



# Översvämning utifrån ett förändrat klimat

Jämtlands län 2013



Länsstyrelsen  
Jämtlands län

**Omslagsbild**

Översvämning i Hammerdalssjön. Foto: Strömsunds kommun.

**Utgiven av**

Länsstyrelsen Jämtlands län  
Maj 2013

**Beställningsadress**

Länsstyrelsen Jämtlands län  
831 86 Östersund  
Telefon 010-225 30 00

**Ansvarig**

Björn Olofsson

**Text**

Björn Olofsson

**Foto**

Länsstyrelsen Jämtlands län (där inget annat anges)

**Tryck**

Länsstyrelsens tryckeri, Östersund 2013

**Löpnummer**

2013:10

**Diarienummer**

451-570-12

Publikationen kan laddas ner från Länsstyrelsens hemsida  
[www.lansstyrelsen.se/jamtland](http://www.lansstyrelsen.se/jamtland)

# Innehållsförteckning

<b>Inledning .....</b>	<b>4</b>
<b>Den hydrologiska cykeln .....</b>	<b>5</b>
Översvämning .....	5
Orsaker till översvämning .....	6
Snösmältning, markfuktighet och tjäle.....	6
Isproppar.....	6
Snösmältning .....	7
Hur beräknas vårfloden?.....	8
Klimatet och vårfloden har ändrats.....	8
Kraftiga regn.....	8
Dammar .....	11
Dammbrott.....	12
<b>Jämtlands klimat i framtiden .....</b>	<b>15</b>
Sammanfattning.....	20
Effekter av klimatförändringar på risken för översvämning .....	20
Vilka kunskapsunderlag finns och vad behöver vi?.....	21
Översiktlig översvämningskartering .....	21
Översvämningskartering som underlag för beredskapsplanering för dammbrott .....	21
Användning av översvämningskarteringar.....	22
Högvatten – webbsystem för hantering av översvämningsrisker .....	22
Hydrologisk varning.....	23
<b>Förslag till åtgärder.....</b>	<b>25</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>26</b>

# Inledning

Klimatet håller på att förändras, vilket påverkar oss både i Jämtlands län och i hela världen. Framförallt kommer det att bli varmare och nederbörden kommer att öka, vilket innebär konsekvenser för samhället. Det är få verksamheter i samhället som förblir helt opåverkade.

Samhällets sårbarhet beror främst på hur kraftigt klimatet förändras och hur snabbt det sker, men även på hur väl förberett samhället är på att möta förändringen. Det förändrade klimatet kommer att påverka risken för översvämningar, därför är det viktigt att vi har kunskap om vilka risker och möjligheter som finns och hur vi ska möta dessa.

Denna utredning går igenom de effekter det förändrade klimatet har på risken för översvämning i Jämtlands län och är ett led i länets arbete med klimatanpassning. Resultatet ska fungera som ett underlag för beslutsfattare.

Risken för att översvämningar inträffar oftare och orsakar större skada ökar i framtiden på grund av klimatförändringarna. Den totala nederbördsmängden ökar och antal kraftiga regn, skyfall, ökar. Det blir varmare vilket gör att vinterns snö kommer delvis att ersättas av regn. Allt detta sammantaget gör att översvämningar kommer att inträffa oftare i framtiden.

## **Skillnad mellan väder och klimat**

Väder är ett tillstånd i atmosfären på en specifik plats vid en given tidpunkt, till exempel temperaturen just nu.

Klimat är genomsnittliga väderleksförhållanden inom ett större område, till exempel medeltemperaturen under ett år.

