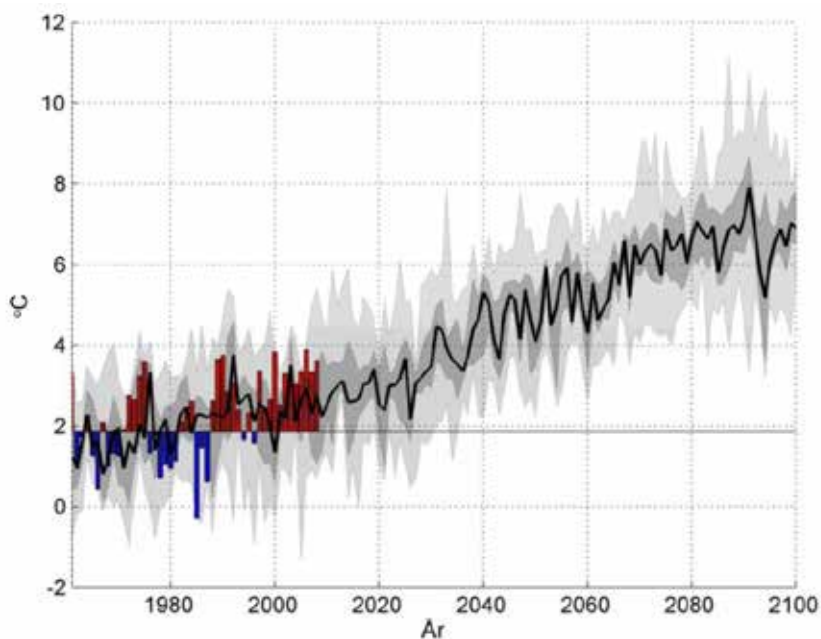
*Vegetationsperiodens längd beräknas genom antal dygn mellan första tillfället under året då medeltemperaturen överstiger 5 °C under 4 sammanhängande dygn och sista tillfället under året då medeltemperaturen överstiger 5 °C under 4 sammanhängande dygn.

**Antalet nollgenomgångar beräknas genom att studera när två på varandra följande dygn har en skillnad i temperatur som genomkorsar 0 °C.

3.2.1 Temperatur

Fram till 2040 kommer klimatförändringarna att bli tydliga i Härnösands kommun. Årsmedeltemperaturen förväntas ha ökat med ca 2,5 °C, se **Figur 4**. Vintern är den årstid som påverkas mest, med en ökning på ca 3°C. Övriga årstider får en något mindre temperaturökning.

Fram till slutet av århundradet förväntas årsmedeltemperaturen att ha ökat med ca 5 °C. Vintern påverkas som tidigare mest, med ca 7 °C höjning.

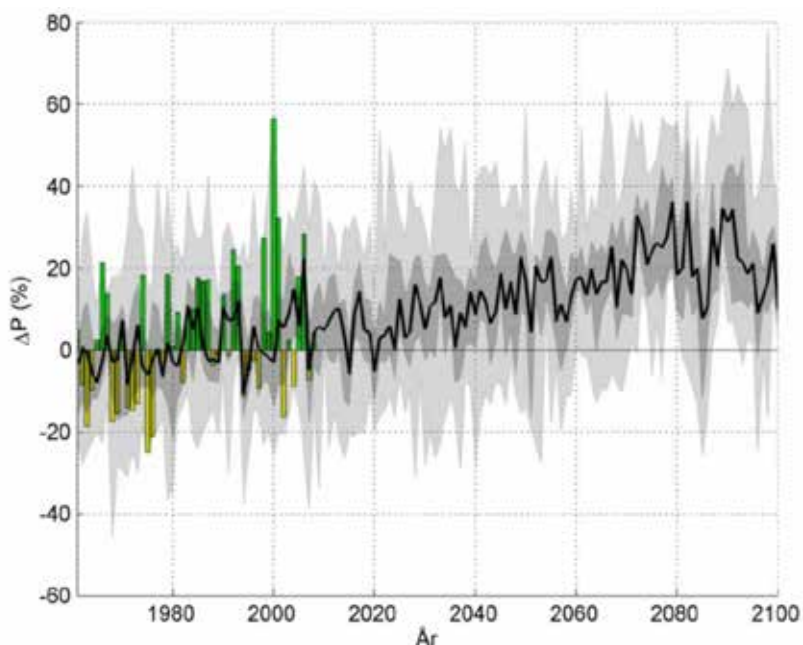


Figur 4: Beräknad temperaturutveckling i Västernorrlands län. Historiska observationer visas som staplar. Observerade värden större än referensperiodens medelvärde visas som röda staplar och lägre värden visas som blå staplar. Skuggningarna avser uppifrån och nedåt, maximivärdet, 75:e percentilen, medianvärdet (svart linje), 25:e percentilen och minimivärdet av årsmedeltemperaturen från samtliga använda klimatberäkningar. Längden på värmeböljor väntas öka gradvis mot slutet av seklet. (SGI 2010)

Maxtemperaturerna förväntas också öka i framtiden, med 2-3 grader under århundradet.

3.2.2 Nederbörd

Årsmedelnederbörden förväntas öka med runt 20 procent till slutet av århundradet, se **Figur 5**. Den största ökningen sker på vintern medan sommaren har den minsta förändringen.



Figur 5: Beräknad utveckling av årsmedelnederbörden i Västernorrlands län, inland. Historiska observationer visas som staplar. Observerade värden större än referensperiodens medelvärde visas som gröna staplar och lägre värden visas som gula staplar. Skuggningarna avser uppifrån och nedåt, maximivärdet, 75:e percentilen, medianvärdet (svart linje), 25:e percentilen och minimivärdet av årsmedeltemperaturen från samtliga använda klimatberäkningar. (SGI 2010)

Situationer med kraftig nederbörd förväntas öka i framtiden, fram till 2040 med ca 10 procent för 7-dygnsnederbörden. Fram till slutet av århundradet förväntas 7-dygnsnederbörden öka med 15-10 procent.

Även extrem korttidsnederbörd (30 min upp till ett dygn) med återkomsttid på 10 år förväntas öka i framtiden, enligt Olsson et al (2013).

Framtida torrperioders längd tenderar att vara i det närmaste oförändrade eller minska svagt under innevarande sekel, se **Tabell 1**.

3.2.3 Konsekvenser av höjd temperatur

En ökad nederbörd är en konsekvens av temperaturökningen. Andra konsekvenser som är relevanta för Härnösands kommun är:

- Vegetationsperiodens längd ökar
- Färre dagar med snötäcke
- Kortare period med tjäle
- Liten minskning av antalet nollgenomgångar
- Något förhöjd havsnivå

En förändring som är direkt kopplad till temperatur är vegetationsperiodens längd, som förväntas öka med drygt en månad mot slutet av seklet, se **Tabell 1**. Samtidigt kommer det också bli färre dagar med snötäcke.

Den förändrade snötäckningen tillsammans med högre temperaturer gör att perioden med tjäle blir kortare, då tjälen försvinner tidigare på våren. Tjäl djupet behöver dock inte bli mindre, eftersom den isolerande snön delvis försvinner och därmed kan tjälen fördjupas.

Antalet nollgenomgångar, dagar då temperaturen växlar mellan plus- och minusgrader, förväntas minska något sett över året. Vintertid förväntas antalet nollgenomgångar öka något (SMHI 2014a).

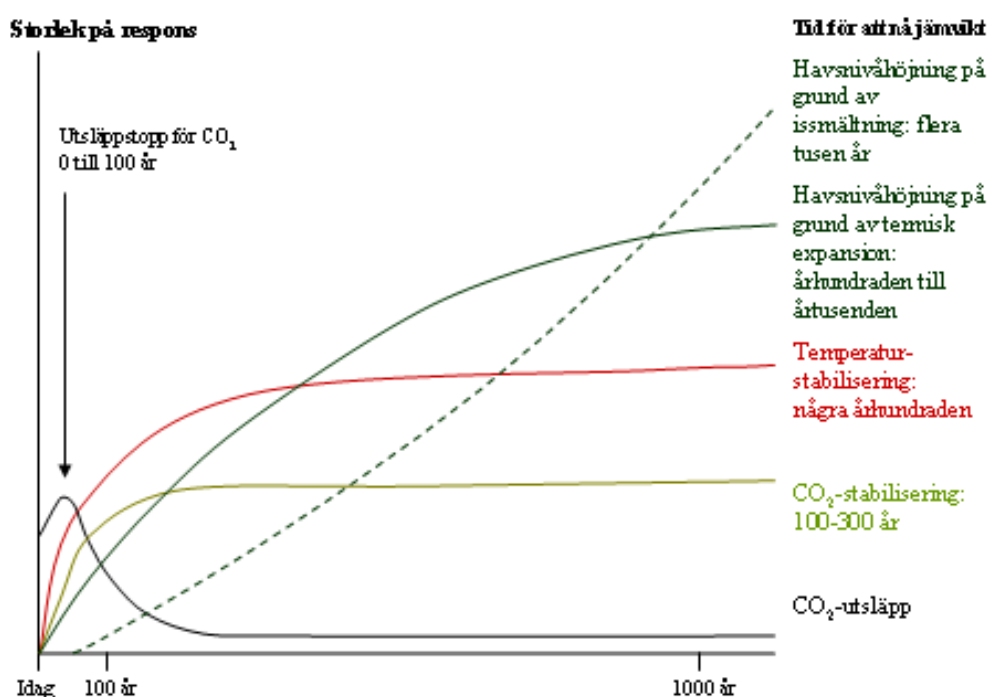
Globalt sett förväntas havsnivån stiga med som mest en meter fram till 2100. I norra Sverige kompenserar landhöjningen väl för detta. Nettoeffekten i Västernorrland är beräknad till ca 1 dm havsnivåhöjning (SMHI 2012). De extrema vattenstånden bedöms öka något och uppgå till 144 cm över dagens medelvattennivå vid Spikarna/Draghällan för perioden 2071-2100. För perioden fram till ca 2080 förväntas både medelvattenståndet och extrema vattenstånd vara som idag eller lägre. Det råder dock fortfarande stora osäkerheter kring specifika nivåer vilket bland annat beror på vilken klimatmodell som används och osäkerheter kring återkopplingseffekter. (SGI 2010)

Olika klimatmodeller ger olika resultat vad gäller utvecklingen av extrema vindar över Skandinavien. Det finns idag inga entydiga svar för Västernorrland. För Sverige som helhet är den sammanvägda trenden fram till idag en svag ökning av högsta vindhastighet i vissa delar av landet och en svag minskning i andra, men det är inte statistiskt signifikant. Medelvindhastigheten har minskat något i norra Sverige (Klimatanpassning 2014).

Klimatforskningen har också till viss del studerat frekvens och magnitud av åska. IPCC (2013) drar slutsatsen att det underlag som finns tyder på att åska kanske kan öka. Hur säkert det är och hur stora förändringarna skulle kunna bli kan dock inte anges mer kvantitativt.

3.2.4 Klimatet efter 2100

Att göra scenarier och planera för nästan hundra år framåt är svårt. Att tänka ännu längre är förstås ännu svårare och i många fall inte heller meningsfullt. Det kan dock ändå vara bra att ha i åtanke att klimatförändringarna kommer att fortsätta även efter 2100. Om utsläppen av växthusgaser kulminerar i mitten av det här århundradet kommer temperaturökningen att stabiliseras inom något eller några århundraden. Att temperaturen stabiliseras leder även till att andra följdfaktorer stabiliseras, dock olika snabbt. Havsnivåhöjningen förväntas till exempel pågå i många tusen år till, se **Figur 6**.



Figur 6: Förväntad utveckling av klimatförändringarna vid en stabilisering av utsläppen av växthusgaser i mitten av det här århundradet. (IPCC 2003)

4. Generella konsekvenser av klimatförändringar

De direkta klimatförändringarna för Västernorrlands del kan sammanfattas i att det blir varmare och blötare. Det ändrar förutsättningarna för oss människor och naturen. I det här kapitlet redovisas förändringar inom följande områden:

- Översvämningar (4.1)
- Erosion (4.2)
- Ras, skred och slamströmmar (4.3)
- Naturmiljö (4.4)
- Vattnets kvalitet och kvantitet (4.5)

Vatten är en mycket central fråga i klimatanpassningssammanhang, både i fråga om kvalitet och kvantitet. Hittills har det pratats mest om översvämningssproblem i Sverige. Avsnitt 4.5. (Vattnets kvalitet och kvantitet) har som syfte att vidga perspektiven på vattenfrågan i relation till framtida klimatförändringar och har därför getts ett stort utrymme i rapporten.

Beskrivningen av naturolyckor i ett förändrat klimat utgår främst från SGI (2010). I den rapporten behandlas stabilitetsproblem i form av erosion, raviner, skred, ras och slamströmmar samt översvämningar och risker till följd av dessa. Nedan redovisas endast de risker som är relevanta för Härnösands kommun. För mer information om geologiska förutsättningar, naturolyckor, riskbedömningar m.m. hänvisas till SGI:s rapport.

4.1 Översvämning

Översvämningar beror på en kombination av förutsättningar och händelser. Stort snömagasin i avrinningsområdet, snabb snösmältning och samtidigt stor nederbörd kan ge mycket höga flöden. Sen och snabb snösmältning kan innebära att snön smälter samtidigt i fjäll och inland så att fjällflod och skogsflod sammanfaller vilket ökar risken för översvämning. Högt vattenstånd kan också öka risken för översvämning i vattendragens mynnningar. I Västernorrland uppstår höga flöden och mindre översvämningar regelbundet i samband med vårfloden.

Ett områdes känslighet för ökade vattenflöden beror främst på hur vattenföringen i närliggande vattendrag förändras, men även markens infiltrationskapacitet, omgivande markanvändning och höjdförhållanden är viktiga (Räddningsverket 2000). Indirekt påverkar människan översvämningssrisken till exempel genom urbanisering och exploatering av översvämningss känsliga områden samt avskogning. Skogsavverkning leder till snabbare avrinning. Översvämningar riskerar att skada och förstöra hus, vägar och broar och kan även slå ut avloppsrening, frigöra markföroreningar samt orsaka ras och skred (SGI 2010).

På grund av förväntad ökad nederbörd kan fler översvämningar till följd av kraftig eller långvarig nederbörd inte uteslutas för framtiden. Lokala

översvämningssproblem kopplade till skyfall väntas öka generellt, eftersom de flesta klimatberäkningarna pekar mot ökad risk för kraftiga regn, särskilt sommartid (IPCC 2007). Vid skyfall påverkas främst urbana områden där t.ex. dagvattenssystemets kapacitet överskrids så att det inte förmår att avleda vattenmängderna.

4.1.1 Flöden i vattendrag

Vattenföringen i ett vattendrag varierar både inom och mellan år, men följer generellt sett ett tydligt säsongsmönster med det högsta flödet på våren i samband med snösmältningen och lägst flöde under vintern, när nederbörden faller som snö (SGI 2010).

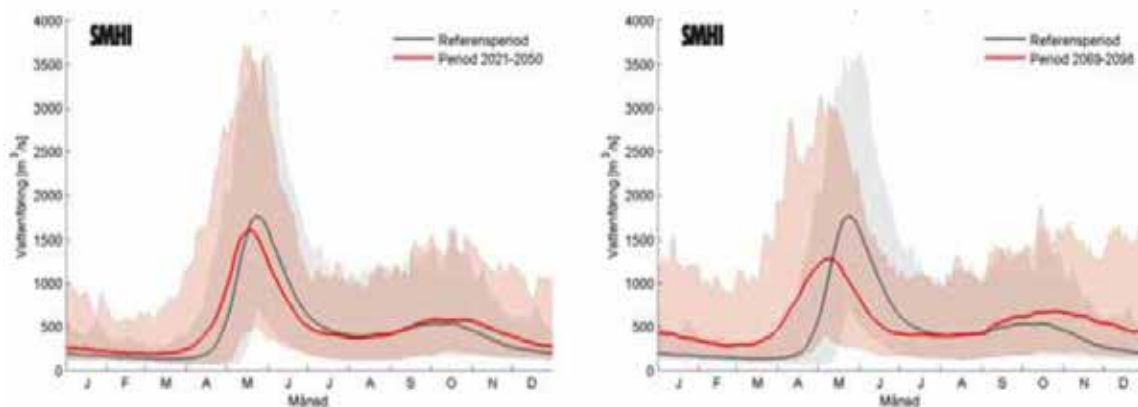
Modelleringar av större vattendrag i Västernorrlands län visar att säsongsdynamiken förändras under det här århundradet. Under perioden 2021-2050 inträffar vårfloden något tidigare än i dag men storleken på flödet är i stort sett oförändrad eller svagt minskande. Förändringarna blir tydligare i slutet av seklet (2070-2100), då vårtoppen och de maximala flödena förväntas vara mindre. 100-årsflödet förväntas minska med 15-20 procent (SGI 2010). Det beror främst på att mindre nederbörd lagras som snö. Höst- och vinterflöden förväntas öka.

Spridningen av resultaten i olika modeller är stor vad gäller scenarier för 100-årsflöden. Vissa scenarier visar på ökade flöden medan andra visar på minskade flöden för samma period.

Den totala årsmedelvattenföringen förväntas öka med mellan 10 och 20 procent i de större vattendragen mot slutet av seklet och det förväntas ske en förskjutning mot allt större flöden på hösten (SGI 2010). Marken är då ofta redan mättad efter långvariga regn (t.ex. 7-dygnsnederbörd) vilket ger hög avrinning och snabba flödesökningar i vattendragen. De överströmmade markområdena kan inte ta upp eller dränera bort vattnet om de redan är vattenmättade. Detta kan innebära att översvämningar under höst och vinter ökar jämfört med dagens klimat. Reglerade vattendrag medför att höga flöden kan dämpas men är ingen garanti mot översvämningar. Vårfloden kan ofta dämpas men kraftiga höst- och sommarflöden är mer svårhanterliga (SGI 2010).

4.1.2 Förutsättningar i Härnösands kommun

Figur 7 visar den ändrade tillrinningen till Ångermanälvens utlopp. Den ändrade säsongsdynamiken med tidigare och lägre vårflod och högre höstflod syns tydligt i slutet av århundradet. För detaljer längs med hela älvsträckan se SGI (2010).



Figur 7: Den vänstra figuren visar ändring av säsongsdynamik för total tillrinning till Ångermanälvens utlopp för perioden 2021-2050 jämfört med referensperioden 1963-1992. Den högra figuren visar motsvarande för slutet på seklet (2069-2098). Helledragen svart linje visar medeltillrinning för referensperioden och helledragen röd linje visar medeltillrinning för den framtida tidsperioden. Det grå fältet visar variationen mellan 75:e percentilen av alla scenariers maxvärde och 25:e percentilen av alla scenariers minvärde under referensperioden. Det ljusröda fältet visar motsvarande för de framtida tidsperioderna. SGI (2010)

Översvämningsriskerna i de större vattendragen är framförallt kopplad till storleken på vårfloden. Varmare vintrar med mindre lagrad nederbörd i form av snö innebär att vårfloderna kommer minska. För huvudvattendragen beräknas en minskning av 100-årsflödena med 15-20% mot slutet av seklet (SGI 2010). Översvämningsarnas utbredning i de större vattendragen till följd av 100-årsflöden förväntas därför minska.

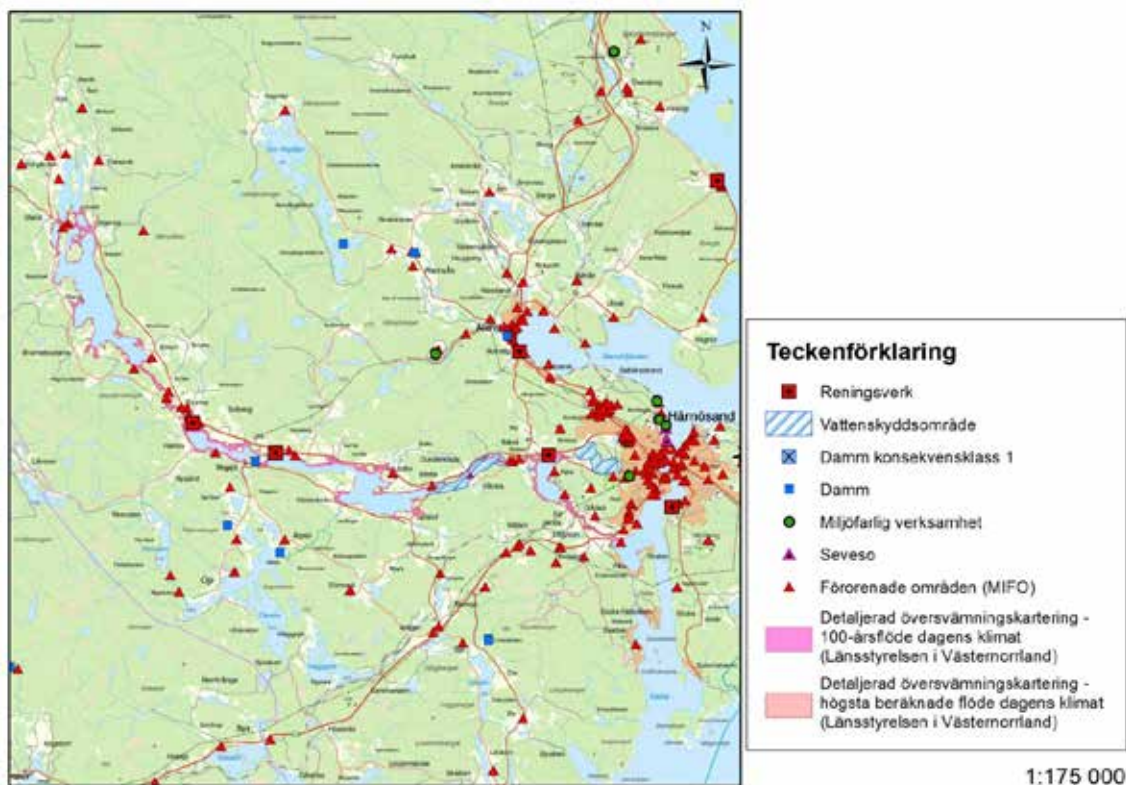
Mindre vattendrag översvämmas oftast i samband med extrem nederbörd och inte vid vårfloden. I ett förändrat klimat där extrema regn förväntas ske oftare och vara mer intensiva kommer troligtvis översvämningsarna i små vattendrag öka. Bebyggda områden längs med mindre vattendrag kommer därför troligtvis att löpa större risk för översvämningsar i ett förändrat klimat.

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB (tidigare Räddningsverket), har gjort en översiktlig översvämningskartering längs Ångermanälven, för sträckan Volgsjön till Bottenhavet (Statens Räddningsverk 2000). Karteringen visar översvämningszoner vid beräknat högsta flöde (BHF) enligt Flödeskommitténs riktlinjer vid dammdimensionering. Det är de norra delarna av kommunen, omkring Ångermanälvens mynning, som kan komma att påverkas av höga flöden i älven (**Figur 8**).



Figur 8: Översiktlig översvämningskartering av Ångermanälven för 100-årsflöde och beräknat högsta flöde (Statens Räddningsverk 2000). Figuren visar även dammar, farliga verksamheter, reningsverk och vattenskyddsområden.

SMHI har även på uppdrag av Länsstyrelsen Västernorrland tagit fram en detaljerad översvämningskartering längs Gädeån, för sträckan övre Gussjön till utloppet i Södra Sundet, Bottenhavet. Karteringarna gjordes för 20-, 50-100- och beräknat högsta flöde (BHF) både i dagens klimat och enligt framtida klimatscenarier (Länsstyrelsen Västernorrland 2013a). I **Figur 9** visas översvämningsutbredningen i Gädeån vid 100-årsflöde och högsta beräknade flöde.



Figur 9: Översikt av detaljerad översvämningskartering av Gådeån för 100-årsflöde och högsta beräknat flöde i dagens klimat (Länsstyrelsen Västerbotten 2013a). Figuren visar även dammar, farliga verksamheter, reningsverk och vattenskyddsområden.

Risken för översvämmning är generellt sett mindre i reglerade vattendrag, såsom Ångermanälven och Gådeån, eftersom stora flödestoppar kan jämnas ut i regleringsmagasinen. Vårfloden dämpas ofta men kraftiga höst- och sommarflöden är mer svårhanterliga (SGI 2011).

I Västerbotten sker en snabb landhöjning vilken i stort sett förväntas uppväga den globala havsnivåhöjningen. Klimatförändringarna kan tillfälligt medföra högre havsnivåer jämfört med dagens klimat vid vissa lufttrycks- och vindförhållanden. Detta kan innebära erosion av kustområden som inte tidigare påverkats eller att vissa kustområden översvämmas (SGI 2010).

4.2 Erosion

Erosion innebär förlust av material från stranden och botten i vattendrag och längs kuster i ett specifikt område. Klimatförändringarna förväntas medföra en ökad årsmedelnederbörd och medelvattenföring i vattendragen, vilket generellt kommer att innebära en ökad erosion längs slänter och bottnar i vattendrag där det finns förutsättningar för erosion.

Raviner är vanliga i länet längs såväl större som mindre vattendrag. Ravinutveckling påverkas främst av höga flöden, vilka ger vattenmättade jordlager, samt intensiva regn sommartid som lokalt ger temporär kraftig erosion. I Västerbottens län finns områden där ravinutvecklingen riskerar att öka beroende på ökad och intensivare nederbörd.

4.2.1 Förutsättningar i Härnösands kommun

Omfattningen av erosionsförhållandena längs den svenska kusten har karterats översiktligt av SGI, Rydell m.fl. (2006). Längs kusten finns flera områden med förutsättningar för erosion, framförallt i havsvikar. Utmed följande stränder finns förutsättningar för erosion:

- Byviken samt Pälviken i södra delen av kommunen
- Ålandsbro och Finviksstrand
- Vålänger, Utansjö och Ramvik
- Lugnöns norra del samt vid flera platser runt Hemsön

Ravinbildning är vanlig i hela länet, framförallt i siltjord utmed såväl mindre som större vattendrag.

4.3. Ras, skred och slamströmmar

Markens stabilitet påverkas negativt av en ökad nederbörd genom att ett ökat vattentryck i markens porer minskar jordens hållfasthet. Detta kan leda till en ökad risk för ras och skred utmed vattendrag. Ökad nederbörd kan också leda till ökad avrinning samt flöden och vidare erosion som påverkar släntstabiliteten. Intensiva regn och vattenmättade jordlager ökar också benägenheten för skred i moränmark och slamströmmar. Då detta är att vänta i ett förändrat klimat så kan också sannolikheten för ras, skred och slamströmmar öka.

Klimatförändringar ökar riskerna för ras och skred inom områden med otillfredsställande stabilitet för dagens förhållanden. Det innebär också att det kan finnas ytterligare områden med slänter som under nya förhållanden inte har tillräcklig stabilitet. I SGI:s studie (2010) visas att det är rimligt att anta en försämring av säkerheten på mellan 5 procent och 30 procent beroende på vilka förhållanden som antas och hur de olika parametrarna varierar. Områden som idag anses vara stabila, utifrån de rekommendationer som finns, kan behöva åtgärdas om bibehållen säkerhetsnivå ska gälla.

Skred och ras utlöses ofta av erosion som i sin tur ökar vid ökade flöden. Som sammanställningarna utifrån SGI:s rapport (2010) visar så kommer storleken på höga flöden i vattendragen (100-årsflöden) att minska, vilket kan indikera att skred och ras som utlöses vid extrema flöden minskar.

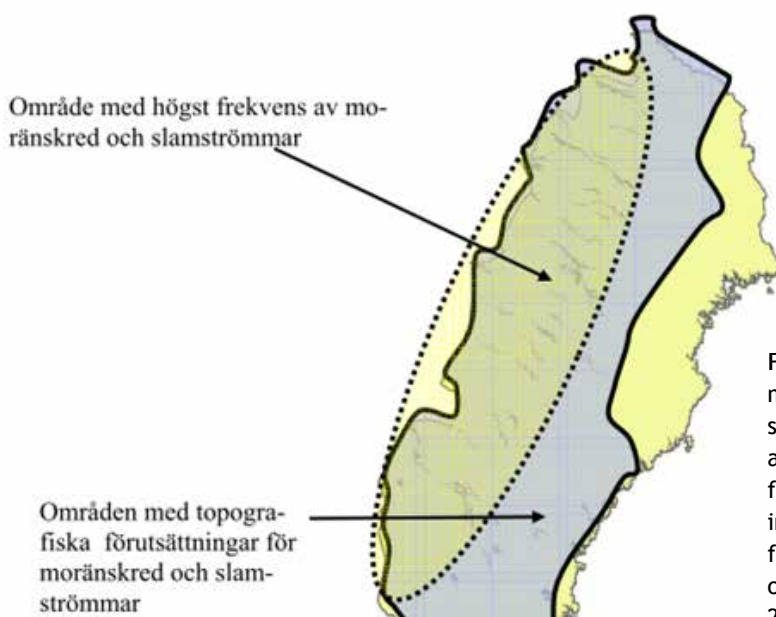


Figur 10: Nipras vid väg.
Foto: Viveka Öberg

Klimatförändringarna påverkar även frekvensen av ras i berg. En ökad växling mellan varmt och kallt väder, så kallade nollgenomgångar, kan innebära att vatten i bergets sprickor fryser och kan spränga loss bergmaterial. I länet väntas nollgenomgångarna minska sett till hela året, men ökar under vintern. Detta tyder på att bergras kommer öka i Västernorrlands län.

Ravinutveckling sker oftast genom flera på varandra följande skred och/eller ras längs med ett vattendrag. Raviner tenderar gärna att fortsätta växa "uppströms" vattendraget samt grenat ut sig vilket innebär att den kan orsaka stor förstörelse i sin omgivning. Vid höga grundvattennivåer och mycket nederbörd kan raviner bli instabila med ras och skred som följd (SGI 2013b).

Slamströmmar och moränskred uppkommer i grov, vattenmättad morän i branta slänter. Högst frekvens av dessa typer av markrörelser finns i fjällkedjan, men även inlandet och delar av kusten har topografiska förutsättningar för moränskred och slamströmmar (se **Figur 11**).



Figur 11. Riskområden för moränskred och slamströmmar. Högst frekvens av dessa typer av markrörelser finns i fjällkedjan, men även inlandet har topografiska förutsättningar för moränskred och slamströmmar (Fallsvik 2007)

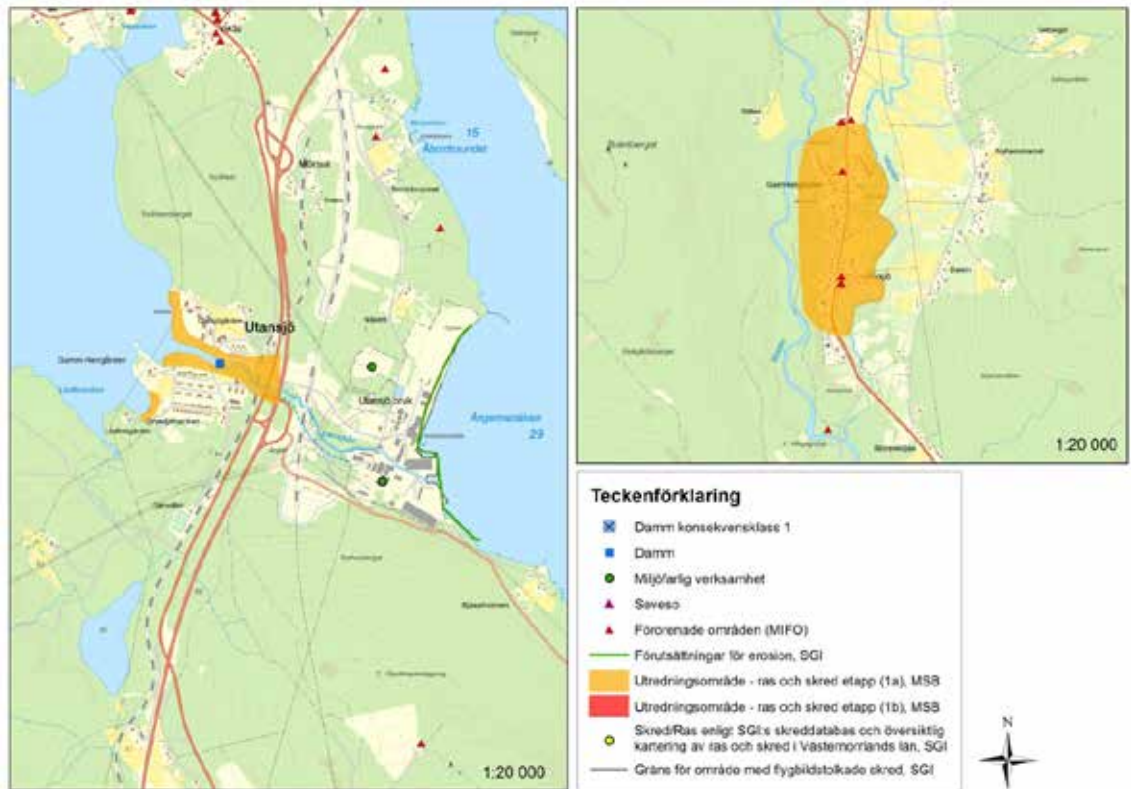
I ett klimat där allt mer nederbörd faller som regn istället för snö kan förekomsten av moränskred och slamströmmar öka. Slamströmmar och moränskred utlöses av intensiva regn vilka förväntas öka i ett förändrat klimat. Beräkningar har även visat att den mängd jordmaterial som dras med i en slamström ökar vid en ökad regnintensitet (MSB 2008). Eftersom dessa typer av markrörelser ofta drar med sig mycket grovt material och färdas långa sträckor kan de orsaka stora skador på den infrastruktur som ligger i dess väg.

4.3.1 Förutsättningar i Härnösands kommun

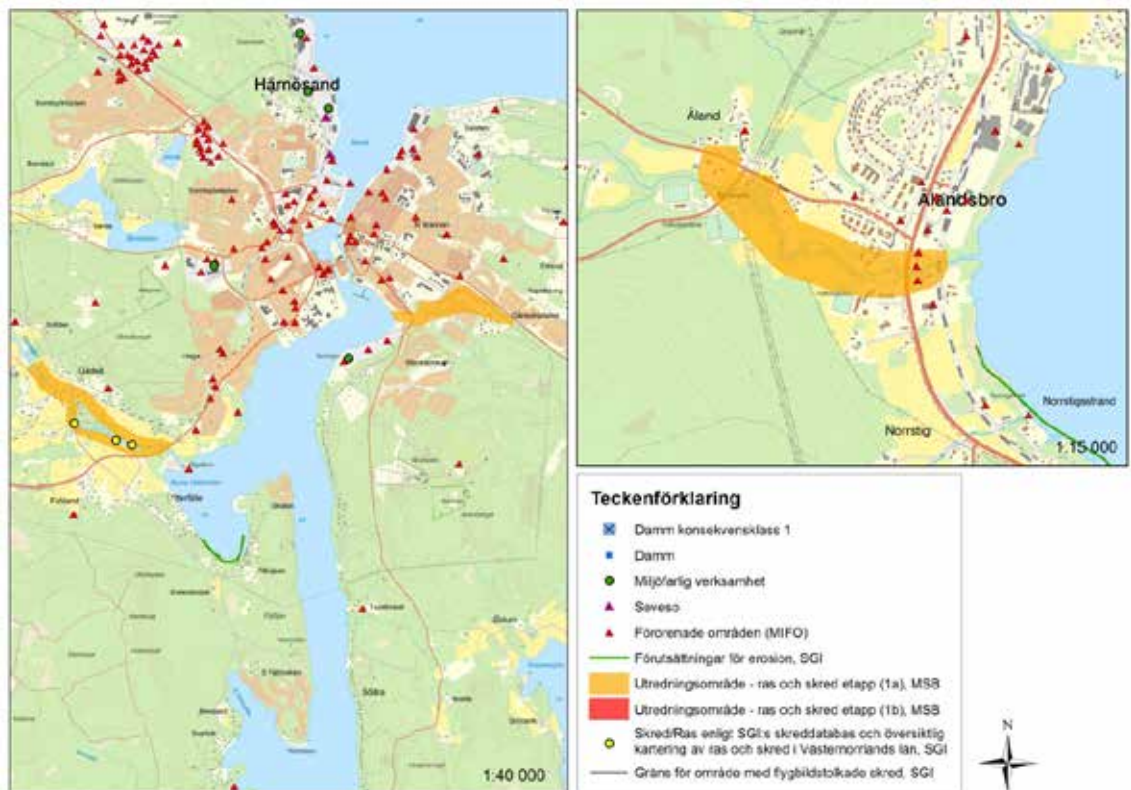
Det finns förutsättningar för ras/skred i älvdalgångarna i hela länet. Det förekommer årligen mindre ras och skred, främst nipras. Rasen påverkar oftast vägar eller järnvägar, det är sällan stora områden eller bebyggelse drabbas (Länsstyrelsen Västernorrland 2011).

En översiktlig stabilitetsutredning för finkorniga jordar inom bebyggda områden i Härnösands kommun utfördes av Räddningsverket 1996. Totalt ingick 5 områden i utredningen; Utansjö, Viksjö, Ålandsbro, Gådeå och Geresta. En stabilitetsutredning är uppdelad i två delmoment, etapp 1a och 1b. För Härnösands kommun har endast etapp 1a utförts vilket innebär en översiktlig bedömning av grundförutsättningarna för ras och skred. Underlaget från etapp 1a visar således inte risken för ras och skred. Om behov finns utförs inom etapp 1b kompletterande fältinsatser och beräkningar för att översiktligt kartlägga de rådande stabilitetsförhållanden. I **Figur 12** och **Figur 13** visas de områden som ingick i stabilitetsutredningen.

Under våren 2014 slutförde MSB även en stabilitetskartering i morän och grov sedimentjord, där även risken för ras i raviner har undersökts. Resultatet från denna var dock inte klar i tid för att användas i den här rapporten.



