

Umeå kommun

# KONSEKVENSER AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR



SLUTRAPPORT  
2014-01-13

**Uppdrag:** 249190, Fördjupad utredning avseende konsekvenser av klimatförändringar på kommunal nivå

Titel på rapport: Umeå kommun – konsekvenser av klimatförändringar

Status: Slutrapport

Datum: 2014-01-13

### **Medverkande**

Beställare: Länsstyrelsen i Västerbottens län

Kontaktperson: Tina Holmlund

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Maria Larsson

Handläggare: Maria Larsson, Monika Engman, Katarina Larsson, Åsa Järvholm, Ulf Wiklund m.fl.

Kvalitetsgranskare: Karolina Berggren

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>5</b>
1.1	Bakgrund.....	5
<b>2</b>	<b>Sammanfattning</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Klimatscenarioer</b> .....	<b>7</b>
3.1	Klimatscenarioer och utsläppsscenarioer – uppdatera i okt!.....	7
3.2	Regionala variationer.....	9
<b>4</b>	<b>Klimatet i Umeå– idag och i framtiden</b> .....	<b>9</b>
4.1	Dagens förutsättningar .....	10
4.2	Framtida klimat.....	10
<b>5</b>	<b>Generella konsekvenser av klimatförändringar</b> .....	<b>18</b>
5.1	Översvämning .....	18
5.2	Erosion.....	22
5.3	Ras, skred och slamströmmar .....	23
5.4	Naturmiljö.....	26
<b>6</b>	<b>Konsekvenser för samhällen och människor</b> .....	<b>27</b>
6.1	Kommunens ansvar och möjligheter .....	27
6.2	En kommunledningsfråga.....	28
<b>7</b>	<b>Kommunikationer</b> .....	<b>28</b>
7.1	Konsekvenser specifikt för Umeå kommun .....	29
7.1.1	Vägnätet i Umeå kommun .....	29
7.1.2	Riskområden i dagens klimat.....	30
7.1.3	Risker och möjligheter i ett förändrat klimat.....	34
7.2	Behov av åtgärder .....	36
<b>8</b>	<b>Bebyggelse och kulturmiljöer</b> .....	<b>37</b>
8.1	Konsekvenser specifikt för Umeå kommun .....	37
8.1.1	Riskområden i dagens klimat.....	37
8.1.2	Risker i ett förändrat klimat .....	43
8.2	Behov av åtgärder.....	44
<b>9</b>	<b>Tekniska försörjningssystem</b> .....	<b>46</b>
9.1	Konsekvenser specifikt för Umeå kommun .....	48
9.1.1	Dricksvattenförsörjning i Umeå kommun.....	48
9.1.2	Avloppshantering i Umeå kommun .....	48
9.1.3	Riskområden i dagens klimat.....	48
9.1.4	Risker i ett förändrat klimat .....	51
9.2	Behov av åtgärder .....	52

9.2.1	Dricksvattenförsörjning .....	52
9.2.2	Avloppshantering.....	52
9.2.3	Elförsörjning .....	53
<b>10</b>	<b>Hälsa.....</b>	<b>53</b>
10.1	Smittspridning .....	54
10.2	Extremtemperaturer.....	55
10.3	Behov av åtgärder .....	55
<b>11</b>	<b>Näringsliv .....</b>	<b>55</b>
11.1	Konsekvenser specifikt för Umeå kommun .....	57
<b>12</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>58</b>
<b>13</b>	<b>Bilagor.....</b>	<b>60</b>

## 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).

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 i Västerbottens län, för att beskriva förväntade klimatförändringar och deras konsekvenser i Umeå 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 Västerbottens län tagits fram, samt en rapport för länet som helhet.

Ett viktigt underlag i arbetet har varit SGI:s utredning: *Västerbottens län. Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor* (SGI 2011). Den har ett länsperspektiv, medan den här rapporten fokuserar på klimatförändringar och naturolyckor i ett förändrat klimat som berör Umeå kommun, och går även djupare in på vad detta kan få för konsekvenser. Viktig information kring konsekvenser kom fram också under en workshop som hölls med Umeå kommun den 14 oktober 2013.

Det förekommer en del facktermer i rapporten. De som vi har bedömt kanske inte är allmänt kända har vi förklarat i bilaga 2.

## 2 Sammanfattning

Umeå 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. Under perioden 2021-2050 förväntas årsmedeltemperaturen att vara ca 3,5 grader högre än under referensperioden 1961-1990. Fram till i slutet av århundradet förväntas årsmedeltemperaturen ha ökat med ca 5,5 grader. Vintern påverkas mest, med upp emot 8 grader varmare än under referensperioden.

Årsmedelnederbörden under ett medelår kommer i slutet av århundradet att vara runt 10-40 procent mer än under referensperioden, med den största ökningen under vintern. Vegetationsperioden kommer att förlängas med ca en månad till i mitten av århundradet och kanske med över två månader till år 2100. Perioden med snö blir 1-2 månader kortare.

Risk för extrema flöden i älvarna 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 nederbördsmängder. Fler flödestoppar kan öka den kontinuerliga erosionen och successivt leda till skador på älvslänter. 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. Redan idag har man i Umeå kommun haft återkommande problem med översvämningar i samband med kraftig nederbörd.

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 kommer att påverkas av klimatförändringarna, både direkt och indirekt, och både positivt och negativt. 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.

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 Umeå kommun är det speciellt viktigt att fortsätta att arbeta med risker för översvämning, ras, skred och erosion längs med älven. Vad gäller översvämningar bör kommunen planera med hänsyn till ökade nederbördsmängder i samband med förtätningar och utbyggnad av nya områden i Umeå. Förutsättningar för en utökad sommarturism bör tas tillvara.



### 3 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.

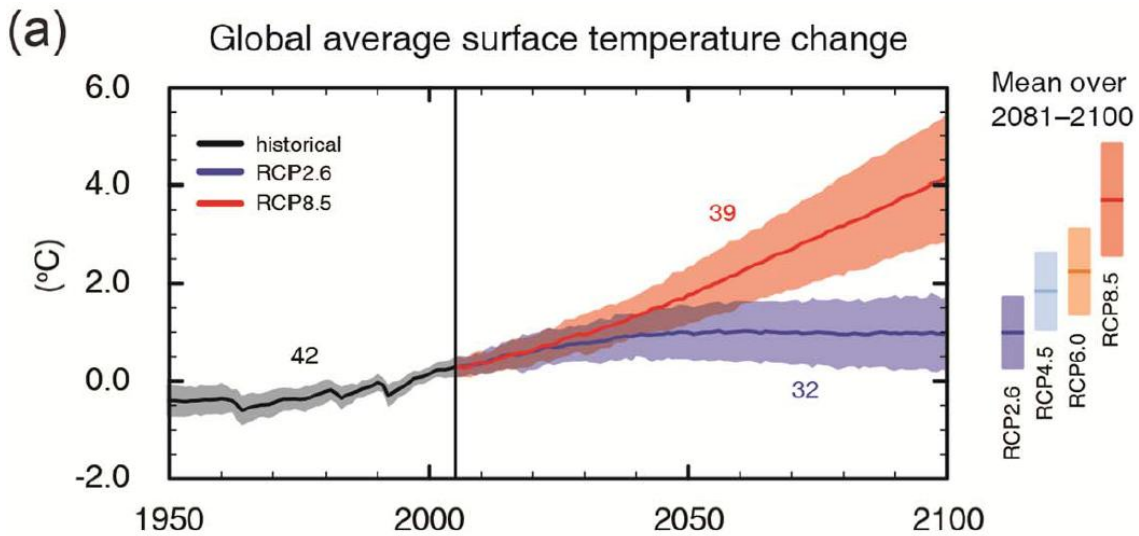
Olika faktorer i scenarierna har olika grad av sannolikhet. Att den globala temperaturen stiger på grund av att vi människor släpper ut växthusgaser är mycket sannolikt. Det påverkar andra klimatfaktorer på olika sätt. En del samband, som till exempel hur vindarna påverkas av temperaturhöjningen, är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

#### 3.1 Klimatscenarier

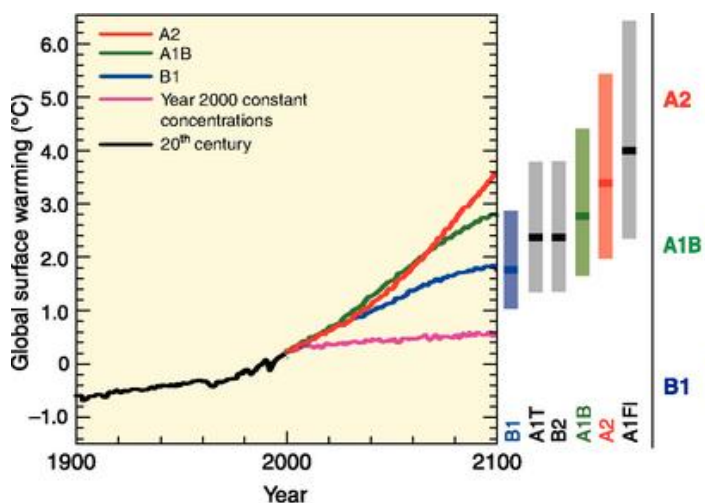
För att beskriva hur klimatet utvecklas i framtiden används klimatscenarier. Klimatscenierna bygger på olika möjliga utvecklingar av halter av växthusgaser i atmosfären. De olika halterna tas fram utifrån olika antaganden om till exempel utvecklingen av världsekonomi, befolkningstillväxt och energiförsörjning. 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 Västerbottens län utgår ifrån IPCC (2007), det vill säga den fjärde klimatrapporten från FN. Det gör därför även den här rapporten, eftersom Klimat- och sårbarhetsutredningen för Västerbottens län är mer detaljerad på regional nivå än den senaste IPCC-rapporten (2013). 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. Klimatscenerierna är ungefär desamma.

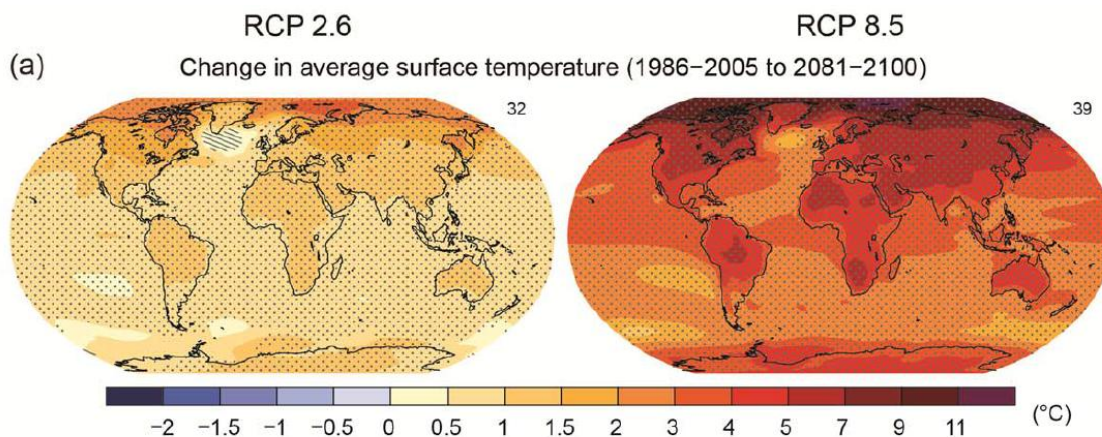
Figur 2 visar några av klimatscenerierna i IPCC (2007). Den här rapporten utgår ifrån utsläppsscenario A1B, grön linje i diagrammet. Det är ett medelhögt scenario som förutsätter att utsläppen av växthusgaser når sin kulmen år 2050. I scenario A1B blir den globala temperaturökningen till år 2100 knappt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



Figur 2: Globala klimatscenerier enligt IPCC. (IPCC 2007). Förändringarna visas i relation till cirka 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)

### 3.2 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 klimatscenerierna som används för att beskriva Sveriges och Västerbottens läns klimat i framtiden (SGI 2011).

Klimatscenerier innehåller flera osäkerheter, både i form av modeller och den naturliga variationen, och för att hantera osäkerheten används ett antal klimatscenerier för att få en så bred bild som möjligt (i SGI (2011) används 12-16 klimatscenerier).

Resultaten varierar mellan klimatscenerierna 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 klimatscenerierna är, desto troligare är förändringen. I rapporten anges medianvärdet av de framtagna klimatscenerierna inom respektive klimatfaktor för att underlätta det fortsatta arbetet. För mer information om spridning i resultat hänvisas till SGI (2011).

## 4 Klimatet i Umeå – idag och i framtiden

I detta kapitel sammanfattas hur klimatet i Umeå kommun kan komma att förändras och se ut i tidsperspektiven 2020- 2050 och 2070-2100 jämfört med nuvarande klimat, representerat av referensperioden 1961-1990 (Tabell 1). Beskrivningar av förändringar av de olika klimatfaktorerna har hämtats från data för regionen Fjäll respektive Inland i SGI (2011), se Figur 4.

För vidare läsning om klimatmodelleringar och resultaten hänvisas till SGI (2011).



Figur 4: Västerbottens indelning i klimatzonerna Fjäll, Inland och Kust. (SGI 2011)

#### 4.1 Dagens förutsättningar

Umeå är en kommun med till största delen kustzonsklimat, i de inre delarna mer inlandsklimat. Kommunen har en befolkning på ca 117 100 personer varav mer än hälften bor i tätorten Umeå. Andra tätorter i kommunen är t.ex. Holmsund, Sävar, Hörnefors, Röbäck och Obbola.

Årstiderna märks tydligt i kommunen, med både kalla vintrar och, trots det nordliga läget, varma somrar. Årsmedeltemperaturen i Umeå är ca 2,0 °C. Den totala årsmedelnederbörden är ca 670 mm. Mest nederbörd faller under höstmånaderna och minst under våren. Hur stor andel av nederbörden som faller som snö varierar inom Västerbottens län, mellan 30 procent i de södra kustområdena till upp mot 50 procent i fjällerna. (SGI 2011)

Genom kommunen rinner en av länets stora älvar, Umeälven, som är reglerad. Även Sävarån, Öreälven och Hörnån rinner genom kommunen. Det är bara Hörnån som är oreglerad. Avrinningen under vintern är mycket låg i hela länet då nederbörden som regel magasineras i snötäcket. Under våren (mars-maj) ökar avrinningen något i och med att snösmältningen startar vilket leder till höga flöden i samband med vårfloden. Den största avsmältningen sker dock under sommaren i fjälltrakterna, vilket kan skapa höga flöden nedströms i älven.

#### 4.2 Framtida klimat

I framtiden kommer klimatet i Umeå kommun att utvecklas mot att bli både varmare och blötare. Medeltemperaturerna över året och för de olika årstiderna kommer 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 tidsperioderna 2020-2050 och 2070-2100 redovisas medianvärden av resultat från olika klimatmodeller. Resultaten varierar inom de olika tidsperioderna och värdena visas därför som ett intervall mellan det lägsta och högsta medianvärderna inom respektive tidsperiod. Förändringarna är tolkade från diagram, och kan därmed innehålla en mindre feltolkning.

Tabell 1. Sammanställning av undersökta klimatfaktorer för referensperioden 1961-1990, samt perioderna 2020-2050 och 2070-2100. Sammanställningen är gjord efter tolkning av främst diagram i SGI (2011).

Klimatfaktor	Enhet	1961-1990	2020-2050	2070-2100
Medeltemperatur år	°C	2,0	2,0 - 7,0	6,0 - 9,0
Medeltemp vinter	°C	-9,0	-11,0 till -3,0	-4,0 till 0,0
Medeltemp vår	°C	0,5	0,5 - 5,0	4,5 - 8,0
Medeltemp sommar	°C	13,5	13,5 - 16,5	16,5 - 19,5
Medeltemp höst	°C	2,5	2,5 - 7,0	6,0 - 9,0
Antal dygn med dygnsmedeltemperatur >15°C,	Dygn	26	27 - 82	79 - 115
Värmeböljor: Maximalt antal sammanhängande dygn med dygnsmedeltemperatur över 15°C	Dygn	11	11 - 50	45 - 88
Maxtemperatur: årets högsta dygnsmedeltemperatur	°C	20,0	19,5 - 24,0	22,5 - 27,0
Vegetationsperiodens längd*	Dygn	150	155 - 200	190 - 240
Graddagar kylning**	Graddagar	1,5	1,5 - 11,5	1,5 - 46,5
Graddagar uppvärmning***	Graddagar	4500	3300 - 4475	2680 - 3360
Nollgenomgångar (1960-1990, 2011-2040, 2071-2100)****	Dygn	28	25 - 37	26 - 37
Årsmedelnederbörd	mm	670	616 - 811	710 - 992
Medelnederbörd vinter*****	mm	80 - 180	71 - 248	81 - 324
Medelnederbörd vår*****	mm	70 - 140	57 - 189	64 - 204
Medelnederbörd sommar*****	mm	130 - 230	116 - 290	117 - 299
Medelnederbörd höst*****	mm	150 - 240	129 - 326	129 - 362
Största 7-dygnsnederbörden	mm	62	56 - 75	62 - 81
Kraftig nederbörd: Antal dygn per år med dygnsmedelnederbörd >10 mm	Dygn	14	12 - 20	15 - 27
Torra dygn: Antal dagar per år utan nederbörd (< 1 mm)	Dygn	235	218 - 241	206 - 234
Torrperiod: Maximalt antal dygn i följd per år utan nederbörd (< 1 mm)	Dygn	21	17 - 25	15 - 22
Antal dagar med snö	Dygn	150 - 175	100 - 145	30 - 105
Snömax (mm vatteninnehåll)	mm	175	131 - 166	70 - 105

\*Vegetationsperiodens längd har studerats genom att beräkna 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.

\*\* Beräkning av antal graddagar per år överstigande 20 °C har utförts genom att för varje dygn då dygnsmedeltemperaturen överstiger 20 °C beräkna skillnaden mellan detta dygns värde och 20 °C.

\*\*\*Beräkningen av graddagar utgår från att en byggnads värmesystem ska värma upp byggnaden till 17 °C. Resterande energibehov antas tillkomma från solinstrålning samt från värme som alstras av personer och elektrisk utrustning i byggnaden. Beräkningen av graddagar med värmebehov görs genom att för varje dygn under året beräkna skillnaden mellan dygnsmedeltemperaturen och 17 °C, förutsatt att dygnsmedeltemperaturen understiger 17 °C. Denna skillnad summeras sedan årsvis.