## **Skillnad mellan begränsad klimatpåverkan och klimatanpassning**

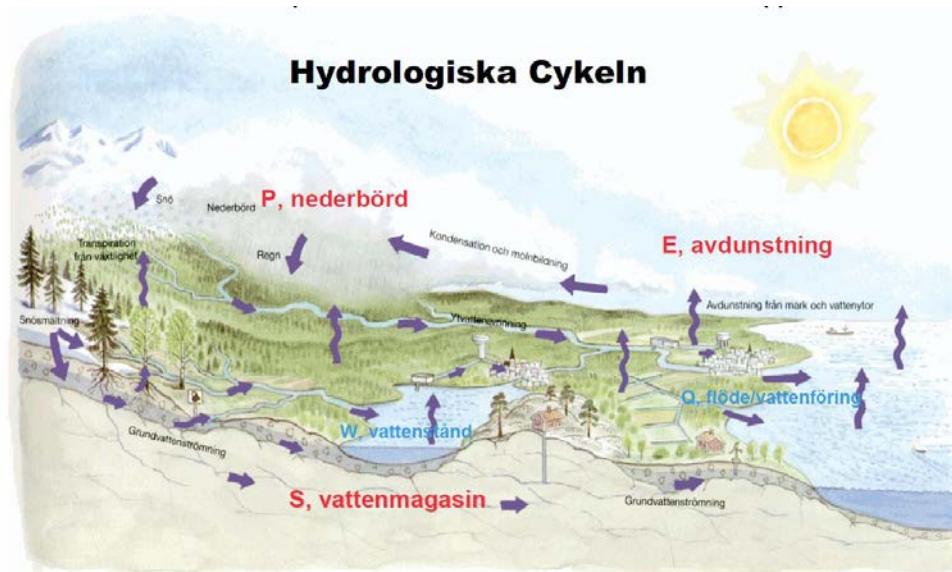
Begränsad klimatpåverkan betyder att vidta åtgärder som minskar våra utsläpp, till exempel att välja tåg istället för flyg, eller energiomställning till en mer förnyelsebar energiproduktion.

Klimatanpassning innebär att anpassa samhället till de klimatförändringar som kommer att ske. Till exempel handlar det om att minska riskerna för att byggnader och viktig infrastruktur råkar ut för skogsbränder, översvämningar samt ras och skred. Men även att ta tillvara de positiva effekter som ett förändrat klimat kan innebära. Klimatanpassning definieras som förändringar i ekologiska, sociala eller ekonomiska system till följd av verkliga eller förväntade klimatförändringar. Klimatanpassning betyder att förändra processer, metoder och strukturer, antingen i syfte att mildra negativa förväntade effekter eller i syfte att utnyttja nya möjligheter som uppstår till följd av klimatförändringarna (IPCC, Smith et al 2001).

# Den hydrologiska cykeln

Den hydrologiska cykeln, eller vattnets kretslopp, utgår från havet. Vatten avdunstar från havsytan, stiger upp i luften och bildar moln. Molnen drar in över land, pressas upp av topografin varefter vattendropparna kondenserar, klumpar ihop sig och till slut faller ut som regn, eller snö om det är minusgrader. Regnet rinner sedan på marken som ytavrinning eller sjunker ned i marken och bildar ett grundvattenflöde.

Så småningom samlas ytavrinningen i större vattendrag och rinner till sjöar eller andra magasin. Är det vinter så magasineras vattnet som ett snötäcke, vilket smälter av på våren då hela vinterns nederbörds mängd kan komma att smälta av på en gång och bilda särskilt stora flöden, vårflood. Från magasinerna, sjöarna och grundvattenmagasinen, fortsätter sedan vattnet sitt flöde och slutar så småningom i havet igen. Från alla delar i systemet kan vattnet också avdunsta upp till luften och förena sig med vattenångan i molnen, vilket även sker från djur och växtligheten då det kallas transpiration. Motorn i hela systemet är solen som lyfter vattnet upp i luften, sen sköter gravitationen resten av transporten.



Figur 1. Den hydrologiska cykeln med beskrivningar av hydrologiska begrepp. Källa SMHI.

## Översvämning

Vid översvämningar stiger vattennivån i hav, sjöar eller vattendrag så mycket att landområden som normalt är torra ställs under vatten. Även områden som normalt inte gränsar till vatten kan översvämmas.

Globalt sett är översvämningar en av de stora naturkatastrofer som årligen orsakar flest dödsoffer och störst ekonomisk skada. I Sverige är vi relativt förskonade från sådana stora översvämningkatastrofer och dödsfall i samband med översvämningar är här mycket sällsynta. De materiella skadorna och kostnaderna för samhället till följd av översvämningar är dock betydande.

Påverkan av att vattennivån stiger över landområden är inte bara vattnets direkta påverkan utan kanske främst den erosion som blir resultatet av översvämningen. Erosionen kan dels bestå av påverkan direkt från vattendrag som får kraftigt ökande flöden men också den risk för ras och skred som följer då vattnet sjunker undan efter översvämningen. För beskrivning av processerna kring ras och skred hänvisas till Länsstyrelsens rapport *Ras och skred utifrån ett förändrat klimat*.