Figur 12: Områden som ingått i den översiktliga stabilitetsutredningen av Räddningsverket (1996). I vänstra figuren visas studieområdet i Utansjö. I figuren till höger visas området i Viksjö.



Figur 13: Områden som ingått i den översiktliga stabilitetsutredningen av Räddningsverket (1996). I vänstra figuren visas studieområdena i Gådeå och Härnösand (Geresta). I figuren till höger visas området i Älandsbro.

4.4. Naturmiljö

En effekt av ett varmare klimat är att vegetationsperioden förväntas starta tidigare och vara längre i Västernorrland (SMHI 2014a). De nya förutsättningar som detta, tillsammans med ett förändrat nederbördsmonster, medför kan påverka vegetationens artsammansättning genom invandring av nya arter, konkurrens och utslagning av befintliga arter (SMHI 2014b). Påverkan förväntas sker på växter och djurs reproduktion, fördelning och storlek hos populationer samt förekomst av skadeorganismer.

Gränsen för många trädslag förskjuts norrut och andelen lövträd förväntas öka i kommunen. Tillväxten av trädslag som tall och gran förväntas öka till följd av den utökade vegetationsperioden (Miljödepartementet 2007, Klimatanpassningsportalen 2014).

Den biologiska mångfalden i Bottniska viken kommer att förändras genom ökad vattentemperatur, minskad isutbredning, minskad salthalt, ökad försurning samt ökad risk för övergödning, se mer nedan. (Klimatanpassningsportalen 2014, AMBIO 2012a och b).

Den förväntade medeltemperaturen (ca 4,5 °C) i Härnösands kommun år 2040 kan jämföras med dagens medeltemperatur i Gävle. Medeltemperaturen år 2100 (ca 7 °C) hittar man idag i Skåne. (SMHI 2014c)

Arbetet med naturvård kopplat till klimatförändringarna ligger i sin linda i Sverige. Inom kommunen kan förvaltningarna för fysisk planering, ekologi och markskötsel agera för att öka ekosystemens robusthet i ett förändrat klimat, men det finns i dagsläget lite stöd att få från myndigheter. Tills vidare kan man arbeta enligt principen att ekosystem som är robusta i dagens klimat generellt sett troligen klarar klimatförändringarna bättre än ekosystem som hotas av störningar redan i nuläget.

4.5. Vattnets kvalitet och kvantitet

Klimatförändringarna kommer att leda till förändringar av både vattenkvalitet och tillgång på vatten. Det kommer troligtvis att ha en negativ påverkan på statusen i våra kustvatten, sjöar och vattendrag, liksom på grundvattnet. Övergödning, försurning, ändrad temperatur, spridning av miljögifter m.m. ändrar förutsättningarna för t.ex. vattenlevande organismer, dricksvattenförsörjning, ekosystemtjänster och näringar som förlitar sig på vattnet som en resurs.

4.5.1 Vattenförvaltningsdirektivet och Havsmiljödirektivet

Vattendirektivet

År 2000 antog alla medlemsländer i EU det så kallade ramdirektivet för vatten vilket innebär en helhetssyn och systematiskt arbete för att bevara och förbättra Europas vatten. Sverige har implementerat ramdirektiv för

vatten genom Förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön. Det har inneburit att Sverige fått ett nytt regelverk och ett nytt arbetssätt när det gäller förvaltning av vatten, både ytvatten och grundvatten. Arbetet ska ske med utgångspunkt i vattnens naturliga gränser, avrinningsområdena. Förenklat beskrivet innebär direktivet att alla Sveriges vatten ska ha uppnått minst god status år 2015 och att inget vatten får försämrats under tiden. I de fall detta inte är möjligt av olika skäl kan tiden förskjutas till som längst år 2027. Om de inte uppnår god status, behövs åtgärder. I Härnösands kommun berörs 131 ytvattenförekomster (vattendrag, sjöar och kustvatten) och 6 grundvattenförekomster av vattendirektivets krav.

Det finns inga särskilda krav på att klimatförändringarnas påverkan på vatten ska beskrivas i vattenmyndighetens åtgärdsprogram eller förvaltningsplan. Däremot ser vattenmyndigheten att klimatförändringarna påverkar vattenkvalitet och vattenkvantitet både direkt och indirekt så det är relevant att ta med klimataspekten ändå. Klimatförändringens effekter är i hög grad vattenrelaterade och den avrinningsområdesvisa planeringsprocessen är väl lämpad för att hantera förändrad vattentillgång. Statusbedömningar, påverkansanalys, övervakningsprogram och effekterna av föreslagna åtgärder behöver revideras utifrån en trolig klimatförändring (Vattenmyndigheten Bottenviken okänt år). Kunskapen om klimatförändringars påverkan på vatten är i vissa fall begränsad men generella slutsatser kan ändå dras.

I Härnösands kommun finns det vattenförekomster som inte klarar kraven om vattenkvalitet och/eller vattenkvantitet enligt vattendirektivet. För en mer detaljerad redogörelse av status och miljöproblem för vattendragen inom Härnösands kommun se avsnitt "Förutsättningar i Härnösands kommun – Senaste beslutade statusklassningen år 2009".

Havsmiljödirektivet

För att skydda och bevara den marina miljön i Europa har EU antagit det så kallade havsmiljödirektivet. Direktivet innebär att alla EU-länder arbetar utifrån en gemensam plattform för att skydda haven. Målet är att alla EU:s havsområden ska ha nått en så kallad god miljöstatus senast 2020. För Sveriges del innebär detta att Östersjön och Nordsjön ska ha uppnått god status. Östersjön är uppdelad i 9 havsbassänger vilka utgör bedömningsområde för ett mindre antal indikatorer. Härnösand ligger inom havsbassängen "Bottenhavets utsjövatten". Kustvatten indelas i bedömningsområden som sammanfaller med kustvattentyper som definierats i vattenförvaltningsförordningen. Härnösands kommun ligger inom kustvattentypen "18 Norra Bottenhavet, Höga kusten, inre kustvatten" (Havs- och vattenmyndigheten 2012).

I mångt och mycket liknar havsmiljödirektivet och vattendirektivet varandra. Miljöstatusen i marina vatten ska definieras och bedömas och sedan ska program för övervakning och åtgärder utvecklas. Sist men inte minst ska åtgärderna genomföras och därefter följs arbetet upp. Sen börjar

cykeln om igen. I kustzonen överlappar de två direktiven varandra. Havsmiljödirektivet omfattar dock både kustvatten och utsjövatten. Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för samordning av arbetet med havsmiljödirektivet och beslutar bl.a. om föreskifter och åtgärder (Havs- och vattenmyndigheten 2014a).

4.5.2 Förutsättningar i Härnösands kommun - Senaste beslutade statusklassningen år 2009

Ett förändrat klimat innebär i många fall att redan sårbara samhällssystem eller områden utsätts för större påfrestningar från exempelvis naturolyckor. Det kan t.ex. handla om vägar och gator som ofta översvämmas vid kraftig nederbörd och som då löper en större risk att drabbas i ett förändrat klimat. Samma tankegång kan även appliceras när det handlar om att bedöma hur våra ytvatten påverkas av ett förändrat klimat. Om ett vattendrag eller sjö redan i dagens klimat har en dålig, otillfredsställande eller måttlig status är risken stor att ett förändrat klimat kommer innebära ännu större påfrestningar. Sammanställningen visar senaste beslutade statusklassificeringen från år 2009. En ny statusklassning och miljö kvalitetsnormer beslutas i december 2015.

I **Tabell 2** och **Tabell 3** redovisas hur många vattendrag i Härnösands kommun som faller inom de olika klasserna inom Vattenförvaltningen samt vilka miljöproblem som är vanligast förekommande. Det framgår att de flesta vattenförekomster faller inom god eller måttlig status. Trots detta klassas över hälften av alla vattenförekomster med måttlig eller otillfredsställande status. Vanliga miljöproblem i kustvatten är övergödning och miljögifter, framförallt i sediment. I sjöar är de mest utbredda problemen i dagsläget miljögifter, försurning samt förändring av habitat. I vattendrag är de främsta problemen miljögifter och morfologiska förändringar.

Tabell 2: Antal vattenförekomster i Härnösands kommun som faller inom olika statusklassningar för ekologisk status (VISS 2014)

		Kust	Sjöar	Vattendrag
Ekologisk status eller potential	Hög	0	0	0
	God	3	11	21
	Måttlig	3	30	37
	Otillfredsställande	1	10	8
	Dålig	0	3	4
Vattenförekomster i VISS		7	54	70

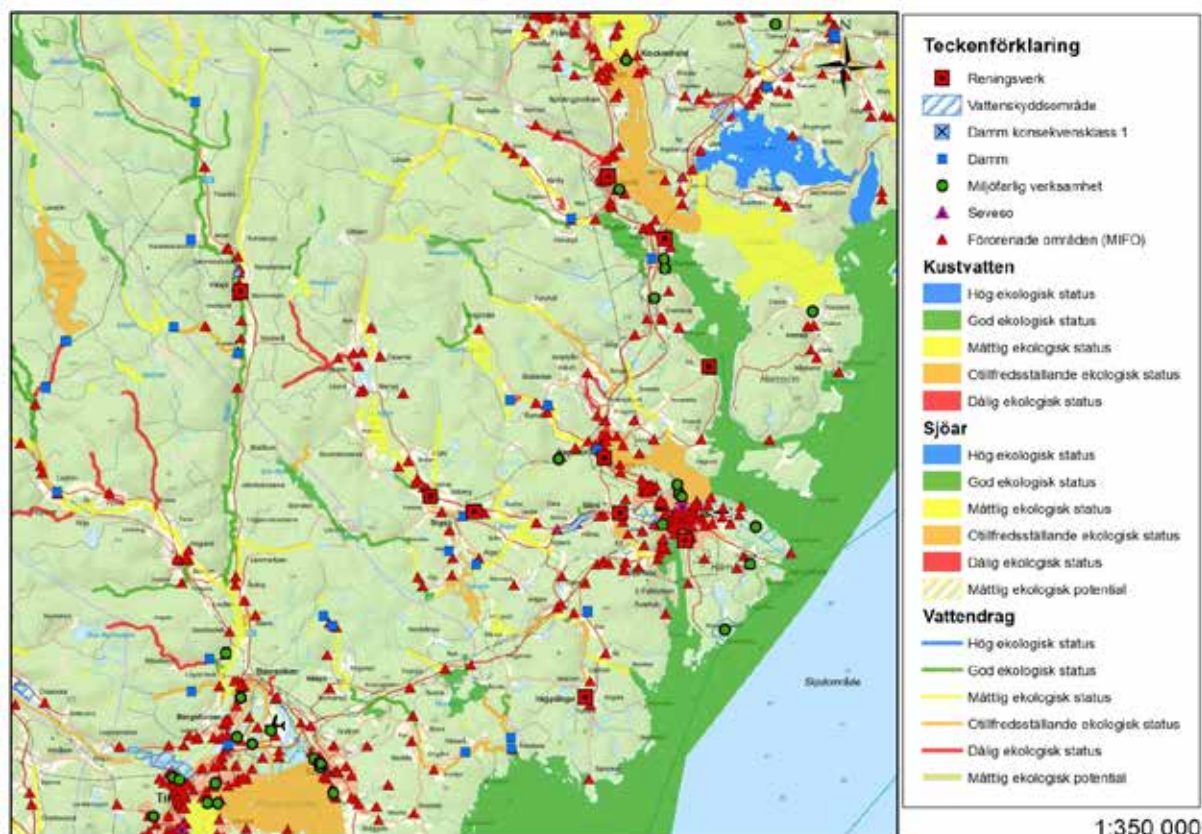
Tabell 3: Antal vattenförekomster i Härnösands kommun som faller inom olika miljöproblem (VISS 2014)

	Kust			Sjöar			Vattendrag		
	Ja	Nej	Ej klass	Ja	Nej	Ej klass	Ja	Nej	Ej klass
1. Övergödning	3	4	0	2	52	0	11	59	0
2. Miljögifter	7	0	0	54	0	0	70	0	0
2.1 Förorening av miljögifter	1	0	6	-	-	-	-	-	-
2.2 Förorenade sediment	4	0	3	-	-	-	-	-	-
3. Försurning	-	-	-	15	39	0	14	1	55
4. Förändrade habitat pga fysisk påverkan	-	-	-	16	7	31	-	-	-
4.1 Flödesförändringar	-	-	-	0	54	0	0	51	19
4.2 Kontinuitetsförändringar	-	-	-	4	0	50	22	5	43
4.3 Morfologiska förändringar	-	-	-	13	41	0	42	28	0
5. Främmande arter	-	-	-	0	0	54	0	0	70
Vattenförekomster i VISS	7			54			70		

Sammanställningen i **Tabell 3** visar att försurningsproblematiken är utbredd i kommunen. Detta kan komma att förvärras till följd av såväl ökade CO₂-halter som ökade DOC-nivåer till följd av ökad nederbörd (se kap 4.5.). I Härnösands kommun uppnår inga ytvattenförekomster god kemisk status, vilket framförallt beror på låga gränsvärden för kvicksilver. I EG:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG) anges gränsvärdet, det vill säga den tillåtna halten, för kvicksilver i biota till 20 mikrogram per kilogram (ug/kg). I Sverige överstiger idag kvicksilver gränsvärdet i praktiskt taget alla ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. Den främsta anledningen till att kvicksilverhalterna i vattnet är för höga är långvarigt internationella luftnedfall. Trots Sveriges insatser för att minska utsläppen av kvicksilver kan vi inte förvänta oss några förändringar inom en snar framtid. Exkluderat kvicksilverproblematiken när 4 av 7 kustvatten, alla 54 sjöar samt alla 70 vattendrag god kemisk status.

I Härnösands kommun uppnår alla grundvattenförekomster god kemisk och kvantitativ status.

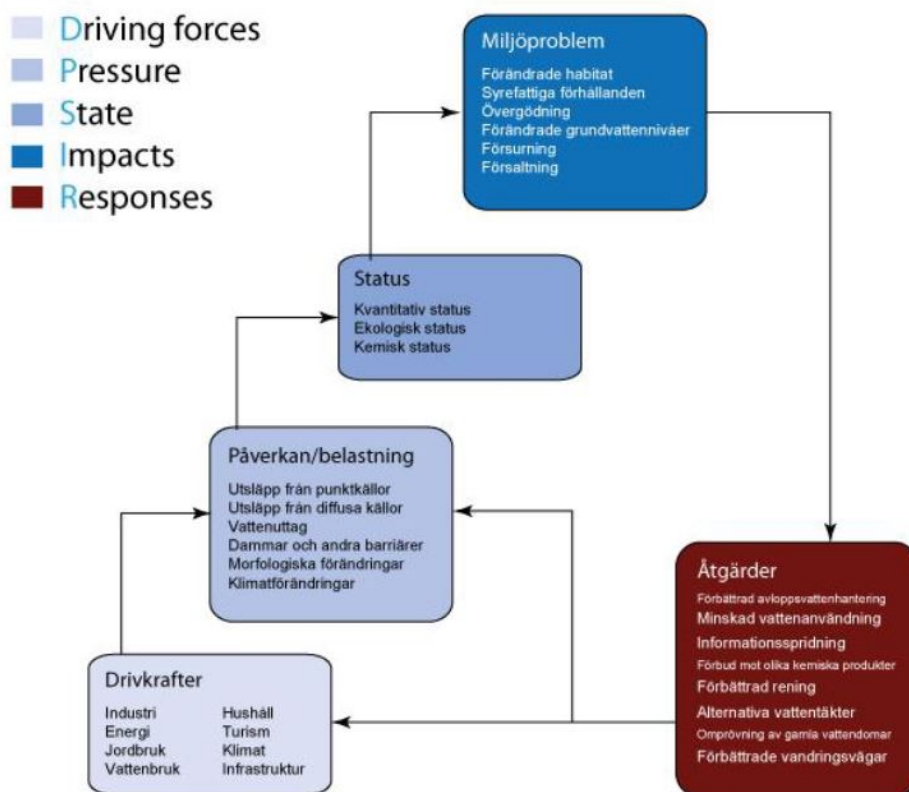
I **Figur 14** visas en kommunövergripande bild över utvalda verksamheter som kan påverka eller påverkas av statusen i ytvatten (figuren finns även i Bilaga 3). Reningsverk, miljöfarliga verksamheter och förorenade områden är koncentrerade till de större orterna. I ett förändrat klimat ökar risken för friläggning och att belastningen av miljögifter från dessa verksamheter ökar. Av figuren framgår att flera ytvatten i närheten av dessa verksamheter inte når god status.



Figur 14: Översiktlig bild över utvalda verksamheter i Härnösands kommun som påverkar eller kan påverkas av statusen i ytvatten

4.5.3 Vattenförvaltning och klimatförändringar i Härnösands kommun

Inom vattenförvaltningen används DPSIR-modellen för att beskriva drivkrafter, påverkan, status, miljöproblem och åtgärder. Denna metod är allmänt vedertagen inom miljöarbetet och tydliggör hur olika drivkrafter (D) i samhället leder till påverkan (P) på miljön vilket ändrar dess status (S) som i sin tur inverkar (I) negativt på miljön vilket leder till en respons (R) där åtgärder tas för att minska eller lösa miljöproblemet (Kristensen 2004). I **Figur 15** visas en schematisk bild över hur DPSIR-modellen kan kopplas till vattenförvaltningsarbetet. Som figuren visar är klimatförändringarna en av flera ingående faktorer som kan påverka den ekologiska, kemiska eller kvantitativa statusen.



Figur 15: Schematisk bild som beskriver förhållandet mellan drivkrafter, påverkan, status, miljöproblem och åtgärder (Vattenmyndigheterna 2013)

Klimatet är en drivkraft (D) som i mångt och mycket styr vattenkvaliteten och kvantiteten i våra vatten. Förändringarna av klimatet (P) kommer i flera fall ha en negativ påverkan på vattenkvaliteten och statusen (S) i våra vatten. Det är viktigt att påpeka att konsekvenserna, dvs. miljöproblemen (I), kan skilja sig stort mellan olika vattentyper och ekosystem. Detta beror dels på att klimatförändringarna kan slå olika hårt men även på att olika ekosystem kan vara olika känsliga mot förändringar av vattenkemi eller vattenföring. Åtgärdsprogrammet som upprättas för varje vattendistrikt är ett verktyg för att genomföra åtgärder (R) som både förbättrar och skyddar vattenkvaliteten och kvantiteten i våra vatten. Åtgärdsprogram för år 2015-2021 beslutas 22 december 2015 och kommer att innehålla en rad åtgärder vilka riktar sig bland andra till kommuner i Västernorrlands län.

4.5.4 Exempel på koppling mellan DPSIR, klimatförändring och övergödning i ytvatten

Som nämnts tidigare är det viktigt att se klimatets påverkan på våra ytvatten som en del av en större problematik där flera drivkrafter i samhället kan leda till en försämring av vattenkvaliteten. Ett exempel är urbanisering som drivkraft (D) vilket exempelvis kan leda till ökad belastning på reningsverken vilket kan påverka statusen i recipienten om utsläppen ökar. Ett förändrat klimat är en drivkraft i sig och kan få stora förstärkningseffekter på ytvattenkvaliteten och kan exempelvis påverka på följande sätt (P):

- Fler och intensivare skyfall kan leda till att VA-system bräddar mer och oftare till recipienten, framförallt i kombinerade system, vilket ökar näringsbelastningen på recipienten.
- Ökade mängder tillskottsvatten till avloppsreningsverken på grund av ökade nederbörds mängder kan slå ut den viktiga mikrobiologin och den biologiska reningen, vilket leder till försämrad reningsfunktion.
- Översvämningar kan föra med sig föroreningar till avloppsreningsverk vilket även det kan slå ut den biologiska reningen i verken.
- Ökat näringsämnesläckage från skogs- och jordbruk till vattendrag på grund av ökad avrinning

Ökad näringsämnesbelastning på grund av mänsklig aktivitet eller klimatförändringar kan komma att påverka statusen (S) i vattenförekomster negativt. Situationen kan bli än värre för de kustvatten som redan idag har problem med övergödning eftersom detta inverkar negativt på ett befintligt miljöproblem (I). Exempel på åtgärder (R) kan förutom att bygga ut reningsverken även vara att se över reningsmetoder och uppgradera befintliga reningssteg. I vissa fall, t.ex. när det gäller näringsläckage från skogsmark kan en typ av åtgärd vara kunskaphöjande aktiviteter, både för enskilda skogsbrukare och för skogsbruksföretag.

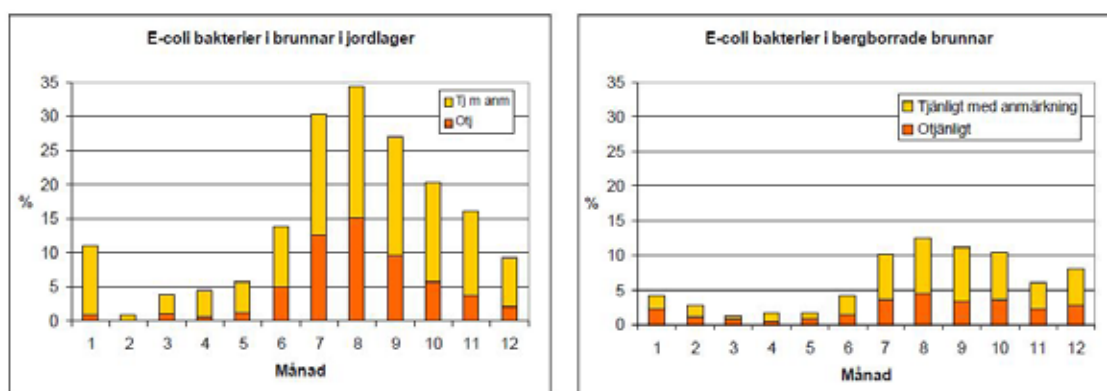
Åtgärder för att redan i dagens klimat komma tillrätta med miljöproblem kommer i många fall att innebära mindre problem även i ett ändrat klimat. Risken för övergödning minskar till exempel både i dagens och morgondagens klimat genom inrättande av skyddszoner utmed skogsmark, förbättrade eller utökade reningssteg i avloppsreningsverk, åtgärder för att minska tillskottsvatten i spillvattennät mm. Det är viktigt att åtgärder med lång livslängd görs med hänsyn till klimatet, t.ex. att dimensionering sker med klimatfaktorer.

Ett exempel på en kommunal verksamhet som kan påverkas av ett förändrat klimat är vattentäkten Bondsjön som redan idag är klassad med "måttlig ekologisk status". Nedströms vattenskyddsområdet, vid Byåker, ligger en externslamanläggning. Dessutom ligger flera MIFO-områden samt länsvägar nära vattenskyddsområdet och inom Bondsjöns avrinningsområde. Flera samverkande faktorer från såväl samhället som klimatet kan således påverka dricksvattenkvaliteten och öka risken för dricksvattenförsörjningen från Bondsjön på lång sikt.

4.5.5 Exempel på koppling mellan DPSIR, klimatförändring och smittspridning i grundvatten

I ett varmare och mer nederbördsrikt klimat ökar risken för smittspridning av virus, parasiter och andra patogener. Påverkanskällor är t.ex. djurbesättningar, enskilda avlopp eller bräddning av avloppsvatten. Här nedan ges ett exempel på hur drivkrafter i samhället tillsammans med klimatet som drivkraft kan öka risken för smittspridning.

I samhället finns en drivkraft (D) mot attraktivt boende och allt fler fritidshus omvandlas till permanentbostäder, i så kallade omvandlingsområden. Traditionellt har dessa områden enskilda brunnar och enskilt avlopp. Många små avloppsanläggningar är felplacerade, feldimensionerade eller har otillräcklig eller bristande funktion. I takt med att såväl vattenuttaget som belastningen på avloppsanläggningarna ökar (P) kommer vattenkvaliteten att minska (S) och således ökar risken för smittspridning via grundvattnet (I). I **Figur 16** visas enskilda brunnar med påverkan av *E.coli*-bakterier vilket indikerar påverkan av t.ex. avlopp. Av figuren framgår säsongsvariationen i både grävda och bergborrade brunnar. Av figuren framgår att påverkan blir värre under vissa årstider och vädersituationer, t.ex. kan strömningsriktningar ändras vid låga grundvattennivåer, vilket indikerar att de är känsliga för ett ändrat klimat (Sundén m.fl. 2010).

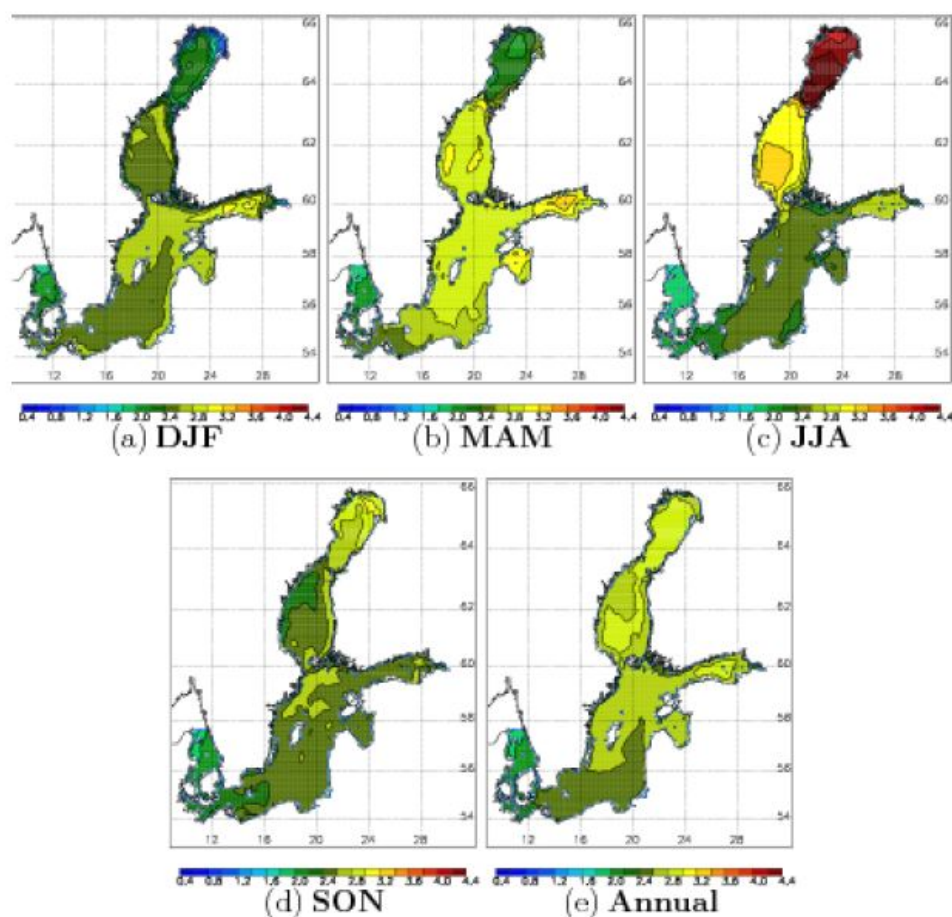


Figur 16: *E. coli*-bakterier i enskilda brunnar enligt uppgifter i SGUs Kemiarkiv. Baserat på analyser från 3819 brunnar i jordlager och 8561 bergborrade brunnar (Sundén m.fl. 2010)

4.5.6 Påverkan på kust- och ytvatten avseende kvalitet och kvantitet

Temperatur

I ett framtida klimat kommer kust- och ytvattentemperaturer att öka. De största temperaturförändringarna i Bottenhavets ytvatten förväntas ske under sommarhalvåret. Mot slutet av seklet, under perioden 2069-2098, förväntas en temperaturökning på uppemot ca 3°C jämfört med referensperioden 1978-2007 (se **Figur 17**). Klimatförändringarna kommer innebära att isbildningen i Bottenviken och Bottenhavet under vinterhalvåret minskar betydligt. Detta är en av huvudförklaringarna till de ökade vattentemperaturerna. Med ett minskat is-albedo, d.v.s. reflektion av inkommande solstrålning, kommer mer solenergi tas upp av vattnet vilket leder till ökad uppvärmning. Flera studier indikerar att vattnet i Bottenhavet och Östersjön, som är ett inlandshav, kommer värmas snabbare än öppet hav, t.ex. Nordsjön (HELCOM 2013).



Figur 17: Förändringar i ytvattentemperatur (°C) uppdelat i säsongs- och årsmedelvärde mellan perioderna 1978-2007 och 2069-2098. Resultaten har tagits fram med en ensemble av klimatmodeller och utifrån utsläppsscenario A1B och A2 (figur ur HELCOM 2013)

Ökade vattentemperaturer kommer att få stora konsekvenser för vattenmiljön, inte minst eftersom förutsättningarna för vattenlevande organismer förändras. Temperaturförändringar ökar stressen på befintliga ekosystem vilket kan få negativa konsekvenser på den ekologiska och kemiska statusen. Möjligheten att använda vattnet som resurs, för t.ex. kylvatten eller som råvatten för dricksvatten kommer troligtvis också att påverkas negativt. Ökade temperaturer kommer att drabba alla vattenförekomster oavsett om de idag uppnår god status eller ej. Kommunen bör vara medveten om vilka olika följd effekter högre vattentemperaturer kan få på de akvatiska systemen och att detta kan innebära att MKN inte uppnås. Risken med ökade vattentemperaturer när det gäller den långsiktiga planeringen och säkringen av dricksvattenresurser bör också beaktas. Till exempel kan det bli aktuellt att se över nivåer för intag av råvatten från Bondsjön.

Näringsämnen och övergödning

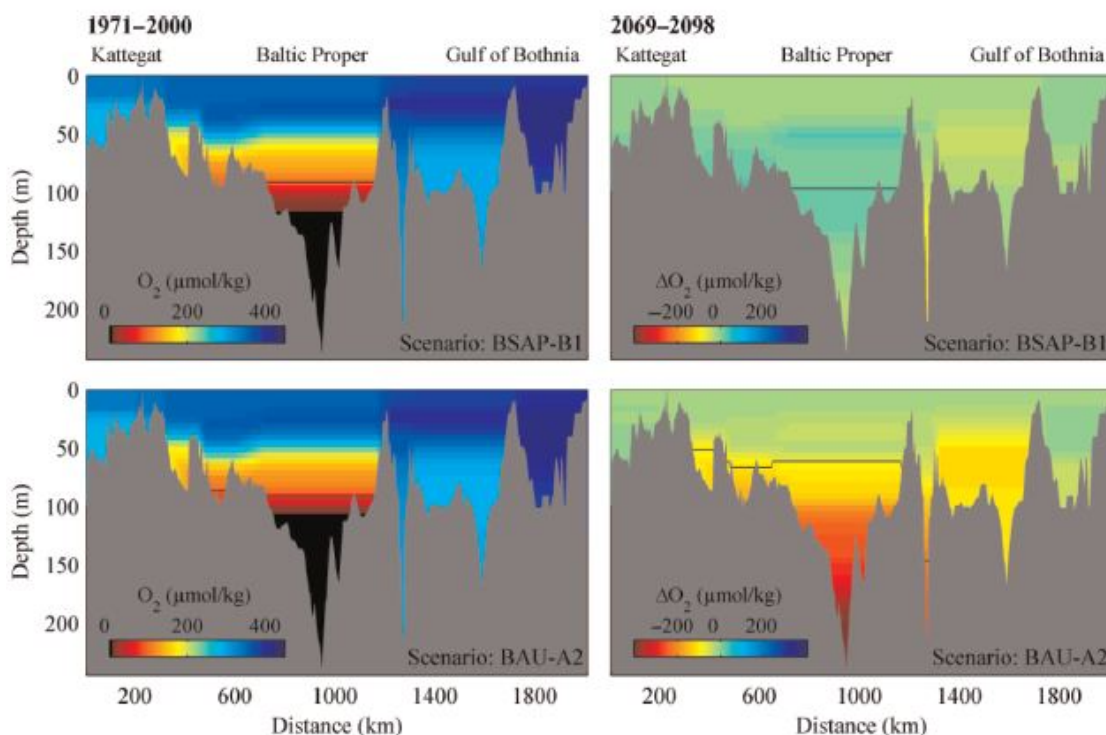
Kväve och fosfor är de näringsämnen som göder vattendrag, sjöar och hav. Varje avrinningsområde påverkas av en ökad belastning av näringsämnen utifrån sina individuella förutsättningar. En viktig faktor är hur

jordbruksmarken är belägen i förhållande till sjöar och vattendrag, likväl som vilka skyddsåtgärder som vidtagits för urlakning av näringsämnen från jordbruksmark till närliggande vatten, eftersom näringsämnen riskerar att läcka från jordbruksmarken. Med mer nederbörd ökar den risken. Det är oklart om nedbrytning av näringsämnen kommer ske i snabbare takt än den ökade belastningen till följd av ökad avrinning. Det är alltså svårt att bedöma hur halterna av övergödande ämnen kan komma att ändras i vattnet. En temperaturökning ändrar dessutom sammansättningen och konkurrensförhållanden mellan olika alger, vilket påverkar hela näringskedjan och därmed även koncentrationerna av närsalter. Enskilda sjöar kommer därför ge olika respons på förändringar i klimatet.

Hanteringen av källorna till övergödande ämnen är avgörande för den sammanlagda effekten av klimatförändringarna (SMHI 2010). Detta ställer stora krav på kommunens vattenförvaltningsarbete för att komma tillrätta med punktkällor men framförallt de många diffusa källorna till kväve och fosfor. I åtgärdsprogrammet nämns bland annat att kommunerna behöver ta fram vatten- och avloppsplaner samt att se över enskilda avlopp. Detta bör i sin tur leda till åtgärder t.ex. i form av utökning av verksamhetsområde för avlopp i samlad bebyggelse och där behovet är stort antingen ur miljö- eller hälsosynpunkt. En annan åtgärd kan vara striktare bedömningsgrunder för enskilda avlopp. Genom att minska belastningen av näringsämnen kan effekterna av ett förändrat klimat begränsas så att miljö kvalitetsnormerna kan uppnås.

Syrehalt i Bottenhavet

Syretillgången i bottenvatten i Östersjön förväntas minska alltmer i takt med att klimatet ändras, vilket innebär att syrefattiga eller anoxiska områden kommer att bli allt vanligare. I en studie av Omstedt m.fl. studerades effekterna av ett ändrat klimat på pH och syrehalten i Östersjön. För Bottenhavets del innebär ett förändrat klimat med det värsta simulerade scenariot, "Business-As-Usual", en minskning av syrehalt för bottenvatten med ca 150 $\mu\text{mol/kg}$. För det bästa scenariot, vilket antar att utsläppsmålen enligt Baltic Sea Action Plan uppfylls, minskar syrehalten med ca 50 $\mu\text{mol/kg}$ (BSAP; HELCOM 2007) (se **Figur 18**). Detta kan jämföras med dagens syrehalt som beräknats till ca 300 $\mu\text{mol/kg}$, vilket innebär att Bottenhavets syrehalt skulle halveras fram till slutet av seklet om inte näringsbelastningen och växthusgasutsläppen begränsas. Minskningen blir inte lika påtaglig i ytvatten.



Figur 18: Jämförelse av beräknad syrehalt för perioden 1971-2000 och ändrad syrehalt fram till perioden 2069-2098 för bästa (BSAP) och värsta scenario (BAU) utmed en sektion av Östersjön (Omstedt m.fl. 2012)

Studien ovan visar att åtgärder för att begränsa näringsämnesbelastningen kan få stora positiva konsekvenser för syrehalten i Bottenhavet. Genom ett aktivt uppströmsarbete för att minska näringsämnesbelastningen kan konsekvenserna av en minskad syrehalt i ett framtida klimat begränsas. Utan åtgärder riskerar den ekologiska statusen att påverkas negativt till följd av en minskad syrehalt vilket kan få till följd att miljö kvalitetsnormerna inte uppnås.

Klorofyll i sötvatten

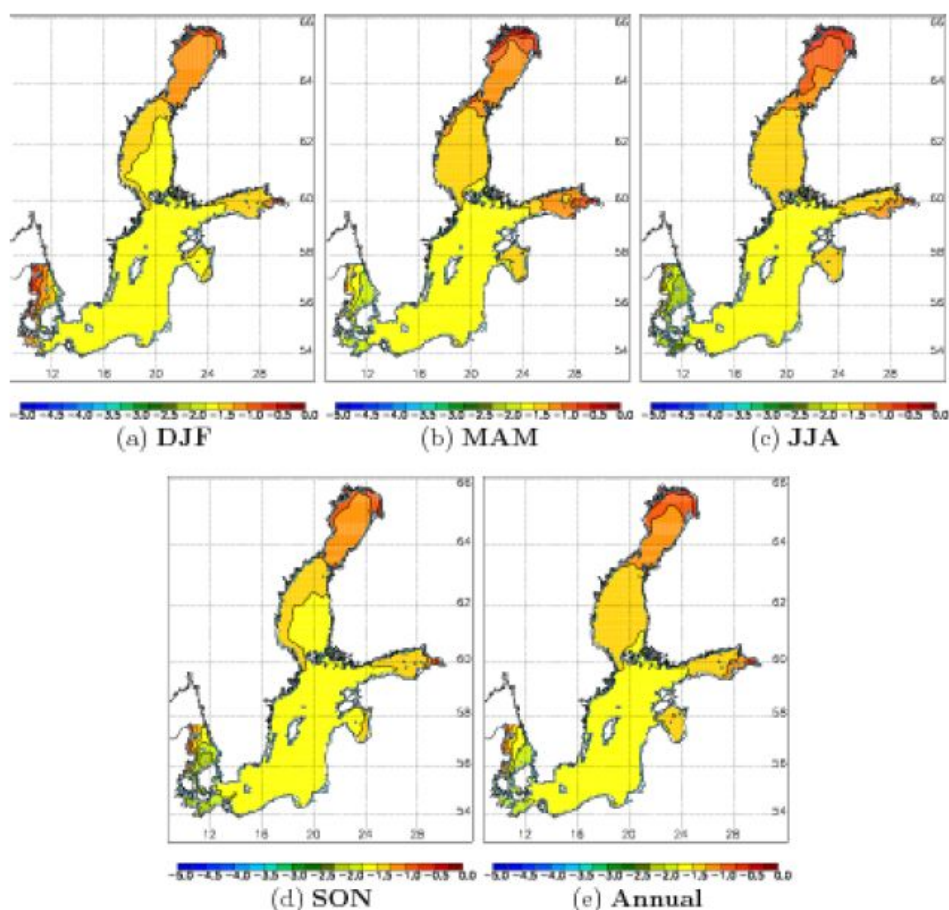
Mätningar av klorofyll, som är ett färgpigment, ger en uppfattning om mängden växtplankton i vattnet. Höga nivåer av klorofyll är ett tecken på övergödning. Hur klorofyllhalten förändras beror på hur växtplankton påverkas av ett förändrat klimat. Det beror i sin tur på en rad olika faktorer såsom siktdjup, tillgång till näringsämnen, vattentemperaturer, syretillgång, pH m.m. Flera av dessa faktorer motverkar varandra vilket gör det svårt att bedöma den slutgiltiga effekten på växtplankton och klorofyllhalten i sötvatten.