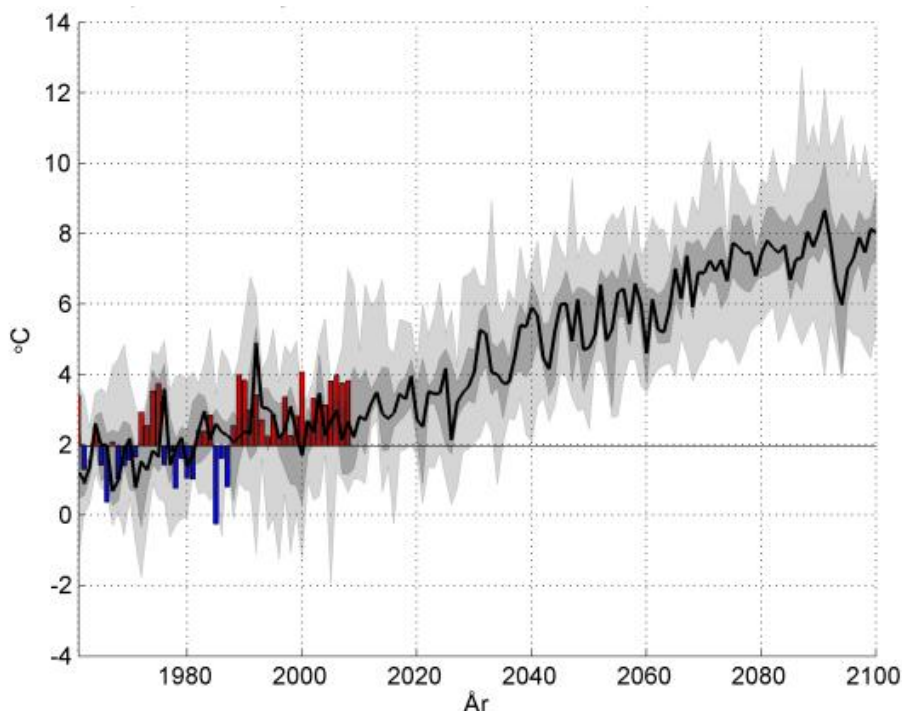
\*\*\*\*Antalet nollgenomgångar har beräknats genom att studera när två på varandra följande dygn har en skillnad i temperatur som genomkorsar 0 °C.

\*\*\*\*\* Intervallet 1961-1990 baseras på avläsning av SMHIs klimatkartor som illustrerar uppmätt nederbörds medelvärde månadsvis för den av WMO definierade normalperiod 1961-1990 (SMHI 2013b). De andra två tidsperiodernas intervall baseras på dessa värden samt angiven procentuell förändring i SGI:s rapport (SGI 2011).

## Temperatur

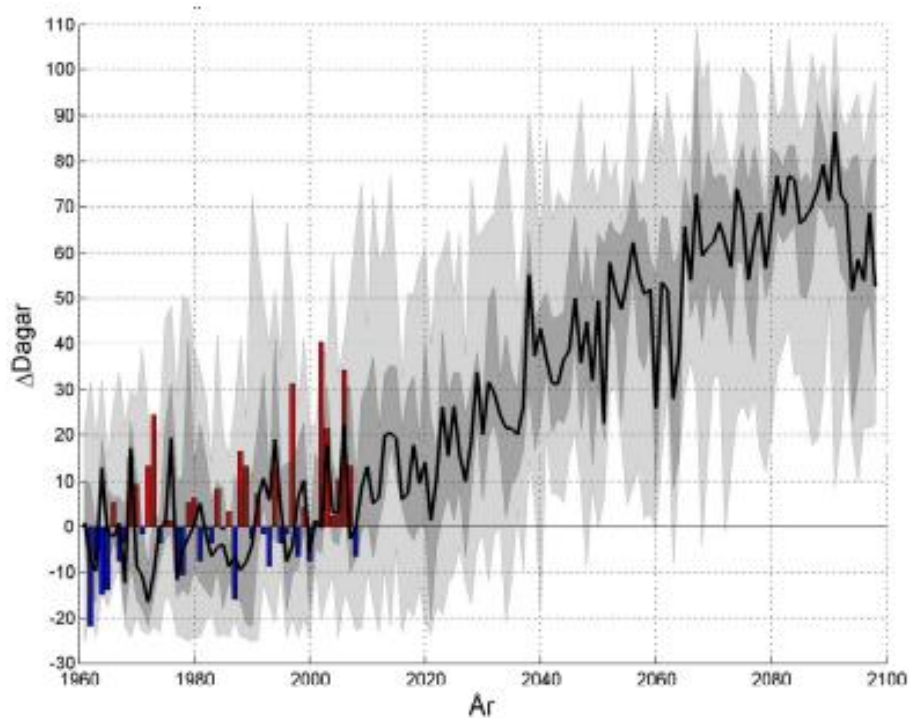
Under perioden 2020-2050 kommer klimatförändringarna att bli tydliga i Umeå kommun. Årsmedeltemperaturen förväntas ha ökat med upp till 5,0 °C, se Figur 5. Vintern är den årstid som påverkas mest, med en ökning på upp till 6 °C. Övriga årstider får en något mindre temperaturökning.

Fram till slutet av århundradet förväntas årsmedeltemperaturen att ha ökat med upp till 7,0 °C. Vintern påverkas som tidigare mest, med upp till 9 °C höjning.



Figur 5: Beräknad temperaturutveckling i Västerbottens län, Kust. 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. (SGI 2011)

Antalet dygn med hög dygnsmedeltemperatur och därmed också hög maxtemperatur förväntas öka i framtiden. Mot slutet av seklet visar medianlinjen på en ökning i kustregionen 50-90 dygn jämfört med referensperioden, se figur 5. Även antalet och längden på värmeböljor ökar, med flera sammanhängande dygn då medeltemperaturen överstiger 15 °C, se Figur 6.

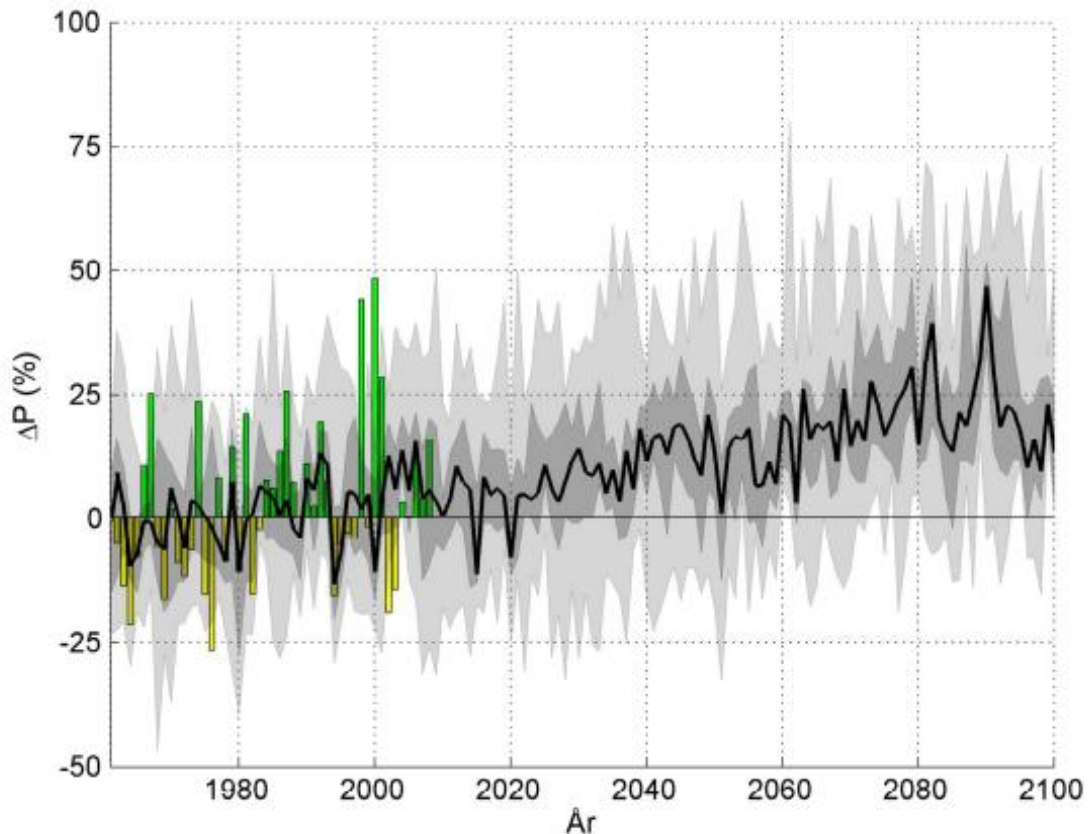


Figur 6: Antal dygn med dygnsmedeltemperatur överstigande 15°C relativt referensperioden 1961-1990 i Västerbottens län, Kust. Observerade värden större än referensperiodens medelvärde visas som röda staplar och lägre värden visas som blå staplar. Skuggningarna avser uppifrån och nedåt, maximivärdet, 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 2011)



## Nederbörd

Årsmedelnederbörden förväntas öka med runt 10-50 procent till slutet av århundradet, se Figur 7. Den största ökningen sker på vintern medan övriga årstider har en något mindre förändring.



Figur 7: Beräknad utveckling av årsmedelnederbörden i Västerbottens län, Kust. 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 2011)

Den kraftiga nederbörden förväntas öka i framtiden, men fram till 2020-2050 är förändringen liten, med upp till 13 millimeter för 7-dygnsnederbörden. En dygnsmedelnederbörd på mer än 10 mm betyder att ett kraftigt regn faller över området. Idag händer detta ca 14 dagar per år, vilket förväntas att öka med 1-13 dagar per år mot slutet av århundradet.

Den mest extrema nederbörden, med en återkomsttid av 100 år, förväntas öka med ca 20 procent till år 2100 men spridningen i resultaten är stor (SGI 2011).

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

Antalet torra dagar förväntas minska något, se Tabell 1. Framtida torrperioders längd tenderar att vara i det närmaste oförändrade eller minska svagt under innevarande sekel, se Tabell 1.



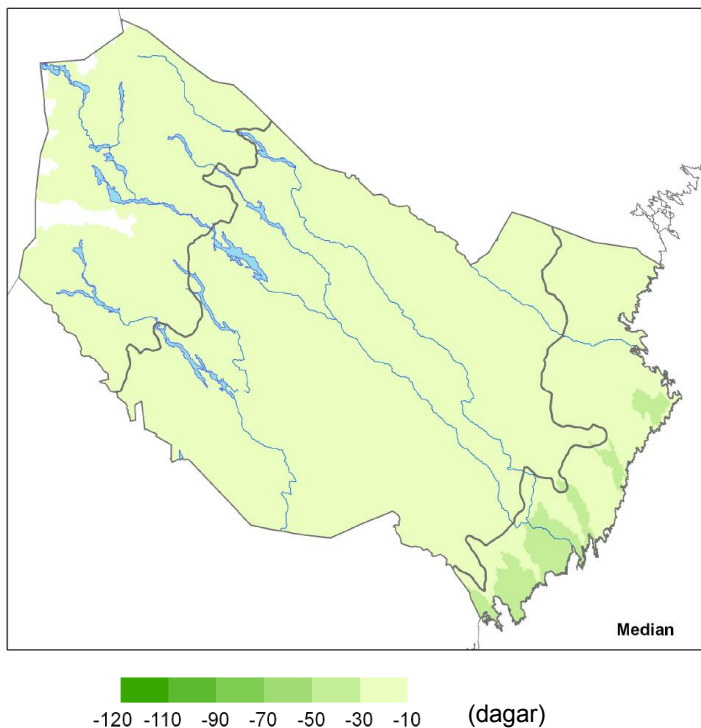
### Konsekvenser av höjd temperatur

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

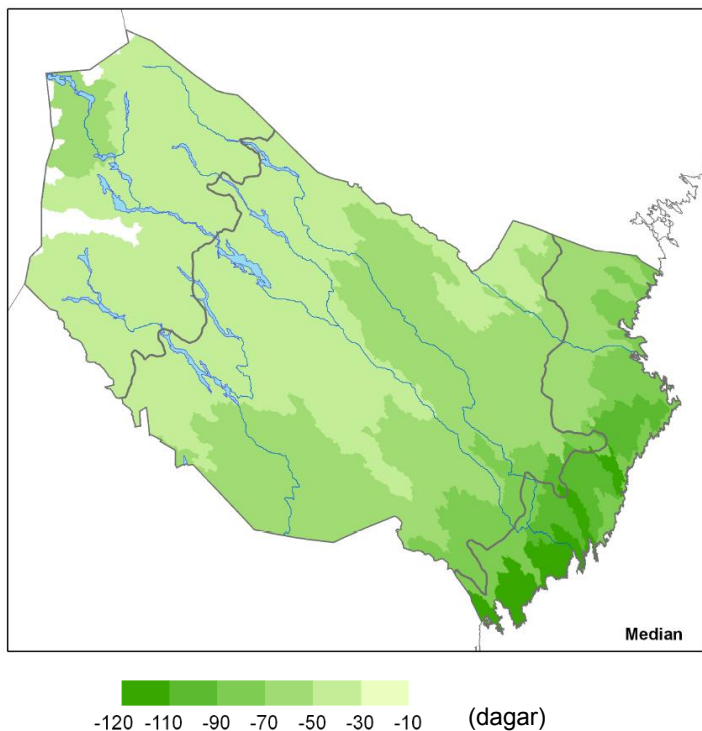
- Vegetationsperiodens längd ökar
- Färre dagar med snötäcke
- Kortare period med tjäle
- Liten ökning av antalet nollgenomgångar
- Marginellt högre havsnivå

En förändring som är direkt kopplad till temperatur är vegetationsperiodens längd, som förväntas öka med upp till mer än 3 månader mot slutet av seklet, se tabell 1. Samtidigt kommer det också bli färre dagar med snötäcke, dagens 150-175 dagar minskar till 30-105 dagar, se Tabell 1.

Figur 8 och Figur 9 visar förväntad förändring av antalet snö dagar per år för mitten respektive slutet av seklet.



Figur 8: Förändring av antalet snö dagar per år beräknat för perioden 2021-2050. (SGI 2011)



Figur 9: Förändring av antal snö dagar per år beräknat för perioden 2069-2098. (SGI 2011)

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.

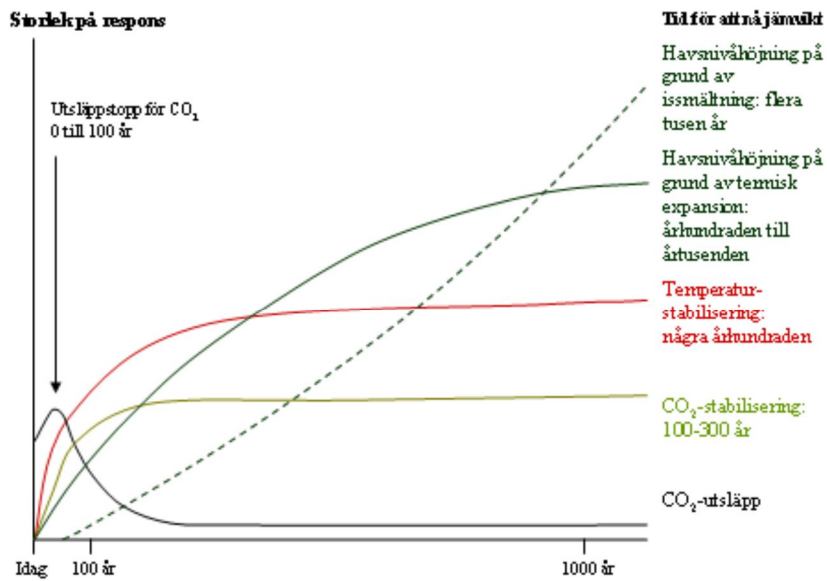
Antalet nollgenomgångar, då temperaturen växlar mellan plus- och minusgrader, förväntas öka något, men spridningen av resultaten är stor, se Tabell 1.

Globalt sett förväntas havsnivån stiga med som mest en meter fram till 2100. I norra Sverige kompenseras landhöjningen väl för detta. Nettoeffekten i Västerbotten är beräknad till ca 1 dm havsnivåhöjning. (SMHI 2012)

Olika klimatmodeller ger olika resultat vad gäller utvecklingen av extrema vindar över Skandinavien. Det finns idag inga entydiga svar för Västerbotten. För Sverige som helhet är den sammanvägda trenden fram till idag en svag ökning av högsta vindhastighet sedan 1951, men det är inte statistiskt signifikant. Medelvindhastigheten har minskat med 4 procent.

### 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 10.



Figur 10: Förväntad utveckling av klimatförändringarna vid en stabilisering av utsläppen av växthusgaser i mitten av det här århundradet. (IPCC 2003)

## 5 Generella konsekvenser av klimatförändringar

De direkta klimatförändringarna för Västerbottens del kan sammanfattas i att det blir varmare och blötare. Det leder bland annat till översvämningar, erosion, ras, skred, slamströmmar och förändringar i naturmiljön, vilket det här kapitlet redovisar.

Beskrivningen av naturolyckor i ett förändrat klimat utgår främst från SGI (2011). I 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 Umeå kommun. För mer information om geologiska förutsättningar, naturolyckor, riskbedömningar m.m. hänvisas till SGI:s rapport.

### 5.1 Översvämning

Översvämningar beror på en kombination av förutsättningar och händelser. Stort snömagasin, 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. I Västerbotten är isproppar en vanligt förekommande orsak till översvämningar till följd av isdämningen och även skador till följd av ismassor och isflak. Högt vattenstånd kan också öka risken för översvämning i älvmyntningar. I Västerbotten 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 översvämningensrisken genom urbanisering och exploatering av översvämningssensibla 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 (Länsstyrelsen i Västerbottens län 2011).

På grund av förväntad ökad nederbörd kan fler översvämningar till följd av kraftig eller långvarig nederbörd inte uteslutas. 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. dagvattensystemets kapacitet överskrids så att det inte förmår att avleda vattenmängderna.

#### *Älvar och andra 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 lägsta flöde under vintern, när nederbörden faller som snö (SGI, 2011).