## Orsaker till översvämning

I Jämtland orsakas översvämningar främst av stor vattentillförsel till sjöar och vattendrag från kraftiga regn eller snösmältning. I många delar av Sverige och världen är vattenståndshöjning i havet på grund av klimatförändringen en viktig faktor men det slipper vi i Jämtland.

Den naturliga årstidsväxlingen gör att höga vattenflöden och mindre översvämningar återkommer regelbundet i de norra delarna av landet i samband med snösmältningen. I vissa områden har sedan långt tillbaka den positiva effekten av upprepad översvämning utnyttjats genom att pålagring av sediment gödslat betes- och slättermarker, så kallade översilningsängar.

Översvämningar som orsakas av stora regnmängder förekommer i norra Sverige främst under sommaren eller hösten, medan de i södra Sverige kan inträffa under större delen av året.

### Snösmältning, markfuktighet och tjäle

Kraftiga översvämningar orsakas ofta av en kombination av olika faktorer. Vid stora vårflöden som orsakas av riklig snötillgång under vintern, ökar risken för översvämning om snösmältningen också sker senare än normalt och är intensiv på grund av hög lufttemperatur.

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

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

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

### Isproppar

Översvämningar kan också orsakas av isdämning i älvar. I Torne älv är det vanligt med isproppar och översvämningar i samband med islossningen. I Jämtland är det mindre vanligt men det har inträffat de senaste åren både i Vemdalens by och i nedre Ammerån att markerna dämades upp av smältvatten efter att vattendraget proppats igen av isproppar.



*Kvarlämnad is efter isproppen i nedre Ammerån april 2011. Foto Björn Olofsson, Länsstyrelsen i Jämtlands län*

### **Snösmältning**

När snön och isarna smälter på våren så ökar vattenmängden i såväl mark som sjöar och vattendrag. Detta fenomen brukar kallas vårflood. En stor vårflood orsakas ofta av tre samverkande faktorer: ett stort snölager, snabb avsmältning samt regn.

Avsmältningsprocessen är mycket väderberoende, och exempelvis ett mildt, molnigt och blåsigt väder orsakar i regel större avsmältning än ett soligt och vindstilla väder. Detta beror delvis på att molnigt väder generellt orsakar varmare lufttemperaturer nattetid än klart väder, men även på att vinden hela tiden avleder fuktig och kall luft som bildas vid snötäckets yta under snösmältningen och ersätter denna med varmare luft. Därmed blir energiöverföringen från luft till snö effektivare när det blåser, vilket påskyndar snösmältningen.



*Översvämmade åkrar i Östergötland, våren 2010. SMHI.*

### **Hur beräknas vårfloden?**

Vårfloden är en vanlig företeelse på de flesta håll i Sverige och SMHI använder olika metoder för att bedöma vårflodens tidpunkt och omfattning.

Förutom manuella mätningar av snödjup vid ett antal väderstationer finns en hydrologisk modell som kontinuerligt beräknar snötäckets vatteninnehåll i cirka 1000 delområden i Sverige. Denna information kombineras med väderleksprognoser för att beräkna snösmältningen och den totala vattenföringen. Men erfarenhetsmässigt vet man att detta endast säger en liten del om hur stor vårfloden kan komma att bli. Det aktuella vädret vid tillfället för snösmältningen har större inverkan på vårfloden än den kända vattenvolymen i snön. Man vet i förväg vilken vattenmängd som finns i snön men man har ingen aning om det skall smälta samtidigt överallt som 1995 eller om det ska bli en långsam och utdragen vårflod som 2012.

Vårfloden 1995 går till historien som en av de största under 1900-talet. De bidragande faktorerna var bland annat en snörik vinter, försenad snösmältning i skogslandet, samtidig snösmältning i skog och fjäll samt rikligt med regn under perioden med den intensivaste snösmältningen (Räddningsverket, 1995).

Vårfloden 2012 var i jämförelse mycket svagare, detta trots att vintern var liknande, snömängderna i fjällen var stora och liknade läget som var 1995. Men våren såg helt annorlunda ut. I Jämtland hade vi varmt väder i slutet av mars som ledde till de höga marsflöden i Åreälven. Sen blev våren och försommaren kall och vårfloden avstannade och blev väldigt utdragen.