Tillväxten av växtplankton, framförallt under varma perioder på sommaren, kan ske explosionsartat vilket leder till algblomning. Generellt bör kommunen därför arbeta för att minska riskerna för dessa algblomningar och höga halter av klorofyll. Det är i dagsläget svårt att säga exakt hur växtplankton påverkas av ett förändrat klimat vilket också gör det svårt att rekommendera specifika åtgärder. Oavsett hur växtplankton reagerar på

förändrade levandsförhållanden har åtgärder för att minska näringsämnesbelastning en positiv effekt på klorofyllhalter genom att tillgången på mat begränsas. Detta kan därför bidra till en god ekologisk status och ökar möjligheterna att uppnå uppsatta miljökvalitetsnormer även i ett förändrat klimat.

Salthalt i Bottenhavet

Salthalten i Bottenhavet är relativt låg, i norra delen ligger den i ytvattnet vid 4-5 promille och i söder vid 5-6 promille. Djupvattnets salthalt är generellt ca 1-1,5 promille högre (Havet.nu, 2014). I takt med att klimatet förändras kommer salthalten att minska på grund av ökad avrinning av sötvatten från åar och älvar. I en studie av Meier m.fl. (2012) studerades klimatets påverkan på salthalten i ytvattnet i Östersjön. För Bottenhavet förväntas förändringar på mellan 1,5 till 2 g/kg (1,5-2 promille). Ingen större variation observerades mellan årstiderna (se **Figur 19**).



Figur 19: Förändringar i salthalt (g/kg) uppdelat i säsong- och årsmedelvärde mellan perioderna 1978-2007 och 2069-2098. Resultaten har tagits fram med en ensemble av klimatmodeller och utifrån utsläppsscenario A1B och A2 (figur ur HELCOM 2013)

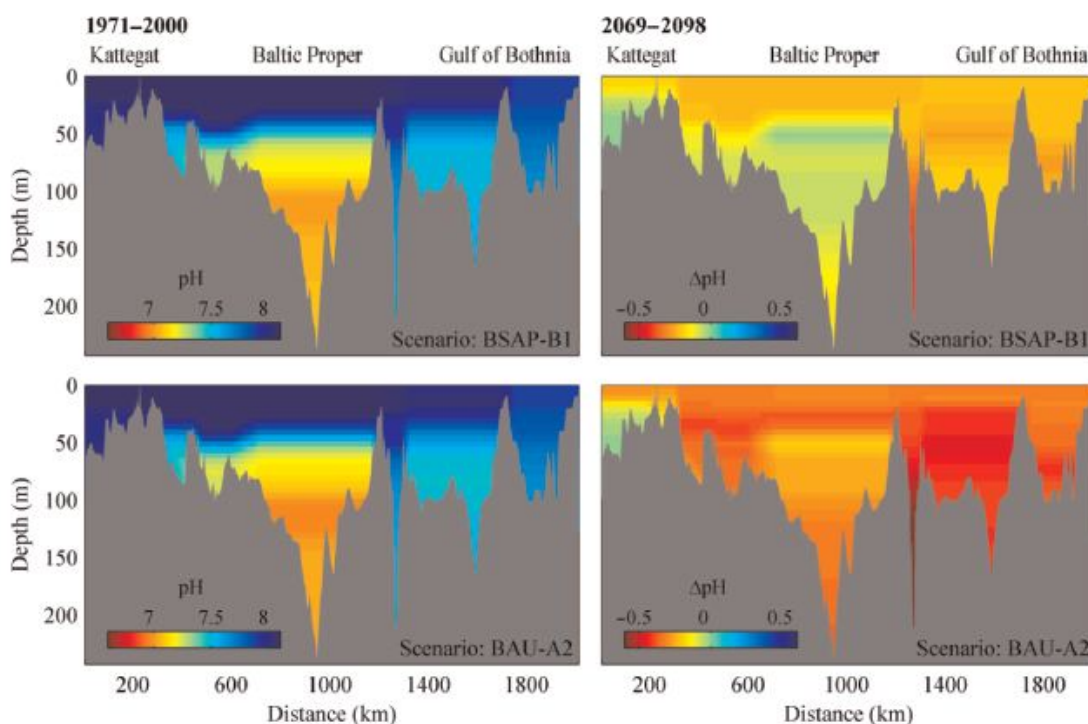
Minskade salthalter i Bottenhavet kommer framförallt att innebära ändrade förhållanden för vattenlevande organismer. Hur stor effekten av detta kan bli är svårbedömt. Utbredningen av organismer som lever i sötvatten kan

eventuellt öka i kustregionen. Bottenhavet kommer dock även fortsättningsvis att vara ett bräckt vatten vilket troligtvis innebär att förändringarna blir små. Inom vattenförvaltningsarbetet bör uppmärksamhet läggas på om och hur en ändrad salthalt påverkar förekomsten av främmande arter. Förekomst av främmande arter kan innebära att vattenförekomster inte uppnår uppsatta miljö kvalitetsnormer.

pH

Ökade koldioxidhalter i atmosfären har redan idag stor påverkan på försurningen av haven. Koldioxid är lösligt i vatten och tas upp i världshaven vilket sänker vattnets pH. Ökade CO₂-halter i atmosfären innebär att försurningen av haven kommer att öka alltmer. Även ökade mängder organiskt material har en påverkan på pH i vatten. Nedbrytning av organiskt material frigör CO₂ vilket leder till försurning.

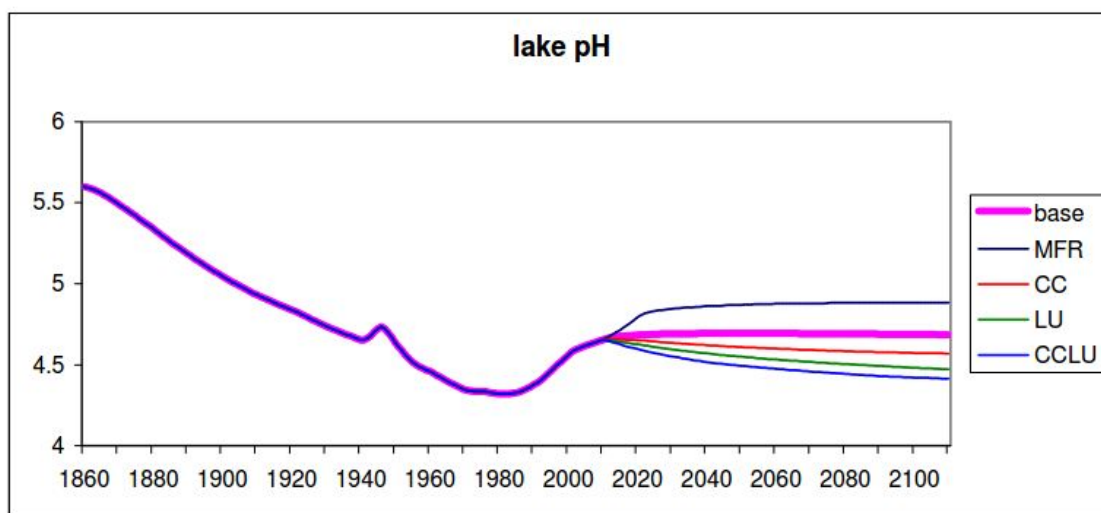
Effekterna av ett ändrat klimat på pH-nivåerna i Östersjön har studerats i Omstedt m.fl. (2012). Studien tog hänsyn till respektive avrinningsområdes buffrande kapacitet och näringsbidrag via åar och älvar för ett antal olika klimatscenarion. För Bottenhavets del innebär ett förändrat klimat med det värsta simulerade scenariot, "Business-As-Usual", en minskning av pH med ca 0,45 enheter vilket kan jämföras med ca 0,25 för det bästa scenariot som antar att utsläppsmålen enligt Baltic Sea Action Plan uppfylls (se **Figur 20**).



Figur 20: Jämförelse av pH för perioden 1971-2000 och ändrat pH för bästa (BSAP) och värsta scenariot (BAU) utmed en sektion av Östersjön (Omstedt m. fl. 2012)

I färskvatten finns en rad processer som påverkar pH, inte minst markanvändning. Inom forskningsprogrammet CLEO (Climate Change and

Environmental Objectives) har klimateffekter på försurningen i mark och vatten studerats i kombination med olika avverkningsstrategier för skogsbruk (Moldan 2012). Studien utfördes för ett område i södra Sverige och beräkningarna visade generellt en minskning av pH. Störst minskning identifierades med helträdsuttag vid avverkning i kombination med klimatförändring (scenario CCLU=Climate Change, Land Use), se **Figur 21**. Vid helträdsuttag skördas även grenar och toppar och ingen återföring av buffrande baskatjoner (aska) görs. Det enda scenario (MFR, maximal teknisk reduktion av svavel och kväveutsläpp) som ledde till ökat pH beskriver en situation då den maximala tekniska reduktionen av utsläpp av svavel och kväve genomförs, vilket skulle minska det sura nedfallet markant.



Figur 21: Tidsutveckling av pH i en sjö i södra Sverige under olika scenarier. Base= avverkning med stamuttag och ingen klimatförändring, MFR= maximal teknisk reduktion av svavel och kväveutsläpp LU= helträdsuttag CC= klimatförändring (klimatscenario A2), CCLU=BASE+LU+CC (Moldan 2012)

Det finns dock en rad osäkerhetsfaktorer kring hur pH i ytvatten kommer att påverkas i ett framtida klimat. Stora skillnader kan även uppstå på lokal nivå. Försurningen kommer till stor del bero på hur vittringen reagerar på ett förändrat klimat. Ökad vittring kommer frigöra baskatjoner vilket minskar försurningen (Moldan 2012). Som modellresultaten ovan visar är det viktigt att se hur olika processer samverkar och i det sammanhanget framhålla att mänskliga aktiviteter har stor påverkan på resultatet. Åtgärder för att minska utsläpp kan leda till positiva trender (MFR) samtidigt som hård avverkning i kombination med ett förändrat klimat (CCLU) kan leda till större negativa förändringar än respektive faktor för sig.

Ändrad markanvändning och ett medvetet skogsbruk är exempel på proaktiva åtgärder som minskar effekterna av försurning i ett längre tidsperspektiv. Att utföra kalkning med flyg via ett kalkningsprogram är en annan och mer kortsiktig typ av åtgärd. Båda åtgärderna syftar dock till att minska försurningen i vattenförekomster för att uppnå god status och uppsatta miljö kvalitetsnormer. I klimatanpassningsarbete bör åtgärder främjas som är hållbara även i ett längre perspektiv. I vissa fall kanske en

kombination av kortsiktiga och långsiktiga åtgärder är nödvändig för att kunna möta de negativa försurningseffekterna som ett ändrat klimat för med sig.

DOC-halter och absorbans i sötvatten

Brunifiering är en benämning av ökande halter av humusämnen och/eller järn och manganföreningar som orsakar färgförändringar i yt- och grundvatten (se exempel i **Figur 22**). Humus är ingen enhetlig ämnesgrupp utan består av olika former av organiska kolväten som förutom missfärgning även leder till försurning av ytvatten. DOC, eller löst organiskt kol, är ett sätt att mäta humus. DOC-halterna ökar redan i många nordliga länder t.ex. Kanada, Sverige och Storbritannien. Problemet beror sannolikt på en rad samverkande faktorer såsom klimatförändringar, minskat svavelnedfall samt markanvändning och dränering (Sonesten 2010). Humushalter kan även mätas med absorbans, vilket görs på filtrerat vatten.



Figur 22: Ökade mängder humusämnen i vatten ger en brunare färg. Denna brunifiering av inlandsvatten sker redan i dagens klimat (Sonesten 2010)

DOC är den lösta delen av TOC, som är den totala mängden organiskt kol. I Bottenhavet har en uppåtgående trend av belastningen angående totalt organiskt kol observerats sedan mitten på 1990-talet. Ser man längre tillbaka i tiden har däremot den totala belastningen till Bottenhavet minskat. Minskningen under 70- och 80-talen kan troligtvis förklaras av de stora mängder svavel som deponerades, vilket försurade marken och minskade kolets löslighet i vatten. I takt med att svavelutsläppen minskat har mätningar visat att belastningen av organiskt kol till Bottenhavet har ökat. Eftersom det totala bidraget av kol till Bottenhavet beror på belastningen i Bottenhavets vattendistrikt, däribland Härnösands kommun, indikerar detta en ökad belastning av totalt och löst organiskt kol även i sjöar och vattendrag.

Enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen förväntas klimatförändringen innebära en ökad skogsproduktion på ca 20-40% (Miljödepartementet 2007). Det kommer innebära att förråden av organiskt material i marken ökar. Det i kombination med ökad avrinning förväntas leda till en ökad export av löst organiskt kol (Vattenmyndigheten Bottenviken okänt år). Studier pekar på att halterna av organiskt kol i ytvatten är starkt kopplade till klimatet och framförallt nederbörds mängden. Ökad nederbörd och avrinning kommer därför troligtvis att öka humushalterna i yt- och kustvatten. En studie från Finland pekar på en ökning av TOC uppemot 26 procent för ett modellerat värsta scenario (Löfgren m.fl. 2003). Det är därför troligt att även DOC-halterna kommer öka i ett framtida klimat.

Inom vattenförvaltningsarbetet är det viktigt att sätta in åtgärder på en bred nivå för att minska läckaget av löst organiskt kol från skogsmark till vattenmiljöer. Höga DOC-halter kan leda till försämrade levnadsförhållanden och minskad ekologisk status. Ökad kunskapsspridning och uppströmsåtgärder i form av buffertzoner är exempel på åtgärder som kan genomföras för att motverka effekterna av ökade DOC-halter och därmed uppnå uppsatta miljökvalitetsnormer.

Siktdjup i sötvatten och kustnära områden

Siktdjupet är ett mått på hur ljusets nedträngning i vattnet påverkas av både vattenfärg och grumlighet. Som nämnts ovan innebär höga humushalter brunifiering av vatten vilket försämrar siktdjupet och leder till minskad växtplanktonproduktion. Ökad avrinning, till följd av ett förändrat nederbörds mönster, kan innebära ökad sedimenttransport och grumlighet vilket också minskar siktdjupet. I ett framtida klimat är det därför troligt att siktdjupet kommer minska.

Minskat siktdjup på grund av tillväxt på plankton eller brunifiering kan få negativa konsekvenser på den ekologiska statusen. Även andra faktorer såsom olika typer av aktiviteter i vattnet, t.ex. muddring, kan öka grumligheten tillfälligt vilket kan få negativa konsekvenser på vattenkvaliteten och levnadsförhållanden. En kombination av tillfälliga störningar och klimatbetingade förändringar kan riskera att slå hårt mot framförallt bottenlevande organismer. Den storskaliga nedgången av

bottendjuret vitmärla i början av 2000-talet tros bero på effekter av klimatförändringar (Vattenmyndigheten Bottenviken okänt år). Kommunen bör arbeta för att minimera påverkan från förändringar och aktiviteter i vattendragen som riskerar att minska siktdjupen.

Biologiska parametrar enligt miljöövervakning i sötvatten

De biologiska parametrar som omfattas av miljöövervakningen är växtplankton, bottenfauna, makrofyter, fisk och djurplankton (Havs- och vattenmyndigheten 2013).

Kunskapen är begränsad om hur vattenlevande organismer påverkas av klimatförändringarna. De är dock generellt mer sårbara än landlevande arter eftersom deras möjligheter att förflytta sig till mer gynnsamma habitat är begränsade. Högre vattentemperaturer kommer generellt leda till en förflyttning av arter norrut, i den mån det är möjligt.

I SMHI (2010) beskrivs hur framförallt växtplankton och fiskar riskerar att påverkas av ett ändrat klimat. Högre vattentemperaturer gynnar respektive missgynnar olika typer av arter. Ökade temperaturer kan komma att påverka reproduktionskapaciteten för de arter som utsätts för värmestress och innebära en ökad risk för att ägg och yngel drabbas av sjukdomar eller parasitangrepp.

Ökade vattentemperaturer i kombination med ökad näringsbelastning kan leda till en viss produktionsökning av växtplankton. Samtidigt leder minskade siktdjup på grund av grumling eller brunifiering till minskad växtplanktonproduktion. Kombinationen av klimatfaktorer som gynnar respektive missgynnar olika arter gör det svårt att bedöma den slutgiltiga effekten och kan leda till skifte i sammansättning av både växt- och djurplankton. Påverkan på växtplankton kan få stora konsekvenser för många arter eftersom dessa utgör basen i näringskedjan.

Fiskar som trivs i kalla vatten, t.ex. röding (**Figur 23**) och lake, kommer få mindre utrymme och mer konkurrens i varmare klimat. Abborre, gädda, mört och mal är arter som gynnas av varmare förhållanden och ökar därför troligen.



Figur 23: Röding är en fiskart som kan missgynnas av ett varmare klimat (Bild: Forskning.se, 2014)

Förändrade flödesmönster i vattendrag har också betydelse för vattenlevande organismer. Det finns till exempel farhågor om förändringar i fiskbestånd beroende på tidigare islossning och att planktontoppen, som innebär en avgörande födoresurs för ynglen, missas.

Andra förändringar av levnadsförhållanden, t.ex. minskat pH, riskerar att påverka bottenfaunan och andra försurningskänsliga organismer.

Västernorrland är ett av de län som har de starkaste bestånden kvar av flodpärlmussla som är en rödlistad art och även ingår som indikatorart för god vattenmiljö. I länet finns 122 vattendrag med kända fynd av flodpärlmussla. 41 av dessa vattendrag har ingen reproduktion i dagsläget och är klassade som utdöende. Även i Härnösands kommun finns bestånd av flodpärlmussla. Det faktum att flodpärlmusslan har en komplex hotbild där allt ifrån ändrad markanvändning, tillförsel av ämnen, vandringshinder, förlust eller försämring av strömvattenhabitat, förlust av värd fisk m.m. anses påverka gör flodpärlmusslan till en utmärkt indikator (Länsstyrelsen Västernorrland 2008).

I en studie av faktorer som påverkar bestånden av flodpärlmussla konstateras att ökande humushalter är en besvärande faktor för flodpärlmusslan (Länsstyrelsen Västernorrland 2008). Om humushalterna ökar generellt riskerar beståndsstatusen att kunna försämrans. Därför föreslås att åtgärder fokuseras på att minska förhöjd, utöver naturliga nivåer, utförsel, t ex genom igenläggning av improduktiva skogsdiken. Direkt kopplat till detta är också bevarade och restaurerade kantzoner som kan minska uttransport av humusämnen och minska sedimenttillförsel. Detta är exempel på åtgärder som även har andra positiva effekter för vattenkemi och biologi och som kan bidra till god kemisk och ekologisk status såväl i dagens som i ett förändrat klimat.

Främmande arter

Med ökande vattentemperaturer kan invasiva främmande arter få fotfäste, och befintliga arters utbredningsområde kan komma att ändras. Det anses finnas en påtaglig risk att nya arter som inte tidigare kunnat etablera sig i våra vattensystem kan komma att sprida sig via Östersjön (Vattenmyndigheten Bottenviken okänt år).

Problem med främmande arter är redan idag med som ett miljöproblem inom vattenförvaltningen. I Härnösands kommun har dock än så länge inga främmande arter identifierats. Havs- och vattenmyndigheten (2014b) arbetar strategiskt mot främmande arter vilket bland annat innebär:

- Kunskapsspridning om främmande arters förekomst, risker och effekter den akvatiska miljön
- Förebyggande åtgärder, främst inom handel och transport, främst sjöfart, där främmande vattenlevande organismer oavsiktligt kan spridas och etableras sig eller sprida smittsamma sjukdomar som de bär med sig.

- Motverka effekter av redan förekommande och etablerade invasiva arter
- Utveckla arbetet med att identifiering, riskanalys och kontroll av potentiella spridningsvägar genomförs, liksom informationsinsatser inom relevanta sektorer

Kommunen bör arbeta med förebyggande åtgärder inom vattenförvaltningen för att undvika etablering av främmande arter både i dagens och i ett förändrat klimat.

Avrinning/Tillrinning

Som beskrivits ingående i kapitel 4.1 kommer nederbörds- och flödesmönster att ändras i ett förändrat klimat vilket innebär att avrinningen under höst, vinter och vår förväntas öka. På motsvarande sätt minskar nederbörd och avrinning under sommaren. Dessa förändringar av vattenkvantiteten kommer att få många földeffekter på såväl vattenkemi som biologi vilket riskerar att försämra den ekologiska och kemiska statusen i vattenförekomster. Ökad avrinning förväntas leda till en ökad transport av löst organiskt kol.

Kortvariga flödestoppar och översvämning i mindre vattendrag kommer att bli vanligare vilket förutom riskerna för bebyggelse och infrastruktur även kan påverka den akvatiska miljön negativt. Översvämning av förorenade områden och ökad urlakning av miljögifter kan få relativt snabba och stora konsekvenser för statusen i en vattenförekomst.

Flödesförändringar har därmed potential att försämra vattendragens ekologiska och kemiska status samt minska möjligheterna att uppnå uppsatta miljö kvalitetsnormer. Kännedom om förväntade förändringar av avrinning och flöden är viktigt för att kunna arbeta förebyggande för att minska effekterna och uppnå god status även i ett förändrat klimat.

Miljögifter

Inga vattendrag i Härnösands kommun uppnår god kemisk status (VISS 2014). Detta beror både på höga bakgrundshalter av kvicksilver och ett relativt stort nedfall av kvicksilver. Även skogsbruket bidrar till utsläpp av kvicksilver. Körskador leder till urlakning av metylkvicksilver, framförallt på kuperade hyggen (Värmlands Folkblad 2014). Ökad avrinning till följd av ett förändrat klimat kan leda till ökad transport och urlakning av kvicksilver vilket minskar den kemiska statusen. I länet har även sågverksindustrin bidragit med stora utsläpp av miljögifter, framförallt i kustvatten. I många sediment finns t.ex. arsenik och andra tungmetaller lagrade.

Åtgärder för att minska utsläpp av kvicksilver bör genomföras på flera olika nivåer. Såväl lokala åtgärder för att minimera körskador som åtgärder för att minska kvicksilvernedfallet på EU-nivå krävs för att uppnå god kemisk status. Kunskaps spridning och samordning mellan olika aktörer är viktigt för att koordinera insatserna. Exempel på aktörer är enskilda skogsbrukare,

skogsindustrin, Skogsstyrelsen, kommuner, Länsstyrelse och Vattenmyndigheterna. Även ökad kunskap från forskarvärlden är viktig. Inte minst för att öka förståelsen för flödet av kvicksilver i vattenmiljön samt fördelningen mellan naturliga bakgrunds nivåer och bidrag från mänsklig aktivitet.

Havsnivåhöjning

Som nämnts i kapitel 4.1 sker i Västernorrland en snabb landhöjning vilken i stort sett förväntas uppväga den globala havsnivåhöjningen. Klimatförändringarna kan tillfälligt medföra högre havsnivåer jämfört med dagens klimat vid vissa lufttrycks- och vindförhållanden. Detta kan innebära erosion av kustområden som inte tidigare påverkats eller att vissa kustområden översvämmas (SGI 2010).

Ändrade havsnivåer kan medföra att lagrade sediment rörs upp vilket kan frigöra såväl lagrad fosfor som miljögifter. Landhöjningen har en stor påverkan på näringstillförseln då den frisätter en stor areal bottnar som lyfts upp ovanför vågbasen och utsätts för erosion (Sweco 2008). Frigöring av miljögifter och näringsämnen kan både tillfälligt och under längre perioder få negativa effekter på den ekologiska och kemiska statusen. Miljögifter i sediment som riskerar att påverkas av vågor bör identifieras och om behov finns saneras. Höjda havsvattennivåer kan så småningom komma att motverka denna process och därmed minska näringsämnesbelastningen. Förebyggande arbete med miljögifter i sediment bör dock utföras successivt för att uppfylla uppsatta miljö kvalitetsnormer.

Dricksvattenkvalitet i ytvatten

Som nämnts tidigare kan ytvattenkvalitet i råvatten riskera att påverkas av ett förändrat klimat. Exempelvis kan ökade vattentemperaturer innebära att befintliga råvattenintag hamnar för högt upp under varma perioder vilket kan innebära en försämrad dricksvattenkvalitet. Även ökad avrinning och transport av humusämnen riskerar att påverka dricksvattenkvaliteten negativt. Fler risker, t.ex. vad gäller smittspridning, diskuteras mer ingående i kapitel 8. Risker relaterade till grundvattenkvaliteten diskuteras i avsnittet nedan samt i kapitel 8.

Kommunens arbete för att uppnå god vattenstatus säkrar även möjligheten för ytvatten att användas som resurs för dricksvatten. Vattenförvaltningsarbetet uppströms Bondsjön anses speciellt viktigt i det här sammanhanget.

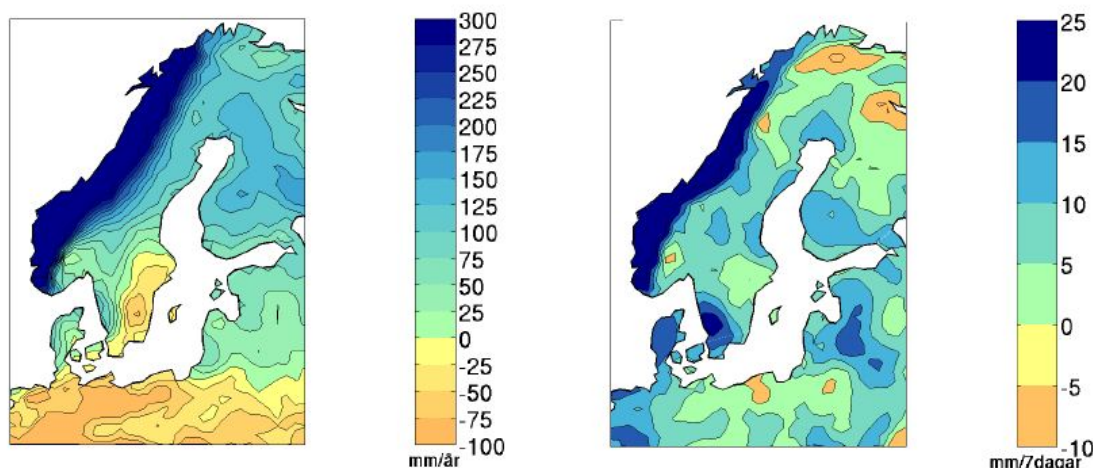
4.5.7 Påverkan på grundvatten

Förändringarna av klimatet kommer i flera fall att ha en negativ påverkan på grundvattenkvaliteten och kvantiteten, och därmed stora delar av dricksvattenförsörjningen i Sverige. Det är dock viktigt att ha i åtanke att klimaten kan få olika konsekvenser för mindre och större grundvattenmagasin, samt för magasin i olika typer av geologiska

formationer. Generellt gäller att mindre grundvattenmagasin är känsligare för förändringar. Detta innebär att den enskilda dricksvattenförsörjningen troligtvis riskerar att drabbas mer av ett förändrat klimat än de kommunala vattentäkterna. Detta beror också på att de kommunala täkterna har bättre skydd med inrättade vattenskyddsområden. Såväl större som mindre grundvattenmagasin kan ha bra naturligt skydd som skyddar mot föroreningar. I kapitel 8 beskrivs dricksvattenförsörjningen i Härnösands kommun mer ingående.

Avrinning/Tillrinning

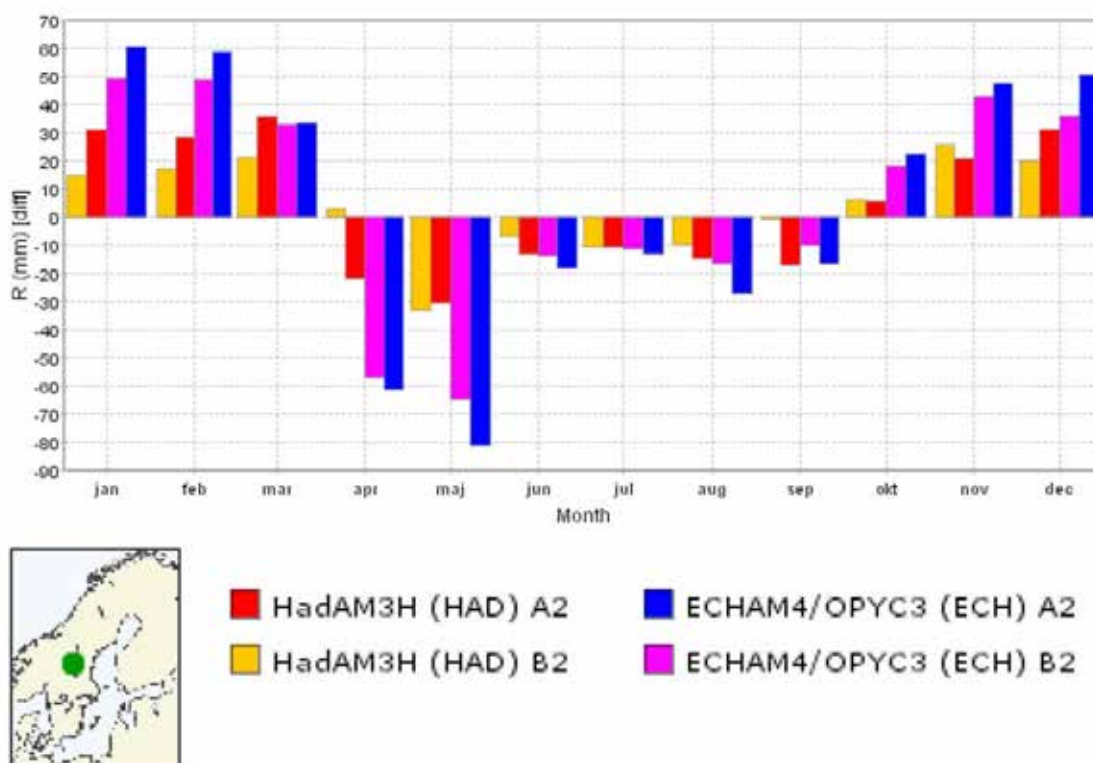
Ett förändrat klimat, med ökande temperaturer och mer nederbörd, kommer att få effekter på avrinningen och därmed grundvattenbildningen. Avrinningen är beroende av skillnaden mellan nederbörd och avdunstning, det vill säga den effektiva nederbörden. För Västernorrlands del kommer den årliga effektiva nederbörden, vilket är den del som bildar avrinning, öka med ca 75-100 mm/år för kusten och mellan 100-125 mm/år längre in i landet (se **Figur 24**).



Figur 24: Skillnad i effektiv nederbörd på årsbasis (vänster) och i störst effektiv nederbörd under en sammanhängande 7-dagars period (höger), mellan perioden 1961-1990 och 2071-2100. Effektiv nederbörd beräknas som nederbörd minus avdunstning och är den del av nederbörden som bildar avrinning och i inströmningsområden bildar grundvatten (Aastrup m.fl. 2012)

Totalt sett kommer avrinningen att öka men klimatscenarioer visar även på säsongsvariationer med en förskjutning mot ökad avrinning under vinter/vår och höst och en minskning under sommaren (se **Figur 25**). Det finns även regionala skillnader, t.ex. visar beräkningar att avrinningen i mellersta och norra Norrland kommer öka under månaderna oktober och november medan den förväntas vara lägre än idag i övriga Sverige (Aastrup 2012).

Sveg – Södra Norrlands Inland



Figur 25: Beräknad förändring i avrinning (mm) för Sveg mellan perioden 2071-2100 och perioden 1961-1990 med olika klimatscenarier. Beräkningarna för Sveg representerar grundvattenvariationerna i södra Norrland. (Aastrup m.fl. 2012)

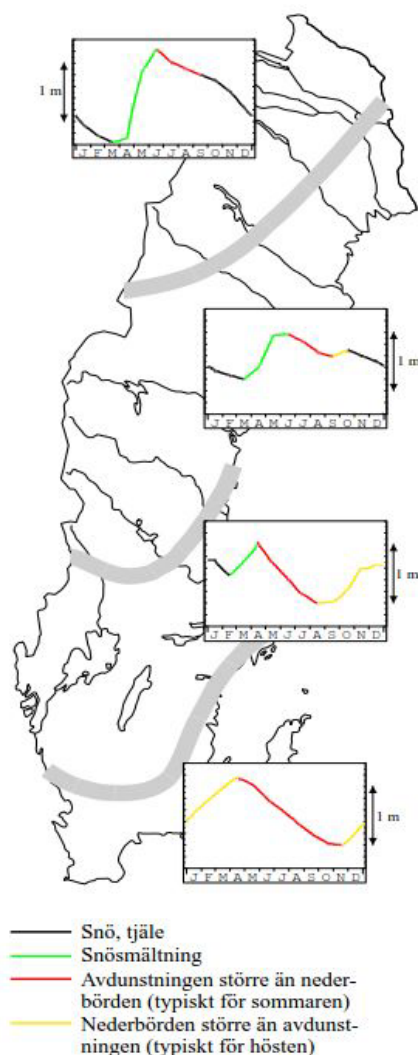
Förändringar av avrinning kommer att påverka tillgången till grundvatten som dricksvattenresurs under året. Generellt kommer mindre grundvattenmagasin att drabbas hårdare vilket innebär att de i ett förändrat klimat riskerar att inte uppnå god kvantitativ status. Kommunen har en viktig roll när det gäller att reglera grundvattenuttag så att god tillgång kan bibehållas även i ett förändrat klimat. Kännedom om förväntade förändringar av avrinning och dess påverkan på grundvattenmagasin är viktigt. Genom att arbeta förebyggande och med långt tidsperspektiv kan effekterna av ett förändrat klimat begränsas och god status uppnås.

Grundvattennivåer

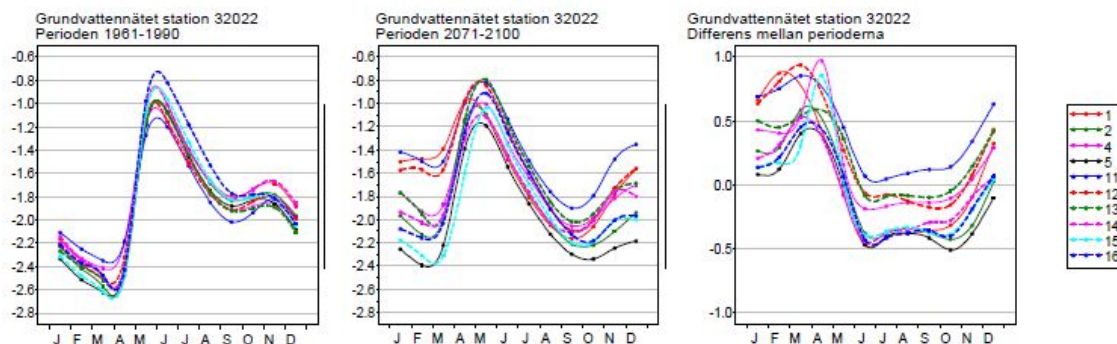
I en studie av Sundén m.fl. 2010 har klimatförändringarnas effekt på grundvattennivåer analyserats för enstaka stationer i Sverige. Dessa stationer är representativa för större grundvattenmagasin inom ett större geografiskt område. Förändringar av grundvattenregimen i Norra Norrlands kustland, södra Norrlands inland och fjälltrakter och norra Svealand och kan beskrivas av mätstationen i Åsele. I **Figur 26** visas den geografiska uppdelningen av grundvattenregimer i Sverige (Sundén m.fl.

2010). Förändringar av grundvattenregimen i Härnösands kommun beskrivs därför i den här rapporten av stationen i Åsele.

I **Figur 27** är månadsmedelnivåerna för stationen i Åsele uppritad. I figuren till vänster visas dagens grundvattenregim där de högsta nivåerna inträffar under slutet av juni. På grund av faktorer som mildare vintrar smälter snön tidigare vilket medför att de högsta grundvattennivåerna nås tidigare på våren, mitten till slutet av maj. Den lägsta nivån under året blir för flera av klimatscenerierna på hösten istället för på vårvintern. Under våren är nivåerna i de framtida klimatscenerierna högre än dagens och under sommaren och en bit in på hösten är nivåerna något under. Detta beror på att avsänkingsperioden mellan vårtoppen och höstregnen blir längre.



Figur 26: Grundvattenregimer i Sverige (Sundén m.fl. 2010)



Figur 27: Månadsmedelvärden för station 32022 (Åsele) som är representativt för grundvattenregimen i Härnösand. Figuren till vänster representerar månadsmedelnivåerna för perioden 1961-1990, figuren i mitten representerar perioden 2071-2100 och figuren till höger representerar skillnaden mellan dessa perioder (Sundén m.fl. 2010)

I mindre grundvattenmagasin kan den förlängda avsänkingsperioden och minskade grundvattennivåer innebära att vattenbrist uppstår under sommaren. Som nämnts ovan är det viktigt att reglera grundvattenuttagen för att undvika en kombination av sänkta grundvattennivåer till följd av både klimat och förbrukning.