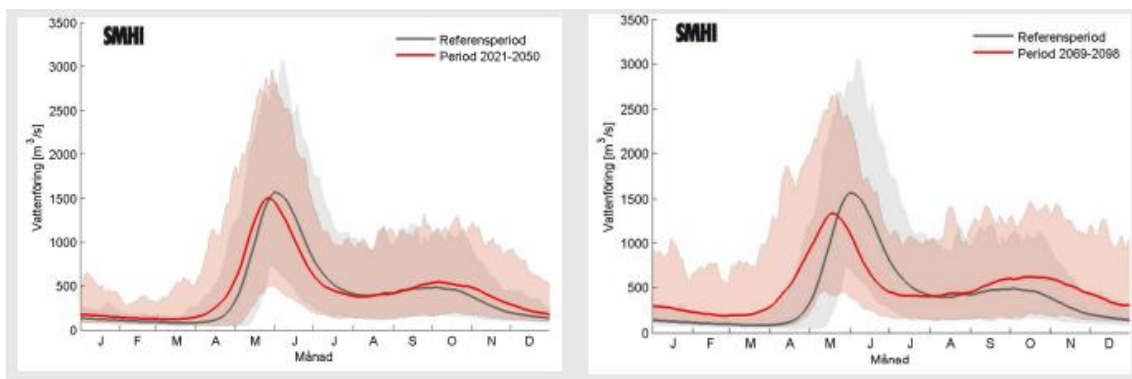
Modelleringar av större älvar i Västerbottens län visar att säsongsdynamiken förändras under det här århundradet. Under perioden 2021-2050 inträffar vårfloden något tidigare än i dag. Höst- och vinterflöden förväntas öka. Förändringarna blir ännu tydligare i slutet av seklet (2070-2100), då vårtoppen och de maximala flödena förväntas minska något. (SGI 2011). Det beror främst på ett mindre snötäcke men också på grund av ökad avdunstning i ett varmare klimat. Samtidigt kan det även fortsättningsvis bli höga flöden och problem med isproppar.

Den totala årsmedelvattenföringen förväntas öka med mellan 10 till 25 procent i de större älvarna mot slutet av seklet och vi kommer se en förskjutning mot allt större flöden på hösten (SGI 2011). 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. Utbyggnad av älvar medför att höga flöden kan dämpas men är ingen garanti mot översvämningar. Vårfloden dämpas ofta men kraftiga höst- och sommarflöden är mer svårhanterliga (SGI 2011).

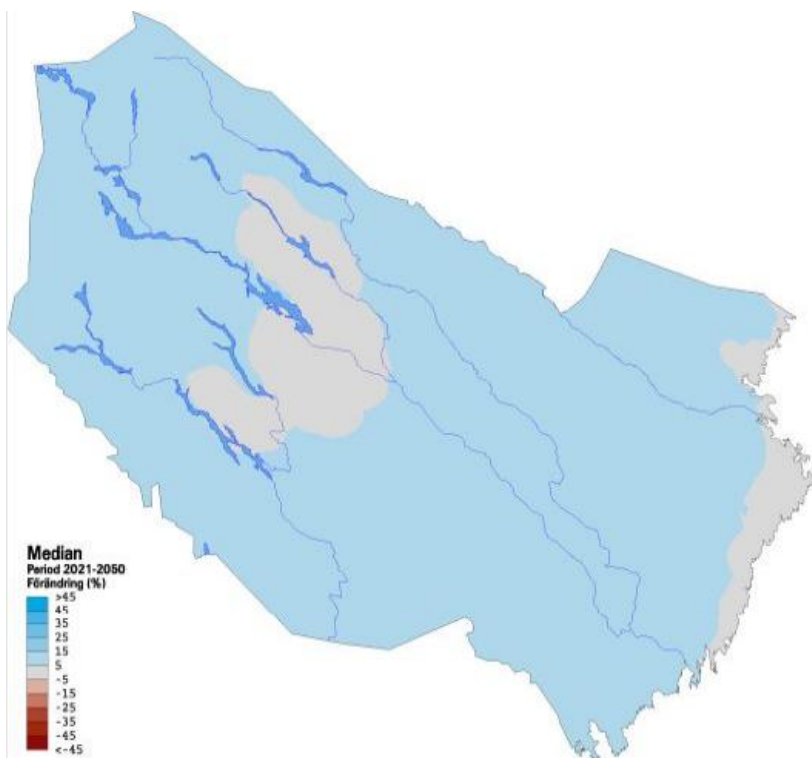
### Förutsättningar i Umeå kommun

Figur 11 visar den ändrade tillrinningen till Umeälvens mynning i Bottenviken. 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 (2011).

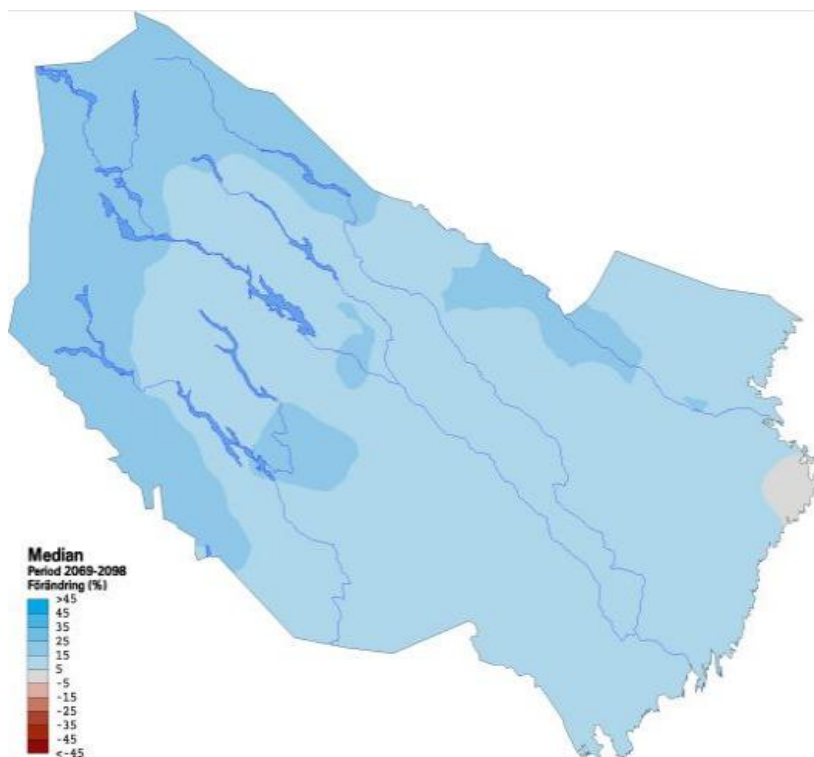


Figur 11. Den vänstra figuren visar ändring av säsongsdynamik för total tillrinning till Umeälvens mynning i Bottenviken för perioden 2021-2050 jämfört med referensperioden 1963-1992. Figuren är en sammanfattning från 16 klimatsimuleringar. Den högra figuren visar motsvarande baserat på 12 klimatsimuleringar för slutet på seklet (2069-2098). Heldragen svart linje visar medeltillrinning för referensperioden och heldragen 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. Från SGI (2011).

Den lokala årsmedeltillrinningen, som ger en bild av hur flöden i främst små vattendrag påverkas, förväntas i Umeå förbli oförändrad längs med kuststräckan och öka med 5-15 procent i de inre delarna av kommunen under 2021-2050 jämfört med referensperioden 1963-1992 (Figur 12). Mot slutet av seklet förväntas ökningen med 5-15 procent gälla för hela kommunen jämfört med referensperioden (Figur 13).



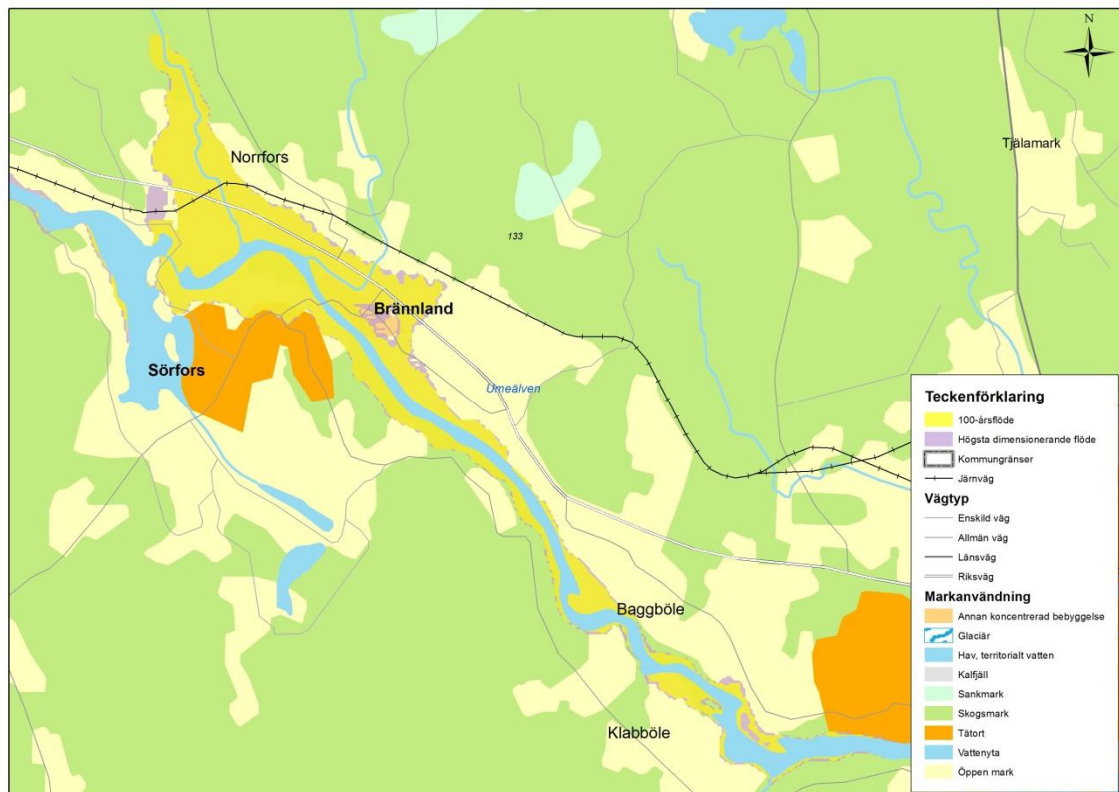
Figur 12. Förändring av lokal årsmedeltillrinning i Västerbottens län för perioden 2021-2050 jämfört med referensperioden 1963-1992. Figuren visar medianvärdena. Från SGI (2011).



Figur 13. Förändring av lokal årsmedeltillrinning i Västerbottens län för perioden 2069-2098 jämfört med referensperioden 1963-1992. Figuren visar medianvärdena. Från SGI (2011).



Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB (tidigare Räddningsverket), har gjort en översiktlig översvämningskartering längs Umeälven. Karteringen visar översvämningszoner vid 100-årsflöde och för beräknat högsta flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer vid dammdimensionering. Det är framförallt kring samhället Brännland som stora ytor riskerar att översvämmas (Figur 14). Man har dock historiskt sett inte haft problem med översvämnings i Brännland (Workshop 2013). Risken för översvämnings är dessutom generellt sett mindre i reglerade vattendrag, såsom Umeälven, eftersom man kan jämna ut stora flödestoppar i regleringsmagasinen. Vårfloden dämpas ofta men kraftiga höst- och sommarflöden är mer svårhanterliga (SGI 2011).



Figur 14. Översvämningskarteringar vid samhället Brännland utmed Umeälven

I Umeå har man också haft problem med översvämningsar inne i staden vid intensiv nederbörd. Senast i augusti 2013 kom stora regnmängder under en kort period vilket orsakade översvämningsar på flera håll, bland annat på campusområdet, Östra Kyrkogatan, på Skolgatan, Rothoffsvägen och på Gustav Garvares gata (Figur 15). Stora mängder vatten hade framförallt samlats i viadukter där bilar sedan hade kört fast. Även källare översvämnades, bland annat vid Storgatan och Gustav Garvares gata (Västerbottens-Kuriren 2013a).



Figur 15. Översvämning på Gustav Garvares gata i samband med intensiv nederbörd i augusti 2013 (Västerbottens-Kuriren 2013a)

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 2011).

Umeå är en kustkommun och tillfälligt extrema havsnivåer kan drabba såväl bebyggelse som infrastruktur längs med kuststräckan. Exempelvis tryckte stormen Gudrun upp vattennivån i Bottenviken vilket höjde havsnivån med 1,4 m (Workshop 2013).

## 5.2 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 älvarna liksom i andra vattendrag, 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 vattenintränkta 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.

### *Förutsättningar i Umeå kommun*

Förutsättningar för kusterosion finns i alla kustkommuner i Västerbottens län, däribland Umeå kommun. I SGI (2011) har man sammanställt de kuststräckor i kommunen där förutsättningar för erosion finns utmed:

- Stränderna vid Kylören i Örefjärden
- Stränderna vid Hörnefors utmed Skatan och Megrundet
- Stränderna i Mjölefjärden vid Lakabäcken, Sand och Storvikssanden

- Stränderna vid Norrmjöle och Sörböle och vid Kontviken
- Sydöstra Obbolaön vid Vitskär
- Stränderna i Umeålvens mynningsområde i Österfjärden
- Stränderna längst in i Täftefjärden vid Täfteå
- Stränderna på fastlandssidan vid Hällskärssundet i Täftefjärden
- Stränderna vid Osnäs i södra delen av Osnäsfjärden

I SGI (2011) har man sammanställt älvsträckor där det finns förutsättningar för erosion. För Umeå kommun gäller detta längs i princip hela Umeälven, endast små luckor finns där erosion saknas eller är mindre.

### 5.3 Ras, skred och slamströmmar

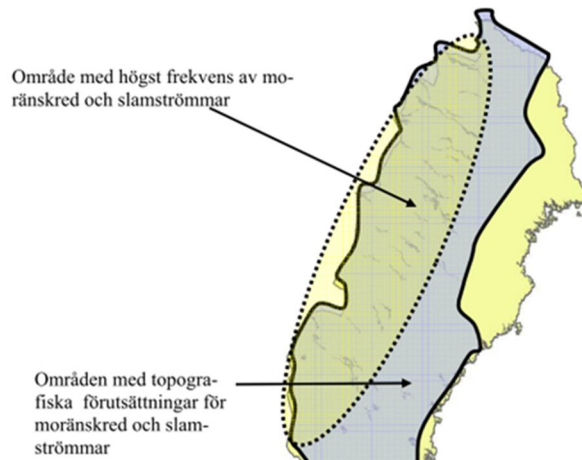
Markens stabilitet påverkas negativt av en ökad nederbörd genom att ett ökat vattentryck i markens porer minskar jordens hållfasthet. Detta kan leda till en ökad risk för ras och skred utmed vattendrag. Ökad nederbörd kan också leda till ökad avrinning samt flöden och vidare erosion som påverkar släntstabiliteten. 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 (2011) 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 varieras. 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 (2011) 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.

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 grena 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 (Fallsvik 2007) (Figur 16).



Figur 16. Riskområden för moränskred och slamströmmar. (Fallsvik 2008)

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.

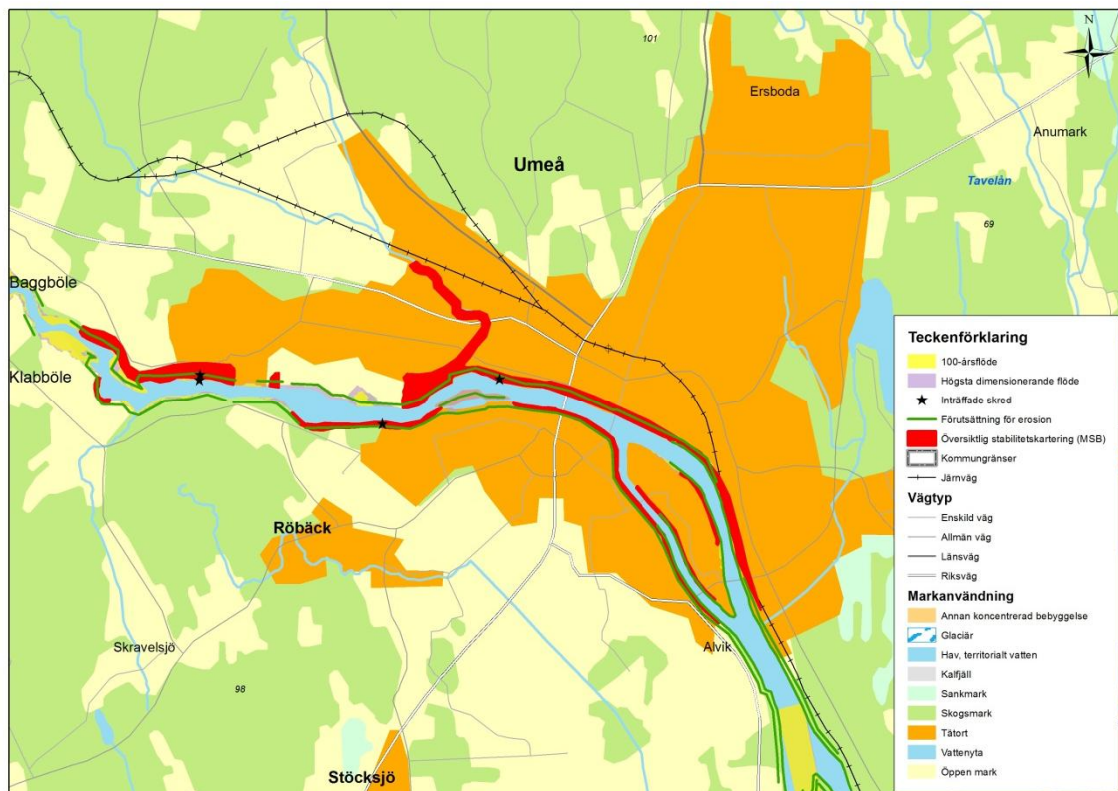
### **Förutsättningar i Umeå kommun**

En översiktlig stabilitetsutredning inom bebyggda områden i Umeå kommun utfördes av Räddningsverket 1998. Totalt ingick 11 områden i utredningen. Utredningens resultat sammanfattas i Tabell 2, för detaljer angående respektive område hänvisas läsaren till stabilitetsutredningens rapport (Räddningsverket 1998).