### **Klimatet och vårfloden har ändrats**

Om man tittar hundra år bakåt i tiden så kan man se trender i tidpunkten för vårfloden som en eventuell effekt av en klimatförändring i Sverige. På många håll i Götaland har en tidigare vårflod ersatts av höga vinterflöden då nederbörd faller som regn istället för snö.

Även i Svealand syns en trend mot en allt tidigare och mindre vårflod. I Norrland däremot tycks läget fortfarande vara stabilt med en vårflod som generellt kulminerar under perioden maj–juni, beroende av vattendragets storlek och geografiska läge. I Jämtland kulminerar vårfloden normalt alltid vecka 17. (Calla, P Vattenregleringsföretaget, muntlig uppgift)

### **Kraftiga regn**

En annan orsak till översvämningar kan vara kraftiga regn, dessa kan uppstå var som helst men det är större sannolikhet att de uppträder i fjällen. Ett frontsystem som följer med västvindarna över Atlanten kan stå och "stampa" mot bergen och släppa ifrån sig all sin nederbörd inom ett begränsat geografiskt område. När regnmolnen tvingas uppåt av topografien så kyls de ner och dropparna kan kondensera vilket leder till att de faller ur molnet som regn.

Upp till 200 millimeter regn inom ett dygn kan uppträda var som helst, större regnmängder krävs det speciella topografiska förhållanden för (Olofsson, J. SMHI, muntlig uppgift). Det betyder att man bör vara förberedd på så stora regnmängder och ha till exempel dagvattensystem som kan svälja dessa vattenmängder.



Ett av de värsta störtregn som drabbat Sverige skedde i augusti 1997 i Fulufjällets Nationalpark i norra Dalarna. Det var nittonhundratalets varmaste sommar och värmen avlöstes inte förrän i slutet av augusti. Då kom en kallfront med regnoväder från väster som *fastnade* på Fulufjället (Naturvårdsverket 1997). Under de sista dagarna av augusti 1997 inträffade ett störtregn av närmast ofattbara proportioner. På vissa platser i Fulufjällets Nationalpark föll 400 millimeter regn på ett dygn och över området registrerades över 700 blixtnedslag (Länsstyrelsen i Dalarnas län 2000). Regnmängden kanske bäst illustreras med att 400 millimeter regn motsvarar 400 liter vatten per kvadratmeter mark.

Regnet orsakade enorma flöden i området. I Tangåns nedre del uppskattades flödestoppen till cirka 300 kubikmeter per sekund vilket är 200 gånger högre än normalflödet på den platsen och är i klass med flödet vid Dalälvens mynning till Östersjön som är 353 kubikmeter per sekund. Ingen människa skadades men naturen har fortfarande märken kvar efter regnet.

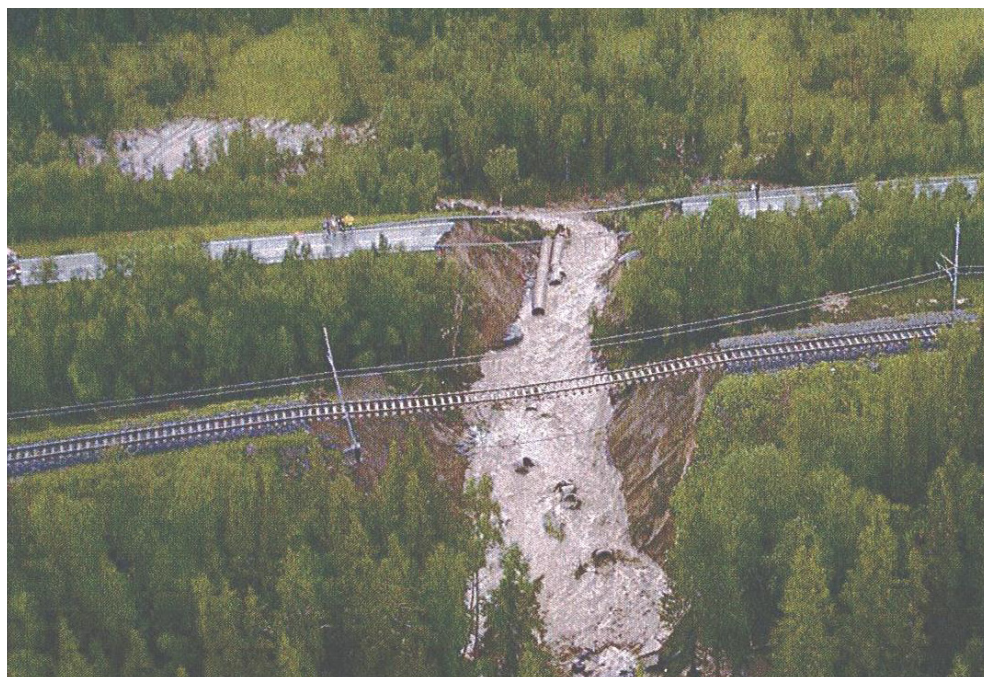


*Spår av slamström, Göljåns dalgång i slutningen av Fulufjället.  
Foto: Hanna Lokrantz, SGU 2004*