Färg/Brunifiering

Ökande nederbörd och avrinning kommer troligtvis att öka humushalterna i yt- och kustvatten. Vanligtvis är humushalterna låga i grundvatten men kan komma att öka i ett förändrat klimat i takt med att halterna ökar i ytvatten. Det är dock svårbedömt hur stora färgförändringar som kan förväntas i grundvatten. Grundvattenverk som använder inducerad infiltration med humushaltiga ytvatten kan dock i högre grad komma att påverkas av brunifiering i ett förändrat klimat, med ökade kostnader för rening som följd.

Vattnets kemi

Förändringar i grundvattennivåer påverkar halterna av kemiska ämnen i mark- och grundvattensystemet. I en studie av Aastrup m.fl. (2012) studerades klimatets påverkan på koncentrationer på kemiska ämnen i grundvatten. För grundvatten i sand- och grusavlagringar kunde inga starka samband observeras. Däremot ökade eller minskade koncentrationerna av flera metaller på grund av varierande grundvattennivåer i moränavlagringar. Ett intressant resultat av studien var att koncentrationerna av tungmetaller minskar vid stigande grundvattennivåer, delvis på grund av ökad vittring, men ökar därefter vid fortsatt stigande nivåer. Detta på grund av att tungmetaller frigörs som varit bundna till organiskt material i de översta markskikten. Ökade halter av tungmetaller i grundvatten kan få betydelse för såväl anslutande ytvatten- och terrestra ekosystem, som för kvaliteten på grundvatten som används för dricksvattenförsörjningen (Aastrup 2012).

I Västernorrlands län väntas en begränsad höjning av havsnivån pga. landhöjningen som motverkar den globala havsnivåhöjningen. Även om höjningen är relativt låg jämfört med södra Sverige kommer risken för saltvatteninträngning i bergborrade och strandnära brunnar att öka på lång sikt. Risken är förhöjd under sommarhalvåret i samband med torrperioder och låga grundvattennivåer.

5. Konsekvenser för samhällen och människor

Naturolyckor och andra effekter av klimatförändringarna får i sin tur olika indirekta konsekvenser för samhälle och människor. Den här rapporten redovisar konsekvenser för:

- Kommunikationer (kap 6)
- Bebyggelse och kulturmiljöer (kap 7)
- Tekniska försörjningssystem (kap 8)
- Hälsa (kap 9)
- Näringsliv (kap 10)

I kapitel 6-8 beskrivs inledningsvis i respektive kapitel hur samhällen och människor kan påverkas på en övergripande nivå. Därefter beskrivs mer specifika förutsättningar och konsekvenser för Härnösands kommun.

Inträffade händelser samt risker och möjligheter som redovisas har hämtats från olika rapporter och från resultatet av workshopen den 12 mars 2014. Konsekvensbedömningar är också gjorda utifrån underlag för risker för översvämningar, ras, skred och erosion.

Åtgärder och aktörer är delvis hämtade från workshopar som hölls med kommunerna i Västernorrlands län den 23 och 24 april, där Härnösands kommun deltog den 23 april. Resultatet från aktörsdiskussionerna presenteras dels som en samlad bild här nedan och dels mer specifikt för Härnösands kommun i relaterade kapitel.

Fullständiga minnesanteckningar från det som kom fram om Härnösands kommun på workshoparna finns i bilaga 1.

5.1. Framgångsrik i ett förändrat klimat

För att vara framgångsrik i ett förändrat klimat behöver såväl offentliga som privata verksamheter arbeta för att:

- Vara robust med förmåga att hantera störningar
- Ta vara på möjligheter

Robusthet handlar om att kunna hantera extrema väderhändelser utan att det får stora konsekvenser för kommunens egen verksamhet, privatpersoner och näringsliv. För att bli robust behöver kommunen arbeta både förebyggande och med krisberedskap.

Möjligheter kopplat till klimatförändringar kan till exempel handla om bättre förutsättningar för turism och näringsliv. Det kan också handla om att Västernorrland kan drabbas lindrigare av till exempel värmeböljor och torka än andra regioner i Sverige och Europa, vilket kan ge relativa fördelar.

En kommun som är robust kommer troligen att vara mer attraktiv än en kommun där extrema väderhändelser skapar stora störningar. Det ger också i längden minskade kostnader eftersom risken för stora utgifter för

reparationer och akutinsatser reduceras. En ökad attraktivitet kombinerat med satsningar för att ta vara på de möjligheter som klimatförändringarna innebär kan ge kommunen ökade intäkter.

Det kommer att krävas en hel del investeringar för att samhället ska bli robust. Ett viktigt första steg, som i många fall inte kostar något, är att se till att alla beslut som har bäring långt i framtiden "klimatanpassas", så att inte investeringar görs som medför stora kostnader i ett framtida klimat. Klimatanpassning av befintliga byggnader och infrastruktur kan bli kostsamt, och där gäller det att i möjligaste mån få in anpassningsåtgärder i löpande underhåll.

5.1.1 En kommunledningsfråga

Eftersom klimatet är en kommunövergripande fråga så är det viktigt att det finns en förankring och ett engagemang på kommunledningsnivå. Workshopdeltagarna den 23 och 24 april 2014 konstaterade att huvudansvaret för klimatanpassningen bör ligga där. Det bör finnas utrymme både för information och diskussion om vad klimatförändringarna kan innebära för kommunen. Den här rapporten är ett stöd i ett fortsatt arbete kring hur kommunen bäst undviker stora problem och tar tillvara de möjligheter som klimatförändringarna kan innebära. Kommunledningen bör se till att en analys görs av vilket stöd de olika verksamheterna behöver.

Kommunen har ett antal styrdokument som kan användas som stöd och styrning i klimatanpassningsarbetet. Exempel på det är översiktsplan, detaljplaner, LIS-plan och risk- och sårbarhetsanalys. Vid workshopen den 23 april 2014 tog deltagarna från Härnösands kommun upp behovet av kunskapsökning i samband med arbete med den här typen av planer. Vid behov kan en separat klimatanpassningsplan tas fram. Den bör då på ett tydligt sätt visa hur den kompletterar och samverkar med andra planer och program.

5.1.2 Förvaltningar och bolag

Klimatförändringarna påverkar alla delar av samhället i olika grad. Vissa verksamheter inom kommunen, som VA och räddningstjänst, påverkas redan med dagens klimat av olika väderhändelser och är direkt berörda av ett förändrat klimat. Andra verksamheter, som omsorg och skola, påverkas i nuläget mest av problem med infrastruktur och eltillförsel. I ett varmare och blötare klimat kan de dock påverkas på nya sätt, till exempel av värmeböljor.

Inom kommunens verksamhet har den förvaltning som arbetar med fysisk planering ett stort ansvar för anpassningen till ett förändrat klimat. På workshoparna den 23 och 24 april ansåg deltagarna att fysisk planering bör involveras i i stort sett alla aspekter av klimatanpassningen. Det stämmer väl överens med vägledningen om klimatanpassning i fysisk planering som länsstyrelserna tillsammans har tagit fram (Länsstyrelserna 2012). Där beskrivs bland annat hur kommunerna kan ställa krav på klimatanpassning

i planering och byggande. Klimatanpassning i den fysiska planeringen handlar exempelvis om att i nya planer hantera frågor som rör lokalisering och utformning av verksamheter och bebyggelse, samt att avsätta tillräckliga skyddsavstånd utifrån förväntade framtida klimatförhållanden.

Även i prövningar för bygglov och miljötillstånd bör hänsyn tas till klimatförändringarna. Workshoparna lyfte fram att bygglovsenheten till exempel kan agera för klimatanpassning av bebyggelse, VA-system och kulturmiljöer. Miljöförvaltningen kan bidra till anpassning av kommunikationer, bebyggelse, VA-system, naturmiljö, miljöfarliga verksamheter och näringsliv.

Tekniska förvaltningen har enligt workshopdeltagarna ansvar framför allt för vägar, bebyggelse, VA-system och naturmiljö. Exakt vilka ansvarsområden som vilar på den tekniska förvaltningen varierar från kommun till kommun. VA-huvudmännen bör engageras framför allt i frågor om kommunikationsinfrastruktur, bebyggelse och VA-system.

Räddningstjänsten bör, enligt workshoparna, i första hand engageras i klimatanpassning av kommunikationsinfrastruktur, bebyggelse och VA-system. Kommunens risk- och sårbarhetsanalyser kan med fördel användas som ett verktyg i klimatanpassningen.

Näringslivsenheten bör ta ansvar för att påbörja en dialog med näringslivet om hur de kan vara framgångsrika i ett förändrat klimat. Mer om viktiga frågor för näringslivet finns att läsa i kapitel 10.

Personer med GIS-kompetens är en stor tillgång i arbetet med klimatanpassning. GIS kan användas som planeringsinstrument, som analysverktyg och i krissituationer, till exempel för att få en kartbild av var det finns äldre människor som saknar ström.

Socialförvaltning, omsorgsförvaltning, och barn- och utbildningsförvaltning är mest berörda av hälsofrågor kopplat till klimatförändringar. Det kan till exempel handla om att säkerställa hemtjänst i samband med extrem väderlek, att se till att äldreboenden har möjlighet till solavskärmning och kylsystem eller att tillgodose förskolebarns behov av skuggiga miljöer vid värmeböljor.

Kommunala bolag kan beröras av i stort sett alla aspekter av klimatförändringar. Kommunledningen kan genom ägardirektiv styra hur bolagen kan arbeta både långsiktigt och kortsiktigt för att öka robustheten i samhället. Vad som bör gälla för varje bolag bör analyseras. På workshoparna lyftes framför allt bolag med ansvar för VA-frågor, energifrågor, flygplatser och hamnar fram som viktiga för klimatanpassningen.

5.1.3 Externa aktörer

Det finns även aktörer utanför den kommunala organisationen som det finns stora fördelar att samarbeta med kring klimatförändringarna. Under

workshoparna den 23-24 april lyftes länsstyrelsen fram som en väldigt viktig aktör för klimatanpassning. Bebyggelse, flora & fauna, kulturmiljö, miljöfarlig verksamhet, näringsliv och hälsa nämndes som viktiga områden.

Fastighets- och byggsektorn, så som fastighetsägare, entreprenörer och exploitörer, utpekades under workshoparna som viktig för klimatanpassning av VA-system, kommunikationer och bebyggelse. Föreningslivet kan spela en roll för till exempel natur- och kulturmiljöfrågor samt hälsofrågor. Även landstinget lyftes fram som viktigt i arbetet med hälsoaspekter, men också för till exempel kulturfrågor. Landstinget är även en stor fastighetsägare.

Deltagarna på workshoparna lyfte även fram nationella myndigheter som viktiga, till exempel Trafikverket, Skogsstyrelsen och Boverket. I Länsstyrelserna (2012) listas de mest berörda myndigheterna:

- Boverket
- Energimyndigheten
- Havs- och vattenmyndigheten
- Jordbruksverket
- Lantmäteriet
- Livsmedelsverket
- MSB – Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
- Naturvårdsverket
- Riksantikvarieämbetet
- SGI – Statens geotekniska institut
- SGU – Statens geologiska undersökning
- Skogsstyrelsen
- SMHI
- Svenska kraftnät
- Trafikverket
- Vattenmyndigheterna

Näringslivet kommer in på många aspekter av anpassning till ett förändrat klimat. Mer om det kan läsas i kapitel 10.

6. Kommunikationer

6.1. Allmänna konsekvenser

I det här kapitlet beskrivs klimatförändringarnas effekter på kommunikationer, dvs. vägar, järnvägar och broar. Klimatförändringarnas påverkan på transportsystemen kommer enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen (Miljödepartementet 2007) att bli betydande. Den ökande nederbörden och höga flöden för med sig en ökad risk för översvämningar, bortspolning av vägar- och järnvägar, skadade broar och allmänt ökade risker för ras, skred och erosion.

Järnvägsnätet drivs till stor del på el och är därmed kraftigt beroende av ett fungerande elsystem. Slås detta ut på grund av naturolyckor såsom t.ex. översvämningar påverkas alltså även järnvägskommunikationerna. Ett varmare klimat kan få både positiva och negativa konsekvenser på järnvägarna. Risken för rälsbrott minskar med de mildare vintrarna samtidigt som solkurvor och underhållsbehovet på somrarna ökar i ett varmare klimat. Om det blir intensivare vindar kan de komma att påverka järnvägssystemet i allt högre grad genom stormfällning vilket hindrar framkomligheten och påverkar kraftmatningen.

Ökade temperaturer kommer innebära färre vägsador orsakade av tjäle medan värme- och vattenbelastningsrelaterade skador kommer att öka. Minskade snödjup i terrängen kommer för Västernorrlands del innebära att marken blir mindre "isolerad" under vinterhalvåret vilket gör att tjälen kan gå längre ner. För öppna marktytor, såsom vägbanor, råder det motsatta och såväl säsongen för tjäle som tjäldjupet förväntas minska på grund av ökande temperaturer och kortare vinter (SGI 2010). Om man använder tjälen som en resurs för vägens bärighet kan dessa vägar i framtiden kräva ett större underhåll, det gäller framförallt plogade grusvägar och skogsbilvägar.

Högre temperaturer och grundvattennivåer ger ökande spårbildning genom deformation. På de flesta vägar i Sverige med normala trafikflöden bedöms underhållet för spårbildning öka med 5 procent. I norra Sverige bedöms underhållet för spårbildning på vägar med låga trafikflöden istället minska med 5 procent (Miljödepartementet 2007). Kommunernas kostnader för drift och underhåll kommer dock förmodligen totalt sett bli högre i norr (Arvidsson m.fl. 2012).

Översvämningar av vägar och vägunderfarter förväntas öka i hela landet. Förutom de direkta konsekvenserna för trafiken innebär detta även risk för personskador och ett ökat underhållsbehov på grund av bärighetsskador (Miljödepartementet 2007). Översvämningar i städer orsakas ofta av korta intensiva regn när det lokala dagvattensystemet inte klarar av att leda bort vattenmängderna. I många fall sker bortspolning av vägar där vatten dämmer upp vid trummor på grund av otillräcklig kapacitet eller för att trumman satt igen av skräp, grenar, löv och annat som vattnet fört med sig.



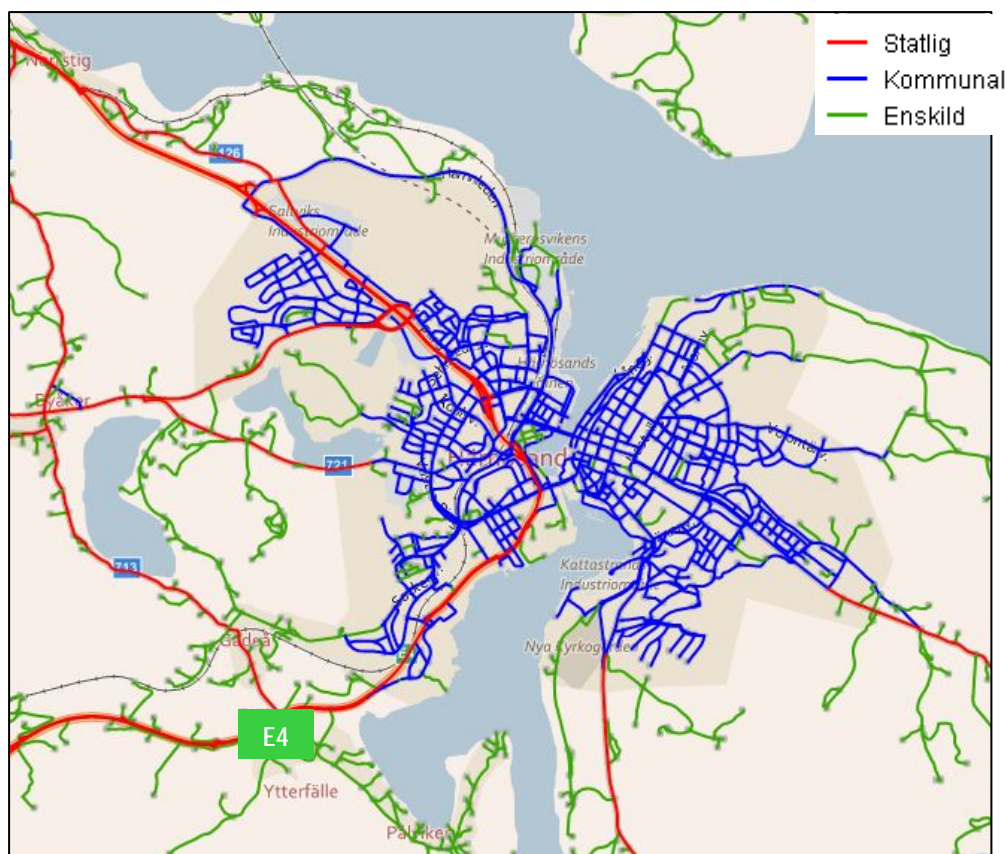
Figur 28: Översvämning av riksväg 90 och järnväg vid Väja den 19 september 2013. Foto: Kramfors kommun.

Väg- och järnvägsnätet i Västernorrland är att beteckna som relativt glest vilket innebär en ökad sårbarhet eftersom omledningsmöjligheterna vid skador är få. Inne i de större samhällena är de lokala omledningsmöjligheterna bättre men få omledningsmöjligheter finns för de regionala kommunikationerna. Järnvägsnätet i norra Sverige är till största del enkelspårigt vilket innebär att järnvägstrafiken är mer sårbar här än i andra delar av landet. Anpassningar och åtgärder bör prioriteras där det redan i dagens klimat finns svagheter i transportsystemet.

6.2. Konsekvenser specifikt för Härnösands kommun

6.2.1 Vägnätet i Härnösands kommun

Det kommunala vägnätet i Härnösands kommun är utspritt på orterna Härnösand (**Figur 29**), Ålandsbro, Utansjö, Ramvik och Viksjö. I kommunen finns totalt 11 mil gator som kommunen ansvarar för. GC-nätet omfattar ca 21 km och det finns ett politiskt mål att utöka GC-nätet varje år. Kommunen ansvarar även för drift och underhåll av ca 20 stycken enskilda vägar. Större delen av vägnätet i kommunen är enskilt (Härnösands kommun 2014). Som kan ses i figuren går även europaväg E4 (förbinder norrlandskusten med södra Sverige) och ett antal statliga länsvägar genom huvudorten. Detta gör Härnösand till en viktig knutpunkt för de regionala transporterna.



Figur 29: Omfattning av det kommunala vägnätet (markerat i blått) i Härnösand (Trafikverket 2014)

I Härnösands kommun har drift och underhåll av det kommunala vägnätet lagts ut på entreprenad. Entreprenören ansvarar för lagning av tjälskador mm. under sommaren samt för snöröjning och sandning under vinterhalvåret. I kommunen sker halkbekämpning enbart med sand och grus, saltning tillåts inte på kommunens gator av miljöskäl (Härnösands kommun 2014).

6.2.2 Riskområden i dagens klimat

Översvämning av vägar och järnvägar

I kommunen har översvämningar inträffat både på grund av höga flöden och vid extrema skyfall. Senast 2013 inträffade översvämningar på grund av kraftigt regn som drabbade såväl tågtrafiken som stora och mindre vägar (Trafikverket 2013). År 2000 fick akuta insatser göras vid bl.a. Eksjödammen och Västanådammen för att undvika dammbrott (Länsstyrelsen Västernorrlands län 2000).

Översvämningsskarteringen av Gådeån visade att närliggande vägar, t.ex. länsväg 718 i höjd med Locke, kan komma att drabbas vid översvämning i ån. Vid beräknat högsta flöde (BHF) visar beräkningarna att tre broar översvämmas både i dagens klimat och enligt framtida klimatscenarier år 2100 (namnreferenserna återfinns i rapporten, se Länsstyrelsen Västernorrland 2013a):

- "Bro18", vägbro över Gussjön
- "Bro10", vägbro uppströms järnvägsbron
- "Bro12", liten bilbro uppströms "Damm16"

Vid tre av broarna stiger vatten upp över underkant vägbana vid simulering av framtida BHF, men vägbanan överströmmas ej:

- "Bro2", nedströms Gussjön
- "Bro3" strax nedströms "Damm16" och
- "Bro4", vägbro över Långsjön

Den sistnämnda bron dämmer även vid dagens BHF. Vid övriga scenarier stiger vatten inte över underkant brobana.

Översvämningsrisker föreligger även intill dammarna runt om i kommunen om regleringen av dessa inte fungerar eller sköts korrekt. I september 2013 inträffade t.ex. översvämningar av ett flertal lokala vägar i byn Flöde då dammluckorna i Bäcklandsdammen öppnades för sent. Översvämningarna drabbade även andra områden och bland annat var vägen från Ramvik mot Kramfors avstängd (Allehanda.se 2013).

Ras, skred och erosion

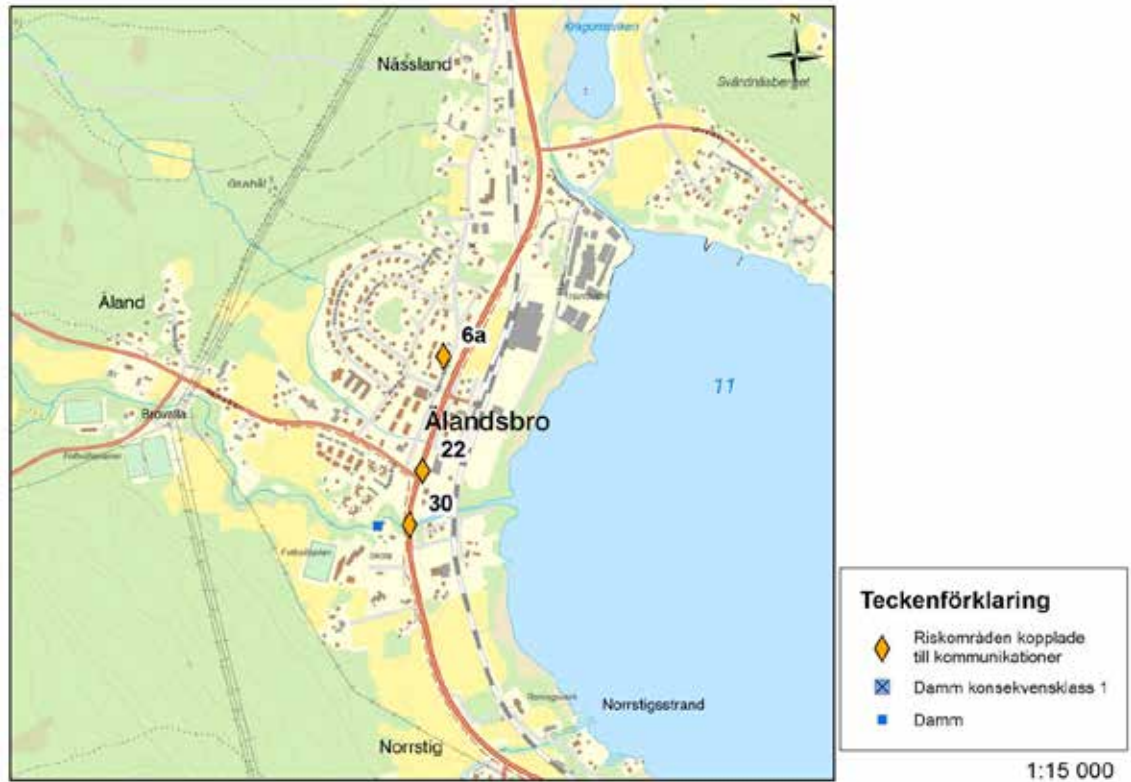
I Härnösands kommun finns ett antal områden där förutsättningar för ras och skred har identifierats (Räddningsverket 1996). Det finns kommunalt vägnät inom de karterade områdena i Utansjö, Älandsbro och Geresta (Härnösand). Stabilitetsutredningen visade att områdena överlag är stabila förutom i slänterna ner mot vattendragen. Utredningen utfördes 1996 vilket innebär att förhållandena på platserna kan ha ändrats. Under workshopen framkom exempelvis att åtgärder har genomförts i Älandsbro och Gådeå (se nedan).

Söder om Älandsbro går såväl järnvägen som vägen ner till reningsverket Norrstig nära en kuststräcka där det finns förutsättningar för erosion.

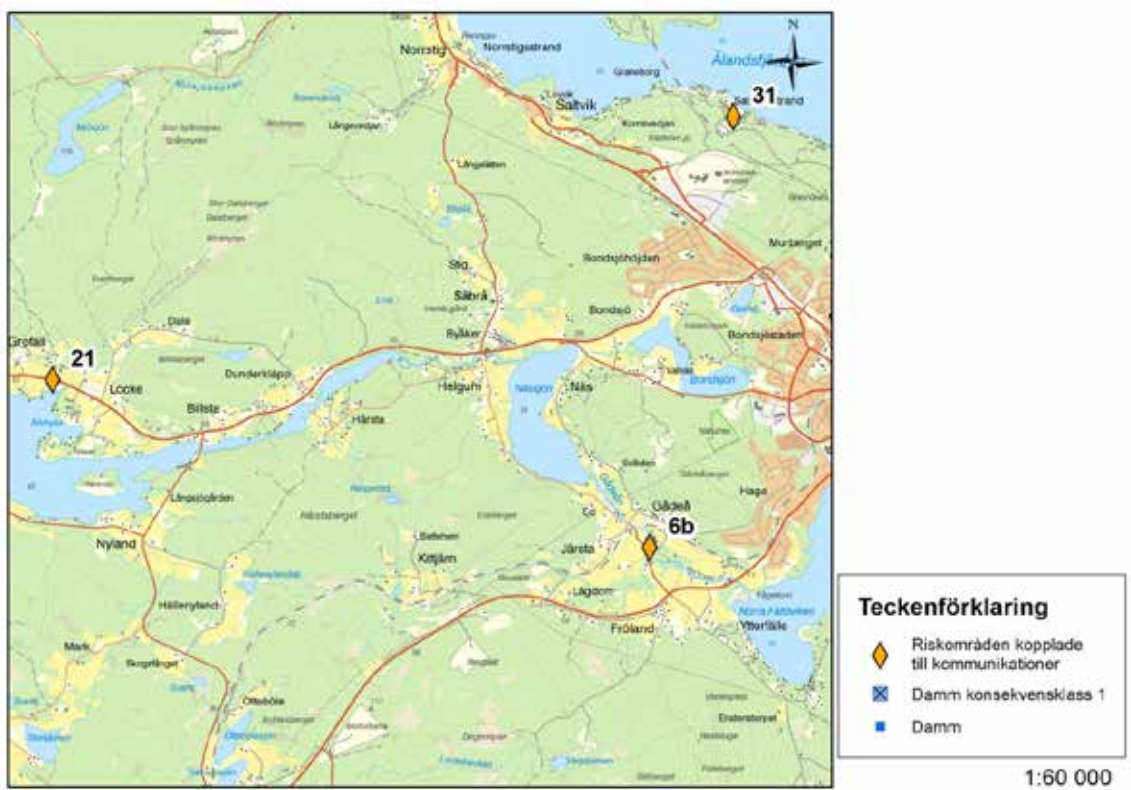
Det kan även finnas förutsättningar och risk för ras, skred och erosion i närheten av enskilda vägar där kommunen är väghållare. Detta redovisas dock inte i den här rapporten.

Resultat från workshop

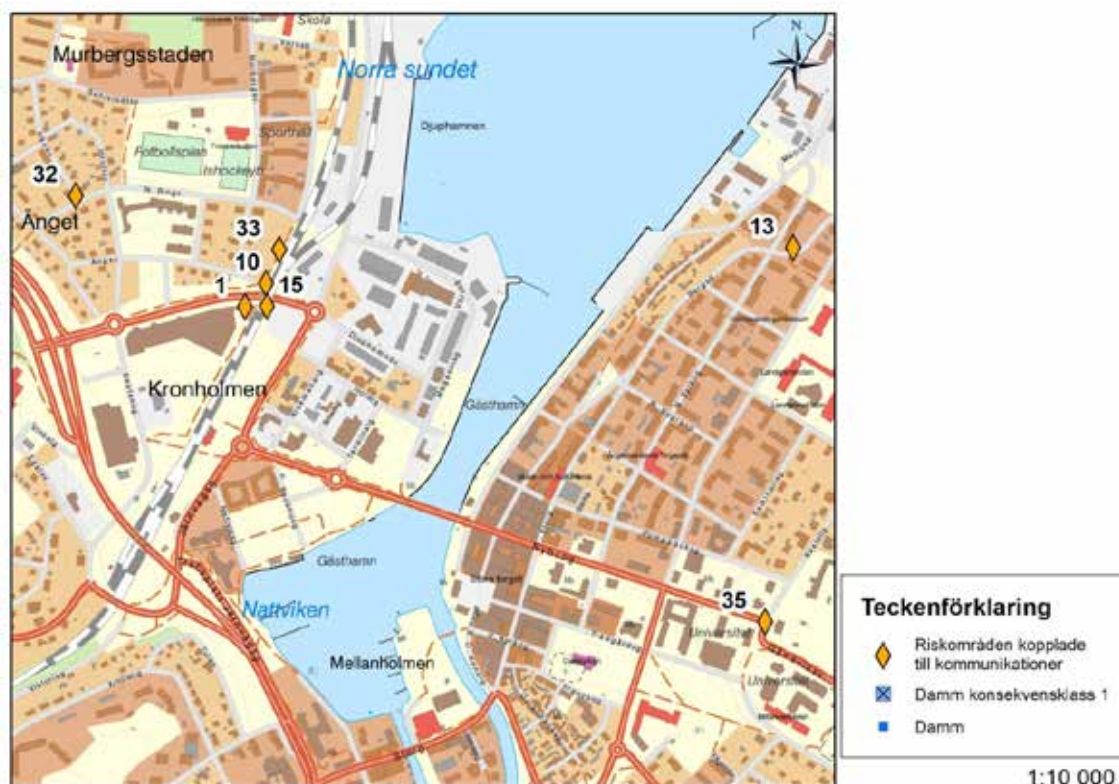
Vid workshopen den 12 mars pekades riskområden ut kopplat till kommunikationer. Deltagarna ombads identifiera både sådant som har hänt eller som kan komma att hända i ett förändrat klimat. I **Figur 30-Figur 32** visas utpekade problemområden kopplade till naturolyckor t.ex. översvämningar eller ras och skred. Numreringen hänvisar till en beskrivning som finns listad i bilaga 1.



Figur 30: Identifierade riskområden för kommunikationer i kommunen (Workshop 2014)



Figur 31: Identifierade riskområden för kommunikationer i kommunen (Workshop 2014)



Figur 32: Identifierade riskområden för kommunikationer i kommunen (Workshop 2014)

De huvudsakliga problemen för kommunikationerna i Härnösand har skett i samband med intensiv nederbörd. Vid höstregn 2011 och 2012 rann stora mängder vatten från Murberget, via Brännerigatan och Bollgränd, ner mot Bondsjöleden och viadukten under järnvägen (punkt 1, 10, 15, 33). Detta ledde till en lokal översvämning av viadukten och begränsad framkomlighet. Stora mängder vatten kom även via Hästskon och Norra Ringvägen vilket bidrog till översvämningen i viadukten på Bondsjöleden (punkt 32).

Även på andra håll i centrala Härnösand har intensiv nederbörd lett till problem för gator och kommunikationer. Vid ett kraftigt regn i augusti 2013 skedde ett vägras i en slänt vid Bergsgatan in på en närbelägen tomt. Detta var inte första gången det rasade i slänten och tidigare åtgärder har satts in för att öka stabiliteten (punkt 13). I södra delarna av Härnösand, i området Haga, har vatten strömmat längs Kastellgatan och vidare längs Nybrogatan vid kraftig nederbörd. Detta berodde vid tillfället även på igensatta trummor (punkt 35).

Två områden i Älandsbro och Gådeå (punkt 6a respektive 6b) studerades i Räddningsverkets översiktliga stabilitetskartering från 1996. I dessa båda områden har åtgärder utförts för att öka stabiliteten. Vid höga flöden och skyfall, t.ex. år 2000 och 2001, blir nivåerna i Älandsån/Ramsåsån så höga att E4:an översvämmas. Översvämningarna berodde på att säkerhetsbrädden ligger högt vilket innebär att vattnet tog vägen över E4:an istället för att rinna som tänkt (punkt 22, 30).

Vid regnen 2000 och 2001 skedde även översvämningar på andra håll runtom i kommunen, t.ex. översvämmades ett antal vägar omkring Stigsjö (punkt 21). Översvämningarna ledde bland annat till att hemtjänsten hade svårt att ta sig fram i ytterområden samt att skolbarn inte kom till skolan.

6.2.3 Risker och möjligheter I ett förändrat klimat

Översvämning av vägar och järnvägar

Översvämningens riskerna för vägar längs med Gådeån bör enligt översvämningsskarteringen öka något i ett framtida klimat. Detta beror på att utbredningen vid 100-årsflöde respektive beräknat högsta flöde (BHF) ökar något jämfört med dagens klimat. I övrigt bör översvämningens risker för vägar intill mindre vattendrag öka något i samband med extrema nederbördsmängder och skyfall.

Ett förändrat nederbördsmonster med ökade nederbördsmängder under höst, vinter och vår, kan komma att öka riskerna för översvämning i mindre vattendrag samt inne i samhällen. Framför allt ökad och intensivare sommar- och höstnederbörd kan orsaka översvämningar, såväl utanför som inne i samhällen.

Intensivare nederbörd kan även få konsekvenser på vägtrummor samt vägar och broar som korsar eller löper längs med såväl större som mindre vattendrag i kommunen. Områden och vägar som redan idag har drabbats av intensiv nederbörd riskerar att drabbas hårdare och allt oftare i ett förändrat klimat.

Ett varmare klimat innebär att vårfloden kommer att minska samt att den inträffar tidigare på året. Det kan komma att innebära färre vägskador i samband med vårfloden, framförallt i reglerade vattendrag som Ångermanälven.

Sammanfattningsvis anses risken för avbrott på det kommunala vägnätet till följd av översvämning vara liten. De kommunala vägarna i Härnösand ligger överlag på behörigt avstånd från de översvämningsskarterade områdena längs Gådeån och Ångermanälven. Översvämning på grund av intensiv nederbörd inne i staden och kring mindre vattendrag anses utgöra den största risken.

Ras, skred och erosion

Ett förändrat klimat kommer för Härnösands kommun bl.a. innebära intensivare somarnederbörd samt ökad nederbörd på hösten då marken ofta är mättad och grundvattennivåerna högre. Ökade yt- och grundvattenflöden i samband med klimatförändringarna kan därför leda till en ökad risk för ras och skred i samband med höga portryck samt ökad erosion. Detta innebär i sin tur en ökad risk för avbrott och skador på de kommunala vägarna jämfört med dagens klimat, framförallt de som redan

idag ligger inom eller nära områden med otillfredsställande stabilitet (se kap 6.1.).

Det kan även finnas förutsättningar för ras och skred i andra delar av kommunen som hittills inte kartlagts men som kan komma att påverka kommunikationerna.

Varmare klimat

Härnösands kommun kommer se en viss ökad frekvens av antalet nollgenomgångar vintertid. Plogade och därmed oisolerade vägar är särskilt utsatta för en ökad frekvens av nollgenomgångar eftersom det innebär att vägbanan fryser fler gånger. Vid varje fryscykel ökar risken för tjälskador på vägarna. Högre frekvens av nollgenomgångar innebär fler tillfällen med halka vilket leder till att användningen av vägsalt eller annan halkbekämpning ökar. Betongkonstruktioner är särskilt utsatta eftersom såväl vägsalt som snabba temperaturväxlingar har en nedbrytande effekt på betongen. Ökad användning av vägsalt kan även få effekter på lokal natur och försämra dagvattenkvaliteten.

Resultat från workshop

Inga ytterligare risker eller möjligheter för kommunikationssystemen i ett förändrat klimat identifierades på workshopen. Däremot konstaterades att det finns ett stort behov av att identifiera och analysera risker och möjliga åtgärder för att möta ett förändrat framtida klimat.

6.3. Behov av åtgärder

Det är viktigt att klimatanpassningen av kommunala vägar integreras i den kommunala planeringen och att åtgärder implementeras i det kontinuerliga arbetet med drift och underhåll. Genom att specialinriktade insatser mot områden som redan idag är sårbara ökar systemens robusthet och förmåga att stå emot effekterna av ett förändrat klimat. Regelbundna kontroller av känsliga vägavsnitt eller vägtrummor kan vara värdefulla och innebära att ett potentiellt problem avvägrs innan olyckan är framme. I klimatanpassningsarbetet ingår även att ha en väl fungerande nödberedskap som kan hantera extrema väderhändelser, eftersom dessa väntas bli allt vanligare i ett förändrat klimat (Arvidsson m.fl. 2012). I **Figur 33** visas hur drift och underhåll generellt kan bidra med klimatanpassning inom fyra olika klimateffektsområden, d.v.s. temperatur, nederbörd, snö och vind.



Figur 33: Översikt över klimatförändringarna som påverkar vägtransportsystemen, de specifika klimatteffekterna som förväntas påverka samt exempel på klimatanpassningsåtgärder (Arvidsson m.fl. 2012)

Här nedan följer utvalda exempel på specifika åtgärdsförslag för riskområden i Härnösands kommun som identifierats i den här studien.

I Härnösand har drift och underhåll lagts ut på entreprenad. Om inte kommunen och entreprenören är samordnade kan detta innebära en risk att fel beslut tas eller att responsen är för långsam vid kriser såsom översvämningar. I en rapport inom Norrlandsstudien diskuterades ett förslag på att "en obligatorisk krisklousul ska vara med vid alla upphandlingar och avtal. Kraven på krisberedskap hos entreprenörer ska vara mycket tydliga. Ett krav på vissa entreprenörer bör också vara att de förbinder sig att hålla koll på SMHI:s vädervarningar" (Trafikverket 2012). Detta är ett förslag på en åtgärd som kommunen kan införa för att säkra ansvarsförhållanden och responser vid en eventuell krissituation.