Tabell 2. Sammanfattande tabell av översiktlig stabilitetsutredning för Umeå kommun. (Räddningsverket 1998)

Område	Bedömning av stabilitet	Kommentar
Botsmark	Ej stabilt	Detaljerad undersökning av portrycksförhållanden bör utföras
Gravmark	Inga undersökningar har genomförts	Kartering av erosionsförhållanden bör göras
Bullmark	Ej stabilt ner mot Sävarån	Detaljerad undersökning av portrycksförhållanden bör utföras i området närmast ån
Flurkmark	Tillfredsställande stabilitet	
Rödånäs	Tillfredsställande stabilitet	Viss erosion i strandkanten mot Umeälven
Baggböle-Backen	Skredärr och erosionsproblem	Kompletterande undersökning bör utföras för att avgränsa ej stabila områden.
Centrala Umeå (inkluderar 6 mindre områden, se <b>Figur 17</b> )	Stora delar ej stabila.	Ras och skred har inträffat inom vissa områden. Erosionsproblem. Detaljerade undersökningar bör utföras för att avgränsa ej stabila områden, vid detaljplanering samt för att kunna ge åtgärdsförslag.
Brännland	Erosionsproblem	Stabiliteten både efter Smörbäcken och älven bör detaljundersökas
Klabböle	Ej stabilt	Detaljerad undersökning bör utföras
Sävar (efter Sävarån)	Ej stabilt	Detaljerade undersökningar bör utföras för att avgränsa ej stabila områden samt vid detaljplanering och förändringar inom området.
Ersmark	Tillfredsställande stabilitet	Stabiliteten kan vara något lägre utmed vattendragen
Norrmjöle/Sörmjöle	Tillfredsställande stabilitet/Ej stabilt i områden mot vattendraget	Kompletterande undersökningar bör utföras i Sörmjöle
Hörnefors	Tillfredsställande stabilitet	Stabiliteten kan vara något lägre utmed vattendragen





Figur 17. Översvämnings- och stabilitetskarteringar i centrala Umeå

Som kan ses i Figur 16 ligger Umeå kommun inte inom några av de områden som är känsliga för moränskred och/eller slamströmmar.

## 5.4 Naturmiljö

En effekt av ett varmare klimat är att vegetationsperioden förväntas starta tidigare och vara längre i Västerbotten (SGI 2011). 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 2013a). Påverkan förväntas sker på växter och djurs reproduktion, fördelning och storlek hos populationer samt förekomst av skadeorganismer.

Gränsen för många trädslag förskjuts norrut, inslaget av lövträd förväntas öka i kommunen. Fjällområdena är särskilt känsliga för klimatförändringarna. Kalfjällsområdena i Sverige förväntas minska kraftigt när trädgränsen höjs. Tillväxten av trädslag som tall och gran förväntas öka till följd av den utökade vegetationsperioden (Miljödepartementet 2007, Klimatanpassningsportalen 2013).

Den förväntade medeltemperaturen (upp till 7 °C) i Umeå kommun år 2050 kan jämföras med dagens medeltemperatur i Stockholmsområdet. (SMHI 2013c) Kommunens medeltemperatur år 2100 (upp till 9 °C) kan jämföras med dagens medeltemperatur i norra Tyskland.



## 6 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 7)
- Bebyggelse och kulturmiljöer (kap 8)
- Tekniska försörjningssystem (kap 9)
- Hälsa (kap 10)
- Näringsliv (kap 11)

I kapitel 7-11 beskrivs inledningsvis i respektive kapitel hur samhällen och människor kan påverkas på en övergripande nivå. Därefter beskrivs mer specifika förutsättningar och konsekvenser för Umeå kommun.

Inträffade händelser samt risker och möjligheter som redovisas har hämtats från olika rapporter och från resultatet av workshopen den 14 oktober 2013. Konsekvensbedömningar är också gjorda utifrån underlag för risker för översvämningar, ras, skred och erosion.

### 6.1 Kommunens ansvar och möjligheter

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.

Nedan följer en lista på verksamheter som kan vara mer eller mindre berörda.

- Avfallshuvudmän
- Beredskaps- och räddningstjänst
- Elförsörjning
- Fastighetsförvaltning
- Finans och försäkring
- Fjärrvärmeanläggningar
- Fysisk planering
- Infrastruktur (flygfält, hamnar, järnvägar och vägar)
- Kommunikationssystem (fast tele, mobil tele, TV och radio)
- Miljöskydd (koll på bland annat förorenade områden)
- Omsorg
- Park- och naturområdesförvaltning
- Sjukhus och vårdanläggningar
- Skolor och barnomsorg
- Strategi och utveckling
- Vatten- och avloppsanläggningar och nät

Det finns även aktörer utanför den kommunala organisationen som det finns stora fördelar att samarbeta med kring klimatförändringarna. Näringsliv, landsting, länsstyrelse, Trafikverket och andra kommuner är mycket viktiga att samarbeta med för att fånga upp och adressera problem och möjligheter, så att samhället sammantaget kan hantera dem på bästa sätt. Det kan också finnas andra organisationer som bör vara delaktiga.

## 6.2 En kommunledningsfråga

Eftersom klimatet är en kommunövergripande fråga så är det viktigt att det finns en förankring och ett engagemang på kommunledningsnivå. 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 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.

## 7 Kommunikationer

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 underhåll 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 framkomsten och påverkar kraftmatningen.

En ökad temperatur kommer innebära färre vägskador orsakade av tjäle medan värme- och vattenbelastningsrelaterade skador kommer att öka. Minskade snödjup i terrängen kommer för Västerbottens del innebära att marken blir mindre ”isolerad” under vinterhalvåret vilket gör att tjälen kan gå längre ner. För öppna markytor, såsom vägbanor, råder det motsatta och såväl säsongen för tjäle som tjäldjupet förväntas minska på grund av ökande temperaturer och kortare vinter (SGI 2011). 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

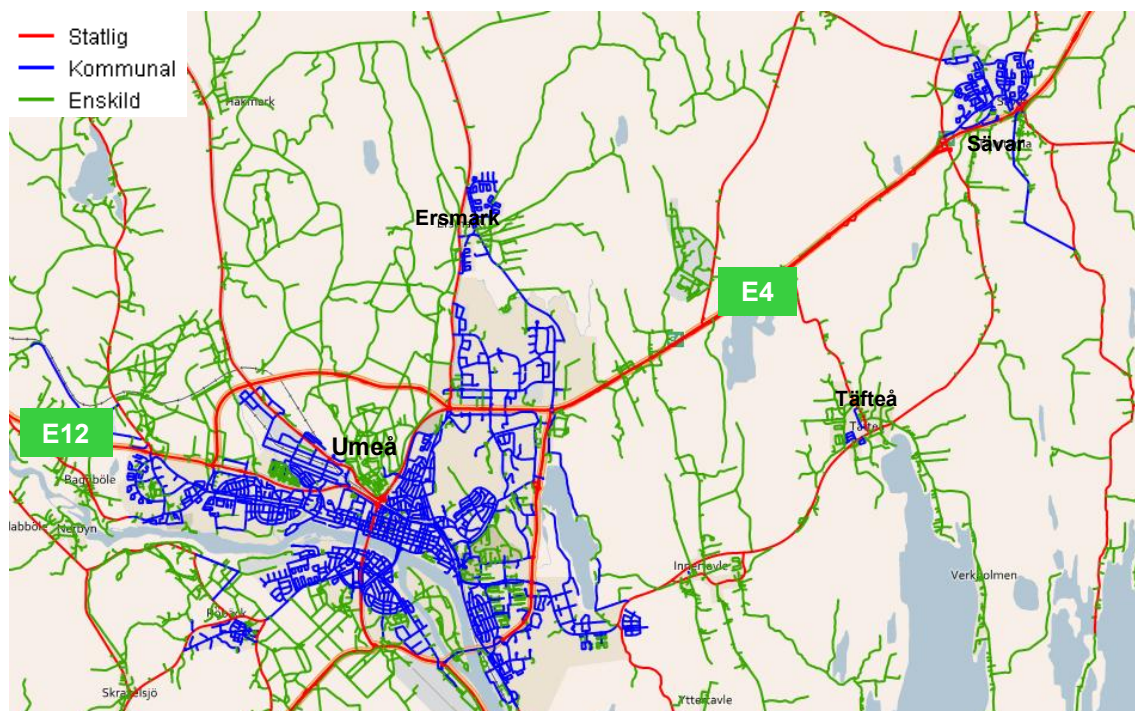
städer orsakas ofta av korta intensiva regn när det lokala dagvattensystemet inte klarar av att leda bort vattenmängderna. I många fall sker bortspolning av vägar där vatten dämmer upp vid trummor på grund av otillräcklig kapacitet eller för att trumman satt igen av skräp, grenar, löv och annat som vattnet fört med sig.

Väg- och järnvägsnätet i Västerbotten är att beteckna som 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.

## 7.1 Konsekvenser specifikt för Umeå kommun

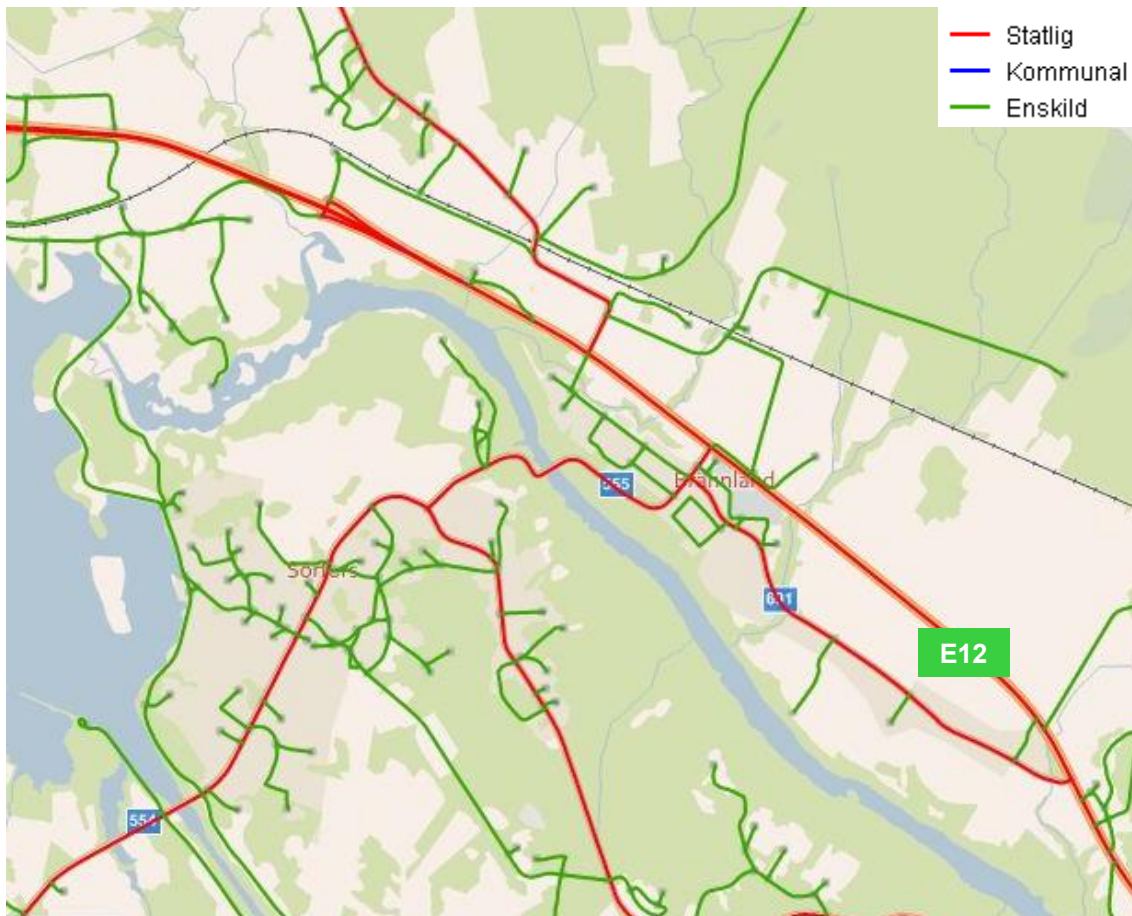
### 7.1.1 Vägnätet i Umeå kommun

Det kommunala vägnätet i Umeå kommun är omfattande och utspritt på orterna Umeå (Figur 18), Hörnefors, Botsmark, Bullmark, Sävar, Ersmark och Täfteå. Som kan ses i figuren går även europaväg E4 (förbinder norrlandskusten med södra Sverige), E12 (förbinder Storuman, Lycksele och Umeå) och ett antal statliga länsvägar genom huvudorten. Detta gör Umeå till en viktig knutpunkt för de regionala transporterna.



Figur 18. Omfattning av det kommunala vägnätet (markerat i blått) i Umeå samt i ett antal mindre orter (Trafikverket 2013)

Väster om Umeå ligger samhället Brännland. Här finns inga kommunala vägar men E12:an går igenom samhället (Figur 19).



Figur 19. Vägnetet omkring orten Brännland, väster om Umeå (Trafikverket 2013)

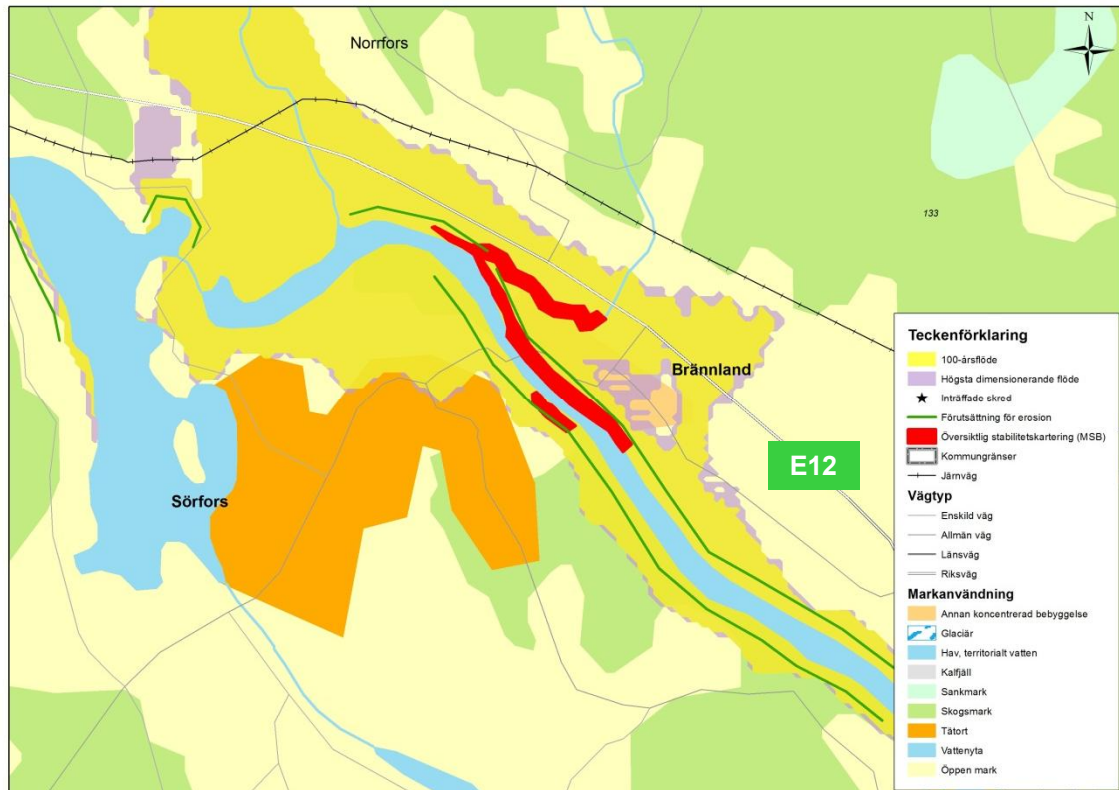
### 7.1.2 Riskområden i dagens klimat

#### Översvämning av vägar och järnvägar

Centrala Umeå har haft problem med översvämningar vid intensiv nederbörd. Vatten ställer sig framförallt i viadukterna när dagvattennätet inte klarar av att avbörda de stora vattenmängderna. Detta påverkar farbarheten och framkomligheten i staden. De vägar som drabbades värst vid det kraftiga regnovädret sommaren 2013 låg framförallt på Haga och i centrala stan (Västerbottens-Kuriren 2013b).

Det finns förutsättningar för om än inte historiska problem med översvämningar kring samhället Brännland. Här finns också en erosionsproblematik (Figur 20). Vid en eventuell översvämning kan erosion leda till minskad markstabilitet vilket i sin tur kan minska vägarnas bärighet. Här återfinns inga vägar som ägs av kommunen, däremot går E12:an genom samhället. Vägen går igenom det område som översvämmas vid både ett 100-årsflöde och högsta dimensionerande flöde (Figur 19).





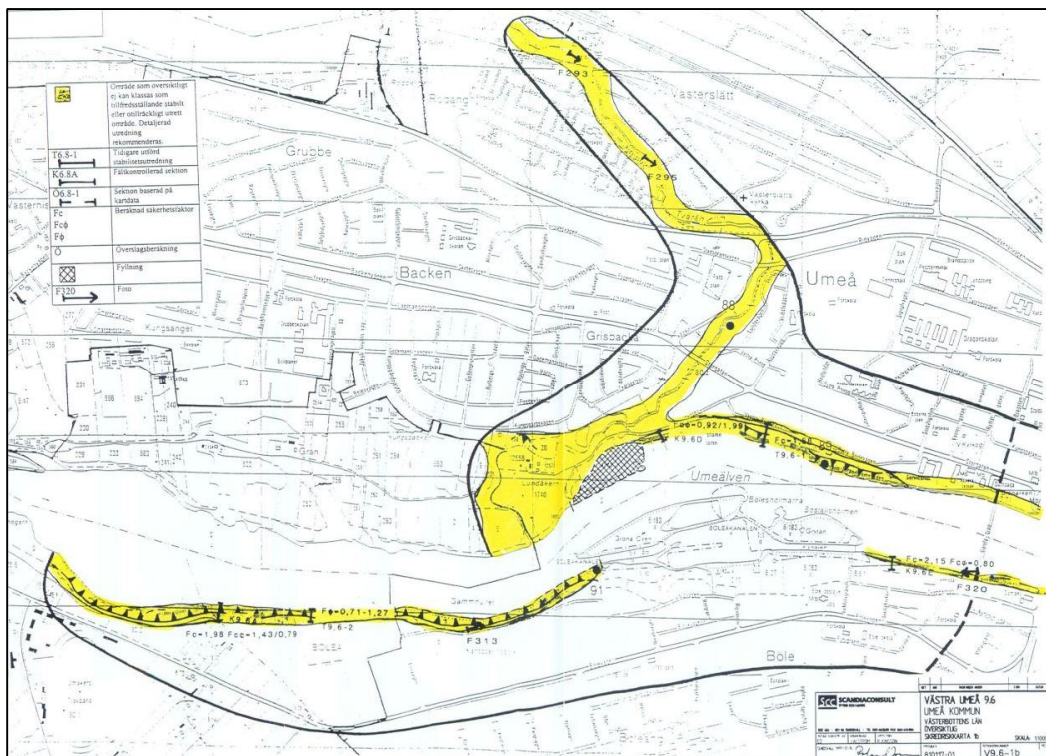
Figur 20. Översvämnings- och stabilitetskarteringar kring samhället Brännland utmed Umeälven

### Ras, skred och erosion

I Umeå kommun finns ett antal områden där förutsättningar för ras och skred har identifierats (Räddningsverket 1998). Eftersom det kommunala vägnätet är mest omfattande i huvudorten Umeå har en jämförelse gjorts mellan stabilitetsutredningen och de kommunala vägarna enligt Trafikverket (2012) vilka visas översiktligt i Figur 18. I Figur 22 och Figur 23 visas de områden inom Umeå stad som enligt stabilitetsutredningen inte anses ha tillräcklig stabilitet eller där stabiliteten inte är tillräckligt utredd. Nedanstående teckenförklaring hör till figur 21, 22.