I Jämtland har vi haft två stycken kraftiga regnoväder på senare år. Klockabäcken i Ånn 2006 och Åreskutan 2010.

Klockabäcken passerar under E14 och järnvägen mellan Ånn och Enafors i Åre kommun. Inom Klockabäckens avrinningsområde föll det cirka 100 millimeter på tolv timmar den 30 juli 2006 (Bergström, 2006, SMHI:s beräkningar). Enligt vittnesuppgifter (Alexandersson, 2006) kan så mycket som 78 millimeter ha kommit på 30 minuter när det regnade som intensivast. Det intensiva regnet över det relativt sett lilla avrinningsområde med liten andel skogsmark och stor andel myrmark ledde till att flödet i Klockabäcken blev väldigt stort och drog med sig jord, sten, block och träd och skapade stor förödelse längs sin väg ner mot väg- och järnvägsbanken.

Trummorna genom bankarna förmådde inte avbörda allt vatten och blev sannolikt igensatta av jordmaterial, grenar och träd. Vägbanken dämde upp vatten till en nivå belägen cirka 0,5 meter under vägbanan innan den kollapsade. Detta skedde samtidigt som ett tåg på Mittlinjen var på väg över bäcken. Tåget kunde helt otroligt nog passera över det bortrasade partiet utan att spåra ur.



*Foto efter raset i Klockabäcken, 2006. Foto: Morgan Göransson.*

Den 17 juni 2010 föll cirka 130 millimeter på två dygn på Åreskutan. Det orsakade omfattande skador på infrastrukturen. Eftersom Åreskutan har exploaterats så mycket finns det många trummor under skidvägar och pister. När så stora regnmängder kommer för det med sig jord, sten, block och träd som proppade igen dessa trummor i backsystemet och under vägar. Detta ledde i sin tur till att vattnet tog nya vägar och strömmade över bland annat E14, som fick stängas av, även järnvägen fick stängas efter att en trumma sköljts bort.



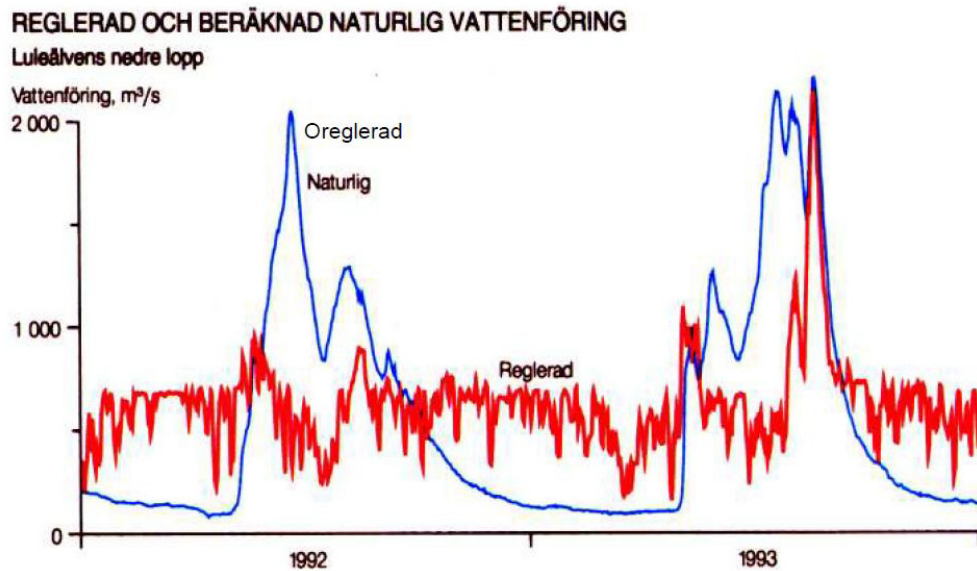
*Foto av de igenproppade och bortspolade trummorna under järnvägen i Åre 18 juni 2010.  
Foto Björn Olofsson, Länsstyrelsen i Jämtlands län.*