Sedan översvämningarna år 2000 som drabbade en stor del av Västernorrlands län, inklusive Härnösand, har Kramfors kommun vidtagit ett antal åtgärder för att minska konsekvenserna av höga flöden. I risk- och sårbarhetsutredningen för Kramfors kommun (Kramfors kommun 2008) gavs förslag på förebyggande åtgärder som kommunen behöver arbeta vidare med för att mildra konsekvenserna av höga flöden. Förslagen kan vara ett tips på hur det förebyggande arbetet i Härnösands kommun skulle kunna läggas upp:

- Fortsätta med kontinuerlig översyn av kända riskområden.
- Skapa tydligare rutiner för kommunledningen att gå ut med information till berörda förvaltningar i tidigt skede.
- Skapa tydligare rutiner för kommunikation mellan verksamheten, förvaltningsledning och kommunledning.
- Fastställa en nivå när det inträffade ska anses vara en "extraordinär händelse".
- Prioritera vilka åtgärder som ska vidtas.
- Öva beslutssituationer och ta fram konsekvensbeskrivningar.
- Ta fram färdiga planer för omdirigering av trafik vid eventuella vägavstängningar, inklusive bärighet.
- Skapa telefonlista till samverkande aktörer.

Åtgärderna som föreslås är på en generell nivå och gäller för flera av kommunens verksamheter, inte enbart för att mildra konsekvenserna för kommunikationer.

Konsekvenser av mer extrema regn, framförallt i området Murberget samt i centrala Härnösand, borde utredas i mer detalj. Aspekter som kommunen kan vilja titta extra noga på är till exempel vad som händer om staden förtätas ytterligare. Utredningen skulle även kunna visa om det finns instängda områden intill vägbankar där vägens stabilitet kan påverkas om stora mängder vatten blir stående. Det kan även vara intressant att utreda i vilka vägportar och viadukter det kan samlas stora mängder vatten, vilket begränsar framkomligheten. Exempelvis har översvämningar skett i viadukten under Bondsjöleden i samband med extrema skyfall de senaste åren. På workshopen den 23 april 2014 togs upp att kommunen skulle behöva kalla till ett möte för att diskutera problemen vid Bondsjöleden.

En översvämning utredning kan förutom att peka ut riskområden även visa på möjligheter för avledning och avvattning på ytan och vilka åtgärder som kan vidtas för att minska riskerna för översvämning av t.ex. bebyggelse vid extrema regn. Vissa gator kanske kan exempelvis agera som tillfälliga översvämningssytor eller huvudstråk för avrinning på mark vid extrem nederbörd.

I Ålandsbro och Gådeå har åtgärder vidtagits för att öka stabiliteten. Proaktiva åtgärder är utmärkta exempel på hur man kan arbeta för att minska riskerna för ras och skred både i dagens och i ett framtida klimat för att säkra funktionen på de kommunala vägarna. För att åtgärderna ska få hållbara effekter behöver de dock ses över regelbundet och underhållas med jämna mellanrum.

En klimatanpassningsåtgärd är även att se över valet av beläggingsmaterial och ha kännedom om hur vägkonstruktionen påverkas av ett förändrat klimat. I dagsläget är kännedomen om klimatförändringarnas inverkan på vägar begränsad men det finns en hel del forskning kring hur olika vägmateriell uppför sig när enstaka klimatfaktorer ändras. Exempelvis kan nedbrytningen av bundna lager öka. **Tabell 4** ger en överblick över hur klimatförändringarna kan påverka

bitumenbundna lager, för mer detaljer angående påverkan på andra material se Arvidsson m.fl. (2012).

Tabell 4: Klimatförändringars inverkan på bitumenbundna lager (Arvidsson m.fl. 2012).

Klimatparameter	Effekt
Ökad nederbörd	Kan minska beständigheten genom att accelerera åldringsförloppet och öka stensläpp och dubbdäcksavnötning
Varmare somrar	Ökad spårbildning, bättre läkning av mikrosprickor
Mildare vintrar	Minskad risk för uppkomst av lågtemperatur-sprickor. Lägre utmattningshållfasthet
Ökat antal tjällossningsperioder per vinter	Ökad risk för sprickor och slaghål
Fler frys/töcykler	Minskning i beständighet. Ökning av stensläpp och dubbdäcksavnötning

Översvämningar har även skett av enskilda och statliga vägar ute på landsbygden, exempelvis i Stigsjö och Ramvik. I samband med höga flöden och översvämningar i ytterområden är det viktigt att samordna insatser och koordinera arbetet eftersom omledningsmöjligheterna är små. Även om kommunen inte är väghållare kan andra kommunala verksamheter komma att drabbas, i exemplen ovan drabbades t.ex. hemtjänsten och skolbarn kunde inte ta sig till skolan. I samband med översvämningarna i Stigsjö och Viksjö sammanträdde kommunens krisledning vilket är ett bra exempel på en god respons.

Vatten kan leta sig in i vägens överbyggnad via sprickor i asfalten vilket kan minska vägens bärighet. Sprickor i asfalten kan också vara ett tecken på rörelser i marken. Regelbundna kontroller bör utföras och dokumenteras. Uppstår problem med sprickor på vägarna kan det vara befogat att ta in en geotekniker för att bedöma riskerna och eventuellt behov av stabiliserande åtgärder.

En av de enklaste åtgärderna som kan göras för att undvika vägras i samband med översvämningar är att säkerställa att vatten rinner undan när vattennivån sjunker. Genom att ha en regelbunden kontroll och rensning av vägtrummor samt dagvattenbrunnar kan risken minska för att dessa sätter igen. I de områden där vägtrummor hindrar vattenflödet kan det eventuellt bli aktuellt att byta ut dessa mot större trummor. Detta kan kräva kompletterande utredningar.

Avbrott i kommunikationerna längs E4:an bör ses som särskilt allvarligt eftersom vägen är viktig för de regionala transportererna. Översvämningarna som skett söder om Ålandsbro är ett exempel på en känslig vägsträcka längs E4:an genom Härnösands kommun. Det åligger dock Trafikverket och inte kommunen att vidta åtgärder för att minska riskerna och anpassa E4:an för ett ändrat klimat. Även om underhåll och eventuell klimatanpassning av vägarna inte åligger kommunen bör man ändå vara medveten om riskerna.

Genom att upprätta en aktiv dialog med Trafikverket kan riskerna minimeras för större avbrott i kommunikationerna.

6.3.1 Aktörer

Samhällsbyggnadsförvaltningen, bygg & miljö, kommunledningen, räddningstjänsten, vägföreningar och Trafikverket har identifierats som viktiga aktörer för att säkerställa kommunikationerna i Härnösands kommun i ett förändrat klimat. På workshopen den 23 april togs också upp att HEMAB, Härnösands hamn, Utansjöverken AB, länsstyrelsen och fastighetsägare bör engageras (Workshop 2014). Även VA-sidan och näringslivsenheten bör engageras i diskussioner och arbete om robust kommunikation

7. Bebyggelse och kulturmiljöer

7.1. Allmänna konsekvenser

Bebyggelse och kulturmiljöer kan drabbas av skador till följd av översvämningar, ras, skred och erosion. Strandnära bebyggelse kan drabbas av vattenskadorna vid höga flöden i vattendrag. Vid extremt höga flöden kan byggnader skadas allvarligt och till och med spolats bort. Detta kan även orsaka ras och skred om bebyggelsen ligger på skredkänslig mark. Bebyggelse som ligger i lågpunkter kan drabbas av översvämningar vid kraftig nederbörd då vattenmängderna överskrider avloppssystemets kapacitet att avleda dagvattnet. I områden med kombinerade avloppssystem, d.v.s. där spillvatten och dagvatten avleds i samma ledning, kan källare översvämmas. Detta kan inträffa när kombinerade ledningar blir överbelastade och avloppsvatten trycks upp baklänges i servisledningar och rinner ut inne i källare. I ett duplicerat avloppssystem avleds dagvattnet i separata ledningar. I båda fallen kan nederbördsmängderna överskrida det dimensionerande flödet och översvämning på mark kan uppstå.

Byggnader och kulturminnen kan även påverkas av ett varmare och blötare klimat genom större risk för fuktskador, tillväxt av mögel och kvalster samt ökad nedbrytning av byggnadsmaterial. Kylbehovet kan öka, samtidigt som uppvärmningsbehovet minskar.

7.2. Konsekvenser specifikt för Härnösands kommun

7.2.1 Riskområden i dagens klimat

Översvämningar

MSB har gjort en översiktlig översvämningsskartering för Ångermanälven. SMHI har på uppdrag av Länsstyrelsen Västernorrland tagit fram en detaljerad översvämningsskartering längs sträckan från Gusjön vid Gusjönet, Brunneån, Brunnesjön, Långsjön, Helgumsån, Nässjön, Gådeån till Norra Fällövik. Skarteringarna visar översvämningssoner vid 100-årsflöde och för högsta beräknat flöde (HBF) enligt Flödeskommitténs riktlinjer vid dammdimensionering. (Länsstyrelsen Västernorrland 2013a) Se även kap 4.1 Översvämning.

Ångermanälven går egentligen inte genom Härnösands kommun men mynnar vid kommungränsen vid Ramvik. Ingen bebyggelse inom Härnösands kommun bedöms drabbas av översvämningar varken vid 100-årsflöde eller HBF. Se **Figur 8** i kapitel 4.1.

Stränderna längs de skarterade vattendragen i Härnösands kommun beräknas bli översvämmade vid 100-årsflöde och HBF. Eftersom vattendragen till största del går genom glesbebyggt område så är det endast enstaka strandnära bebyggelse som kan komma att drabbas av

översvämning, till exempel vid Starred, Näset, längs Helgumsån och Gådeån, se **Figur 9** i kapitel 4.1.

Ras, skred och erosion

En översiktlig stabilitetsutredning inom bebyggda områden i Härnösand kommun utfördes av Räddningsverket 1996. Marken inom inventeringsområdena har indelats med hjälp av det befintliga kart- och flygbildsmaterialet samt den fältkontroll som utfördes 1996. Åfärornas tvärsnitt förändras efter hand på grund av successiv erosion och avlagring av material och situationen kan därför vara annorlunda i nutid. Viksjö, Ålandsbro, Gådeå, Geresta och Utansjö ingick i utredningen. Nedan redogörs endast för de områden där stabiliteten inte bedömdes som tillfredsställande. Se även kapitel 4.3.

I Viksjö är stabiliteten i större delen av utredningsområdet tillfredsställande. Det finns dock ett antal bostadshus i anslutning till släntkrön där det finns behov av utredning innan bedömning av stabilitetsförhållandena kan göras. Inga markarbeten eller byggnationer bör vidtas närmare än 100 meter från släntfot. Frisk vegetation i slänten bör behållas i och med att rötterna binder jorden och på så sätt stabiliserar slänten. Se **Figur 12**.

I Ålandsbro är stabiliteten i större delen av utredningsområdet tillfredsställande bortsett från en ca 30 meter bred remsa intill ån. Vid Ramsåsvägen finns ett flerbostadshus i anslutning till släntkrön och ett antal bostadshus i direkt anslutning till släntkrön där det finns utredningsbehov för att stabilitetsförhållandena ska kunna bedömas. Inga markarbeten eller byggnationer bör vidtas närmare än 30 meter från släntfot. Frisk vegetation i slänten bör behållas i och med att rötterna binder jorden och på så sätt stabiliserar slänten. Se **Figur 13**.

I Gådeå är stabiliteten i större delen av utredningsområdet tillfredsställande bortsett från en ca 25-50 meter bred remsa intill ån. Det finns ett antal bostadshus, flerbostadshus och fritidshus i anslutning till slänt eller släntkrön längs Gådeån, där det finns behov av utredning för att stabilitetsförhållandena ska kunna bedömas. Inga markarbeten eller byggnationer bör vidtas närmare än 50 meter från släntfot. Frisk vegetation i slänten bör behållas i och med att rötterna binder jorden och på så sätt stabiliserar slänten. Se **Figur 13**.

I Geresta är stabiliteten tillfredsställande i större delen av utredningsområdet. Ett område som inramas av Rosenbäckshallén, Lidgatan och Ångströmsgatan bör utredas i och med att bebyggelsen står i anslutning till släntkrön med lera i jordprofilen. Inga markarbeten eller byggnationer bör vidtas närmare än 50 meter från släntfot. Frisk vegetation i slänten bör behållas i och med att rötterna binder jorden och på så sätt stabiliserar slänten. Se **Figur 13**.

I Utansjö är stabiliteten tillfredsställande i större delen av utredningsområdet med undantag från en 20-50 m bred remsa intill Utansjöån. Ett område med tre bostadshus i anslutning till släntkrön vid Banvägen bör

utredas för att stabilitetsförhållandena ska kunna bedömas. Inga markarbeten eller byggnationer bör vidtas närmare än 50 meter från släntfot. Frisk vegetation i slänten bör behållas i och med att rötterna binder jorden och på så sätt stabiliserar slänten. Se **Figur 12**. (Statens Räddningsverk 1996)

Resultat från workshop

I **Figur 24-Figur 37** visas riskområdena kopplade till bebyggelse och kulturmiljö som framkom vid workshop med kommunen. Numreringen hänvisar till en beskrivning som finns listad i bilaga 1.

Hög havsnivå 2011 orsakade översvämningar på flera håll. Vattenståndet var +1,3 meter och vinden var ostlig. Sjöbodrar och bryggor blev skadade längs stora delar av kusten (punkt 16). Exempel på fler ställen som drabbades är Nattviken där källaren i landstingshuset svämmades över. Transformator klarade sig. (punkt 2a, 19), Alderskär (punkt 2b), Svenskär (punkt 2c), vid Djuphamnen orsakade det höga vattenståndet urspolning, erosion och skador på lager (punkt 17), piren drabbades också av överspolning och erosion (punkt 18). Se **Figur 34**.

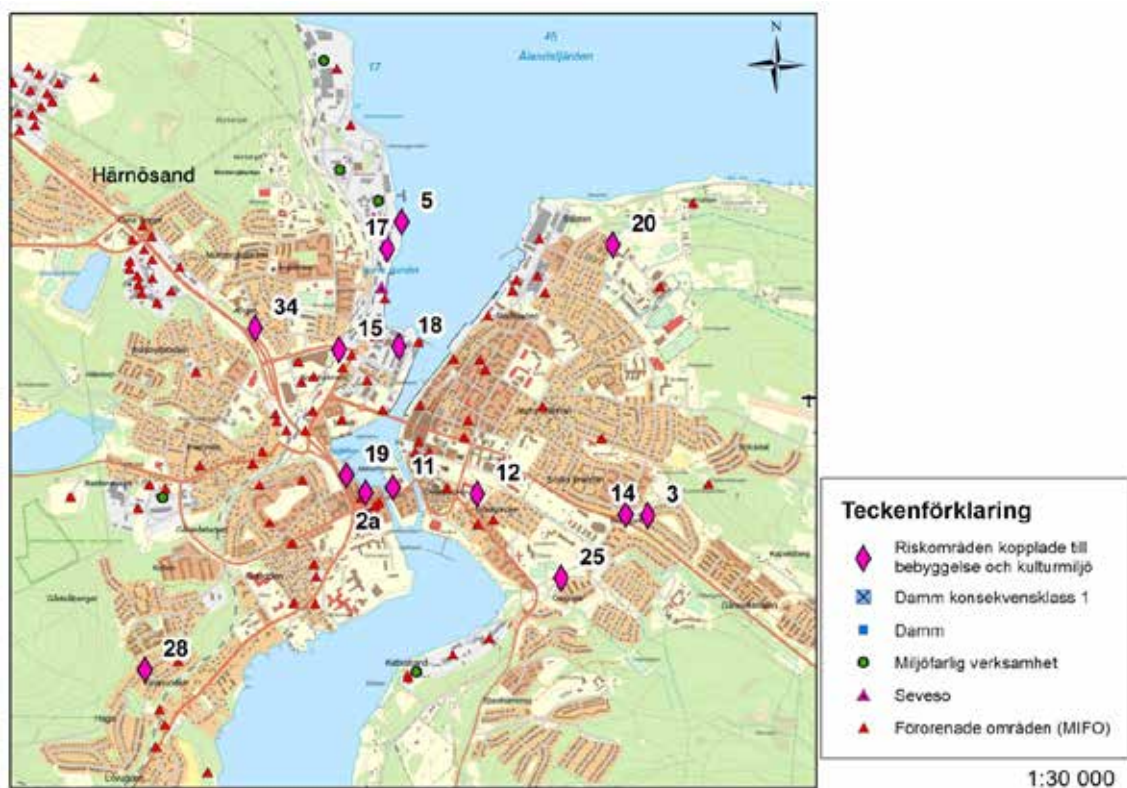
Vid ett lokalt kraftigt regn i augusti 2013 översvämmades OKQ8 vid Prästjorden på grund av att dagvattensystemet inte hade kapacitet att ta hand om allt vatten (punkt 14). Detta har även hänt tidigare då man vidtagit åtgärder. Översvämning har inträffat även efter åtgärder. Se **Figur 34**. I samband med kraftig nederbörd fylldes en dagvattenledning med sten och bråte. Vattnet tog därför en annan väg och var nära att dra med sig ett hus. Sedan dess har området helt byggts om inom Ådalsbanan. Inget liknande skyfall har inträffat efter vidtagna åtgärder (punkt 31). Se **Figur 36**.

Översvämmat dike och igensatt brunn orsakade översvämmad källare i Västansjö (punkt 27). Se **Figur 35**. Höga flöden och kraftig nederbörd 2000 och 2001 gjorde att hus i Ålandsbro, nedströms E4, fick avloppsvatten upptryckt i sina källare (punkt 29). Se **Figur 36**. Kraftig nederbörd 2010 orsakade källaröversvämning vid Ulvviksvägen i Ålandsbro (punkt 8). Se **Figur 36**. Kraftig nederbörd hösten 2013 orsakade översvämmade källare och ras i slänt vid Bergsgatan i Härnösand (punkt 3). Kraftig nederbörd i augusti 2012 orsakade översvämmade källare invid Bondsjöleden (punkt 15). Källaröversvämningar har även inträffat på grund av igensatt trumma i Haga (punkt 28). Se **Figur 34**. Vid kraftigt lokalt regn i augusti 2012 inträffade översvämning på tomter i Änget på grund av att en brunn satt igen. Inga skador uppstod dock (punkt 34).

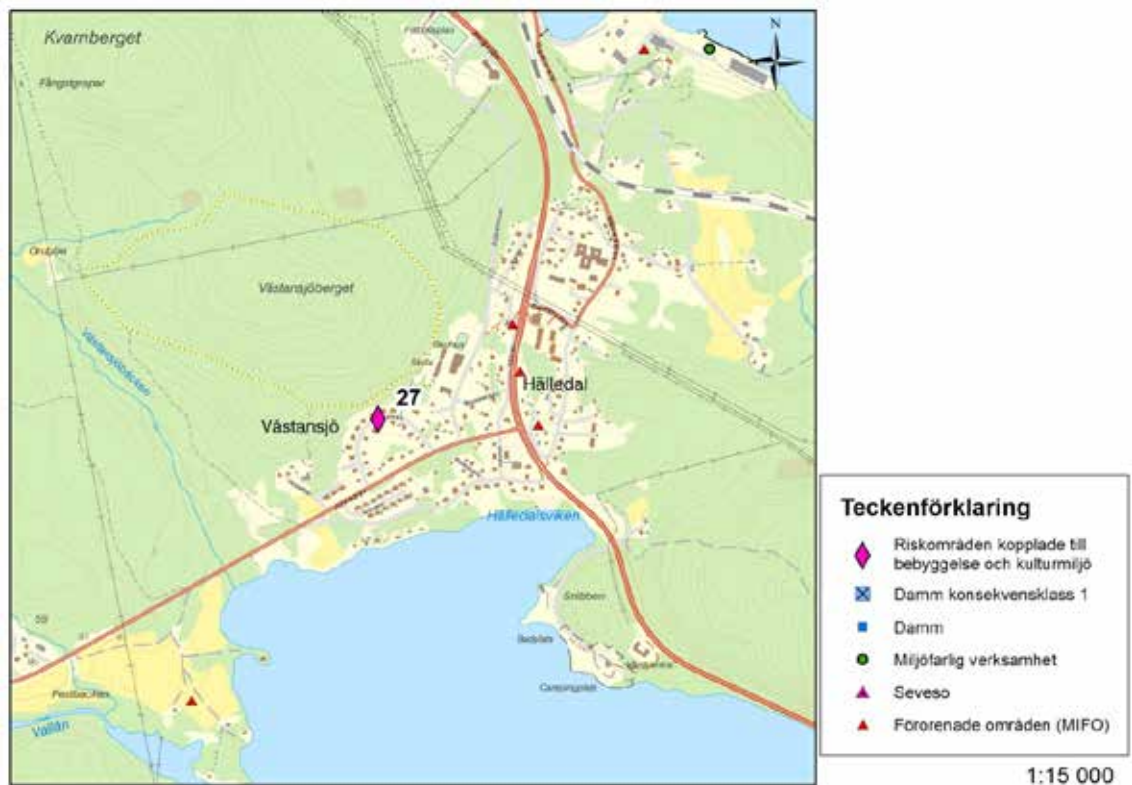
Stormen Dagmar 2011 blåste av tak på en radhuslänga i Sälsten (punkt 20). Stormen Ivar 2013 orsakade skador i form av att tak blåste av Härnösands teater på Mellanholmen (punkt 11) och en större carport i Hovsjorden blåste ner (punkt 12). En storm orsakade urgröpning av hamnens strandskoning (punkt 5). Hamnen har vidtagit åtgärder. Se **Figur 34**.

Gerestabäcken har en bitvis onaturlig dragning vilket bidrar till att flödet i vattendraget blir extremt högt i vissa delar i samband med kraftig

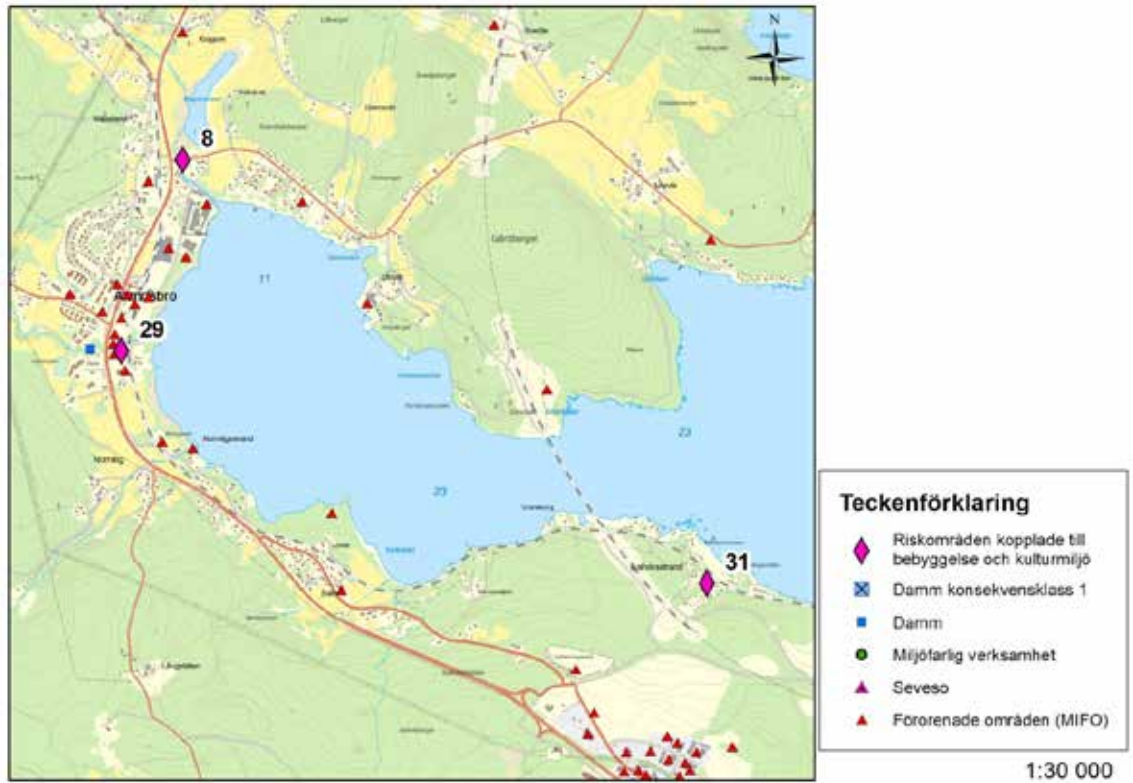
nederbörd., Det finns risk för erosion, ras, skred och översvämning. På -90-talet var det ett högt flöde i ett biflöde till Gerestabäcken som ledde till skador på två fastigheter. (punkt 25). Se **Figur 34**.



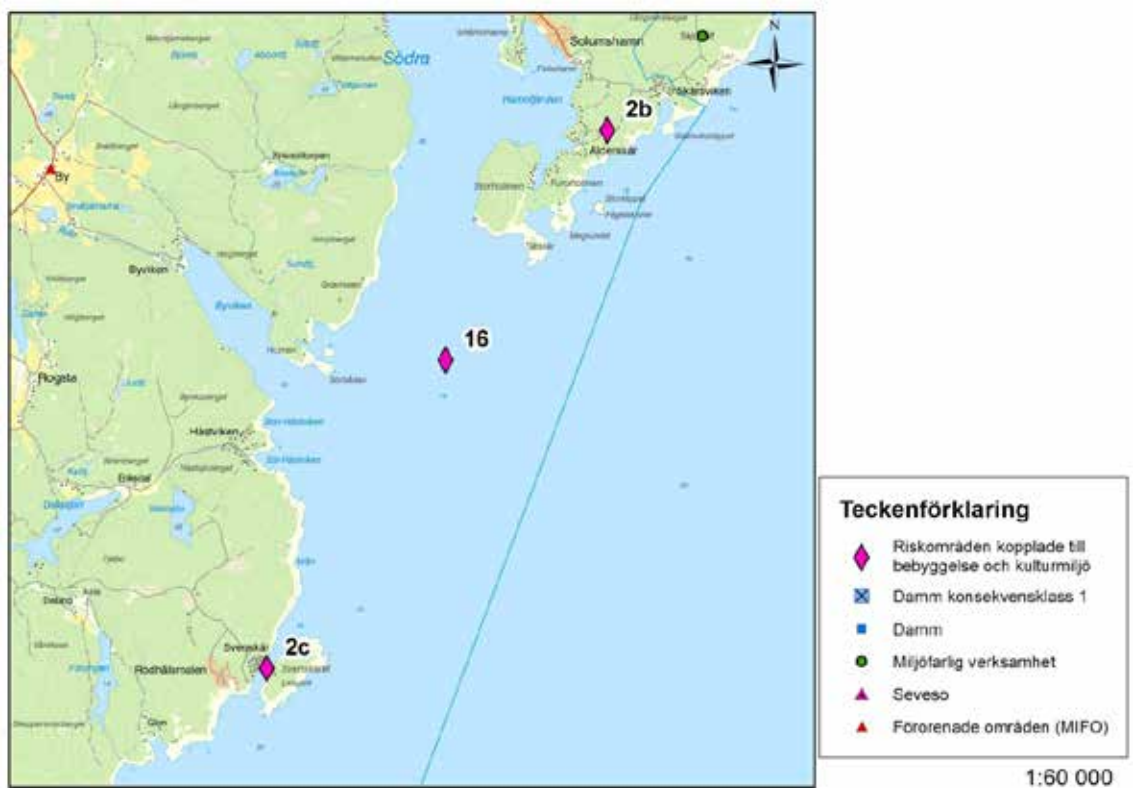
Figur 34: Identifierade riskområden för bebyggelse och kulturmiljö i kommunen (Workshop 2014)



Figur 35: Identifierade riskområden för bebyggelse och kulturmiljö i kommunen (Workshop 2014)



Figur 36: Identifierade riskområden för bebyggelse och kulturmiljö i kommunen (Workshop 2014)



Figur 37: Identifierade riskområden för bebyggelse och kulturmiljö i kommunen (Workshop 2014)

7.2.2 Risker och möjligheter i ett förändrat klimat

Översvämningar

De områden som idag har svämmat över kan även komma att översvämmas i ett framtida klimat. Eftersom en ökad medelvattenföring kommer att öka risken för översvämning under höst och vinter kan även andra områden ligga inom risk för översvämning. Inga specifika, ökade översvämningssrisker i ett förändrat klimat utöver de generella som redovisas i inledningen till kapitel 7 har identifierats för bebyggelsen i Härnösands kommun.

Ras, skred och erosion

De områden där det idag finns förutsättningar för ras, skred och erosion kommer även i ett framtida klimat att vara känsliga. Det kan även finnas förutsättningar för ras och skred i andra delar av kommunen som hittills inte kartlagts och som kan komma att påverka bebyggelse i ett förändrat klimat.

Kulturmiljö

Konsekvenser för kulturmiljövården har analyserats genom att jämföra kartor över riksintresse för kulturmiljö med kartor och analyser över risker för översvämning, ras, skred och erosion. Även bebyggelseregistret har använts för att identifiera kulturmiljöer respektive kyrkliga kulturminnen och byggnadsminnen. Detta har kompletterats med diskussioner under workshoparna.

I Härnösands kommun finns 3 kulturmiljöer av riksintresse, Gustavsvik, Härnösand och Vagnön. Dessa beskriver tre olika typer av kulturmiljöer; militär miljö, stadsmiljö/stifts- och residensstad och fornlämningsmiljö.

Den före detta örlogsdepån i Gustavsvik-Ramvik kan riskera att drabbas av översvämningar, antingen vid höga flöden i Ångermanälvens mynning eller vid höga havsvattennivåer. Fornlämningarna på Vagnön anses ligga så pass högt över befintlig havsvattennivå (5-30 m, Länsstyrelsen Västernorrland 2013b) att det inte föreligger någon risk för påverkan från ökade havsvattennivåer.

Härnösands kommun har ingått i en pilotstudie med syfte att ta fram en metod för översyn av länets riksintresseområden för kulturmiljövården. Syftet har varit att fördjupa kunskapsunderlaget samt att starta en dialog mellan länsstyrelsen och länets kommuner angående hur kulturmiljöerna uppfattas och hur de hanteras i plan- och byggprocessen (Länsstyrelsen Västernorrland 2013b).

I kommunen finns även 12 kyrkor som är klassade som kyrkliga kulturminnen och 9 byggnadsminnen (Riksantikvarieämbetet 2014, Länsstyrelsen Västernorrland 2014). Gamla byggnader och bosättningar ligger ofta högt och påverkas därför sällan av översvämningar.

Resultat från workshop

Inga ytterligare risker eller möjligheter utifrån ett klimatförändringsperspektiv identifierades under workshopen, kopplat till bebyggelse och kulturmiljöer. De ovan nämnda generella riskerna gäller för kommunen.

7.3. Behov av åtgärder

7.3.1 Strandnära bebyggelse

Planerings- och beslutsunderlaget för fysisk planering bör innehålla översvämningskarteringar och stabilitetskarteringar. I de områden där det finns förutsättningar för skred, ras och erosion behöver stabilitetsförhållandena utredas noga där det inte redan är gjort. Geotekniska undersökningar bör utföras innan byggande och andra åtgärder som innebär ökad belastning på marken eller höjd grundvattennivå vidtas. Inom områden med risk för skred, ras och erosion behöver tillfredsställande stabiliserande åtgärder vidtas innan de bebyggs.

En av de vanligaste orsakerna till erosion, såväl vid kusten som längs med vattendrag, är mänsklig aktivitet. Genom att anlägga erosionsskydd, pিরer och invallningar skyddas det lokala området men kan också innebära att erosionsproblematiken uppstår i ett annat område upp- eller nerströms. Det är viktigt att vara medveten om att de åtgärder som görs för att stabilisera strandkanter, med hjälp av t.ex. erosionsskydd, oundvikligen kommer att ändra transporten av sediment. Detta kan komma att innebära att ett närliggande område drabbas av erosion.

Åtgärder som behöver vidtas för att skydda strandnära bebyggelse från översvämning vid höga flöden och höga vattennivåer beror på hur tidigt ett flöde kan förutsägas och hur snabbt vattnet stiger. Snabba flöden och hastigt stigande vatten kräver permanenta lösningar. Åtgärder kan vidtas för att dämpa flödet genom ändrad hantering av reglering eller avledning till andra områden. Ett vattendrags avbördningskapacitet kan ökas genom en ökning av vattendragets tvärsektion, ombyggnad av dammar alternativt att bygga ytterligare en fåra. Invallning av vattendrag kan göras för att skydda intilliggande bebyggelse. Det är viktigt att beakta att invallade områden längs vattendrag uppströms kan orsaka översvämningar nedströms.

7.3.2 Befintlig bebyggelse

Kommunen bör göra en mer detaljerad studie av de områden i Härnösand som bedöms ha förutsättningar för översvämning, skred, ras och erosion enligt den översiktliga stabilitetsutredningen (Räddningsverket 1996). Även andra områden i kommunen kan behöva undersökas för att kunna identifiera riskområden och vidta åtgärder för att undvika skador till följd av översvämning, ras, skred och erosion. Vissa preventiva åtgärder kan vara nödvändiga att utföra i dagens läge medan andra kan utföras vid ett senare tillfälle då bättre kunskap kommer att finnas om klimatets påverkan. Det är alltså möjligt att anpassa förstärknings- och anpassningsåtgärder och

successivt öka skyddet mot översvämning, ras, skred och erosion. I vilken omfattning och i vilket tidsperspektiv som anpassningsåtgärder ska vidtas behöver studeras mer i detalj. Åtgärder som kan vidtas i områden med risk för ras, skred och erosion är beroende av förutsättningarna. Exempel på åtgärder är stödfyllning, schaktning, utflackning, förstärkning med cementpelare, sänkning av grundvattentryck, dräneringssystem, etablering av vegetation, dammar och kanalisering av strömfåror.

I ett framtida klimat behöver även översvämningrisker till följd av skyfall beaktas. Dagvattenledningssystem dimensioneras normalt sett för 1-, 2-, 5- eller 10-årsregn beroende på om det är ett instängt område och/eller inom eller utanför stadsbebyggelse (Svenskt Vatten 2004). Vid kraftiga skyfall kommer ledningssystemets kapacitet för avledning att överskridas och lokala översvämningar kan inträffa. En analys av vattnets ytavrinningsväg, då ledningssystemet är fullt till följd av kraftig nederbörd, kan göras. Syftet är att klargöra vilka områden som drabbas och utifrån det vidta åtgärder för omledning av dagvattenflödet till områden som inte är översvämningss känsliga. I lågt belägna befintliga områden kan bebyggelsen behöva vallas in och dag- och dränvatten behöva pumpas bort från området.

7.3.3 Ny bebyggelse

Vid planering av nya områden är det viktigt att beakta framtida hydrologiska förutsättningar och markens långsiktiga användbarhet för bebyggelse. I områden där det finns risk för översvämningar finns olika klimatanpassningsstrategier att välja utifrån lokala förutsättningar och de mål som formuleras för området. Exempel på klimatanpassningsstrategier är: reträtt - som innebär att undvika att bygga på mark med risk för översvämning samt att låta mark svämmas över vid vissa tillfällen, försvar – som innebär att området skyddas genom till exempel invallning som stänger ute vattnet från bebyggelsen, attack – där man ser vattnet som en möjlighet och att ny arkitektur och konstruktionslösningar gör det möjligt att bygga inom riskområdet (Building Futures och ICE 2009).

Det säkraste sättet att undvika skador till följd av översvämning är dock att undvika att bygga inom riskområden för översvämning samt ras och skred. Vid översikts- och detaljplanering samt vid bygglovsprövning ska översvämningrisker och risker för skred, ras och erosion beaktas. Nödvändig hänsyn bör tas till risker så att exploatering endast tillåts inom lämpliga områden med tillräckliga säkerhetsmarginaler. Det är viktigt att höjdsättning av mark och fastigheter vid planering av ny bebyggelse anpassas till högsta förväntade vattenstånd. På workshopen den 23 april 2014 togs upp att kommunen behöver ta fram riktlinjer för höjdsättning i samband med bygglov och detaljplaner. Det togs också upp att en analys behöver göras för detaljplanen vid Utsikten.

7.3.4 Kulturbyggnader

I det fortsatta arbetet med översynen av riksintressen för kulturmiljövård som initierats av Länsstyrelsen Västernorrland kan det vara intressant att lyfta upp klimatförändringarna och studera vilka risker som kan föreligga för specifika byggnader eller miljöer till följd av ett ändrat klimat.

Översynen för Härnösands kommun som redan är gjord kan då behöva kompletteras.

Löpande tillsyn och underhåll krävs för att minska risken för fuktskador och tillväxt av mögel vilket kan bli allt viktigare i ett förändrat klimat. Kommuner och länsstyrelser bör ha det i åtanke i sina kulturmiljöprogram. Ökad nedbrytning av byggnadsmaterial kan också kräva ett ökat underhåll. Ett varmare klimat innebär också att uppvärmningsbehovet minskar. Samtidigt kan kylbehovet under sommarhalvåret öka.

7.3.5 Aktörer

Samhällsbyggnadsförvaltningen, bygg & miljöförvaltningen, räddningstjänsten, kommunstyrelsen och Härnösandshus är viktiga aktörer i kommunen för en robust bebyggelse i ett förändrat klimat (Workshop 2014), liksom exploatörer och fastighetsägare. Även byggherrar kan vara viktiga att samarbeta med. Länsstyrelsen och Boverket är viktiga myndigheter i sammanhanget.

Samhällsbyggnadsförvaltningen, läns museet och Riksantikvarieämbetet bör ta ansvar för att kulturmiljövården tar hänsyn till ett förändrat klimat. I det arbetet kan även till exempel Svenska kyrkan, turismsektorn och föreningar engageras.