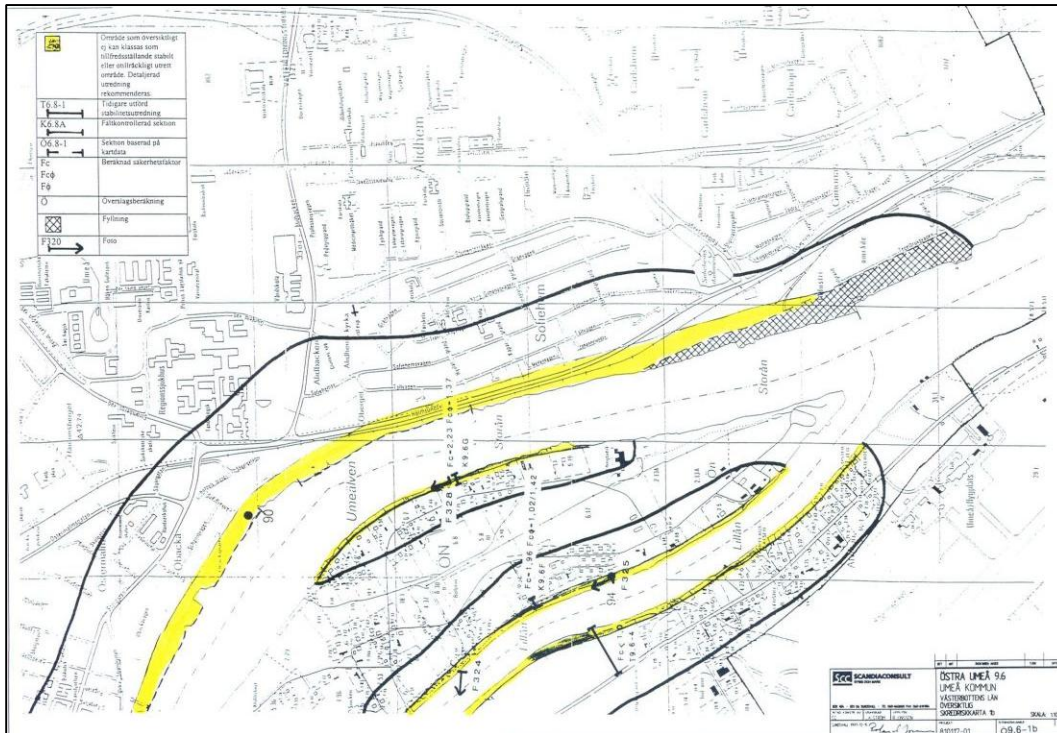
	Område som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt eller otillräckligt utrett område. Detaljerad utredning rekommenderas.
T6.8-1 	Tidigare utförd stabilitetsutredning
K6.8A 	Fältkontrollerad sektion
Ö6.8-1 	Sektion baserad på kartdata
F <sub>c</sub> F <sub>cφ</sub> F <sub>φ</sub>	Beräknad säkerhetsfaktorer
Ö	Överslagsberäkning
	Fyllning
F320 	Foto

Figur 21. Teckenförklaring till figur 22 och 23.



Figur 22. Områden i västra Umeå med otillfredsställande stabilitet eller otillräckligt utrett område (Räddningsverket 1998)





Figur 23. Områden i östra Umeå med otillfredsställande stabilitet eller otillräckligt utrett område (Räddningsverket 1998)

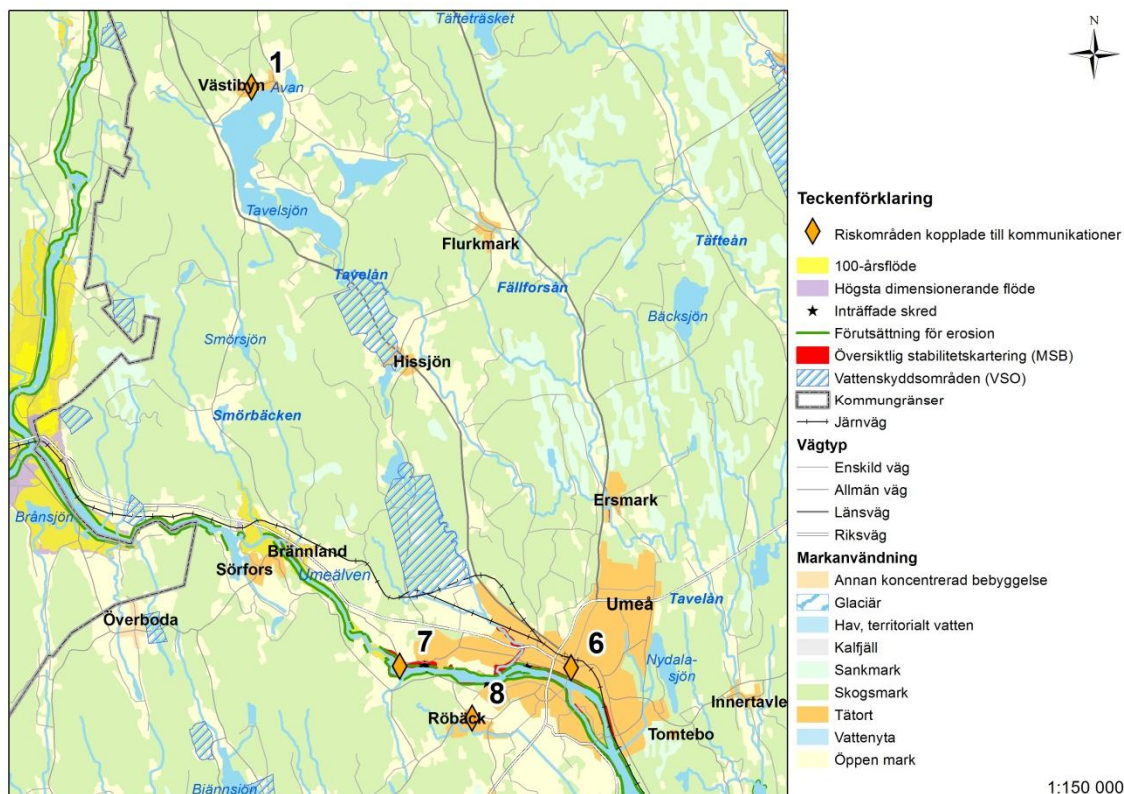
Följande kommunala vägar bedöms ligga inom eller nära områden som ej kan klassas som stabila:

- Strandpromenaden
- Västra och Östra Brinkvägen
- Brofästen på Gamla bron
- Västra Strandgatan
- Tegsvägen/Kyrkbron
- Östra Strandgatan
- Väg 531 längs med Umeälven

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 workshoppen den 14:e oktober 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 24 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 24. Identifierade riskområden för kommunikationer i hela kommunen (Workshop 2013). Områdena för vattenskydd på kartan stämmer inte med dagens vattenskyddsområden, men kartor för det har inte funnits tillgängliga för det här arbetet.

De huvudsakliga problemen för kommunikationerna i Umeå har skett i samband med intensiv nederbörd. Vid Västibyn spolades en vägtrumma bort i samband med ett störtregn (punkt 1). Centrala Umeå har problem med översvämning vid kraftiga regn eftersom dagvattensystemet inte räcker till för att avbörda de stora vattenmängderna (punkt 6). Detta har som nämnts tidigare lett till att flera vägar och viadukter har översvämmats. Vid Röbäck har en cykeltunnel fyllts med vatten i samband med intensivt regn (punkt 8).

Längs med Umeälven, strax öster om Umedalen, finns det risk för ras på grund av stor erosion i området (punkt 7). Fortsatt erosion kan komma att drabba en närliggande GC-väg.

### 7.1.3 Risker och möjligheter i ett förändrat klimat

#### Översvämning av vägar och järnvägar

Det är svårt att uttala sig om översvämningsriskerna generellt kommer att öka eller minska i Umeå kommun. 100-årsflödet i Umeälven väntas minska alltmer mot slutet av århundradet. Det lokala 100-årsflödet, i mindre vattendrag och åar, väntas också minska mot slutet av århundradet. Det indikerar att översvämningsrisken vid stora flöden i både större och mindre vattendrag minskar i ett förändrat klimat.

Samtidigt kan ett förändrat nederbördsmönster med ökade nederbördsmängder under höst, vinter och vår, med mellan 5-50 procent för Umeå kommun, komma att öka riskerna för översvämning i vattendrag samt inne i samhällen. Framför allt ökad och intensivare sommar- och höstnederbörd kan orsaka översvämningsrisker, såväl utanför som inne i samhällen. Under workshopen föreslogs att konsekvenser av mer extrema regn eventuellt borde utredas i mer

detalj. Aspekter som kommunen kan vilja titta extra noga på är till exempel vad som händer om staden förtätas ytterligare. Vissa gator kanske kan agera som tillfälliga översvämningssytor eller huvudstråk för avrinning på mark vid extrem nederbörd.

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 vägsador i samband med vårfloden, framförallt i reglerade vattendrag som Umeälven. Samtidigt kan det också innebära en snabbare snösmältning på våren, vilket även fortsättningsvis kan orsaka höga vårflöden i oreglerade vattendrag. Vägar och broar som korsar exempelvis Hörnån kan då bli mer utsatta.

Sammanfattningsvis anses risken för avbrott på det kommunala vägnätet till följd av översvämning vara liten. De kommunala vägarna i Umeå samhälle ligger överlag på behörigt avstånd från de översvämningsskaterade områdena längs Umeälven. Översvämning på grund av intensiv nederbörd inne i staden och kring mindre vattendrag, exempelvis i bäcken från Mariehem, anses utgöra den största risken.

### *Ras, skred och erosion*

I kapitel 7.1.2 ovan listas de kommunala vägar som redan i dagens klimat riskerar att drabbas av spontana eller provocerade ras och skred. Ett förändrat klimat kommer för Umeå kommun bl.a. innebära intensivare sommarnederbörd 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.

Dessutom anses risken medelstor för avbrott på den statliga vägen E12 som går genom kommunen. För E12:an ligger risken framförallt i att beröras av eventuella skred och översvämningar inne i samhället Brännland längs Umeälven. Som nämnts tidigare förväntas årsmedelvattenföringen i länets älvar att öka med upp till 25 procent fram till slutet av århundradet. Den största skillnaden sker på hösten med fler och högre flödestoppar. Det kan innebära att erosionen längs älvbrinkarna vid kontinuerlig erosion orsakat av höga flödestoppar ökar, vilket i sin tur kan leda till en ökad frekvens av ras- och skred. Ökad erosion i områden som inte skyddas av erosionsskydd kan minska markens stabilitet. Detta kan i sin tur leda till minskad bärighet längs med nya och oförutsedda sträckor av vägen.

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*

Umeå förväntas få kortare vintrar med ca 70-120 färre snö dagar fram till år 2100. Det i kombination med en markant temperaturökning förväntas leda till att kustkommunerna och inlandskommunerna, däribland Umeå, kommer se en oförändrad eller viss ökad frekvens av antalet nollgenomgångar. 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 tjälksador 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 försämrade dagvattenkvaliteten.

### Resultat från workshop

Under workshoppen konstaterades att ett varmare klimat kan ge sämre förutsättningar för skoteråkning i kommunen. Detta påverkar såklart framkomligheten för vissa Umebor på vintern men även skoterturismen. I övrigt identifierades inga ytterligare risker eller möjligheter för kommunikationssystemen i ett förändrat klimat förutom de som redan finns i dagens klimat.

## 7.2 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 specialinrikta 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 vägvagnsnitt eller vägtrummor kan vara värdefulla och innebära att ett potentiellt problem avväjrs 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 25 visas hur drift och underhåll generellt kan bidra med klimatanpassning inom fyra olika climateffektsområden, dvs. temperatur, nederbörd, snö och vind.



Figur 25. Översikt över klimatförändringarna som påverkar vägtransportssystemen, de specifika climateffekterna som förväntas påverka samt exempel på klimatanpassningsåtgärder (Arvidsson m.fl. 2012)

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

Eftersom delar av det kommunala vägnätet i Umeå ligger inom skredkänslig mark är det viktigt med regelbunden kontroll och underhåll av asfaltsbeläggningen. 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 längs med ravinen i Kvarnbäcken kan det vara befogat att ta in en geotekniker för att bedöma riskerna och ev. behov att stabiliserande åtgärder.

En av de enklaste åtgärderna man kan göra för att undvika vägras i samband med översvämningar är att säkerställa att älv- eller sjövattnet rinner undan när vattennivån sjunker. Genom att införa en regelbunden kontroll och rensning av vägtrummor kan man minska risken 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 och E12:an bör ses som särskilt allvarliga eftersom vägarna är viktiga för de regionala transporter. Det åligger dock Trafikverket och inte kommunen att vidta åtgärder för att minska riskerna och anpassa de statliga vägarna 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 samt utarbeta eller ta del av upprättad beredskapsplan med Räddningstjänsten kan man minimera riskerna för större avbrott i kommunikationerna.

## 8 Bebyggelse och kulturmiljöer

Bebyggelse och kulturmiljöer kan drabbas av skador till följd av översvämningar, ras, skred och erosion. Strandnära bebyggelse vid älvstränder kan drabbas av vattenskadorna vid höga flöden i älven. 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 servisledningarna 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.

### 8.1 Konsekvenser specifikt för Umeå kommun

#### 8.1.1 Riskområden i dagens klimat

##### *Översvämningar*

MSB har gjort en översiktlig översvämningskartering för Umeå. Det har inte gjorts någon kartering för Öreälven, Sävarån och Hörnån. Karteringen visar översvämningszoner vid 100-årsflöde och för beräknat högsta flöde enligt Foderkommitténs riktlinjer vid damm-

dimensionering. Umeå kommun har gjort en kartläggning av vattenföring i Umeälven som avser vattennivåer och översvämningskarteringar i Umeå tätort utifrån beräkningar som utförts av Vattenfall. (Umeå kommun 2007)

Det är framförallt kring samhällena Brattby och Brännland som stora ytor översvämmas (Figur 14).

I Brattby ligger Brattby sågverk och träimpregnering inom område för översvämnning vid dimensionerande flöde. Det är mest jordbrukamark som översvämmas vid 100-årsflöde och enstaka bebyggelse.

I Brännland översvämmas främst jordbruksmark och bebyggelse vid 100-årsflöde. OK Brännland ligger inom översvämningsområdet vid 100-årsflöde. Verkstadsindustri (Umeå industriteknik AB och Ålö AB) ligger inom område som svämmas över vid dimensionerande flöde.

Viss strandnära bebyggelse i Umeå tätort kan svämmas över vid 100-årsflöde.

Under sommaren 1998 och 2005 inträffade en period av höga flöden i Umeälven. Vid ett flertal tillfällen har delar av strandpromenaden i Umeå blivit översvämmad och områden har då spärrats av. På grund av underminering har även vägarna mellan Backens kyrka och Baggböle samt mellan Bölesholmarna och travbanan blivit avspärrade.

I augusti 2013 inträffade ett kraftigt regn- och åskväder som orsakade översvämnningar som gjorde att Umeåbor inte kunde ta sig ut ur sina källarlägenheter på bland annat Storgatan och Östra kyrkogatan. Källare och garage på Gustav garvares gata på Haga översvämmades upp till en meter över golvnivå. Även vägar översvämmades, bland annat i korsningen Östra Kyrkogatan och Blå vägen samt vid Designhögskolan vilket ledde till att bilar fastnade i vattenmängderna. (Västerbottenkuriren 2013-08-13)

### *Ras, skred och erosion*

En översiktlig stabilitetsutredning inom bebyggda områden i Umeå kommun utfördes av Räddningsverket 1998. Totalt ingick 11 områden i utredningen. Se kap 5.3. Fyra områden hade tillfredsställande stabilitet enligt undersökningen. Det var Flurkmark, Rödånäs, Ersmark, Hörnefors och Norrmjöle. Nedan redogörs endast för de områden där stabiliteten inte bedömdes som tillfredsställande.

I Botsmark, Bullmark ner mot Sävarån, Klabböle, Sävar (efter Sävarån) och Sörmjöle bedömdes det undersökta områdena som ej stabila. Detaljerade undersökningar av portrycksförhållanden bör utföras.