## Dammar

Genom årtusenden har dammar byggts för bevattning, vattenreglering, översvämningsskydd, vattenförsörjning, energiförsörjning (för kvarnar, sågverk, gruvor och elproduktion) samt deponier. Enligt länsstyrelsernas registreringar finns det i Sverige uppemot 6 000 dammar av varierande storlek och ålder. Flertalet av dessa dammar används ej för någon form av vattenutnyttjande men har ofta stort kulturhistoriskt värde. Den största gruppen av svenska dammar som finns i drift i dag används för kraftproduktion.

I Jämtland finns det cirka 1 000 dammar. Av dessa används 226 för kraftproduktion (regleringsdammar, intagsdammar, tröskel/spegeldammar, och så vidare) varav ett 25-tal kan räknas som större med en magasineringssvolym överstigande 100 miljoner m<sup>3</sup>. För övrigt finns det cirka 700 dammar med annat syfte än kraftproduktion, av dessa har 583 otillräcklig eller inte fastlagd funktion, till dessa räknas gamla flottningsdammar.

Reglering av vattendrag är inget permanent skydd mot översvämningar, det kan i vissa fall uppfattas som en falsk säkerhet. Genom regleringen kan man korttidsreglera vattendragen och därmed minska risken och konsekvenserna av översvämningar, samt hålla en jämnare nivå på magasinerna. Men i situationer med höga flöden kan vattendraget komma att bete sig som om det inte var utbyggt över huvud taget.



Figur 2. Jämförelse mellan vattenföringen vid reglerade och oreglerade vattendrag. Röd linje är verkliga flöden från en högflödessituation i Luleälvens nedre lopp. Blå linje visar den beräknade flödesnivån i samma älv om älven vore oreglerad. Källa SMHI.

Det bilden ovan visar är en jämförelse mellan flödena i en reglerad älv och en oreglerad. Det intressanta är flödena under andra halvan av 1993. Även om älven var reglerad så kom flödena upp till samma nivåer som om älven skulle varit oreglerad. Orsaken till detta kan utläsas ur diagrammet. Tillrinningen under vintern 1992–1993 varit låg, vilket man kan se på den blå linjen.

När sedan flödena steg på försommaren 1993 och var fortsatt höga hela sommaren, på grund av en väldigt regnig sommar, så steg flödena till samma nivåer som om älven varit oreglerad. Det fanns alltså inget regleringsutrymme kvar i magasinerna. Samma förlopp är tänkbara i alla våra reglerade vattendrag. Men under flödessäsongen 1992 klarade man av att magasinera hela vattenvolymen trots att vattenföringen var lika hög som 1993, men inte lika långvarig.

### Dambrott

De skador som uppkommer vid dambrott är desamma som de som uppkommer vid översvämningar, förutom själva skadan på dammen. Till skillnad från översvämningar (som till viss del kan förutsägas genom väderprognoser) kan ett dambrott inträffa plötsligt utan någon förvarning. De vattenmängder som frigörs vid ett dambrott är i många fall avsevärt större än de högsta flöden som förekommit.

Ett dambrott kan också bidra till ytterligare dambrott nedströms samt skador på infrastruktur (broar, kraftledningar osv), vilket innebär att konsekvenserna kan bli oerhörda. Kraftindustrin arbetar därför aktivt med övervakning, tillsyn och underhåll av dammarna enligt RIDAS, kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet, som antagits av Kraftverksföreningen där bolag med vattenkraftsanläggningar är medlemmar.

Vattenkraftsdammarna utmed älvarna i Sverige har byggts för vattenkraftändamål och dammarna ingår vanligen i ett större system bestående av:

- » regleringsmagasin, där vatten magasineras för flerårs-, års-, vecko- eller dygnsreglering
- » kraftverk, där el produceras (kraftverket kan vara förlagt i direkt anslutning till dammen eller under jord på större avstånd från dammen)
- » utskov, där vatten kan ledas förbi stationen vid höga flöden eller vid driftsproblem och service av kraftverket
- » damm, den kropp som dämmer upp regleringsmagasinet. Ofta en jordkonstruktion men även rena betongdammar förekommer.