8. Tekniska försörjningssystem

8.1. Allmänna konsekvenser

8.1.1 Dricksvattenförsörjning

Dricksvattenförsörjningen är den i särklass viktigaste samhällsfunktionen, då rent vatten är förutsättning för allt liv. Det är inte bara enskilda invånare och andra levande varelser som är i behov av en god dricksvattenförsörjning för att kunna upprätthålla hälsa och hygien. Även viktiga samhällsfunktioner så som sjukhus och hälsocentraler, skolor, äldrevård och industrier, är beroende av att dricksvattenförsörjningen fungerar. Önskade händelser som kan drabba dricksvattenförsörjningen är många och inbegriper flera olika typer av incidenter. Det kan handla om att olika smittämnen eller föroreningar läcker ut i vattentäkter eller ledningsnät, avbrott i vattenproduktionen till följd av exempelvis el-bortfall samt extremt väder som påverkar vattenkvalitet och produktion. Konsekvenserna av sådana händelser kan bli mycket stora och kan även komma att utvecklas till extraordinära händelser (Västerbottens län 2011).

Smittspridning via dricksvatten eller avbrott i dricksvattenförsörjningen får stora ekonomiska och praktiska konsekvenser och medför stort mänskligt lidande. Det är därför viktigt att se över sårbarheten både med dagens och med framtidens förutsättningar i ett förändrat klimat samt att vidta förebyggande åtgärder.

Under senare år har hotbilden för dricksvattenförsörjningen börjat förändras både genom faktiska förändringar och ökande kunskaper. Risken att dricksvattenförsörjningen kan drabbas av vattenburen smitta genom parasiter, protozoer och virus bedöms generellt sett som större i dagsläget än tidigare. Många svenska vatten kommer successivt att få en ändrad kemi och biologi. Till exempel finns tydliga trender att humushalterna och algblomningarna ökar redan idag i många svenska ytvattentäkter. Ett varmare klimat med högre ytvattentemperaturer sommartid kan gynna tillväxten av blågröna alger. Risken att kemiska föroreningar av olika slag ska mobiliseras och spridas till vattentäkterna ökar vid exempelvis extrem nederbörd, skyfall eller översvämningar. Läkemedelsrester är ett exempel på förorening som tillförs vattentäkter via bräddvatten, renat avloppsvatten och från enskilda avlopp. Även belastning från diffusa källor, t.ex. näringsämnesläckage från jord- och skogsbruk, kan komma att öka. Hotbilden kommer sannolikt att förstärkas på grund av varmare temperaturer och kraftig nederbörd. Se även kapitel 4.5 Vattnets kvalitet och kvantitet.

De hydrogeologiska klimatscenarierna pekar på god ytvattentillgång och höjda grundvattennivåer på grund av ökad nederbörd och ökad avrinning i Västernorrlands län. En vattentäkts sårbarhet påverkas av tillrinningsområdets utbredning, topografi, vegetation, geologiska och hydrogeologiska förhållanden samt de verksamheter som bedrivs inom tillrinningsområdet.

Vattentäktens placering i topografin påverkar även sårbarheten vid översvämningar.

Generellt sett är riskerna fler och större för ytvattentäkterna jämfört med grundvattentäkter, som har en geologisk barriär i marken där det sker en naturlig avskiljning av organiskt material och mikrobiologiska föroreningar. Sårbarheten hos grundvattentäkter påverkas av mäktigheten på den omättade zonen i marken och vattnets uppehållstid i marken. Högre grundvattennivåer innebär att förorenat ytvatten kan komma i kontakt med grundvattentäkten. Se även kapitel 4.5. Vattnets kvalitet och kvantitet.

Grundvattentäkter kan bestå av bergborrade brunnar eller brunnar i lösa jordlager. Brunnens konstruktion och överbyggnad är av betydelse för hur brunnen tål extrem nederbörd eller snösmältning utan att påverkas av inläckande ytvatten. Vid översvämning vid grundvattentäkt finns risk att förorenat ytvatten kan läcka in i grundvattenbrunnarna. Vattenverk och tryckstegringsstationer kan även få problem med elförsörjning och drift.

Den relativt enkla behandlingen av råvatten till dricksvatten räcker i många fall sannolikt inte till i ett förändrat klimat. Svenska vattenverk är konstruerade för att klara smittämnen i form av bakterier. De klordoser som tillämpas i Sverige idag är i stort sett verkningslösa på parasiter och har måttlig effekt på virus. För grundvatten är avskiljningen av virus i marken starkt beroende av olika klimat- och grundvattenförhållanden, som snabbt kan förändras vid extremväder.

Distributionen av dricksvatten i ett ledningsnät kan på olika sätt få större påkänningar i ett klimat med större variationer. De ökade riskerna för översvämningar, ras och skred kan ge ökad risk för avbrott i dricksvattenförsörjningen om ledningar skadas eller om förorenat vatten kommer in i dricksvattensystemet. Varmare vattentemperatur kan leda till mikrobiologisk tillväxt i bland annat ledningssystemet.

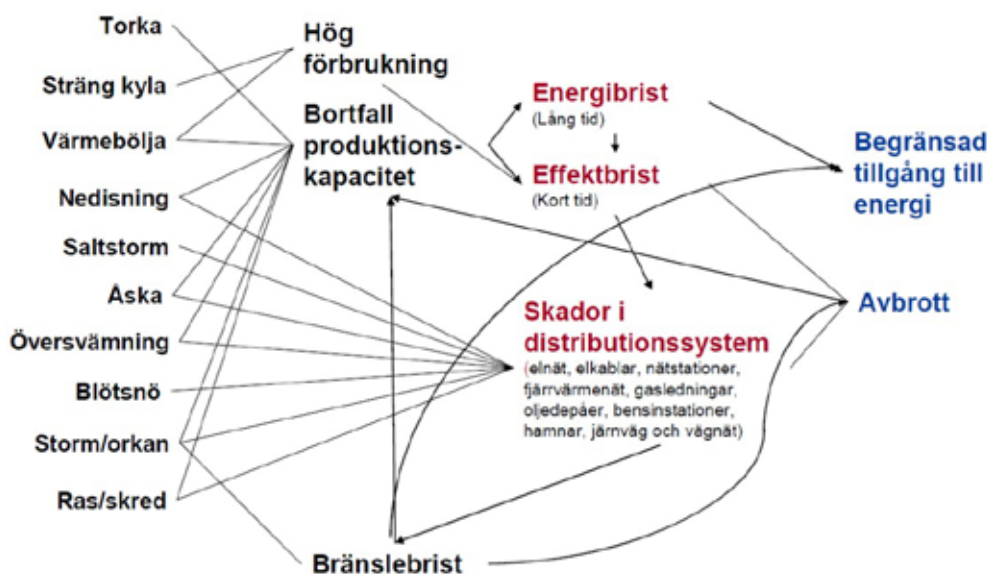
8.1.2 Avloppshantering

Ökad nederbörd och fler skyfall ställer stora krav på avloppssystemens kapacitet att avleda vatten både i dagsläget och i det framtida klimatet. De bebyggelseområden som redan idag är kritiska avseende översvämningar kommer att förbli kritiska och nya områden kan tillkomma. De klimatförändringar som generellt sett har störst påverkan på avloppssystemet är ökad regnintensitet och regnmängder samt höjda vattennivåer i hav, vattendrag och sjöar. I kombinerade avloppssystem transporteras spillvatten och dagvatten i samma ledningssystem. Vid kraftiga flöden på grund av nederbörd överskrids ledningarnas kapacitet och orenat avloppsvatten bräddar ut i recipienten vilket ger upphov till spridning av föroreningar i form av organiskt material, näringsämnen, mikrobiologiska föroreningar och läkemedelsrester. I duplikata avloppssystem avleds spill- och dagvatten i separata ledningar. Även här kan spillvattenledningarna belastas av nederbördsvatten på grund av felkopplingar och inläckage vilket ger en onödig belastning på

avloppsreningsverket. Om nederbörden överstiger dagvattenledningarnas kapacitet eller om dagvattenbrunnar är igensatta kan vattnet inte avledas och översvämning sker.

8.1.3 Energisystem och telekommunikation

Vädret kan påverka energisystem och telekommunikation på många olika sätt. **Figur 38** visar exempel på hur energiförsörjningen kan påverkas, oavsett klimatförändringarna. Vissa av de redovisade väderhändelserna kan öka eller minska i ett förändrat klimat.



Figur 38: Exempel på väderrelaterade hot och hur de kan störa energiförsörjningen. (Energimyndigheten 2008)

Elsystem och telekommunikation kan slås ut vid extremt väder så som stormar, kraftig nederbörd och åska. Som tidigare sagts så är det osäkert om det blir mer eller mindre stormar, men det kommer ändå att ramla fler träd än tidigare, bland annat beroende på minskad tjäle och högre grundvattennivå under vinterhalvåret. Trädfällning kan påverka både elsystem och telekommunikation negativt genom att träden drar med sig ledningar. Ökad nederbörd kan som tidigare beskrivits medföra ökade risker för skred, ras och erosion inom vissa områden. Detta kan påverka stabiliteten för stolpar, fjärrvärmennät m.m.

Åska och problemen med åsköverspänningar på elnätet kan komma att öka, men det är inte helt fastställt att det blir så (Elforsk 2007, Energimyndigheten 2009). Det är också svårbedömt huruvida problem med nedisning kommer att öka, men enligt ett resonemang i Elforsk (2007) skulle det kunna öka i norra Sverige. Nedisning av linor, stolpar och isolatorer skapar problem i form av elavbrott och knäckta kraftledningsstolpar.

Utslagning av elsystem och telekommunikation kan i sin tur innebära utslagning av trygghetslarm och kommunikationssystem RAKEL, som används för samverkan och ledning i krissituationer och för den dagliga kommunikationen för organisationer som arbetar med ordning, säkerhet eller hälsa. Även radio och TV används för kommunikation i krislägen och kan också slås ut av extremt väder.

Vad gäller användningen av energi så kommer den troligen att dels minska på grund av mindre behov av uppvärmning vintertid och dels öka på grund av mer behov av kyla sommartid.

Klimatförändringarna kan innebära fördelar genom att vattenkraftproduktionen sannolikt kommer att kunna öka (Elforsk 2007). Samtidigt kan påfrestningen på dammanläggningar bli större med en högre årsmedelnederbörd. Vattenmagasinen till kraftstationerna kan behöva tappas akut för att inte äventyra dammsäkerheten. Detta kan vålla problem nerströms längs vattendraget.

Under 2000-talet har ett större antal förstärkningsåtgärder genomförts av Vattenfalls dammar, för att dimensionera för så kallade extrema klass I-flödena (extrema kombinationer av regn och snösmältning) Beredskap för dammbrott finns i samarbete med kommunerna.

Kommittén för dimensionerande flöden för dammar i ett klimatförändringsperspektiv bildades 2008 genom en överenskommelse mellan Svenska Kraftnät, Svensk Energi, SveMin och SMHI. Kommitténs uppdrag var att leda ett program för att analysera och värdera klimatfrågans betydelse för dammsäkerheten med avseende på flödesdimensionering och ta initiativ till att nödvändiga studier kommer till stånd. (Kommittén för dimensionerande flöden för dammanläggningar i ett klimatförändringsperspektiv 2011)

8.2. Konsekvenser specifikt för Härnösands kommun

8.2.1 Dricksvattenförsörjning i Härnösands kommun

Det finns ett större och sex mindre vattenverk inom Härnösands kommun. Det större vattenverket heter Tallvägen och har ca 23700 pe anslutna. Råvattnet utgörs av ytvatten från Bondsjön. Dricksvattnet renas med kemisk flockning, sedimentering, filtrering och UV-ljus och klor. Det finns ett vattenskyddsområde för Bondsjön/Långsjön som reglerar verksamheter som riskerar att hota dricksvattenförsörjningen. Nya vattenskyddsföreskrifter håller på att tas fram. De mindre vattenverken är grundvattenverk och ligger i Brunne, Starred, Viksjö, Häggdånger, Rö och Smitingen. De har mellan 170-20 pe anslutna. I samtliga grundvattenverk renas vattnet med filter och UV-ljus, utom i Rö där det endast används UV-ljus. Viksjö vattenverk, som har 140 pe anslutna har vattenskyddsområde. I april 2013 inlämnades ansökan om vattenskyddsområde för Brunne grundvattenverk, som har 170 pe anslutna, för fastställande av Länsstyrelsen Västernorrland. Fyra grundvattenverk med 20 – 40 pe

anslutna saknar vattenskyddsområde, det finns dock planer för samtliga. (HEMAB, 2014)

8.2.2 Avloppshantering i Härnösands kommun

Det största avloppsreningsverk i Härnösands kommun ligger i Kattastrand och som har ca 20120 pe anslutna. Avloppsvattnet renas med mekanisk, biologisk och kemisk rening i gällersil, sandfång, aktivslamanläggning, mellansedimentering och sandfilter. Recipient för det renade avloppsvattnet är Södra sundet.

Det näst största avloppsreningsverket ligger i Norrstig och har ca 1220 pe anslutna. Avloppsvattnet renas med mekanisk rening i trumsil, biologisk rening i luftnings- och sedimenteringsbassänger samt kemisk rening i flocknings och sedimenteringsbassänger. Renat avloppsvatten släpps ut i Ålandsfjärden. Det finns även sju mindre avloppsreningsverk som har mellan 750 – 20 pe anslutna. Ramvik med 750 pe anslutna släpper renat avloppsvatten i Ramöfjärden/Ångermanälven.

I Härnösands tätort är 87 procent av avloppsledningssystemet duplicerat. I övriga orter är andelen duplicerat ledningssystem mindre än 25 procent.

Det finns ca 3000 enskilda avlopp inom kommunen. Kommunen har i dagsläget inte någon VA-plan, dagvattenstrategi eller beredningsplan. (HEMAB, 2014)

8.2.3 Energisystem i Härnösands kommun

Fjärrvärmens är väl utbyggd i Härnösand. HEMAB är en stor aktör för elförsörjningen.

8.2.4 Riskområden i dagens klimat

Dricksvattenförsörjning

Risk- och sårbarhetsanalys för Länsstyrelsen Västernorrland 2009 hade extra fokus på dricksvattenförsörjningen i länet. Vattenförsörjningen i länet bygger på ett antal större vattentäkter som försörjer tätorterna. Landsbygden försörjs från ett stort antal mindre vattentäkter. Det totala antalet vattentäkter är drygt 160 stycken, varav de flesta är grundvattentäkter i berg. I några fall finns ytvattentäkter som försörjer större tätorter. I flera fall löper större vägar eller järnväg genom vattenskyddsområden. Det innebär risker för förorening i händelse av olyckor, framförallt vid transport av farligt gods. Det har förekommit ett flertal incidenter med farligt gods inom vattenskyddsområden de senaste åren. Dessa har dock inte lett till någon förorening av dricksvatten. Salt från halkbekämpning kan påverka grundvattentäkter vilket gör att även mindre vägar kan utgöra en risk. Olika verksamheter inom vattenskyddsområden kan också utgöra en risk. Det kan handla om bekämpningsmedel eller petroleumprodukter som bensin, diesel och olja. Alla mer eller mindre vattenlösliga ämnen kan utgöra en risk för dricksvattenförsörjningen. Vid

intensiva och/eller långvariga kraftiga regn ökar dessutom risken för föroreningsspridning. Bebyggelse inom vattenskyddsområde kan utgöra en risk eftersom hushåll kan ha oljepannor och hemkemikalier som till exempel bekämpningsmedel i trädgården. Jordbruksmark och jordbruksfastigheter, enskilda avlopp och samlad bebyggelse, nedlagda och sanerade deponier samt skogsavverkning inom vattenskyddsområdet och i närheten av vattentäkter utan skyddsområde utgör risk för dricksvattenförsörjningen. Grundvattentäkter har högre motståndskraft mot smitta jämfört med ytvattentäkter.

Distributionssystemet riskerar att skadas om det ligger inom riskområde för ras, skred och översvämning. Detta kan leda till ledningsbrott och smittspridning. Extra sårbart är det om det inte finns någon reservvattentäkt eller redundans, d.v.s. möjlighet att få vatten från annat håll, i vattenledningsnätet. Sannolikheten för att dricksvattenförsörjningen ska slås ut av ras, skred och översvämning har bedömts som låg i Härnösands kommun. Översvämningar och skyfall samt ras, skred och slamströmmar kan orsaka en ökad risk för smittspridning och läckage av föroreningar som kan frigöras och läcka ut i vattentäkterna eller skadat ledningsnät.

Vattenverk som har tillgång till reservkraft för dricksvattenförsörjningen vid elavbrott minskar risken för leveransstörningar.

Vattenskyddsområde (VSO) för Viksjö Gammelgårdens grundvattentäkt ligger i Viksjö samhälle längs med Mjällån. Inom VSO finns Henry Wiséns åkeri som klassas om MIFO-område klass 3 (MIFO = **M**etod för **I**nventering av **F**örorenade **O**mråden, klass 3 = måttlig risk). Väg 331 ligger längs med vattenskyddsområdets östra gräns. Det finns tätbebyggt område inom vattenskyddsområdet. Dessa verksamheter kan utgöra en risk för vattentäkten i samband med översvämning till följd av kraftig nederbörd.

Bondsjön-Långsjöns vattenskyddsområde för ytvattentäkt i Bondsjön. Det finns ett sågverk (Hällinge ångsåg, MIFO klass 4 = liten risk) inom vattenskyddsområdet i strandnära läge som kan komma att översvämmas i samband med kraftig nederbörd. Det finns ytterligare ett sågverk i närheten av vattenskyddsområdet (Ullström o Asplunds snickeri och såg, MIFO klass 3). Stigsjövägen löper inom vattenskyddsområdets norra del. Tillrinningsområdet utgörs av skog, jordbruksmark och enstaka bebyggelse.

Avloppshantering

Reningsverket i Ramvik ligger på gränsen till översvämningssområde vid 100-årsflöde i Ångermanälven.

Energisystem

Det är framför allt snöoväder och storm som hittills har stört energiförsörjningen i kommunen.

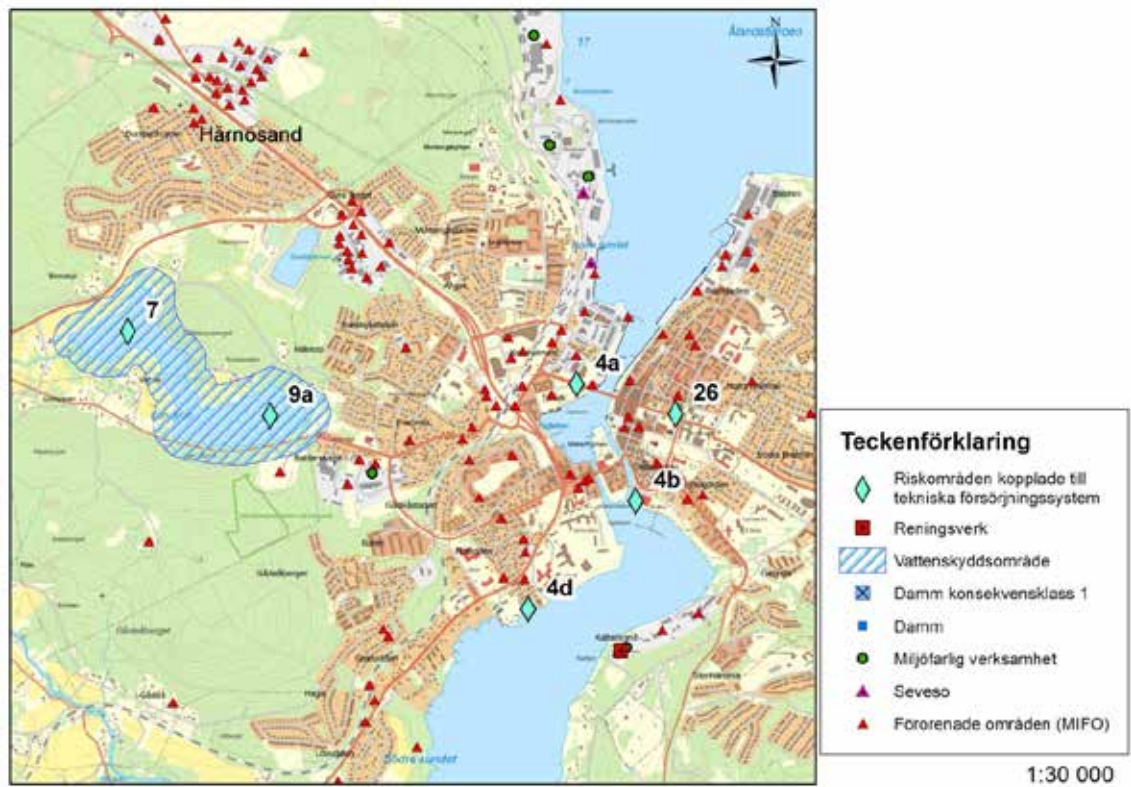
Resultat från workshop

I **Figur 39-Figur 42** visas riskområden kopplade till tekniska försörjningssystem som framkom vid workshop med kommunen. Numreringen hänvisar till en beskrivning som finns listad i bilaga 1.

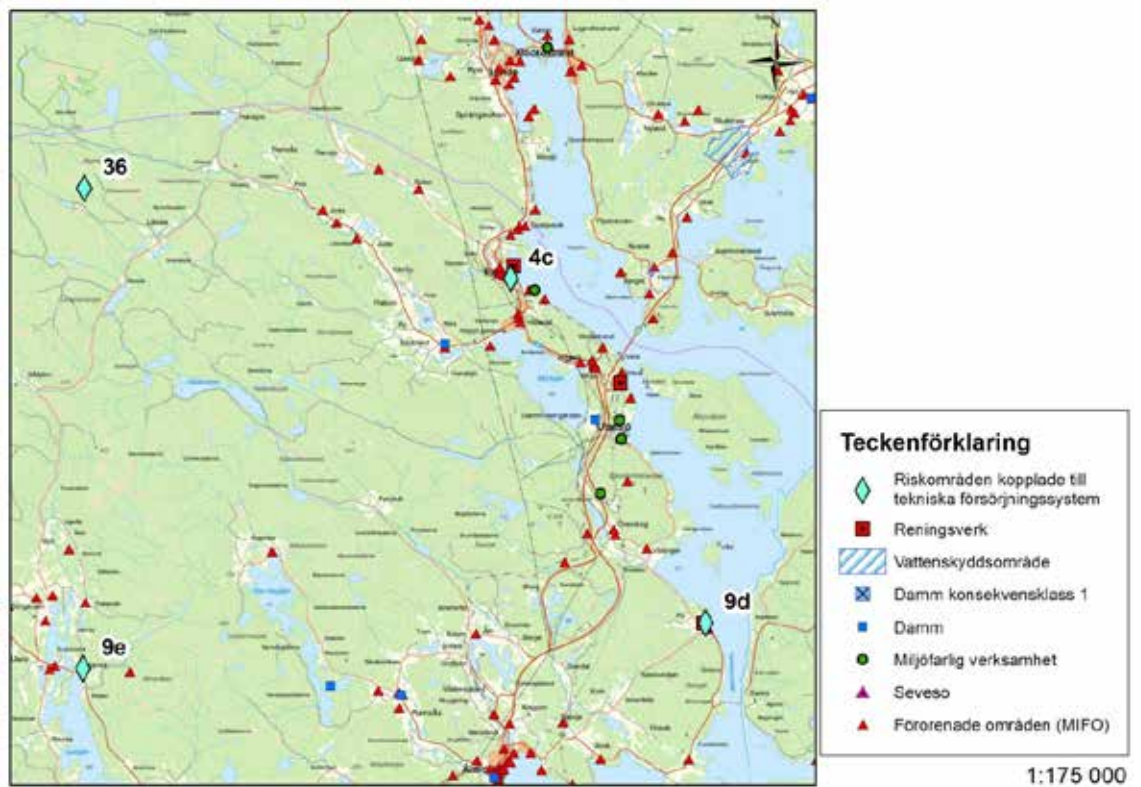
Pumpstationer har bräddat vid höga flöden i centrala Härnösand vid Torsvik (punkt 4a), vid badhuset (punkt 4b) och vid Fiskekroken (punkt 4d). Se **Figur 39**. Kommunen har en önskan om att man på nationell nivå tar beslut om bidrag till åtgärder om avlopps- och dagvattenledningar på privata fastigheter för att minska mängden tillskottsvatten i huvudmännens anläggningar.

Avverkning inom vattenskyddsområde för Bondsjöns vattentäkt i kombination med hög nederbörd 2011 gav en påverkan på dricksvattenkvaliteten. Vattenskyddsområde med föreskrifter håller på att tas fram (punkt 7). Se **Figur 39**. Pumpstationer i Ramvik har bräddat vid höga flöden i Ångermanälven (punkt 4c). I samband med kraftigt snöfall i slutet av 1990-talet knäcktes träd och ledningar av blötsnö. Detta ledde till långa strömavbrott (punkt 36). Se **Figur 40**.

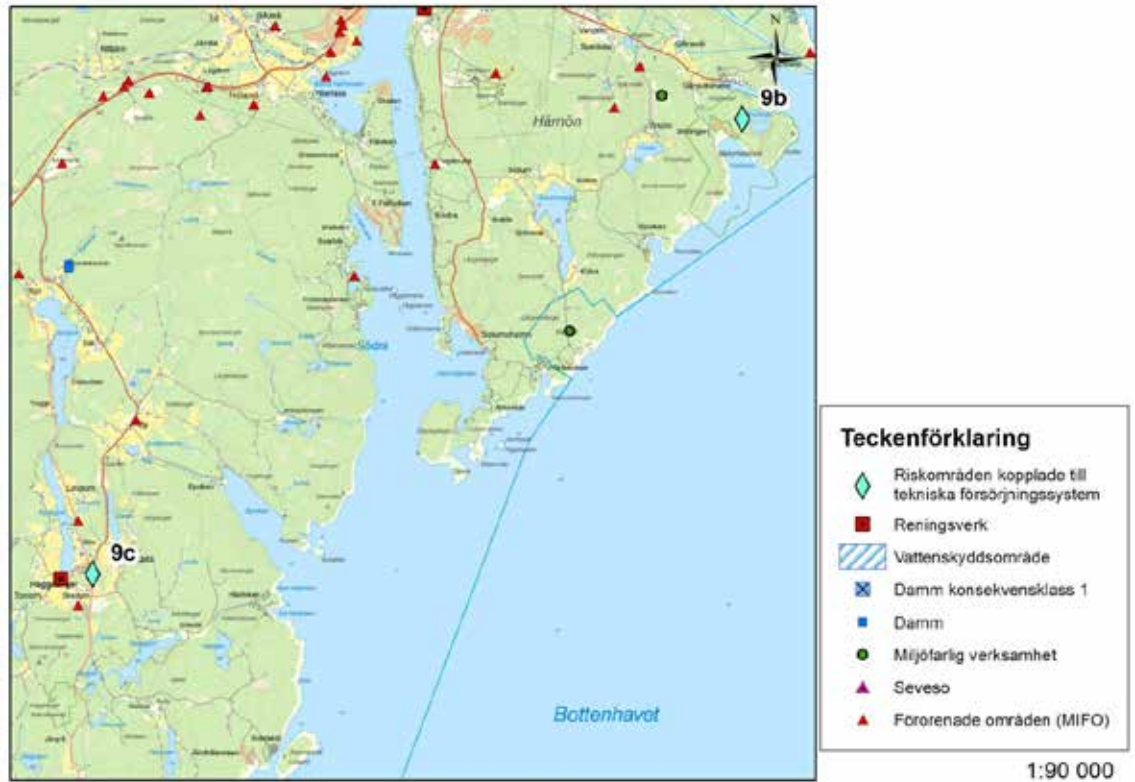
I Locke orsakade regn 2000 och översvämning 2001 översvämmade vägar i Stigsjö i och dammproblem i Viksjö. Kommunens krisledning sammanträdde i samband med händelsen. Hemtjänst hade svårt att ta sig fram i ytterområden. (punkt 21) Under samma tillfälle inträffade även problem vid Ekssjön och Eksjöån. Det finns en damm i Ekssjön som reglerar flödet i Eksjöån, Västanåfallet, flottningsrännan och Bruksdammen i Västanå. Nivån steg i Ekssjön så att dammen höll på att spolras över. Sandsäckar användes som förstärkning. En konsekvens av detta var att flödet i Eksjöån blev högt vilket ledde till problem nedströms för bruksdammen i Västanå. Vattnet började skära runt dammkonstruktionen som bär upp dammluckorna. Skadorna begränsades med sandsäckar och dammvallen klarade påfrestningarna med liten marginal. Det inträffade medförde att ansvarsfrågan med rondering, tillsyn mm blev klarare. (punkt 23, 24) Se **Figur 42**.



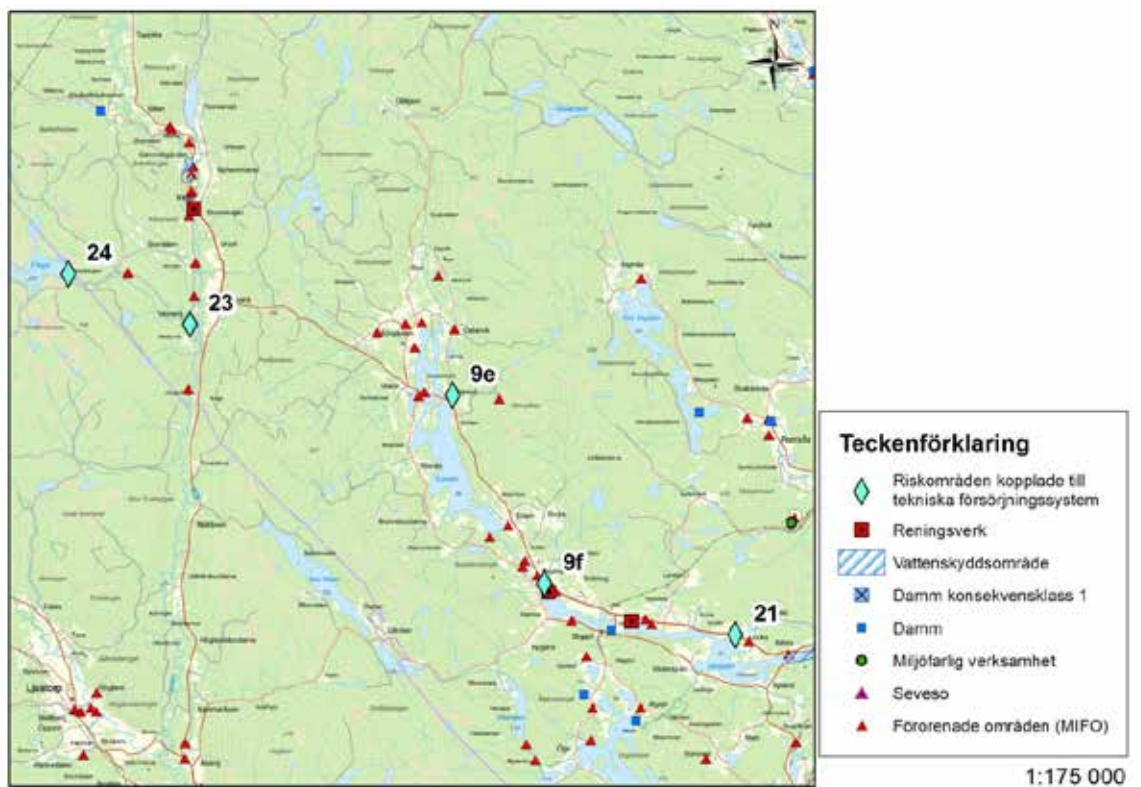
Figur 39: Identifierade riskområden för tekniska försörjningssystem i kommunen (Workshop 2014)



Figur 40: Identifierade riskområden för tekniska försörjningssystem i kommunen (Workshop 2014)



Figur 41: Identifierade riskområden för tekniska försörjningssystem i kommunen (Workshop 2014)



Figur 42: Identifierade riskområden för tekniska försörjningssystem i kommunen (Workshop 2014)

8.2.5 Risker och möjligheter i ett förändrat klimat

De risker som idag kan konstateras till följd av inträffade händelser kommer även att finnas kvar i ett förändrat klimat för såväl dricksvattenförsörjning och avloppshantering som energisystem. Inga specifika risker i ett förändrat klimat utöver de allmänna som anges i inledningen till kapitel 8 har identifierats för Härnösands kommun utifrån litteratur. Deltagarna på workshopen den 12 mars 2014 har dock lyft fram ökade risker enligt nedan.

Resultat från workshop

Kommunen har konstaterat att ökad nederbörd och högre temperatur i ett förändrat klimat ökar risken för förorenat dricksvatten.

Vattenskyddsområden med föreskrifter håller på att tas fram för Bondsjöns vattentäkt (punkt 9a) se **Figur 39**, vattentäkterna i Smitingen (punkt 9b) och Häggdånger (punkt 9c) se **Figur 41**, Rö vattentäkt (punkt 9d) se **Figur 40** och vattentäkterna i Starred (punkt 9e) och Brunne (punkt 9f) se **Figur 42**.

Kulverterade bäckar med okänd status i centrala Härnösand som kan vara flaskhalsar och medföra risk för översvämning (punkt 26) se **Figur 39**.

8.3. Behov av åtgärder

Inom ramdirektivet för vatten har vattenmyndigheten i Bottenhavets vattendistrikt upprättat ett åtgärdsprogram, som är ett av de moment som ingår i arbetscykeln (2009-2015), se även kapitel 4.5. I åtgärdsprogrammet ges exempel på åtgärder som behöver vidtas av olika aktörer för att klara miljökvalitetsnormerna, t.ex. behöver kommuner upprätta vatten- och avloppsplaner. (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2010) Genom att ha kunskap om hur klimatet påverkar ytvatten kan åtgärder anpassas så att de är robusta även i ett förändrat klimat. Att ta hänsyn till klimatet vid olika åtgärder inom vattenförvaltningsarbetet borgar för hållbara lösningar som säkrar god vattenkvalitet och kvantitet i våra vatten även i ett förändrat klimat.

8.3.1 Dricksvattenförsörjning

Förbättrad reningsteknik

Det är viktigt att analysera lokala sårbarheter för varje vattenreningsverk för att identifiera vilka som är i behov av förbättrad reningsteknik. Det kan behöva vidtas åtgärder i reningsverken för att klara förändringar i råvattnets kemiska/biologiska kvalitet, t.ex. innehåll av humus och alger, samt temperatur. Intagsledningarnas djup under vattenytan i ytvattentäkter och vid ytvattenuttag för konstgjord infiltration bör ses över eftersom placeringen kan vara avgörande för råvattnets kvalitet och temperatur.

Vattenskydd

Skydd av dricksvattentäkter kommer att bli ännu viktigare i samband med klimatförändringarna. Genom att upprätta nya eller uppdatera befintliga vattenskyddsområden kan vattentäkter skyddas mot ökande risker för både kemiska och mikrobiologiska föroreningar. Syftet med vattenskyddsområden är att ge vattentäkter ett långsiktigt skydd mot akuta och diffusa föroreningar. Två vattentäkter i Härnösands kommun har vattenskyddsföreskrifter men det finns planer på fem till. Att inrätta vattenskyddsområden med föreskrifter för kommunala dricksvattentäkter finns med i Vattenmyndighetens åtgärdsprogram för Bottenhavet. (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2010)

För att säkra dricksvattenförsörjningen håller i dagsläget ett nytt vattenskyddsområde på att tas fram som även täcker in en större del av Långsjön, Bondsjön och Öjesjön. Denna åtgärd är en respons (R) för att i första hand säkra dricksvattenförsörjningen men ökar samtidigt skyddet för vattenförekomsterna vilket i förlängningen kan öka deras ekologiska och kemiska status.

Exemplet ovan visar hur DPSIR-modellen (se kapitel 4.5.) kan användas för att studera påverkanskedjor och analysera hur klimatet påverkar våra ytvatten. Genom att belysa klimatets bidragande roll kan arbetet med att säkra god ekologisk status och anpassa åtgärder utifrån ett förändrat klimat underlättas.

Reservvatten/alternativ vattenförsörjning

Reservvattentäkter finns i dagsläget till väldigt liten del i Härnösands kommun. Viss omkoppling kan ske mellan Bondsjön och Långsjön. Reservvatten kan även tas från Kramfors i kommunens norra delar.

Reservvattentäkter utgör en säkerhet i dricksvattenförsörjningen om ordinarie vattentäkt blir obrukbar. Det är lämpligt att ha en plan för alternativ vattenförsörjning, till exempel att kunna transportera vatten från annan vattentäkt vid behov.

Leveranssäkerhet

För att undvika skada på ledningsnätet är det viktigt att identifiera vilka delar av distributionssystemet som ligger inom områden med risk för ras, skred och översvämning. Där det finns behov är det viktigt att vidta åtgärder för förstärkning och redundans i vattenledningsnätet.

Beredskapsplanering

I kommunens arbete med beredskapsplanering bör det ingå att planera för att hantera störningar på grund av extremväder och andra effekter av klimatförändringar som kan påverka vattentäkter, vattenverk eller distributionsanläggningar. Kommunen bör även satsa på utbildnings- och

informationsinsatser om klimatförändringarnas betydelse för vattenförsörjningen.

8.3.2 Avloppshantering

Det är viktigt att redan idag beakta klimatförändringarna i förnyelse- och åtgärdsplaneringen av VA-ledningsnäten samt i planeringen av nya områden. De åtgärder som behöver vidtas bygger på lokala förutsättningar. I åtgärdsplaneringen behövs en helhetssyn som omfattar hela kedjan från uppströms liggande markområden, höjdsättning, val av avloppssystem fram till nedströms liggande recipienter eller avloppsreningsverk. I Vattenmyndighetens åtgärdsprogram för Bottenhavet står det att kommunerna behöver, i samverkan med länsstyrelserna, utveckla vatten- och avloppsvattenplaner. I detta arbete kan med fördel inkluderas långsiktiga strategier för avlopps- och dagvattenhantering i ett förändrat klimat (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2010). På workshopen den 23 april 2014 togs upp att kommunen bör ha en dagvattenpolicy (Workshop 2014).