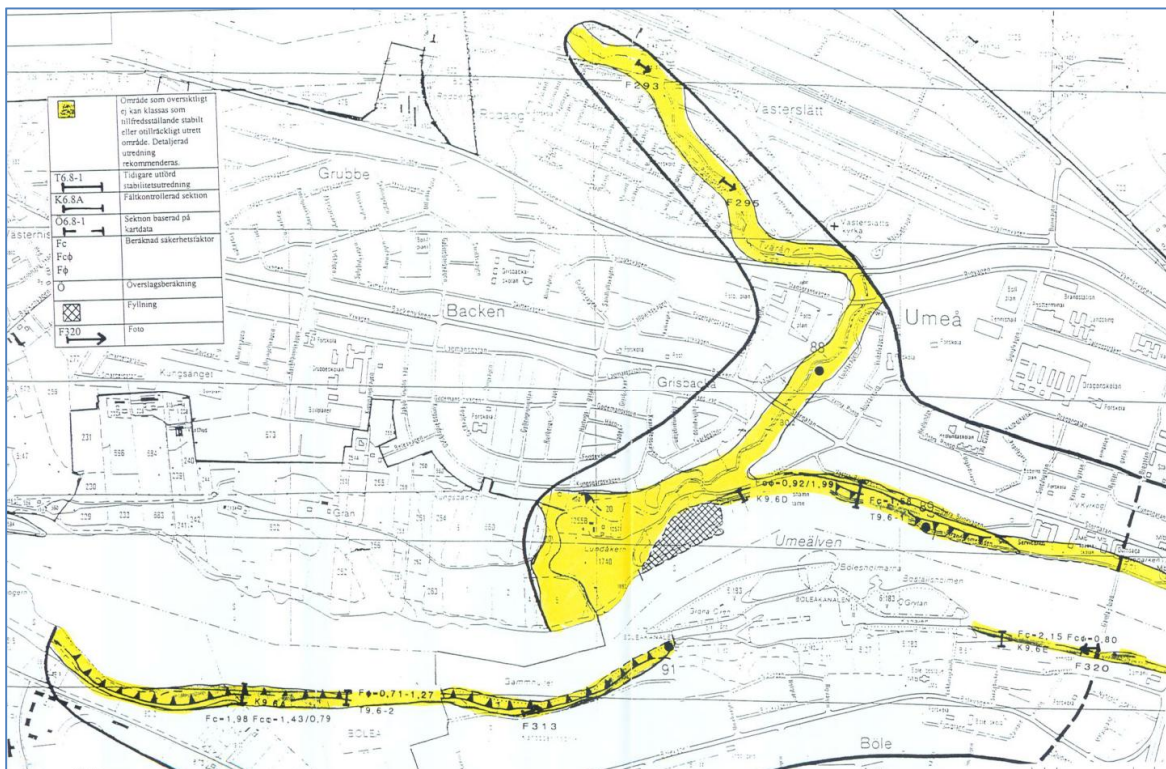
I Baggböle-Backen finns skredärr och erosionsproblem sedan tidigare. Kompletterande undersökningar bör göras för att avgränsa ej stabila områden.

I centrala Umeå som utgörs av områdena Lundåker-Broparken, Tvärån, Broparken-Gimonäs, Travbanan-Gamla bron, Gamla bron – Vårdhem, Vårdhem – Alvik samt Ön. Kajen vid Tullkammaren underminerades i samband med den kraftiga vårfloden 1995. Förstärkning har gjorts sedan dess. Flera skred har inträffat längs sträckan Travbanan-Gamla bron på södra sidan om Umeälven. Utträngande grundvatten förekommer. En bank är utlagd längs älven som erosionskydd och gång- och cykelväg. Stora delar av centrala Umeå klassades som ej stabila. Ras och skred har inträffat inom vissa områden och det finns erosionsproblem längs Umeälven. Detaljerade undersökningar bör utföras för att avgränsa ej stabila områden, vid detaljplanering samt för att kunna ge åtgärdsförslag.

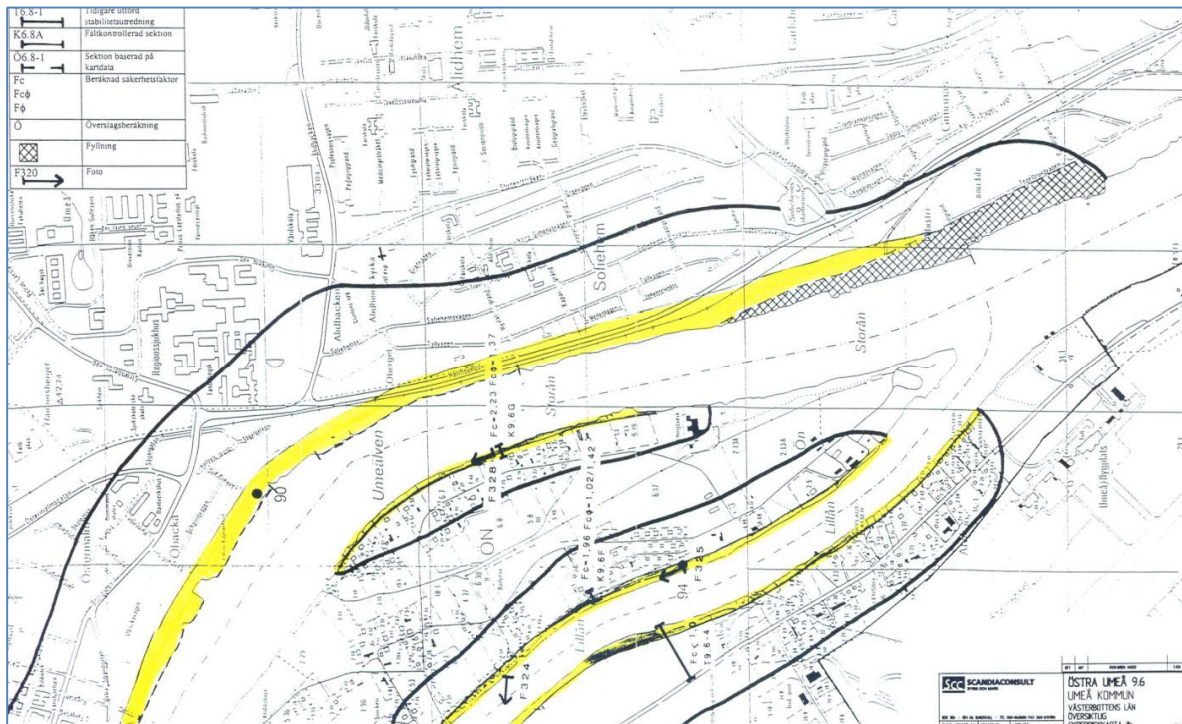


	Område som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt eller otillräckligt utrett område. Detaljerad utredning rekommenderas.
T6.8-1 	Tidigare utförd stabilitetsutredning
K6.8A 	Fältkontrollerad sektion
Ö6.8-1 	Sektion baserad på kartdata
F <sub>c</sub> F <sub>cφ</sub> F <sub>φ</sub>	Beräknad säkerhetsfaktorer
Ö	Överslagsberäkning
	Fyllning
F320 	Foto

Figur 26. Teckenförklaring till figur 25, 26 och 27.



Figur 27. Områden i västra Umeå som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt (Räddningsverket 1998)

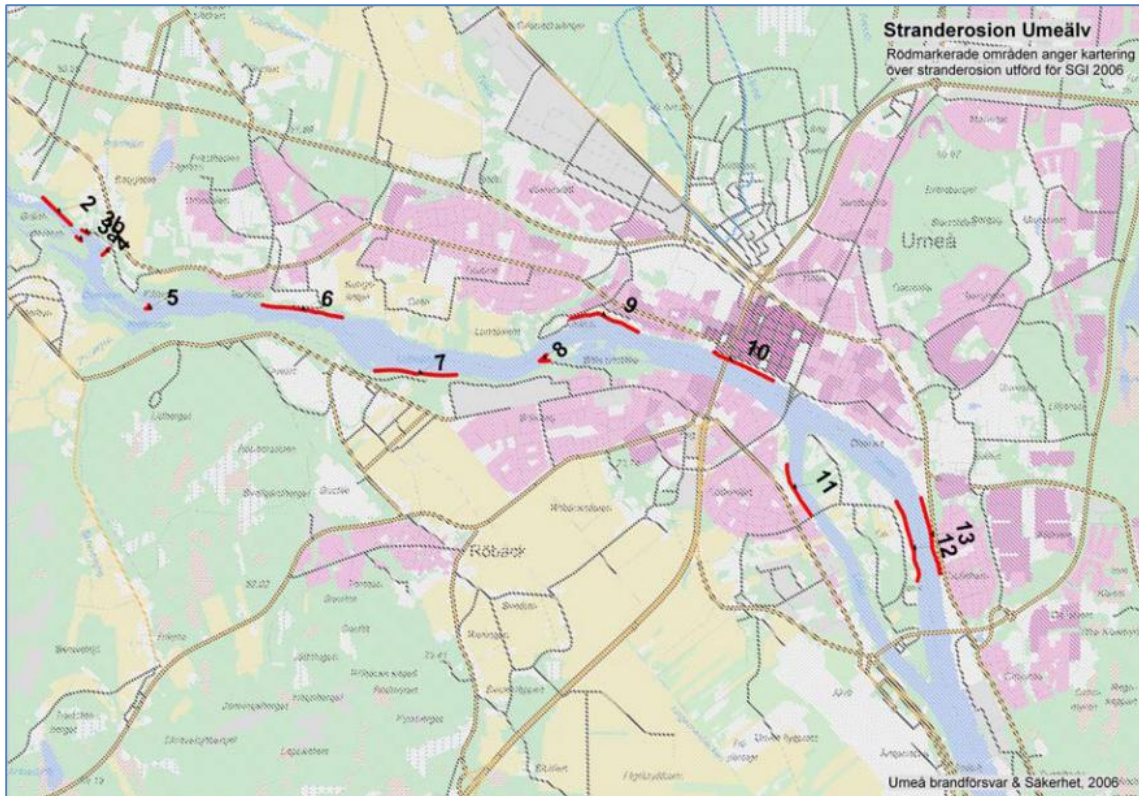


Figur 28. Område i östra Umeå som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt (Räddningsverket 1998)





I kap 5.2 listas de älvsträckor där det finns förutsättningar för erosion som SGI har sammanställt (SGI 2011). För Umeå kommun gäller detta längs i princip hela Umeälven. Det är endast korta sträckor där det inte förekommer erosion eller att erosionen är mindre.



Figur 30. Stranderosion i Umeålv genom Umeå samhälle. Rödmarkerade områden anger kartering över stranderosion utförd av SGI 2006 (Umeå kommun 2007)

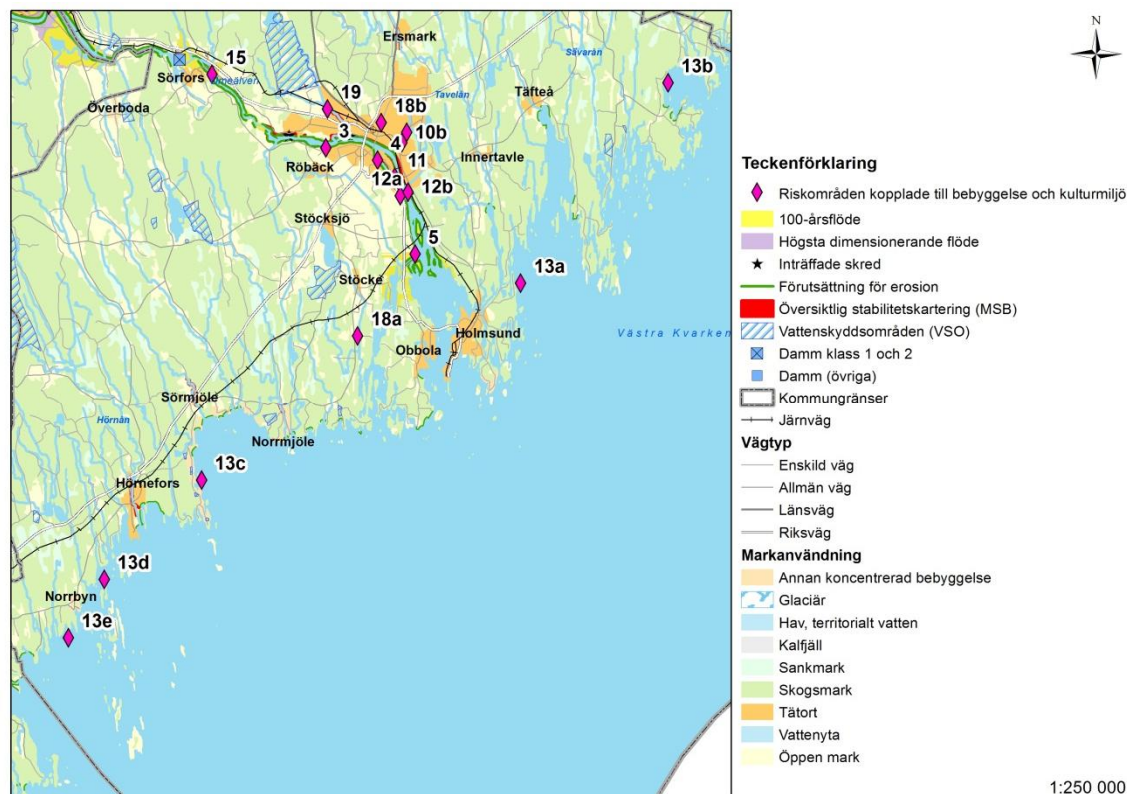
### Resultat från workshop

I Figur 31 visas riskområden kopplade till bebyggelse och kulturmiljö som framkom vid workshop med kommunen. Numreringen hänvisar till en beskrivning som finns listad i bilaga 1. I punkt 3 finns områden som drabbats av ras och erosion vilket har medfört att området har stängts av. I punkt 4 finns ett område med risk för ras som har åtgärdats. I punkt 5 finns risk för översvämning av nybyggda hus. Det har dock inte inträffat än.

I punkt 10 a och b kan mycket vatten komma via en bäck från Mariehem vilket leder till källaröversvämningar. Det har bebyggts mycket uppströms vilket har ökat andelen hårdgjorda ytor. I punkt 11 finns risk för erosion och översvämningar med det har inte inträffat några sådana hittills.

I punkt 12 a och finns lågt belägna villor som bedöms ligga inom riskområde för översvämning. Längs kusten i punkterna 13 a-e finns fritidshus vars infiltrationsanläggningar genomsköljs vid hög havsnivå. I punkt 15 finns risk för skred. I punkt 18 a och b inträffade översvämningar av bebyggelse i samband med häftigt regn i augusti 2013.

I punkt 19 finns låga halter av miljögifter i Tvärån. Kommunen känner inte till varifrån de kommer. Det har inte varit några problem med översvämningar i Brännland trots att det ligger inom riskområde vid 100-årsflöde. Inga risker för kulturmiljöer, kyrkliga kulturminnen eller byggnadsminnen identifierades under workshopen.



Figur 31. Identifierade riskområden för bebyggelse och kulturmiljö i kommunen kopplat till översvämning (Workshop 14:e oktober)

## 8.1.2 Risker 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.

### 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 kyrkliga kulturminnen och byggnadsminnen har identifierats men analyseras inte närmre i den här rapporten. Detta har kompletterats med diskussioner under workshoparna.

I Umeå kommun finns nio kulturmiljöer av riksintresse och inkluderar allt ifrån odlingslandskap till fiskeskär och forntida boplatslämningar. Fyra av områdena ligger i havsbandet; Holmöns by, Norrbyskär, Snöan, Stor-Fjäderägg.

Dessutom finns det i kommunen 11 kyrkor som är klassade som kyrkliga kulturminnen och 39 byggnadsminnen (Länsstyrelsen Västerbotten 2010; Västerbottens museum okänt år). Av de totalt 77 byggnadsminnena i Västerbottens län återfinns alltså mer än hälften i Umeå kommun.

Gamla byggnader och bosättningar ligger ofta högt och påverkas därför sällan av översvämningar. Detta gäller även för alla kyrkor i kommunen, även de som ligger förhållandevis nära vattendrag eller havet.

Byggnadsminnena i centrala Umeå ligger delvis i närheten av instabila områden längs med Umeälven. Ingen omedelbar ras eller skredrisk anses föreligga men man bör vara uppmärksam på eventuella sprickbildningar eller sättningar och rörelser i marken. Ändrade grundvattenförhållanden, intensiv nederbörd och omfattande markarbeten i närområdet kan dock påverka stabiliteten negativt.

### *Resultat från workshop*

Inga risker eller möjligheter utifrån ett klimatförändringsperspektiv identifierades kopplat till bebyggelse och kulturmiljöer.

## **8.2 Behov av åtgärder**

### *Strandnära bebyggelse*

Planerings- och beslutsunderlaget för fysisk planering bör innehålla översvämningsskarteringar och stabilitetskarteringar. I de områden nära Umeälven där det finns förutsättningar för skred, ras och erosion samt inom områden med liknande förhållanden behöver stabilitetsförhållandena utredas nogga. 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. Se även kap 5.3.

En av de vanligaste orsakerna till erosion, såväl vid kusten som längs med vattendrag, är mänsklig aktivitet. Genom att anlägga erosionsskydd, piler 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 tvärsnitt, 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.

### *Befintlig bebyggelse*

Kommunen bör göra en mer detaljerad studie av de områden som bedöms ha förutsättningar för översvämning, skred, ras och erosion enligt MSB:s översvämningsskartering och den



översiktliga stabilitetsutredningen (Räddningsverket 1998). 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 grundvattenstryck, dräneringssystem, etablering av vegetation, dammar och kanalisering av strömfåror.

I ett framtida klimat behöver även översvämningssrisker 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 översvämningsskänsliga. I lågt belägna befintliga områden kan bebyggelsen behöva vallas in och dag- och dränvatten behöva pumpas bort från området.

### *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 översvämningssrisker 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.

### *Kulturbyggnader*

Kulturmiljöområdena i kustbandet kan vara utsatta vid höga havsvattennivåer. Den globala havsnivåhöjningen förväntas uppvägas fram till slutet av seklet av landhöjningen. Risker anses därför främst vara kopplad till tillfälliga havsnivåhöjningar i Bottenviken vid extremt väder, såsom vid stormen Gudrun.

Löpande tillsyn och underhåll på kommunens kulturbyggnader 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, vilket kan vara gynnsamt för exempelvis kyrkor. Samtidigt kan kylbehovet under sommarhalvåret öka.

I Västerbottens är få kulturbyggnader skyddade och av dessa återfinns de flesta i kustregionen. Vissa kategorier, t.ex. samiska byggnader, är dessutom underrepresenterade eller saknas helt. För att ge en representativ bild av byggnadsbeståndet i länet skulle uppskattningsvis mellan 30 och 70 nya byggnadsminnen behöva inrättas (Naturvårdsverket 2013). Endast en liten del av den kulturhistoriskt värdefulla bebyggelsen kan dock skyddas genom byggnadsminnesförklaring, huvuddelen bör skyddas genom Plan- och bygglagen (PBL) (Naturvårdsverket 2013a). Byggnadsminnesförklaringar och skydd genom PBL ökar skyddet av kulturbyggnaderna i kommunen och kan säkra dem mot ett ändrat klimat.

## 9 Tekniska försörjningssystem

### *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. Oönskade 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. Hotbilden kommer sannolikt att förstärkas på grund av varmare temperaturer och kraftig nederbörd.

De hydrogeologiska klimatscenarierna pekar på god ytvattentillgång och höjda grundvattennivåer på grund av ökad nederbörd och ökad avrinning i Västerbottens 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.

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.

### *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. Det kan t.ex. öka risken för källaröversvämningar.

### *Elsystem*

Vattenfall Eldistribution, Skellefteå Kraft Elnät samt Umeå Energi Elnät har ansvar för merparten av eldistributionen i Västerbotten. Klimatförändringarna kan innebära fördelar genom att vattenkraftproduktionen sannolikt kommer att kunna öka. 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 älven.