Befintliga områden

Avvattningsystem och avloppssystem måste dimensioneras och anpassas till förändrade vattenstånd och nederbördsmonster. Dagvattensystemet behöver anpassas så att befintlig bebyggelse inte drabbas av översvämningar på grund av bakåtströmmande vatten från recipient vid höga vattenstånd. Fastigheter inom riskområden kan skyddas genom att förse ledningar med backventil eller pumpar. Dagvattenbrunnar behöver rensas med jämna mellanrum så att de har full kapacitet att avleda dagvatten från markytor. I områden med slutna system bör möjligheter att tillämpa lokalt omhändertagande av dagvatten beaktas för att avlasta ledningssystemet vid kraftig nederbörd. Fördröjning och avledning till mindre känsliga områden minskar risken för översvämning i bebyggda områden.

Nya områden

I nya områden är det viktigt att avloppshanteringen kommer in i ett tidigt skede i planprocessen vilket kan underlättas genom att ha en VA-plan med strategier för till exempel dagvattenhantering. Krav på höjdsättning av mark och högsta tillåtna nivå för vatten och avlopp bör bestämmas utifrån försiktighetsprincipen. Lokalt omhändertagande av dagvatten, med öppna lösningar, bör tillämpas i nya områden för att fördröja vattnet och avleda det till mindre känsliga områden i syfte att avlasta ledningssystemet och undvika översvämning av bebyggda områden.

Enskilda avlopp

Det kan behövas tydligare och striktare funktionskrav för små avlopp och ökad tillsyn från kommunens miljökontor för att se till att kraven följs. I omvandlingsområden, där många fastigheter ofta ligger tätt samlat, kan en anslutning till den allmänna anläggningen vara aktuellt. Detta kan t.ex.

utredas i kommunala VA- och vattenförsörjningsplaner. Arbete pågår sedan 2011 med en systematisk översyn av enskilda avlopp och omvandlingsområden i kommunen.

8.3.3 Elförsörjning

Det pågår en hel del arbete för att säkerställa dammsäkerheten i dagens och framtidens klimat. Dammar förstärks för att hålla för de mest extrema klass I-flödena (extrema kombinationer av regn och snösmältning).

Dammsäkerhet följs upp kontinuerligt med mätning och beräkningar av flöden och flodvågor. Enligt riktlinjer från Kommittén för dimensionerande flöden för dammar i ett klimatförändringsperspektiv kommer utskovskapaciteten att öka eller dammar att höjas. Även övervakningssystemen uppgraderas. (Kommittén för dimensionerande flöden för dammanläggningar i ett klimatförändringsperspektiv, 2011)

Nya luftburna elledningar som sätts upp är isolerade och starkare för att klara påfrestningar från snö och nerfallande träd. Där det är ekonomiskt rimligt kan luftledningar byggas om till markkabelledningar. Det är viktigt att ha ett löpande röjnings- och underhållsarbete längs ledningsgatorna och se till att de är tillräckligt breda. (Energimyndigheten 2009)

Förnyat korrosionsskydd kan behövas för att undvika att elstolpar rostar i ett framtida klimat med högre vattenkoncentration i marken. Även förbättrade åskskydd kan behövas.

Åtgärder för att minska trädfällning vid stormar beskrivs i kapitel 10. Näringsliv.

8.3.4 Aktörer

Det är ett flertal aktörer som behöver verka för robusta tekniska system. På workshopen den 23 april 2013 (Workshop 2014) diskuterades följande aktörer som viktiga för Härnösands kommun:

	Interna aktörer	Externa aktörer
VA-system (dagvatten, avlopp, dricksvatten)	Hemab Sh-förvaltning	Samfällighetsföreningar Enskilda fastighetsägare Livsmedelsverket (Socialstyrelsen)
Energi- och telesystem	Hemab Servanet (privat)	Telia E.ON Skanova Tele 2 Telebolag Ledningsdragande verk (Servanet)

9. Hälsa

Människors hälsa kommer att påverkas på olika sätt av ett förändrat klimat, både positivt och negativt. Klimat- och sårbarhetsutredningen drog slutsatsen att risken för att mycket allvarliga hälsoförhållanden ska uppstå på grund av klimatförändringen i Sverige inte är stor (Miljödepartementet 2007).

De negativa konsekvenserna för Västernorrland kan sammanfattas i följande punkter (Rocklöv et al 2008, Klimatanpassningsportalen 2013, WHO 2013):

- Ökad risk för smitta via livsmedel, dricksvatten, badvatten och djur
- Ökad transport av miljögifter, näringsämnen och bekämpningsmedel
- Personskador i samband med till exempel extrem nederbörd, dåliga isar och halka vid nollgenomgångar
- Skador på infrastruktur i samband med extremt väder kan orsaka försämrad tillgång till sjukvård och rent vatten
- Förändrade pollenhalter och längre pollensäsong
- Värmeböljor ökar ohälsa och dödsfall
- Varmare vintrar kan medföra vissa positiva konsekvenser för hälsan.
- Försämrat inomhusklimat (mögel, kvalster m.m.)
- Psykologisk stress för dem som upplever klimatförändringarna som ett hot och för utsatta i samband med extrema vädersituationer

Det går inte att i dagsläget urskilja några specifika konsekvenser för de olika kommunerna i Västernorrland, förutom att de har olika risknivåer vad gäller dricksvatten. Texten i det här kapitlet gäller därför generellt för hela Västernorrland. Om dricksvatten kan läsas i kapitel 8.

Här nedan följer korta fördjupningar om smittspridning och extremtemperaturer (Rocklöv et al 2008)

9.1. Smittspridning

Varmare och blötare klimat för med sig ändrade smittspridningsrisker via livsmedel, dricksvatten, badvatten och djur.

Högre temperaturer ökar kraven på god livsmedelshantering, både för professionell verksamhet och för den enskilda privatpersonen, eftersom bakterietillväxten då går snabbare. Professionell verksamhet bör klara sig bra om man följer livsmedelslagstiftningen. Privatpersoner kan behöva bli mer noggrann med sin livsmedelshantering vid värmeböljor.

Dricksvattnet riskerar att påverkas på olika sätt av ett förändrat klimat. Ökade mängder regn kan göra att sjukdomsframkallande organismer hamnar i dricksvattnet. Översvämningar och skador på vattenrening och avloppsledningsnät kan göra att sjukdomsframkallande organismer kan läcka in i vattenledningsnätet. Högre temperaturer i dricksvattnet kan leda

till problem med snabbare tillväxt av bakterier och parasiter. I Sverige har vi haft ganska låg risk för kontaminering av dricksvatten, vilket gör att inte alla vattenverk har en beredskap för det. Två exempel på problem med dricksvatten på senare år är Östersund 2010 och Skellefteå 2011. Se även kapitel 9 om dricksvatten.

Klimatförändringarna kan medföra större risk för infektioner via badvatten. Exempel är badsårsfeber och Calicivirus-infektion.

EHEC-smitta kan bli vanligare när kraftiga regn sköljer ur betesmarker så att bakterien VTEC lättare hamnar i vattendrag. Om vattnet används till exempelvis bevattning av odlingar så kan människor smittas.

Det finns några djurburna smittor som kan antas spridas till Västernorrlands län i ett förändrat klimat. Borrelia och TBE (via fästingar) samt dvärgbandmask (via mårddhund) är exempel på det. Det finns också befintliga djursmittor som kan bli vanligare. Exempel på det är sorkfeber som sprids via skogssork. Under vintern 2006-2007 hade Västernorrlands län en kraftig ökning av antalet fall.

9.2. Extremtemperaturer

Vi människor och våra samhällen är anpassade för den plats och det klimat vi lever på. Den optimala temperaturen, då det dör minst antal människor, varierar för olika platser. Den optimala temperaturen i Stockholm är till exempel 12 grader, medan den är 25 grader i Aten. Dagar då det är varmare eller kallare än 12 grader i Stockholm är det alltså fler människor som riskerar att dö av till exempel luftrörs- eller hjärtproblem.

Det finns ännu inte några studier av hur sambanden mellan värmeböljor och ohälsa ser ut i Västernorrlands län. Man bör dock räkna med allt mer extrema och frekventa värmeböljor på sommaren som kommer att kunna orsaka en ökning av dödligheten. Detta gäller speciellt för utsatta grupper, varav äldre personer är en. Andra utsatta grupper är de med vissa kroniska sjukdomar som till exempel KOL och andra med nedsatt funktionsförmåga.

Mildare vintrar kan minska ohälsa och dödsfall som beror av stark kyla. Mycket i Västernorrlands läns samhällen har dock anpassats till de kalla vintrarna vilket gör att de framtida mildare vintrarna troligen får mindre betydelse. Influensa- och många andra virusepidemier kommer fortsätta att inträffa under det kallare halvåret även om det blir mildare.

Mildare vintrar bör leda till minskade utsläpp av hälsopåverkande ämnen från värmepannor, eftersom det kommer att behövas mindre uppvärmning.

9.3. Behov av åtgärder

Vid satsningar på nya äldreboenden och andra byggnader för grupper som kan vara känsliga för värmeböljor bör kommunen ta hänsyn till placering, möjlighet till solavskärmning och beskuggning m.m. Omsorg och barnomsorg, eventuellt även skolan, kan behöva se över sina rutiner för att

säkerställa att vårdtagare och barn får tillräckligt mycket vätska vid värmeböljor. Inte minst hemtjänsten bör ha en beredskap för detta.

Beredskapsplaneringen bör ta hänsyn till mer extremt väder med eventuellt större risk för skador i infrastrukturen.

Det är viktigt att följa och vara med och utveckla ny kunskap inom området hälsa-klimatförändringar. Ett bra exempel är att Landstinget i Västernorrlands län deltar i det europeiska nätverket Assembly of European Regions (AER), där klimatfrågan är ett fokusområde. Organisationen fungerar som ett öppet forum för politisk diskussion av framför allt EU-frågor som har betydelse för den regionala nivån. Landstinget ingår också i AER Sverige-nätverket som har bildats av landsting, regionförbund och regioner som är medlemmar i AER. Syftet är att i första hand sprida information och utbyta erfarenheter. Mötena är även ett forum för diskussion.

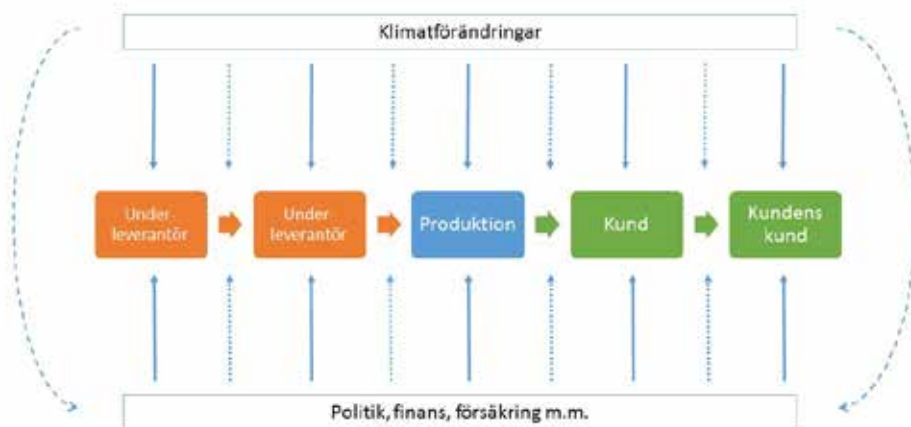
9.3.1 Aktörer

Kommunen bör samverka med andra kommuner och landstinget för att skapa en god bevakning och rutiner för nya smittorisker och värmeböljor. Länsstyrelsen, föreningar och bostadsbolag är andra viktiga samarbetspartners. På workshopen den 23 april 2014 identifierades kommunstyrelseförvaltningen, socialförvaltningen och samhällsbyggnadsförvaltningen som viktiga interna aktörer för god hälsa i ett förändrat klimat. Även förvaltningarna för omsorg samt barn- och utbildning behöver engageras.

10. Näringsliv

Med ett klimat som är mer opålitligt, med mer extremt väder, blir det svårare att upprätthålla en avbrottsfri produktion för i stort sett hela näringslivet. Just-in-time-system och långväga transporter blir mer sårbara. IPCC (2014) slår fast att klimatförändringarna innebär en hel del ökade risker, men också möjligheter till en mer hållbar ekonomisk och social utveckling.

Näringslivet kan påverkas både direkt och indirekt av klimatförändringarna. Den direkta påverkan kan vara i form av till exempel ändrade odlingsförutsättningar eller översvämningar. Indirekt kan företagen påverkas exempelvis genom ändrad efterfrågan eller förändrade råvarupriser, eller ändrad politik för energifrågor och transporter. Konsekvenserna kan vara både positiva och negativa för företagen, och inträffa på olika ställen i leveranskedjan från råvara till slutkund, se **Figur 43**.



Figur 43: Ett företag kan påverkas av klimatförändringarna i hela leveranskedjan, från råvara till slutkund, både direkt och indirekt.

I Storbritannien arbetar vissa företag efter en modell som heter BACLIAT (UKCIP 2009). I den modellen görs en analys utifrån sex olika områden:

- **Fastigheter** – direkt påverkan i form av till exempel översvämningar, ras och skred
- **Marknad** – ändrad efterfrågan och ändrade världsmarknadspriser, till exempel på grund av energiomställning eller sämre odlingsförutsättningar i andra delar av världen
- **Logistik** – extremväder kan försvåra transporter av såväl råvaror och komponenter som färdiga produkter
- **Produktionsprocesser** – egna processer som t.ex. är väderberoende eller beroende av en viss vattenkvalitet, eller störd produktion hos leverantörer i andra delar av världen
- **Finans och försäkring** – ändrade bedömningar av risker och möjligheter

- **Människor** – personal och kunder påverkas av såväl extremt väder som av opinion kring klimatfrågan och långsiktiga trender i till exempel temperaturer och snötillgång

10.1. Framgångsrikt näringsliv i ett förändrat klimat

Företag som arbetar långsiktigt och systematiskt med att åstadkomma en så robust produktion som möjligt med säkra leveranser till kunden kommer att ha en konkurrensfördel. En robust produktion åstadkoms genom att vara medveten om risker och hantera dem på ett bra sätt. Det gäller att vara medveten om dels hur klimatet förväntas förändras och dels vad det får för direkta och indirekta konsekvenser. Genom att vara medveten och framsynt kan en hel del framtida kostnader undvikas och konkurrenskraften öka.

Förutom ökad robusthet är det viktigt att arbeta med affärsutveckling kopplat till energi och klimat. Samhällets efterfrågan på förnybar energi och förnybara material ökar. Det skapar nya och ökade affärsmöjligheter inte minst för de gröna näringarna. Företag som säljer produkter kopplat till exempelvis vattenhantering, vattenkvalitet, smarta transportsystem och energieffektivisering kommer också att kunna gynnas. En del företag har produkter vars marknad är mer eller mindre väderkänsliga, som till exempel glass, dryck, sportartiklar och kläder. Dessa kan påverkas både positivt och negativt.

Areella näringar och turism är exempel på branscher som kan komma att påverkas ganska mycket av klimatförändringarna, både direkt och indirekt.

10.2. Jord- och skogsbruk

För jordbrukets del kommer klimatförändringarna att innebära en förlängd vegetationsperiod. Då det blir varmare blir det möjligt att odla flera sorters grödor och få större skördar. I gengäld följer ökad risk för extrem nederbörd, skadeinsekter och andra skadedjur i dess släptåg. Generellt i Sverige förväntas de positiva och negativa konsekvenserna i stort sett ta ut varandra (Klimatanpassningsportalen 2013), men för den enskilde lantbrukaren beror resultatet till viss del på hur väl hen anpassar sig och tar vara på nya möjligheter.

Förutsättningarna för skogsbruk förbättras totalt sett, men det finns för- och nackdelar för branschen. Tillväxten ökar på grund av längre vegetationsperiod och högre halt av koldioxidhalt i atmosfären. Generellt kommer gränsen för olika trädslag att förskjutas norrut och inslaget av lövträd kommer att öka i Västernorrlands län. Det varmare klimatet förväntas göra att skogen blir mer utsatt för svamp och insektsangrepp. (Miljödepartementet 2007) De senaste årens milda höstar har ökat drivnings- och transportkostnader något för skogsbranschen.

Snöfall vid temperatur på nära noll grader ökar och innebär att träden belastas med tung och blöt snö som orsakar snöbrott. Kortare tjälperioder

gör att skogsvägarna blir sämre och det blir svårare att transportera virke från skogarna.

Indirekt kan jord- och skogsbruk påverkas av odlingsförutsättningar i andra delar av världen. På senare år har det varit stora problem med torka i bland annat södra Europa och USA. Det påverkar världsmarknadspriserna till förmån för svenska producenter. Marknaden kan också påverkas positivt av energiomställningen från fossila bränslen till förnyelsebara. Det kommer också allt fler produkter som har olika grödor som råvara, till exempel plaster.

10.3. Turism

Brist på snö kan medföra att vinterturismen får en kortare säsong. Det gäller generellt för områden som idag har snö på vintern. Många områden längre söderut som idag har vinterturism kan få ett klimat som inte alls ger någon snö, eller en avsevärt kortare snösäsong. För Västernorrlands läns del kan det innebära en kortare men mer intensiv säsong för vinterturism.

Sommarturismen kan få ett uppsving generellt sett i Sverige eftersom det kommer att bli för varmt periodvis i södra Europa. Västernorrlands län får varmare somrar, men inte mer regn sommartid. Sammantaget bör det kunna bli mer attraktivt för sommarturism. Den goda tillgången på bra dricksvatten kan komma att bli en konkurrensfördel när det periodvis blir större problem med både kvalitet och kvantitet i södra Sverige och Europa.

10.4. Förutsättningar för Härnösands kommun

De flesta arbetstillfällena i kommunen finns inom offentlig sektor och högskolan. Tillverkningsindustri och handel står för en relativt liten del av arbetstillfällena, jämfört med övriga landet. För areella näringar är det tvärtom, de är förhållandevis viktiga för kommunen. (SCB 2013)

10.5. Behov av åtgärder

Företagen behöver förstås göra mycket av arbetet med affärsutveckling och robusthet förknippat med klimatförändringarna själva. De kommer dock att behöva stöd från branschorganisationer och offentliga aktörer för att komma igång och hålla styrfart i arbetet.

10.5.1 Identifiera risker och möjligheter

Företag bör på ett strukturerat sätt identifiera vilka risker och möjligheter det finns för just dem. Stöd för att göra det kan hittas bland annat i olika verktyg för näringslivet från Storbritannien (Adaptation Scotland, Climate Northeast 2014, Environment Agency 2013, IEMA, SCCIP 2010, UKCIP 2009 och 2014). Hösten 2014 kommer det även att finnas svenska exempel och verktyg att hämta stöd och inspiration från, som ett resultat av projektet A changing climate for business (Krinova 2014).

Erfarenheter från Storbritannien och bland annat arbetet inom Carbon Disclosure Project (CDP 2014) visar att följande ansatser ökar förutsättningarna för att få företag att utveckla sina affärer samtidigt som klimatpåverkan minskar och robustheten för klimatförändringarna ökar:

- Klimatförändringarna måste inte förklaras inledningsvis, det är bättre att utgå ifrån ett robusthetstänk i dialogen, där målet är att produktionen ska löpa så friktionsfritt som möjligt utan avbrott. För företag som konstaterar att vädret påverkar deras affärsmöjligheter och robusthet blir klimatförändringarna viktiga att förhålla sig till.
- Börja med att titta på vilka väderrelaterade händelser som redan har hänt och som har påverkat företagets ekonomi.
- Att prata möjligheter stimulerar och är en ingång till att även prata risker
- Titta på företagets leveranskedjor, samarbeta med dem som finns uppåt och nedåt i leveranskedjan för att hitta affärsmöjligheter, för att hitta sätt att minska klimatpåverkan och för att öka robustheten
- Satsa även på samverkan inom branschen och mellan olika samhällsaktörer
- Knyt an till företagets riskhantering
- Arbeta med både direkta och indirekta konsekvenser

Det är inte bara klimatet som ändras. En hel del annat i samhället kommer också att ändras, på grund av klimatförändringarna eller på grund av något annat. Även om näringslivet kommer att påverkas av klimatförändringarna så kommer de flesta sektorer att påverkas mer av andra faktorer, så som demografi, inkomstnivåer, teknologi, livsstilar och regelverk (IPCC 2014). Förändringar inom dessa områden kan komma att ha betydelse för hur företagen påverkas av klimatförändringarna. Det kan för ett företag eller en bransch vara värdefullt att identifiera vilka samhällsförändringar som är viktiga för deras utveckling och måla upp scenarier för till exempel år 2030 utifrån dessa och utifrån klimatförändringarna. På så sätt får företagen lite mer fylliga framtidsbilder att utgå ifrån när de ska identifiera risker och möjligheter.

10.5.2 Identifiera åtgärder

När riskerna och möjligheterna är identifierade bör företagen försöka hitta åtgärder som kan minska riskerna och öka förutsättningarna för att möjligheterna tas tillvara. Viktigast är att analysera områden där riskerna eller möjligheterna är stora, liksom beslut som innebär stora investeringar och har bäring långt in i framtiden.

Frågor som kan vara bra att ställa sig:

- Vilket tidsperspektiv är det på risken, möjligheten eller beslutet?
- Vilka risker är vi beredda att ta?
- Finns det beslut som vi med största sannolikhet inte behöver ångra, oavsett hur klimatet utvecklas?

Det kan vara svårt att fatta beslut kring frågor där osäkerheterna är många. Vid beslut som rör åtgärder för att minska risker eller ta vara på möjligheter

kring ett förändrat klimat finns det några aspekter som kan fungera som stöd. En åtgärd är troligen bra om den:

- fungerar bra i olika klimatscenarier,
- ger andra mervärden än klimatanpassning,
- ökar möjligheten för annan klimatanpassning nu eller i framtiden,
- ökar möjligheten att nå andra av verksamhetens mål,
- håller i ett brett hållbarhetsperspektiv (ekologiskt, ekonomiskt och socialt), och/eller
- kan genomföras stegvis, så kallad adaptiv klimatanpassning – man låter åtgärden efterhand styras av ny kunskap utan att bygga in sig i en återvändsgränd.

Med klimatanpassning menas här både att minska risker och ta vara på möjligheter som ett förändrat klimat innebär för företagen, inklusive att utveckla nya produkter eller marknader.

Inom jord- och skogsbruk finns identifierat en del förändringar som kan behöva genomföras i större eller mindre omfattning för att anpassa verksamheten till klimatförändringarna. Här presenteras de anpassningsåtgärder som bedöms kunna vara relevanta för Västernorrlands län när det gäller att öka gröna näringarnas robusthet i ett förändrat klimat.

10.5.3 Skogsbruk

Klimatförändringarna motiverar en ökad variation och riskspridning i skogsbruket. Variationen kan åstadkommas till exempel genom att använda fler trädslag och gärna blanda barr- och lövträd. Man kan också använda olika provinenser, öka variationen i gallring och avverkning, till exempel hyggesfritt skogsbruk på vissa marker.

Ett alternativ som diskuteras inom branschen för att minska risken för stormfällning och därmed angrepp av granbarkborre är förkortad omloppstid. Genom att sänka omloppstiden, och minska antalet gallringar, skulle en lägre andel av skogen vara i riskzonen för stormskador. Produktionsnivån kan troligen ändå bibehållas eftersom tillväxten i skogen förväntas öka. Extra tidiga och hårda gallringar eller beståndsanläggning helt eller delvis med annat trädslag än gran eller relativt kort omloppstid, kan vara alternativ för att minska risken för stormfällning i vindutsatta lägen. Inslag av lövträd i en granskog minskar också risken för stormfällning. Att gallra skogarna ordentligt och i rätt tid kan motverka risker för snöbrott.

Ytterligare åtgärder som kan behövas för att minska risken för skador på skogen är en större avskjutning av vilt samt stubbehandling mot rotröta vid avverkning.

Standarden på skogsbilvägarna kan behöva förbättras och åtgärder för att minska körskadorna i skogen behöver utvecklas.

(Miljödepartementet 2007, Mistra-SWECIA 2011, 2013, Skogsstyrelsen 2014)

10.5.4 Jordbruk

Ett förändrat klimat medför generellt sett förbättrade odlingsbetingelse, men för att kunna dra full nytta av det kommer det att fordras nya grödor och förändrade odlingsmetoder. Tidpunkter för sådd och skörd samt gödselgivor och bekämpningsinsatser behöver anpassas till nya förhållanden. Utvecklingen av olika möjligheter och risker bör följas noga, som till exempel förutsättningarna för nya grödor och skadedjur.

En successiv anpassning av maskiner och djurstallar bör vara möjlig, eftersom de har relativt kort livslängd, 15-20 år. Djurstallar för främst gris och fjäderfä bör anpassas för större möjligheter till god ventilation.

Med en kraftigt ökad nederbörd, särskilt vintertid, finns en påtaglig risk för att kapaciteten hos anläggningar för markavvattning inte kommer att räcka till. Det kan också behövas mer bevattning sommartid, vilket kan skapa ett behov av att lagra vatten från vinter till sommar. För system för markavvattning och dränering samt invallningar är livslängden upp till 50-80 år. Det innebär att normal utbytetakt är långsammare än förändringarna av nederbörden, vilket medför att det kommer att behövas stora investeringar utöver de normala för markavvattning.

I såväl konventionell som ekologisk produktion förväntas en ökad förekomst av växtskadegörare leda till ett större behov av varierad växtföljd, förebyggande åtgärder, mekanisk bekämpning och eventuellt träda. Detta innebär att markanvändningen i mindre grad kan styras av en kortsiktig lönsamhetsoptimering. Ökade växtskyddsproblem och risk för ökad utlakning av näringsämnen ställer större krav på långsiktig förvaltning av åkermarken.

(Miljödepartementet 2007, Jordbruksverket 2012)

10.5.5 Aktörer

Näringslivsenheten, kommunstyrelsen och samhällsbyggnadsenheten identifierades vid workshopen den 23 april som viktiga aktörer för ett framgångsrikt näringsliv i ett förändrat klimat. Samarbetspartners är förstas företagen men även näringslivsorganisationer och branschorganisationer, som till exempel LRF. Även finans- och försäkringssektorn är viktig att få med i diskussionerna.

Viktiga myndigheter är till exempel länsstyrelsen, Tillväxtverket, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och Jordbruksverket.

Referenser

- Aastrup, M., Thunholm B., Sundén G. och Dahné J. (2012) *Klimatets påverkan på koncentrationer av kemiska ämnen i grundvatten*. SGU-rapport 2012:27
- Allehanda.se (2013) *Översvämning drabbade Flöde*. <http://www.allehanda.se/angermanland/harnosand/oversvamning-drabbade-flode> (Hämtad 2014-03-19)
- AMBIO (2012a). Nr 41, artikel: *Extremes of Temperature, Oxygen and Blooms in the Baltic Sea in a Changing Climate*, av Thomas Neumann m.fl. Kungliga Vetenskapsakademien.
- AMBIO (2012b). Nr 41, artikel: *How will Ocean Acidification Affect Baltic Sea Ecosystems? An Assessment of Plausible Impacts on Key Functional Groups*, av Jonathan N Havenhand. Kungliga Vetenskapsakademien.
- Arvidsson, A.K., Blomqvist, G., Erlingsson, S., Hellman, F., Jägerbrand, A. och Öberg, G. (2012) *Klimatanpassning av vägkonstruktion, drift och underhåll – Ett temaprojekt*. VTI. Rapport 771. Linköping.
- Bergström Sten (2012). *Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012*. SMHI, Klimatologi Nr 5, 2012.
- Building Futures och ICE Institution of Civil Engineers (2009) *Facing up to rising sea levels: Retreat? Defend? Attack?*
- Climate Northeast (2014). www.climatenortheast.com/manageContent.aspx?object.id=10307
- CDP (2014). Collaborative Action on Climate Risk. Supply Chain Report 2013-14.
- Elforsk (2007). *Tänkbara konsekvenser för energisektorn av klimatförändringar*. Rapport 07:39.
- Energimyndigheten (2008). *Energisystemets sårbarhet inför effekterna av ett förändrat klimat*. ER2008:20
- Energimyndigheten (2009). *Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet*.
- Environment Agency (2013). Assessing and managing climate change risk in supply chains.
- European Commission (2009). *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) – Guidance document No.24 River Basin Management in a changing climate*. Technical Report 2009:040

Fallsvik, J., Hågeryd, A-C., Lind, B., Alexandersson, H., Edsgård, S., Löfling, P., Nordlander, H. och Thunholm B. (2007). *Klimat- och sårbarhetsutredningen. Klimatförändringens inverkan i Sverige. Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat*. SGI. Varia 571. Linköping.

Forskning.se (2014). *Fiskfoder med vete och svamp*. <http://www.forskning.se/nyheterfakta/nyheter/pressmeddelanden/fiskfodermedveteochsvamp.5.13a393ea1439ceec88394f.html> (Hämtad: 2014-03-07)

Havet.nu (2014). *Bottniska viken*. <http://www.havet.nu/?d=42> (Hämtad: 2014-03-05)

Havs- och vattenmyndigheten (2012). *God Havsmiljö 2020. Marin strategi för Nordsjön och Östersjön. Del 2: God miljöstatus och miljö kvalitetsnormer*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2012:20

Havs- och vattenmyndigheten (2013). *Miljöövervakningen av Sveriges sjöar och vattendrag – Representativiteten av den kontrollerade miljöövervakningen*. Rapport 2013:9

Havs- och vattenmyndigheten (2014a) *Havsmiljödirektivet - EU:s gemensamma väg mot friska havsområden*. <https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/miljomal--direktiv/havsmiljodirektivet.html> (Hämtad 2014-03-13)

Havs- och vattenmyndigheten (2014b). *Främmande arter*. <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/frammande-arter.html> (Hämtad 2014-04-29)

HELCOM (2007). *Towards a Baltic Sea Unaffected by Eutrophication: Background document to HELCOM Ministerial Meeting, Krakow, Poland*. Technical Report, Helsinki Comm., Helsinki, Finland.

HELCOM (2013). *Climate Change in the Baltic Sea Area: HELCOM thematic assessment in 2013*. Technical Report, Helsinki Commission, Helsinki, Finland.

HEMAB (2014), *svar på frågor om VA-system (enkätsvar)*

Härnösands kommun (2014) *Trafik och transporter*. <http://www.harnosand.se/boendemiljoochtrafik/trafikochtransporter.4.42e68e3a12ae5429dc580004390.html> (Hämtad 2014-03-10)

IEMA. *Climate change adaptation. Building the Business Case*. Institute of Environmental Management & Assessment. IPCC (2003), *Climate Change 2001, Synthesis report*

IPCC (2007). *Climate change 2007*. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.

IPCC (2010), *Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009*.
FCCC/CP/2009/11/Add.1

IPCC (2013), *Climate change 2013: The Physical Science Basis*. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.

IPCC (2014). *Climate change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.

Jordbruksverket (2012). *Vässa växtskyddet för framtidens klimat. Hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat*.

Klimatanpassningsportalen (2014). www.klimatanpassning.se, uppgifter hämtade under våren 2014

Krinova (2014). www.krinova.se. Information om projektet A changing climate for business.

Kommittén för dimensionerande flöden för dammanläggningar i ett klimatförändringsperspektiv (2011), *Dammsäkerhet och klimatförändringar – Slutrapport 2011*.

Kramfors kommun (2008). *Risk- och sårbarhetsanalys för Kramfors kommun: Bilaga 2 – Fördjupad analys av höga flöden/översvämning*.

Kristensen, P. (2004). *The DPSIR Framework*.

Länsstyrelsen i Norrbottens län (2012). *Anpassning till förändrat klimat. Hur påverkas Norrbottens väg- och järnvägsnät av ett förändrat klimat? Rapport nr 3/2012*.

Länsstyrelsen i Västerbottens län (2011). *Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjningen i Västerbottens län 2011*.

Länsstyrelsen Västernorrland (2000). Höga vattenflöden i Västernorrlands län sommaren 2000 främst i älvarna Ljungan och Indalsälven med biflöden samt inom Kramfors, Ånge, Timrå, Sundsvall, Sollefteå och Örnsköldsviks kommuner. Rapport 72-07265-2000.

Länsstyrelsen Västernorrland (2011). Risk- och sårbarhetsanalys Västernorrlands län 2011 – Analys av risker och sårbarheter ur ett krisberedskapsperspektiv.

Länsstyrelsen Västernorrland (2012) *Sjöar och vattendrag i Västernorrland – Utvärdering av vattenkemidata från miljöövervakningen 1983-2011*. Rapport nr 2012:15

Länsstyrelsen Västernorrland (2013a). Översvämningskartering längs Gådeån – Sträckan övre Gussjön till mynningen i Södra Sundet, Bottenhavet.

Länsstyrelsen Västernorrland (2013b). Översyn av riksintressen i Västernorrland – en pilotstudie i Härnösand. Rapport nr 2013:15

Länsstyrelsen Västernorrland (2014).

Byggnadsminnen. <http://www.lansstyrelsen.se/VASTERNORRLAND/SV/SAMHALLSPLANERING-OCH-KULTURMILJO/SKYDDAD-BEBYGGELSE/BYGGNADSMINNEN/Pages/default.aspx> (Hämtad 2014-03-19)

Länsstyrelserna (2012). *Klimatanpassning i fysisk planering – vägledning från länsstyrelserna*.

Löf et al. (2012). *Renskötsel och klimatförändring - Risker, sårbarhet och anpassningsmöjligheter i Vilhelmina norra sameby* Umeå Universitet.

Löfgren, S., Forsius, M. och Andersen, T. (2003). Vattens färg – Klimatbetingad ökning av vattens färg och humushalt i nordiska sjöar och vattendrag. Nordic council of Ministers broschyr.

Miljödepartementet (2007). SOU 2007:60. *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*. Klimat- och sårbarhetsutredning. Stockholm.

Mistra-SWECIA (2001). *Årsrapport 2011*.

Mistra-SWECIA (2012). *Klimatanpassning av svenskt skogsbruk*. Dokumentation av exkursion 18-19 september 2013.

Moldan, F. (2012). *Kommer klimatförändringen påverka återhämtning i sjöar och vattendrag?* Från CLEO användarseminarium 2012-05-21 Stockholm. <http://www.cleoresearch.se/download/18.13f10919137472a032180009239/1350484166662/Filip+Moldan.pdf> (Hämtad: 2014-03-07)

MSB (2008). *Klimatförändringar, skred och ras. En forskningsöversikt*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.

MSB (2010). *Metod för kartering i morän och grova jordar*. <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversiktlig-stabilitetskartering/Moran-och-grov-jord/Metod/> (Hämtad 2013-01-22).

Naturvårdsverket (2009). *Vad säger bottenfaunan? Utvärdering av bottenfaunaundersökningar inom kalkningsverksamheten*. Rapport 5634

Naturvårdsverket (2013). *Konsekvenser för naturmiljö och ekosystem*. <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Effekter-i-Sverige/Framtida-effekter-i-Sverige/Konsekvenser-for-naturmiljo-och-ekosystem/> (Hämtad 2013-08-19)

NE (2013). <http://www.ne.se> (Hämtad: 2014-03-13)

Nikulin, G., Kjellström, E., Hansson, U., Strandberg, G. and Ullerstig, A. (2011) *Evaluation and future projections of temperature, precipitation and wind extremes over Europe in an ensemble of regional climate simulations*. Tellus. Vol. 63A. pp. 41-55

Olsson, G., Foster, K. (2013). *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige*. SMHI, klimatologi nr 6, 2013.

Omstedt, A., Edman, M., Claremar, B., Frodin, P., Gustafsson, E., Humborg, C., Mörth, M., Rutgersson, A., Schurgers, G., Smith, B., Wällstedt, T., and Yurova, A. (2012). *Future changes of the Baltic Sea acid-base (pH) and oxygen balances*. Tellus B, 64:19586.

Riksantikvarieämbetet (2014). *Ladda hem dataunderlag för ditt eget GIS-program – Kyrkliga kulturminnen*. <http://www.bebyggelseregistret.raa.se/bbr2/dataexport/datexport.raa> (Hämtad 2014-03-19)

Rocklöv J., Hurtig A-K. och Forsberg B. (2008). *Hälsopåverkan av ett varmare klimat – en kunskapsöversikt*. Umeå Universitet. FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.

Rummukainen M., Johansson D., Azar Langner J., Döscher R. och Smith H. (2011). *Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av naturvetenskapliga aspekter*. SMHI, Klimatologi Nr 4, 2011.

Rydell, B., Hågeryd, A-C., Nyberg, H., Angerud, P., (2006). *Omfattning av stranderosion i Sverige, Översiktlig kartläggning av erosionsförhållanden*. Kartor, SGI Varia 543:2, Linköping

Rydell, B., Hågeryd, A-C, Axelsson, J., (2009). *Översiktlig inventering av förutsättningar för erosion i vattendrag*. Metodik och redovisning, SGI Varia 602:1, Linköping

Räddningsverket (2000). *Översvämning*. Karlstad

Räddningsverket (2003a) *Handbok för riskanalys*

Räddningsverket (2003b). *Rapport 40 - Översiktlig översvämningskartering längs Fyrisån – Sträckan från Vattholma till utloppet i Mälaren*.

SCB (2013). *Kommunfakta 2013, Härnösand*. Statistiska Centralbyrån.

SCCIP (2010). *Adapting to Climate Change: A Guide for Businesses in Scotland*. Scottish Climate Change Impacts Partnership.

SGI (2010). *Västernorrlands län. Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor*. Statens geotekniska institut, SGI.

- SGI (2013a) *Moränskred och slamströmmar*. <http://www.swedgeo.se/>, (Hämtad 2013-08-08)
- SGI (2013b) *Nipor och raviner*. <http://www.swedgeo.se/>, (Hämtad 2013-08-08)
- Skogsstyrelsen (2014a). *Vattenförvaltning 2015*. <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Projekt/Pagaende-projekt/Vattenforvaltning-2015/> (Hämtad 2014-03-12)
- Skogsstyrelsen (2014b). <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skota-skog-/Klimatanpassning/> (Hämtad 2014-05-02)
- SMHI (2010). *Klimatförändringarnas effekter på svenskt miljömålsarbete*. Klimatologi nr 2/2010.
- SMHI (2012). *HAVSVATTENSTÅND 2012. Beräknade medelvattenstånd för 2012 i olika höjdsystem*.
- SMHI (2012). *Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012*. Klimatologi Nr 5
- SMHI (2014a). www.smhi.se/klimatdata/Framtidens-klimat/Klimatscenarioer/ (Hämtad mars 2014)
- SMHI (2014b) *Klimatförändringens konsekvenser för naturen*. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatforandringens-konsekvenser-for-naturen-1.3898> (Hämtad 2014-03-05)
- SMHI (2014c) *Normal årsmedeltemperatur*. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.3973> (Hämtad 2014-03-05)
- Sundén G., Maxe L. och Dahné J. (2010) *Grundvattennivåer och vattenförsörjning vid ett förändrat klimat*. SGU-rapport 2010:12
- Statens Räddningsverk (1996) *Översiktlig ras och skredriskartering, Härnösand kommun*.
- Statens Räddningsverk (2000). *Översiktlig översvämningsskartering längs Ångermanälven, Åselegrenen – Sträckan Volgsjön till Bottenhavet*. Rapport nr. 13
- Svenskt Vatten (2004) *Publikation P90. Dimensionering av allmänna avloppsledningar*.
- The World Bank (2012). *Turn Down the Heat. Why a 4° degree Warmer World Must be Avoided*. Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics.
- Trafikverket (2012). *Översvämningar slår ut transporterna*. Rapport från Norrlandsstudien 2012 – Samverkansområdet transporter.

Trafikverket (2013). *NVDB på webb 2012*. <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket#>. (Hämtad 2013-03-27).

UKCIP (2009). *A changing climate for business – business planning for the impacts of climate change*. UK Climate Impacts Programme.

UKCIP (2014). www.ukcip.org.uk

Vattenmyndigheten Bottenhavet (2010) *ÅTGÄRDSPROGRAM 2009 – 2015, Bottenhavets vattendistrikt*. Rapportnr: 2010:2

Vattenmyndigheten Bottenhavet (2014). *Förklaring av termer och begrepp*. <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/bottenhavet/beslut-ap/forklaring-av-termer-och-begrepp/>, (Hämtad 2014-05-06)

Vattenmyndigheten Bottenviken (okänt år). *Vattenförvaltningen 2009-2015*. <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/bottenviken/beslut-fp/infor-nasta-forvaltningscykel/Pages/index.aspx> (Hämtad 2014-05-06)

Vattenmyndigheterna (2013) *Kokbok för kartläggning och analys 2013-2014 -Övergripande riktlinjer och information om arbetet med Kartläggning och Analys 2013-2014. I samarbete med Länsstyrelserna. Version III.*

VISS (2014). *Uttag*. <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Exports.aspx> (Hämtad 2014-05-06)

WHO (2013). *Floods in the WHO European Region, Health Effects and Their Prevention*. World Health Organization Regional Office for Europe.

Workshop (2014). Den 12 mars och 23 april 2014, hölls workshops av Viveka Öberg, Länsstyrelsen Västernorrland, och Maria Larsson, Tyréns AB/INDEA AB. Se bilaga 1.

YR (2014). www.yr.no/sted/Tyskland/Schleswig-Holstein/Travemünde/statistikk.html (Hämtat 2014-03-05)

Bilaga 1. Workshopar

Workshop 1 den 12 mars 2014

Viveka Öberg från Länsstyrelsen Västernorrland och Maria Larsson från Tyréns/INDEA höll i en workshop med deltagare från bland annat Härnösands kommun, i syfte att berätta om kommande klimatförändringar och fånga upp lokal kunskap om risker och möjligheter i respektive kommun. Övriga kommuner som deltog var Sollefteå, Örnsköldsvik och Kramfors.

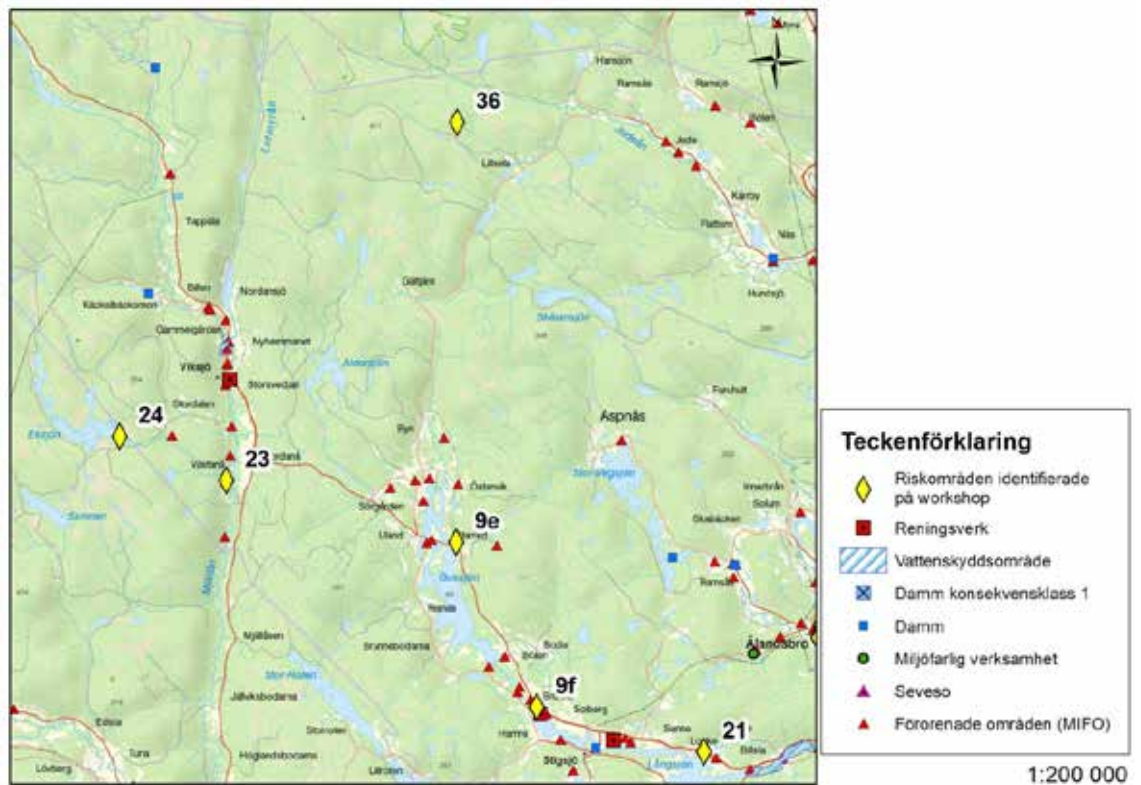
Workshopen inleddes med en genomgång av förväntade klimatförändringar i Västernorrlands län. Därefter diskuterades vilka extrema väderhändelser som redan har hänt och vad de fick för konsekvenser, för att få en bild av sårbarheter i kommunerna. Till slut diskuterades vad som skulle kunna inträffa i ett förändrat klimat, positivt och negativt. I möjligaste mån markerades inträffade och möjliga händelser ut på kommunkartor.

Deltagare från Härnösands kommun

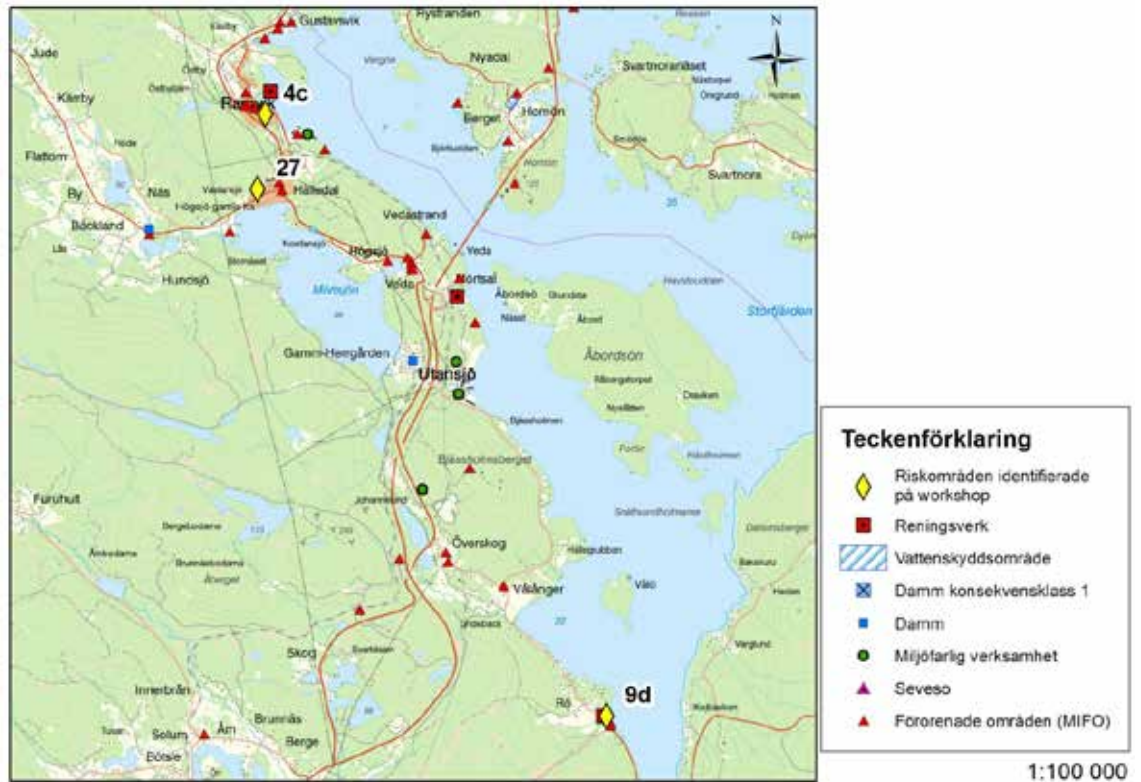
- Birgitta Westerlind
- Jan Eriksson
- Karolina Andersson
- Lena Drejare
- Mathias Rönnqvist
- Owe Kullerstedt
- Per Jonsson
- Peter Hägglund
- Thomas Lindström
- Tobias Sjöstrand
- Ulrika Bylund

Resultat för Härnösands kommun

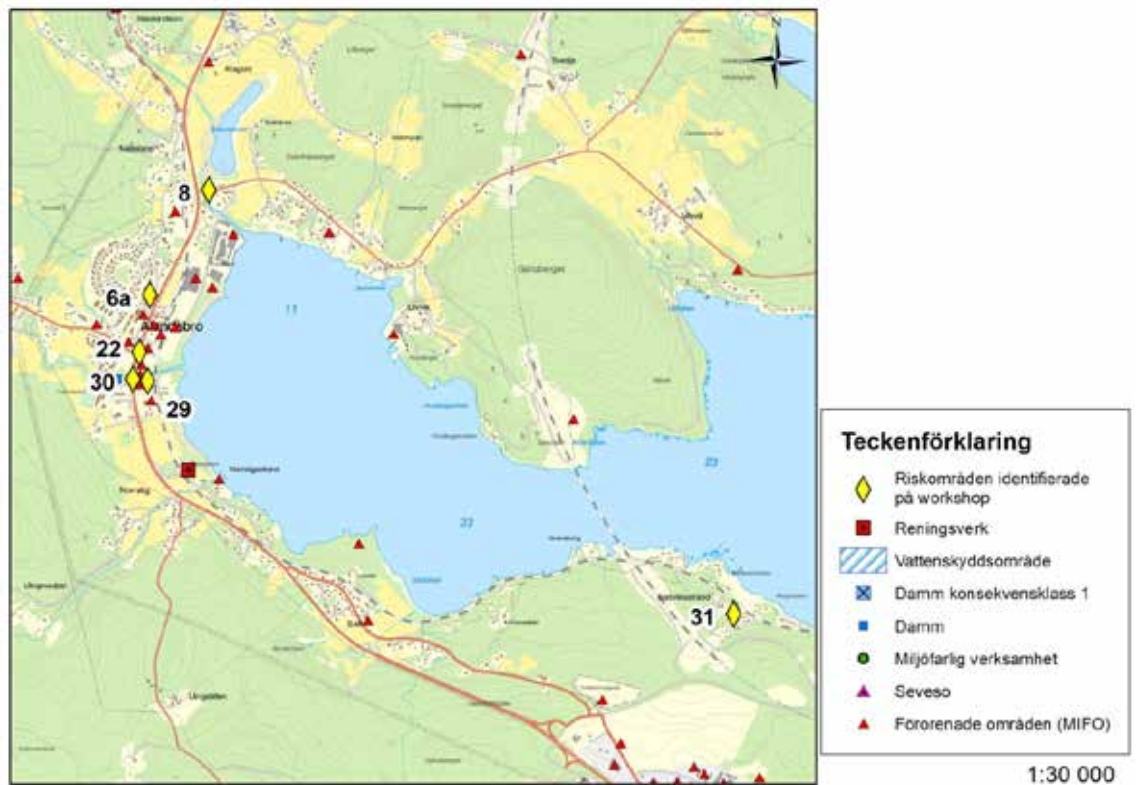
Nedan redovisas risker och möjligheter som framkom under workshoparna, både sådant som har hänt och sådant som skulle kunna hända i ett förändrat klimat. En del risker och möjligheter har en fysisk placering och kan redovisas på en karta medan annat är mer allmänna konsekvenser.



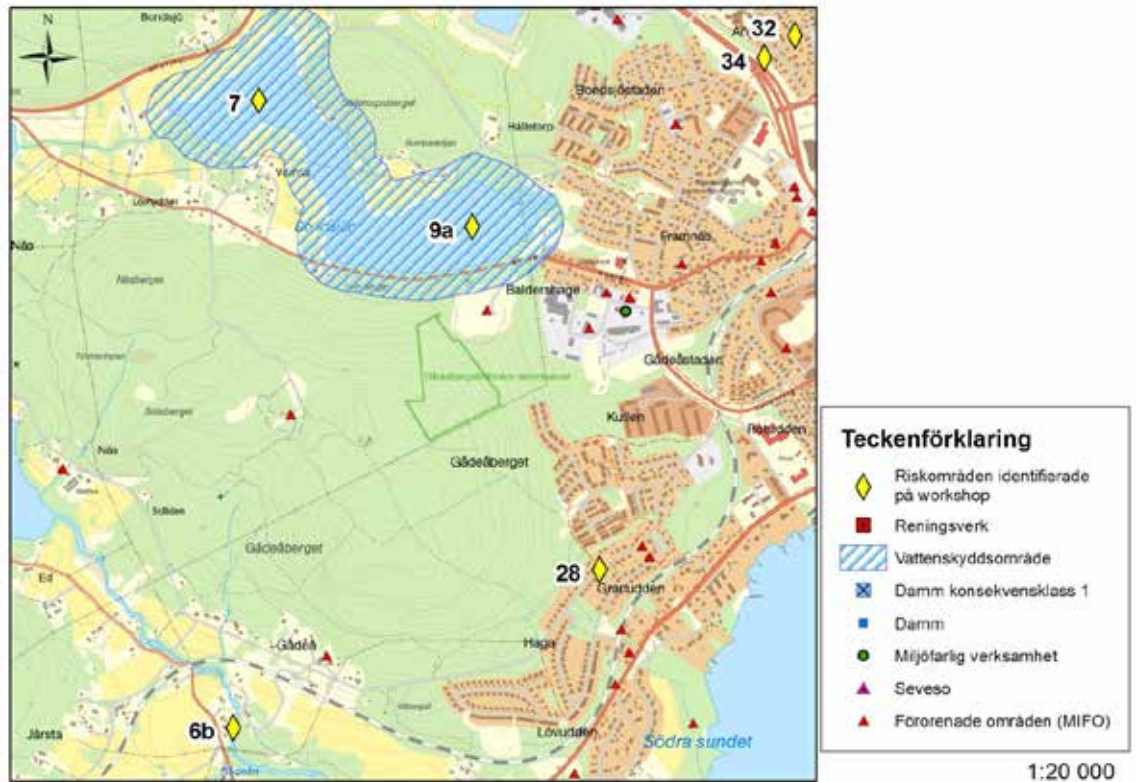
Figur 1.1: Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat i hela kommunen. Numreringen hänvisar till de beskrivningar som finns listade i tabell 1.1 respektive 1.2



Figur 1.2: Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat omkring Härnösand. Numreringen hänvisar till de beskrivningar som finns listade i tabell 1.1 respektive 1.2



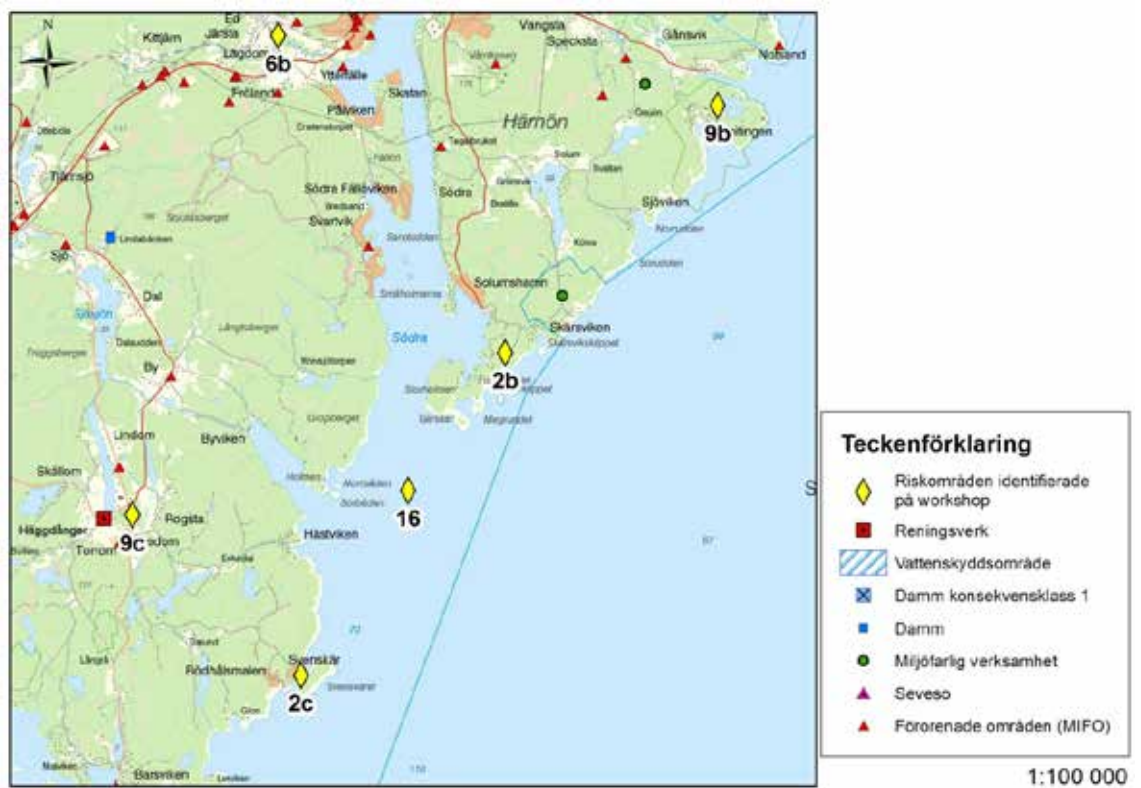
Figur 1.3: Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat omkring Harnösand. Numreringen hänvisar till de beskrivningar som finns listade i tabell 1.1 respektive 1.2



Figur 1.4: Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat omkring Harnösand. Numreringen hänvisar till de beskrivningar som finns listade i tabell 1.1 respektive 1.2



Figur 1.5: Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat omkring Harnosand. Numreringen hänvisar till de beskrivningar som finns listade i tabell 1.1 respektive 1.2



Figur 1.6: Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat omkring Harnosand. Numreringen hänvisar till de beskrivningar som finns listade i tabell 1.1 respektive 1.2

Tabell 1.1: Händelser som har inträffat och innebär en sårbarhet i dagens klimat

Nummer	Beskrivning
1	Höstregn 2011 och 2012, viadukt översvämmad Bondsjöleden
2a- c	Hög havsnivå 2011, Nattviken översvämmades, sjöbodar flyter, översvämmas
3	Skyfall höst 2013, översvämmade källare, ras i slänt vid Bergsgatan
4a-d	Höga flöden, pumpstationer bräddar
5	Storm, urgröpning av hamnens strandskoning
6a-b	Ras och skred på 90-talet
7	Avverkning i kombination med hög nederbörd 2011, kvalitetspåverkan på dricksvatten.
8	Kraftig nederbörd 2010, översvämmad källare
10	Underfart Bondsjöleden, viadukt översvämmades
11	Ivar 2013, tak blåste av på teatern
12	Ivar 2013, carport (större) blåste ner
13	Regn, kraftigt lokalt aug 2013, vägras ned på tomt
14	Regn, kraftigt lokalt aug 2013, översvämning OKQ8. Dagvatten hann ej med.
15	Kraftigt regn lokalt aug 2012, vattenfyllda källare underfart järnväg
16	Högt vattenstånd +1,3 m + ostlig vind, bryggor och sjöbodar blev skadade längs stora delar av kusten
17	Högt vattenstånd +1,3 m + ostlig vind, vid hamnen utspolning, erosion, skador på lager
18	Högt vattenstånd +1,3 m + ostlig vind, piren ur- och överspolning, erosion
19	Högt vattenstånd +1,3 m + ostlig vind, landstingshuset översvämmad källare, transformatorstation klarade sig
20	Dagmar 2011, tak på radhuslänga
21	Regn 2000, översvämning 2001, Översvämmade vägar (Stigsjö), dammproblem (Viksjö)
22	Regn 2000, översvämning 2001, vägtrummor E4, överspolad väg
23	Regn 2000, översvämning 2001, bruksdammen Västanå, började skära runt dammen som dock höll
24	Regn 2000, översvämning 2001, Eksjödammen Västanå överfylld
27	Översvämmat dike, igensatt brunn, ledde till översvämmad källare.
28	Skyfall/Regn, Igensatt trumma. Rinner på väg in i hus.
29	Höga flöden/Skyfall. Avlopp översvämmade i hus nedströms E4.
30	Höga flöden/Skyfall. Säkerhetsbrädd för hög, översvämmade E4 istället för att rinna som tänkt.
31	Dagvattenledning fylldes med sten och bråte. Vattnet tog annan väg och var nära att dra med sig ett hus.
32	Skyfall kraftigt regn. Stora mängder vatten från Hästskon ner till Ringvägen. Bidrog till Här_15
33	Skyfall kraftigt regn. Stora mängder vatten från murberget ned till Här_15

34	Skyfall kraftigt regn. Brunn som satt igen. Översvämning på tomter. Inga skador
35	Skyfall/Regn, Igensatta trummor. Rinner längs nybrogatan. Inga kända skador
36	Stort snöfall slutet av 90-talet. Blötsnö knäckte träd och ledningar. Långa strömavbrott

Tabell 1.2: Händelser som innebär en risk i framtidens klimat

Nummer	Beskrivning
9a-f	Ökad nederbörd och temperatur ökar risken för föroenat dricksvatten.
25	Gerestabäcken, erosion, ras, skred, översvämning
26	Kulverterade bäckar okänd status, flaskhalsar, dagvatten

Diskussionspunkter utan koppling till karta

- Dagmar 2011 och Ivar 2013, fallna träd, telefoniavbrott, elavbrott. Landbygdsnät utslagna och tillhörande samhällsviktiga funktioner plus djurhållning. Dagmar ca 5000 kunder utan el, Ivar ca 4000 kunder utan el
- Sönt som har inträffat, det finns mycket kvar att analysera/identifier och åtgärda för att möta framtiden
- Befolkningsökning, klimatmigration, bristande planering kan vara ett problem
- Hög temperatur i vattentäkt vid Bondsjön är ett möjligt framtida problem

Workshop 2 den 23 april 2014

Samma kommuner som tidigare bjöds in till en andra workshop som fokuserade mer på strategisk och praktisk klimatanpassning samt vilka aktörer som bör vara involverade. Utgångspunkt för diskussionerna var bland annat de analyser som genomförts av Tyréns så långt. Processledare för workshopen var Maria Larsson.

Workshopen inleddes med en kort föreläsning om de rapporter från FN:s klimatpanel som hade publicerats sedan den första workshopen, samt en genomgång av hur man som kommun kan arbeta strategiskt med klimatanpassning. Därefter diskuterades var huvudansvaret för klimatanpassning bör ligga.

Deltagarna fick diskutera åtgärder och aktörer kommunvis. Åtgärderna diskuterades utifrån följande frågeställningar:

1. Vilka beslut är på gång i kommunen som har bäring långt i framtiden? Behöver de klimatanpassas?
2. Vilka behov av åtgärder eller åtgärdsförslag dyker upp utifrån den input som vi har fått?

Både interna och externa aktörer diskuterades och dokumenterades utifrån nio olika sektorer:

- Vägar, järnvägar, flygplatser, hamnar
- Bebyggelse
- VA-system (dagvatten, avlopp, dricksvatten)
- Flora och fauna
- Kulturmiljö
- Miljöfarlig verksamhet
- Energi- och telesystem
- Näringsliv
- Hälsa

Deltagare från Härnösands kommun

- Birgitta Westerlind
- Fredrik Östlund
- Jan Eriksson
- Karolina Andersson
- Lena Drejare
- Per Mellberg
- Thomas Lindström
- Tobias Sjöstrand
- Ulrika Bylund
- Åke Gavelin

Åtgärder

Eftersom Härnösands kommun hade många deltagare på workshopen var de indelade i två grupper. I minnesanteckningarna om åtgärder har de båda grupperna uttryckt sig lite olika men menar troligen i vissa fall samma sak. Gruppernas anteckningar redovisas var för sig.

Härnösand 1

Beslut som är på gång där kommunen behöver ta hänsyn till förväntade klimatförändringar:

- LIS-arbete
- VA-översikt
- Ny planeringsstrategi VA
- Vattenskyddsområden Södra Härnön
- ÖP – Västra kanalbron, kajerna
- Byggen: Ridsportanläggning, hotell, bryggeritomten
- Trafikprogrammet
- Diverse underhållsplaner, t.ex. elnät

Behov av åtgärder utöver detta:

Vad behöver åtgärdas?	Åtgärdsförslag
Samordning av frågan	Klimatstrateg i kommunen?
Påverka fastighetsägare att ansluta till dagvattennätet, strategi	
Öka tydligheten i kommunikationen till kommuninvånare, visa att vi tänkt på klimatförändringar. Info beteendepåverkan.	
Viadukten Bondsjöleden	(Bollgränd) Möte angående problemet.

Härnösand 2

Vad behöver åtgärdas?	Åtgärdsförslag
Aktualitetsförklaring ÖP	Kunskapsökning
LIS (ras, skred, översvämning)	Kunskapsökning
Bygglov. Bryggeritomt bostäder (översvämning, dagvatten)	Riktlinje för höjdsättning, strandnära läge m.m.
Detaljplan Hotell vid simhallen (översvämning)	Riktlinje för höjdsättning, strandnära läge m.m.
VA-översikt, VA-plan	Kunskapsökning
Ansvar dagvatten	Dagvattenpolicy
Detaljplan Utsikten, bostäder (dagvatten)	Analys, fysiska åtgärder
Ombyggnad gator (dagvatten, dimensionering ledningar)	Drift? Analys?

Aktörer

	Interna aktörer	Externa aktörer
Vägar, järnvägar, flygplatser, hamnar	Samhällsbyggnadsförvaltningen Bygg & miljö Hemab KS Räddningstjänsten	Härnösands hamn AB Deltaterminalen AB Vägföreningar Trafikverket Utansjöverken AB
Bebyggelse	Sh-förvaltning Bygg & miljö KS Härnösandshus Räddningstjänst	Länsstyrelsen Fastighetsägare Exploateringsföretag
VA-system (dagvatten, avlopp, dricksvatten)	Hemab Sh-förvaltning	Samfällighetsföreningar Enskilda fastighetsägare Livsmedelsverket

		(Socialstyrelsen)
Flora och fauna	Kommunekolog Sh-förvaltning Bygg & miljö	Fastighetsägare Länsstyrelsen Skogsstyrelsen Härnösands stift (kyrkan) Föreningsliv
Kulturmiljö	Sh-förvaltning	Länsstyrelsen Länsmuseet Landstinget Härnösands stift (kyrkan) Föreningsliv
Miljöfarlig verksamhet	Sh-förvaltning Hemab Härnösandshus	Alla verksamhetsutövare def. enl. lagstiftning Länsstyrelsen Miljödomstol
Energi- och telesystem	Hemab Servanet (privat) Sh-förvaltning	Telia E.ON Skanova Tele 2 Telebolag (Servanet) Ledningsdragande verk
Näringsliv	Näringslivsenhet Sh-förvaltning KS	
Hälsa	Kommunstyrelse Sh-förvaltning SOL	Landstinget

Externa aktörer även myndigheter, t.ex. MXB, SGU, Ist m.fl.

Bilaga 2. Förklaringar av termer och begrepp

100-årsflöde – Ett flöde av en så pass stor omfattning att det statistiskt sett återkommer med 100 års mellanrum, dvs. dess återkomsttid är 100 år.

Avbördningskapacitet – Ett vattendrags förmåga att avleda vattenflöden. Är beroende av vattendragets geometri. Sektioner med liten tvärsnittsarea är begränsande för flödet. Liten lutning i kombination med flacka stränder resulterar i låg avbördningskapacitet och risk för utbredning över stora arealer (Räddningsverket 2003a)

Avrinningsområde - Ett avrinningsområde är det landområde, inklusive sjöar, som avvattnas via samma vattendrag. Området avgränsas av topografin som skapar vattendelare gentemot andra avrinningsområden (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2014)

Delavrinningsområde – Område inom ett större avrinningsområde från vilket avrinning strömmar till en viss punkt i ett vattendrag (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2014)

Dimensionerande flöde – Beräknat högsta flöde i enlighet med Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (dammar riskklass I). Väger samman en kombination av kritiska faktorer (t.ex. regn, snösmältning, hög markfuktighet, högt vattenstånd i sjöar samt magasinsfyllning i reglerade vattendrag) som bidrar till ett högsta flöde. Återkomsttid anges inte för detta flöde, men den är betydligt större än 100 år och ligger i storleksordningen 10 000 år (Räddningsverket 2003b).

Infiltrationskapacitet - Markens förmåga att ta hand om nederbörd. (Wikipedia) Genomsläppliga jordar har större infiltrationskapacitet än till exempel lerjordar.

Kombinerat avloppssystem – Avloppssystem där spillvatten och dagvatten avleds i samma ledningar till avloppsreningsverk.

Lokal årsmedeltillrinning – Tillrinning från små vattendrag i delavrinningsområden, ger ett mått på hur flödet i små vattendrag påverkas.

Median – det mittersta talet i en talserie, till exempel olika mätvärden. Det finns lika många tal i talserien som är mindre än medianen som det finns tal som är större. Exempel: Talserien innehåller talen 2, 4, 13, 15 och 19. Medianen är 13, det mittersta talet. (Medelvärde är däremot 10,6)

Nollgenomgångar - Nollgenomgångar är en vädersituation där temperaturen har varit både över och under 0 °C under samma dygn (Länsstyrelsen Norrbotten 2012)

Riksintresse - Mark och vattenområden som har nationell betydelse för bevarande eller utveckling kan i lagstiftningen betecknas som område av riksintresse (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2014)

Vattentäkt - Vattentäkten är det tillrinningsområde i naturen där råvattnet hämtas och kan bestå av antingen en grundvattentäkt eller en ytvattentäkt. Grundvattentäkter finns ofta i grusåsar, deltan eller i sedimentär berggrund, och tas upp via grävda eller borrade brunnar. Ytvattentäkter består istället av sjöar eller vattendrag (Länsstyrelsen i Västerbottens län 2011)

Årsmedelvattenföring – Avser den totala tillrinningen och vattenföringen i hela avrinningsområdet uppströms mätpunkten (ofta vattendragets mynning). Är summan av den lokala tillrinningen från alla delavrinningsområden.

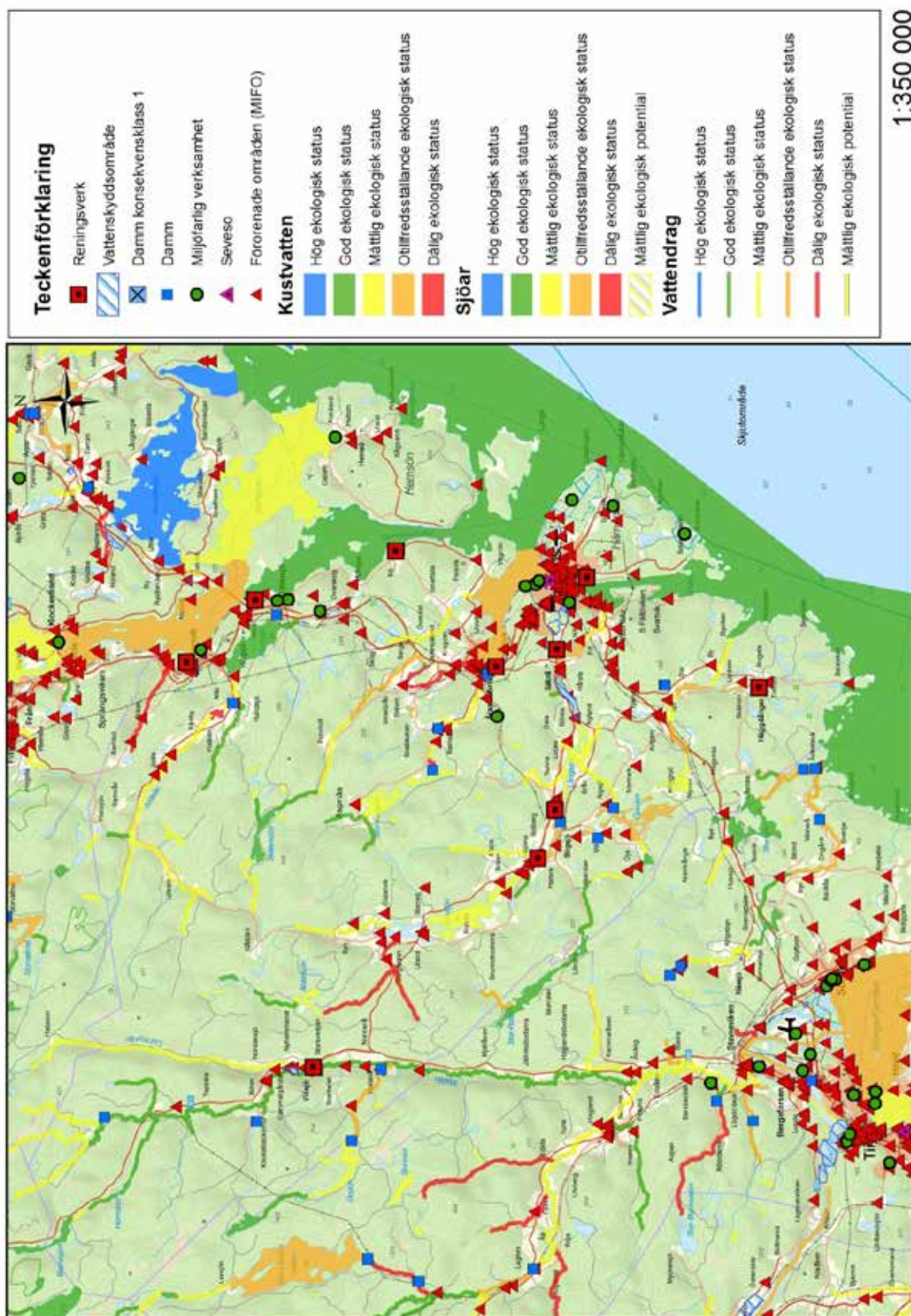
Återkomsttid – Mått på förekomstfrekvensen av extrema naturliga händelser (NE 2013). Med hänvisning till översvämningsrisk innebär det den genomsnittliga tiden mellan två översvämnningar av samma omfattning. Återkomsttid anger sannolikheten för att händelsen ska inträffa ett specifikt år, exempelvis är sannolikheten 1procent för att ett 100-årsflöde ska inträffa ett givet år. Den sammanlagda sannolikheten ökar dock över en längre tidsperiod. Sannolikheten för att ett flöde med återkomsttiden 100 år att inträffa under en 50-årsperiod är t.ex. 40procent. Tabell 2.1 visar den sammanlagda sannolikheten för att ett visst flöde ska överskridas under en längre tidsperiod. (Räddningsverket 2003a)

Översvämning - Med översvämning menas att vatten täcker ytor utanför den normala gränsen för sjö, vattendrag eller hav. Översvämnningar inträffar då marken är vattenmättad och inte kan ta hand om det överskott som kommer i form av mycket regn eller med snösmältning. (www.msb.se)

Tabell 2.1: Sannolikhet för att ett visst flöde ska inträffa uttryckt i procent under en period av år.

Flöde	Period av år					
	10 år	50 år	100 år	200 år	500 år	1000 år
20 årsflöde	40%	92	99	100	100	100
100 årsflöde	10	40	63	87	99	100
1000 årsflöde	1	5	10	18	39	63
10 000 årsflöde	0.1	0.5	1	2	5	9.5

Bilaga 3. Ekologisk status år 2009 enligt VISS



Figur 3.1: Ekologisk status från år 2009 i ytvattenförekomster i Härnösands kommun enligt VISS



**Länsstyrelsen
Västernorrland**

Postadress: 871 86 Härnösand
Telefon: 0611-34 90 00
www.lansstyrelsen.se/vasternorrland