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)

## 9.1 Konsekvenser specifikt för Umeå kommun

### 9.1.1 Dricksvattenförsörjning i Umeå kommun

Umeå kommun har tio vattenverk där samtliga tar sitt råvatten från grundvattentäkter. Dricksvattnet renas med sandfilter i samtliga vattenverk. Det största vattenverket Forslunda i Umeå har runt 100000 pe anslutna samt viktiga verksamheter så som Norrlands Universitetssjukhus, Umeå Universitet och Norrmejerier samt hälsocentraler, äldreboenden, skolor med mera. Det näst största är Bjenberg som har drygt 3000 pe anslutna. Tre kommunala vattenverk, Forslunda, Taveljö och Hissjö, får sitt vatten från Vindelälvsåsen, varav det största är Forslunda. Forslunda hämtar även vatten från Umeälven, och genom konstgjord infiltration förstärks på det sättet grundvattentillgången i Vindelälvsåsen.

Det finns ett vattenskyddsområde som reglerar verksamheter som riskerar att hota dricksvattenförsörjningen. Alla vattentäkter utom Holmön med 22 pe anslutna har vattenskyddsområden. Vattenskyddsområdet norr om Umeå håller på att utvidgas och är inte fastställt i dagsläget.

Det pågår en reservvattenutredning.

### 9.1.2 Avloppshantering i Umeå kommun

Det finns 19 avloppsreningsverk i Umeå kommun. Det största är Ön med ca 95000 pe anslutna. Avloppsvattnet renas med mekanisk, kemisk och biologisk rening. Därefter släpps det ut i Umeälven. Alla verk utom ett har mekanisk och kemisk rening. Fem verk har även biologisk rening. Ett verk (Gravmark) har endast biologisk rening.

Det finns ca 7500 enskilda avlopp spridda över hela kommunen förutom i tätorterna, där det som regel är kommunalt avlopp.

Avloppsledningssystemet är duplicerat och har separata spill- och dagvattenledningar.

Umeå kommun och Umeva håller på att ta fram Utvecklingsstrategi för vatten och avlopp i Umeå kommun. Kommunens VA-strategi består av tre delar: VA-Översikt, VA-policy (antagen 2012) och, VA-plan (under utarbetande). Det finns en beredskapsplan.

### 9.1.3 Riskområden i dagens klimat

#### *Dricksvattenförsörjning*

En risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjningen i Västerbottens län, har tagits fram av Länsstyrelsen 2011. I denna har risker och robusthet för dricksvattenförsörjningen inventerats och redovisas nedan som en sammanfattning för kommunen. Det har även gjorts en risk- och sårbarhetsanalys för Umeå kommun 2012.

Sannolikheten för störningar i dricksvattenförsörjningen har i kommunens risk- och sårbarhetsanalys bedöms som hög med extraordinära konsekvenser. Sannolikheten för höga flöden och översvämningar bedöms som hög med begränsade konsekvenser. Kommunens vattenförsörjning bedöms inte påverkas i någon större utsträckning vid händelse av höga vattenflöden eller översvämningar. Alla vattenverk utom ett tar uteslutande råvatten från grundvattentäkter som inte ligger i anslutning till något vattendrag. Forslunda vattenverk har ett intag anslutet till Umeälven för konstgjord infiltration.

Vid intensiva snösmältnings- och nederbördsperioder kan dricksvattenkvaliteten riskera att påverkas, då den naturliga filtreringen blir mindre effektiv. Vilket medför att kemikalier, bakterier och dylikt lättare kan följa med ned i grundvattnet. För att förebygga detta så görs det

regelbundna tester och mätningar av de vanligaste bakterierna och kemikalierna vilket leder till att riskerna för otjänligt vatten begränsas. (Umeå kommun 2012)

Vindelälvsåsen grundvattentillgångar försörjer mer än 90% av kommunens invånare. Vindelälvsåsens grundvattenmagasin förstärks av ytvatten från Umeälven. Försämrade kvalitet, eller smittoutbrott, i ytvattnet kan leda till att även grundvattnet i Vindelälvsåsen påverkas. Det förekommer flera riskkällor i närheten av Vindelälvsåsen, vilket skulle kunna utgöra hot mot grundvattenförekomsten. Störst sårbarhet finns i de områden där vegetation saknas och isälvslagringen därmed ligger i dagen, samt där grundvattenströmningen anses ske från farlig verksamhet mot vattentäkt, vilket förekommer på flera platser inom skyddsområdet. Riskobjekt i närheten av brunnsområdena utgör en större risk än verksamheter i inre respektive yttre skyddsområdet.

Jordbruksverksamhet bedrivs inom skyddsområdet, men i relativt liten utsträckning. Det finns djurhållning, men det anses inte heller utgöra någon större risk. Skogsavverkning och upplag av timmer förekommer dock i hög grad innanför hela skyddsområdet, även innanför brunnsområdena och inre skyddsområdena. Grustäktsverksamhet har förekommit på flera platser i området, även inom brunnsområdet, och innebär en förhöjd risk för kemiskt utsläpp, främst i de områden där isälvslagringen ligger i dagen.

Inom brunnsområdena förekommer relativt få potentiellt farliga verksamheter. Det är främst väg, järnväg och skogsbruk som kan innebära en påverkan. Bebyggelse och avloppsanläggningar kan också leda till störningar eller sämre vattenkvalitet i Vindelälvsåsen. Inom inre samt yttre skyddsområde pågår verksamhet som gör området mer sårbart, exempelvis krossbana, bensinstationer, verkstäder och skjutbana. Även en nedlagd avfallsdeponi, oljefat samt upplag av stensalt utgör riskkällor till grundvattenintagen i Vindelälvsåsen. Anläggningen för asfalttillverkning utgör främst en risk på grund av transport av farligt gods till och från området. Felaktig hantering eller en olycka skulle kunna leda till ett allvarligt utsläpp. Grundvattenströmningen bedöms ske mot vattenintag. Anläggningen är dock utköpt av UMEVA och nedläggning väntar. Bekämpningsmedel läcker ut från en nedlagd plantskola uppströms Forslundas råvattenintag, och trots sanering samt andra åtgärder påträffas fortfarande relativt höga halter av bekämpningsmedel i en av brunnsområdena..

Infiltration av ytvatten kan ske på flera platser, även om sannolikheten troligen är liten. Det finns en kontakt mellan flera sjöar och vattendrag och grundvattenmagasinet, men eftersom de befinner sig inom vattenskyddsområdet finns restriktioner som minskar risken för smitta eller andra utsläpp.

Den största risken för dricksvattenförsörjningen är kemiskt utsläpp inom vattenskyddsområdet. Sannolikheten för kemiskt utsläpp från trafikolycka klassas som hög och från verksamheter som medelhög. Konsekvenserna kan bli mycket allvarliga. Väg 363, som är en rekommenderad transportled för farligt gods, går nära Taveljö och Hissjö vattentäkter, även innanför brunnsområdena. Utöver väg 363 finns även andra, mindre vägar och gator i närheten, varav en allmän väg går intill råvattenintaget till Forslunda. Avståndet mellan 363 och Forslunda är däremot längre och anses därför inte utgöra någon större risk i händelse av exempelvis en olycka med punktutsläpp. Järnvägen korsar Vindelälvsåsens södra del och utgör främst en risk där isälvsmaterialet ligger i dagen, vilket förekommer i närheten av vattentäkten för Forslunda, men grundvattenströmningen sker troligtvis inte mot råvattenintaget. Banvallarna har tätats i förebyggande syfte. Salt från halkbekämpning kan påverka grundvattentäkten vilket gör att även mindre vägar kan utgöra en risk. Olika verksamheter inom skyddsområdet kan 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 förorenings-spridning.

Två av tio vattenverk har UV-ljus för avskiljning av parasiter. Det största vattenverket Forslunda saknar UV-ljus. Beslut har tagits att installera UV-ljus i Forslunda, Sävar och Bjännberg. Klorberedskap finns. Risken för smittutbrott bedöms vara medelhög på grund av att grundvattentäkter har hög motståndskraft mot smitta. Konsekvenserna blir begränsade även om det kan medföra påfrestningar på samhället. I det största vattenverket förstärker kommunen den stora grundvattentäkten med vatten från Umeälven vilket ger en större risk för smittospridning.

Distributionssystemet riskerar att skadas om det ligger inom riskområde för ras, skred och översvämning. Detta kan leda till ledningsbrott och smittspridning. I Umeå kan delar av ledningsnätet finnas inom riskområde för ras och skred. Det krävs dock en inventering av ledningsnätet för att kunna fastställa detta i detalj. Extra sårbart är det när det inte finns någon reservvattentäkt eller redundans, dvs möjlighet att få vatten från annat håll, i vattenledningsnätet. 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.

Vattenverket har tillgång till reservkraft för dricksvattenförsörjningen vid elavbrott vilket minskar risken för leveransstörningar. Umeå saknar reservvattentäkter men arbete pågår med att ta fram detta. Delar av ledningsnätet är ringmatat eller har dubbla ledningar. UMEVA saknar eget invallningsmaterial, länsar, pumpar och annat material som krävs för att begränsa en eventuell översvämning. Detta för att risken för att översvämning ska påverka dricksvattenanläggningar i kommunen bedöms som så pass liten. Kommunen tillhandahåller sådant material och skulle en översvämning hota anläggningar kan UMEVA istället låna in det material som behövs.

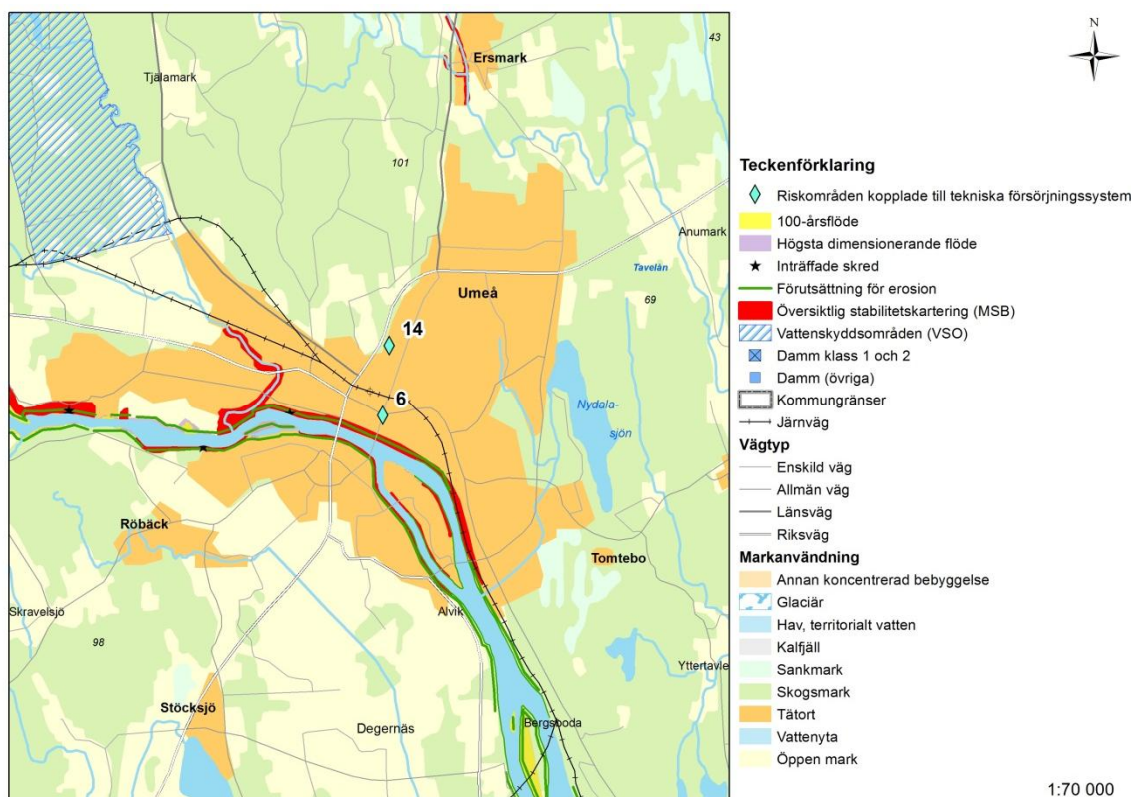
Andra vattenskyddsområden där det finns risk för förorenings-spridning till grundvattentäkt i samband med översvämningar är; Botsmark vattenskyddsområde som ligger i närheten av område med skredrisk. Inom vattenskyddsområdet finns Esso, BP och en snickerifabrik med ytbehandling av trä. Väg 364 går igenom vattenskyddsområdet. Rödåsel vattenskyddsområde ligger invid Vindelälven. På gränsen till område som översvämmas vid 100-årsflöde finns ett avloppsreningsverk. Inom vattenskyddsområdet finns även ett snickeri med ytbehandling av trä samt Hydro Rödåsel med drivmedelshantering. Inom Bullmarks vattenskyddsområde finns en skjutbana. Inom Hissjö vattenskyddsområde finns Hissjö kommunala avfallsdeponi, skjutbana och väg 363. Inom Forslunda vattenskyddsområde som hör till det största vattenverket i kommunen finns järnvägen. Inom Frängstorp vattenskyddsområde, som delvis ligger i Nordmaling och Vännäs kommuner, finns ett olje-grus och asfaltverk (Vägverket produktion Hössjöberget grustäkt) samt en anläggning för farligt avfall (Svevia AB, fd Vägverket produktion).

### *Avloppshantering*

I Brattby ligger Brattby avloppsreningsverk inom område för översvämning vid 100-årsflöde.



## Resultat från workshop



Figur 32. Identifierade riskområden för tekniska försörjningssystem kopplat till översvämning. (Workshop 14:e oktober)

I Figur 32 visas riskområden kopplade till tekniska försörjningssystem som framkom vid workshop med kommunen. Numreringen hänvisar till en beskrivning som finns listad i bilaga 1. I punkt 6 har översvämningar inträffat vid kraftig nederbörd. Dagvattensystemet har inte tillräcklig kapacitet att hantera det. I punkt 14 har översvämning inträffat vid kraftig nederbörd där en bäck ansluter till en kulvert.

Elsystemet i kommunen är generellt sett bra. 1996 kom dock mycket blötsnö som knäckte träd och det orsakade då en del strömavbrott på landsbygden.

### 9.1.4 Risker i ett förändrat klimat

#### Dricksvattenförsörjning

De risker som idag kan konstateras till följd av inträffade händelser kommer även att finnas var i ett förändrat klimat. Inga övriga specifika risker utöver de som anges i inledningen till kapitel 9 har identifierats för Umeå kommun.

#### Resultat från workshop

Reningsverket på Ön i centrala Umeå skulle eventuellt kunna översvämmas vid högre flöden på grund av att avledningskapaciteten inte är tillräcklig.

## 9.2 Behov av åtgärder

### 9.2.1 Dricksvattenförsörjning

#### *Förbättrad reningsteknik*

Det är viktigt att analysera lokala sårbarheter för varje vattenreningsverk för att identifiera vilka som är i behov av förbättrad reningsteknik. Där det finns behov bör den mikrobiologiska säkerheten vid beredning av dricksvatten utökas genom att komplettera med UV-ljus som reningsmetod för avskiljning av parasiter. Det kan även 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 vid ytvattenuttag för konstgjord infiltration kan behöva 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. Nio av tio vattentäkter i Umeå kommun har vattenskyddsföreskrifter. skyddsområde bör upprättas även för Holmön. Att inrätta vattenskyddsområden med föreskrifter för kommunala dricksvattentäkter finns även med i Vattenmyndighetens åtgärdsprogram för Bottenviken. (Vattenmyndigheten Bottenviken 2010)

#### *Reservvatten/ alternativ vattenförsörjning*

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 distributions-systemet 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.

### 9.2.2 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 Bottenviken 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 Bottenviken 2010)

### *Befintliga områden*

Avvattningssystem och avloppssystem måste dimensioneras och anpassas till förändrade vattenstånd och nederbördsmönster. 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 markytan. 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 avloppshandlingen 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.

### 9.2.3 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. Inom länet byggs inga markförlagda elledningar på samma sätt som i södra Sverige. Det är för långa sträckor och för höga kostnader för att elbolagen ska kunna göra detta. En markförlagd elledning är dyrare att bygga och det krävs även mer utrustning för att kontrollera de feltyper som kan uppstå. Det förebyggande arbete som utförs är förbättrat röjnings- och underhållsarbete längs ledningsgatorna. (Bergenudd 2013)

## 10 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 Västerbotten 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 Västerbotten, förutom att de har olika risknivåer vad gäller dricksvatten. Texten i det här kapitlet gäller därför generellt för hela Västerbotten. Om dricksvatten kan läsas i kapitel 9.

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

## 10.1 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 Västerbottens län i ett förändrat klimat. Borrelia och TBE (via fästingar) samt dvärgbandmask (via mårhund) 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 Västerbottens län en kraftig ökning av antalet fall.

## 10.2 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 Västerbottens 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 Västerbottens 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.

## 10.3 Behov av åtgärder

Åtgärder för dricksvatten, se kapitel 9.2.1.

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.

Kommunen bör samverka med andra kommuner och landstinget för att skapa en god bevakning och rutiner för nya smittorisker.

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

## 11 Näringsliv

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 påverkan på transportinfrastrukturen någon annanstans. Konsekvenserna kan vara både positiva och negativa för företagen. Sex huvudområden har identifierats (UK Climate Impacts Programme 2009):



- **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

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

### *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). Jordbruket bör ändå gynnas i Västerbottens län då det inte blir så mycket mer regn på sommaren och det fortsätter att vara fler soltimmar i norr än i övriga landet.

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 Västerbottens 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. Samtidigt har de mildare vintrarna underlättat för produktionen för träindustrin i Västerbottens län (Lundgren 2013).

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

### *Rennäring*

Rennäringen påverkas en hel del av det förändrade klimatet. Kalfjällen minskar alltmer då växtligheten kryper allt högre upp. Trädgränsen har de senaste 100 åren stigit med 100-150 meter (Naturvårdsverket 2013b). Det innebär mindre plats på kalfjället för renarna att röra sig samtidigt som insektsplågan i skogarna kan komma att öka. Sämre isar begränsar renarnas rörlighet. Ökningen av nollgenomgångar på vintern medför mer skare och renarna kommer då inte åt betet, vilket kan innebära ett ökat behov av stödutfodring. Kostnader för stödutfodring

kan begränsas om vinterbetesmarker utanför renskötseområdet kan nyttjas när besvärliga snöförhållanden hindrar renbete på traditionella renbetesmarker. Det är ett exempel på att klimatförändringarna kan medföra behov av en förändrad markanvändning, vilket kan öka risken för intressekonflikter. (Sametinget 2013)

I en studie av Vilhelmina norra sameby (Löf m.fl. 2012) drogs slutsatsen att sårbarheterna generellt sett ökar med ett förändrat klimat och att de är störst under vinterbetesperioden (oktober-april). Framst beror detta på förhöjda temperaturer, förändrade nederbördsmönster och därmed nya snö- och betesförhållanden. Men även den ökade graden av oförutsägbarhet, osäkerhet, variabilitet och häftigare skiftningar utgör en påtaglig risk ur ett rensköttarperspektiv. Sårbarheten styrs främst av tillgången till varierat bete och framkomlighet i landskapet, vilket innefattar sammanhängande korridorer utan barriärer där renarna kan röra sig fritt.

### *Turism*

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). Jordbruket bör ändå gynnas i Västerbottens län då det inte blir så mycket mer regn på sommaren och det fortsätter att vara fler soltimmar i norr än i övriga landet.

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 Västerbottens 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. Samtidigt har de mildare vintrarna underlättat för produktionen för träindustrin i Västerbottens län (Lundgren 2013).

## **11.1 Konsekvenser specifikt för Umeå kommun**

### *Resultat från workshop*

Stora företag i Umeå är framför allt Volvo (ca 3000 anställda), Komatsu, SCA (vid Obbola), Alö maskiner i Brännland och hamnen.

Det är mer sommarturism än vinterturism. Norrbyskär och Nydala camping är populära. På Norrbyskär finns en hamn där större segelbåtar kan gå in, vilket är positivt. Tolv havsbad är utpekade i kommunens kustplan. Dessa kan bli ännu mer värdefulla i ett förändrat klimat. Fisketurismen är under utveckling. Med mildare och kortare vintrar kan det bli sämre förutsättningar för skoteråkning. Byggnation av en ny skidbacke har diskuterats.

En hel del åkermark har blivit översvämmad vid flera tillfällen.

COOP har fått stänga vid stor nederbörd på grund av att det kom in vatten i affären och elen försvann.

## 12 Referenser

- 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.
- Bergenudd (2013). *Intervju av Magnus Bergenudd, elkraft-sakkunning på Tyréns*
- 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?*
- 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.
- 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*, Synthesis report
- Klimatanpassningsportalen (2013). [www.klimatanpassning.se](http://www.klimatanpassning.se), uppgifter hämtade under hösten 2013
- Kommittén för dimensionerande flöden för dammanläggningar i ett klimatförändringsperspektiv (2011), *Dammsäkerhet och klimatförändringar*
- Lundgren (2013). Intervju med Per Lundgren, Kvalitets- och miljösamordnare på Martinsons.
- Länsstyrelsen Västerbotten (okänt år) *Kulturmiljö*.  
<http://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/Sv/samhallsplanering-och-kulturmiljo/planfragor/planeringsunderlag/riksintressen/kulturmiljo/Pages/default.aspx>, (Hämtad 2013-10-29)
- Länsstyrelsen Norrbotten (2010). *Anpassning till förändrat klimat i Norrbotten. Föroreningsrisker för vattentäkter med hänsyn taget till konsekvenser av klimatförändringar, Norrbottens län*. Rapportnummer 2011-15.
- Länsstyrelsen Västerbotten (2010) *Kulturhistoriska värdebeskrivningar över kyrkomiljöerna i Västerbottens län*, <http://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/Sv/samhallsplanering-och-kulturmiljo/skyddad-bebyggelse/kyrkliga-kulturmiljoer/vardebeskrivningar-av-lanets-kyrkomiljoer/Pages/default.aspx> (Hämtad 2013-10-29)
- Länsstyrelsen i Västerbottens län (2011). *Risk- och sårbarhetsanalys för dricksvattenförsörjningen i Västerbottens län 2011*.
- Länsstyrelsen Norrbotten (2012). *Anpassning till förändrat klimat. Hur påverkas Norrbottens väg- och järnvägsnät av ett förändrat klimat?* Rapport nr 3/2012.
- Löf et al. (2012). *Renskötsel och klimatförändring - Risker, sårbarhet och anpassningsmöjligheter i Vilhelmina norra sameby* Umeå Universitet.

- Miljödepartementet (2007). SOU 2007:60. *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*. Klimat- och sårbarhetsutredning. Stockholm.
- 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 (2013a) *Byggnadsminnen - Västerbottens län*,  
<http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=37&pl=2&l=24&t=Lan>  
(Hämtad 2013-10-25)
- Naturvårdsverket (2013b). *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: 2013-08-07
- 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.
- Ringbrandt (2013). Intervju med Thomas Ringbrandt, platschef för Stömma Turism & Sjöfart.
- 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.
- Räddningsverket (1998). *Översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i Västerbottens län – Umeå kommun*
- Räddningsverket (2003). *Rapport 40 - Översiktlig översvämningskartering längs Fyrisån – Sträckan från Vattholma till utloppet i Mälaren*.
- Räddningsverket (2000). *Översvämning*. Karlstad
- Räddningsverket (2003) *Handbok för riskanalys*
- Sametinget (2013) <http://www.sametinget.se/7862> Hämtad (2013-11-19)
- SIGI (2011). *Västerbottens län. Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – Naturolyckor*. Statens geotekniska institut, SIGI.
- SMHI (2012). *HAVSVATTENSTÅND 2012. Beräknade medelvattenstånd för 2012 i olika höjdsystem*.
- SMHI (2013a) *Klimatförändringens konsekvenser för naturen*.  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatforandringens-konsekvenser-for-naturen-1.3898>  
(Hämtad 2013-08-19)
- SMHI (2013b). *Nederbörd*. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord> (Hämtad 2013-08-07)

SMHI (2013c) *Normal årsmedeltemperatur.*

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.3973> Hämtad (2013-08-19)

Svenskt Vatten (2004) *Publikation P90. Dimensionering av allmänna avloppsledningar.*

Södermark (2013). *Intervju med Gunnar Södermark, Senior Project Manager, Boliden AB*

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 (2013). *NVDB på webb 2012.*

<https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket#> (Hämtad 2013-03-27).

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

Umeå kommun (2007) *Kartläggning av vattenföring i Umeälv. Vattennivåer och översvämningskarteringar i Umeå tätort.*

Vattenmyndigheten Bottenviken (2010) *ÅTGÄRDSPROGRAM 2009 – 2015, Bottenvikens vattendistrikt.*

Vattenmyndigheten Bottenhavet (2013). *Förklaring av termer och begrepp.*

<http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/bottenhavet/beslut-ap/forklaring-av-termer-och-begrepp/> (Hämtad 2013-08-07)

Västerbottens-Kuriren (2013a). *Oj – vilket skyfall.* <http://www.vk.se/952054/oj-vilket-skyfall> (Hämtad 2013-10-30)

Västerbottens-Kuriren (2013b). *Fick lägenheten fylld.* <http://www.vk.se/952145/fick-lagenheten-fyllt> (Hämtad 2013-10-30)

Västerbottens museum (okänt år) *Byggnadsminnen.*

<http://www.vbm.se/sv/kunskapsbanken/byggnadsvard1/byggnadsminnen.html> (Hämtad 2013-10-25)

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

Workshop den 14 oktober 2013, hölls av Tina Holmlund, Länsstyrelsen i Västerbottens län, och Maria Larsson, Tyréns AB. Se bilaga 1.

## 13 Bilagor

Bilaga 1 Workshop den 14 oktober 2013

Bilaga 2 Förklaringar av termer och begrepp



## **Bilaga 1. Workshop den 14 oktober 2013**

Tina Holmlund från Länsstyrelsen och Maria Larsson från Tyréns höll i en workshop med deltagare från kommunen, i syfte att berätta om kommande klimatförändringar och fånga upp lokal kunskap om risker och möjligheter i kommunen.

Workshopen inleddes med en genomgång av förväntade klimatförändringar i Umeå kommun. Därefter diskuterades vilka extrema väderhändelser som redan har hänt och vad de fick för konsekvenser, för att få en bild av sårbarheter i kommunen. 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 en karta.

### **Deltagare**

Anna Flatholm

Camilla Adolfsson

Doris Grellmann

Gunnar Teglund

Hanna Jonsson

Jonas Andersson

Lars Tapani

Lisa Noppa

Per Westergren

Sune Norman

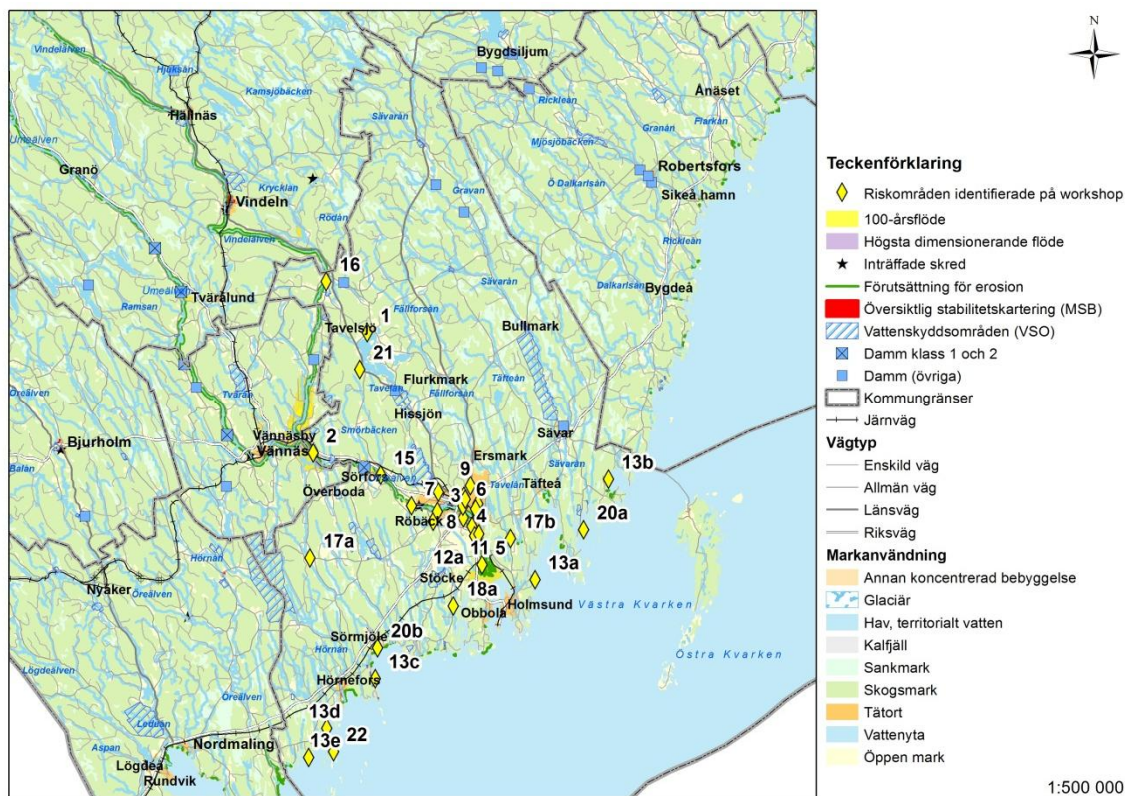
Tomas Strömberg

Torbjörn Wikström

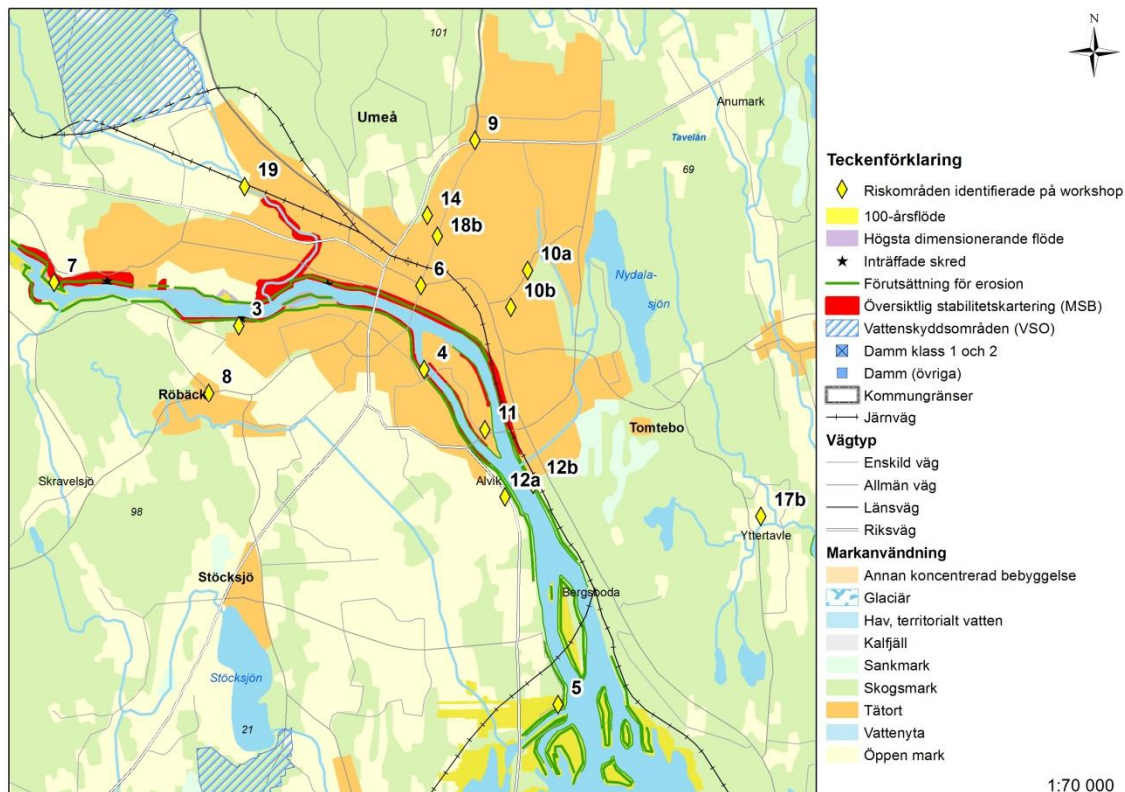
Veronica Grahn

### **Resultat**

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. 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 2. Punkterna visar både klimatrelaterade händelser eller platser som är sårbara i dagens samhälle och risker i ett förändrat klimat i ett närområde kring Umeå. 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	Vid störtregn spolades en vätrumma och väg bort
2	Extrem vårflood 1995, invallning vid sågen hade schaktats bort för att få utsikt. Man lade upp en provisorisk vall.
3	Ras, erosion, avstängt område
4	Risk för ras, har åtgärdats
6	Översvämning vid kraftiga regn. Dagvattensystemet har inte tillräcklig kapacitet.
8	Cykeltunnel har fylts med vatten
9	COOP fick stängas för att det kom in vatten och elen försvann
10a-b	Mycket vatten kan komma via bäck från Mariehem, det rinner då in vatten i källare. Man har byggt mycket uppströms, mycket hårdgjorda ytor
13a-e	Fritidshusens infiltrationsinläggningar genomsköljs vid hög havsnivå
14	Översvämning vid kraftiga regn. Bäck går in i kulvert.
16	Har översvämmats

17a-b	Översvämmad jordbruksmark
18a-b	Översvämning augusti 2013, häftigt regn
19	Låga halter av miljögifter i Tvärån, vet ej var det kommer ifrån.
21	Skidbacke planeras

Tabell 1.2 Händelser som innebär en risk i framtidens klimat

Nummer	Beskrivning
5	Risk för översvämning, nybyggda hus
7	Risk för ras, mycket erosion. Ingen bebyggelse hotas.
11	Risk för erosion och översvämningar
12a-b	Låglänta villor, risk för översvämning
15	Risk för skred
20a-b	Områden lämpliga för bad. Fördel i ett förändrat klimat.
22	Större segelbåtar kan gå in i hamnen. Tillgång!

### Diskussionspunkter utan koppling till karta

- Stormen Gudrun tryckte upp vatten i Bottenviken och höjde havsnivån med 1,4 m
- Har inte haft problem med översvämningar i Brännland
- Forcerad infiltration med vatten från älven kan bidra med upp till 30-40 % av vattenförsörjningen i Umeå
- Reservvattenutredning pågår.
- Vattenskyddsområdet norr om Umeå håller på att utvidgas. Ej fastställt än.
- Det finns flera gamla sågverk längs kusten. Alla är kartlagda, inga stora problem finns med förorenad mark
- Konsekvenser av mer extrema regn borde kanske utredas mer, till exempel vad som händer om man förtätar staden ytterligare.
- Elsystemet är generellt sett bra
- 1996 kom mycket blötsnö som knäckte träd. Blev en del strömavbrott på landsbygden.
- Kommunen kommer att få nya karteringar över dammbrottsscenarioer från regleringsföretaget nästa år
- Reningsverket på Ön kanske skulle kunna översvämmas vid högre flöden. Avledning av renat vatten är svårt ibland
- Näringsliv: Volvo (ca 3000 anställda), Komatsu, SCA (vid Obbola), Alö maskiner i Brännland, hamnen
- Mest sommarturism. Norrbyskär och Nydala camping är populära
- 12 havsbad är utpekade i kustplan

- Sämre förutsättningar för skoter i förändrat klimat
- Fisketurism viktig och håller på att utvecklas
- Fördel: Västerbotten är ett "stabilt" område och kan få fördelar jämfört med övriga världen i ett förändrat klimat
- Risk för att skadedjur kommer några år före predatorerna
- Kustplan och älvplan finns



## 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 2003)

**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 2013)

**Delavrinningsområde** – Område inom ett större avrinningsområde från vilket avrinning strömmar till en viss punkt i ett vattendrag (Vattenmyndigheten Bottenhavet 2013)

**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 2003).

**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 2013)

**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 borrarade 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 älvens 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 översvämningshändelser av samma omfattning. Återkomsttid anger sannolikheten för att händelsen ska

inträffa ett specifikt år, exempelvis är sannolikheten 1 procent 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. 40 procent. Tabell 2.1 visar den sammanlagda sannolikheten för att ett visst flöde ska överskridas under en längre tidsperiod. (Räddningsverket 2003)

**Översvämning** - Med översvämning menas att vatten täcker ytor utanför den normala gränsen för sjö, vattendrag eller hav. Översvämningar 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