Förklaring av vattenkraftsbegrepp. Från Näsforsen, Härkan.  
Foto: Länsstyrelsen Jämtlands län, 2003.

De största regleringsmagasinen ligger oftast högst upp i vattendraget för att kunna fånga upp vårfloden från fjällen. Sådana dammar ägs ofta av det regleringsföretag som bildats av alla kraftverksägarna i en älv. Regleringsföretaget bestämmer vilka vattenföringar och därmed vilken elproduktion som ska gälla i respektive kraftverk.

Dammbrott kan uppkomma dels genom genomläckning i själva dammkonstruktionen eller i grunden mot underliggande material, dels genom skador orsakade av överströmning av vatten beroende på otillräckliga eller igensatta utskov, driftsproblem av luckor etcetera.

Två större dammbrott har inträffat i Sverige. År 1973 överströmmades en liten damm med cirka 2,5 meters höjd i Sysseleälv, Värmland, vilket medförde att cirka 12 000 m<sup>3</sup> vatten frigjordes. De materiella skadorna blev ringa medan en person omkom.

I samband med den extremt höga nederbörden i Dalarna och Hälsingland hösten 1985 steg vattenytan över dammen vid Noppikoski till följd av att en utskovslucka ej kunde öppnas. Ett parti av dammen spolades bort och cirka 1 miljon m<sup>3</sup> vatten strömmade ut. Ingen människa skadades vid dammbrottet.

# Jämtlands klimat i framtiden

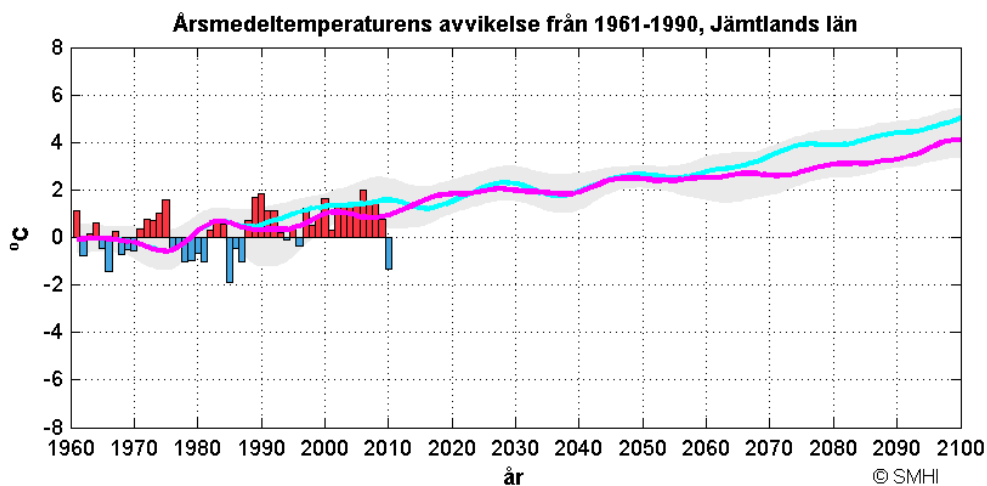
I detta kapitel presenteras ett koncentrat av innehållet i SMHIs två utsläppsscenarioer, A2: en snabb befolkningstillväxt och intensiv energianvändning och B2: långsammare befolkningstillväxt och mindre energianvändning för klimatförändringarna i Jämtlands län, mellan referensperioderna 1961–1990 och 2071–2100. Fakta är hämtade från rapporten *Anpassning till ett förändrat klimat*, författad av Katarina Fredriksson och utgiven av Länsstyrelsen i Jämtlands län 2009 där inte annat anges.

## Varmare

För Jämtlands län visar prognoserna enligt scenario A2 och B2 att temperaturen i länet fram till perioden 2071–2100 under:

- » våren beräknas stiga med drygt 5°C .
- » sommaren förväntas stiga med 3-4°C.
- » hösten väntas stiga med nästan 3-5°C
- » vintern väntas stiga med drygt 5°-7°C

Vi får alltså varmare under alla årstider, men den allra största förändringen kommer att ske under vintern. Temperaturhöjningen förväntas bli något lägre i fjällen jämfört med övriga länet. Årsmedeltemperaturen förväntas stiga 4–5,5°C.



Figur 3. Årsmedelstemperaturens avvikelse från 1961–1990, Jämtlands län.

Beräknad förändring (°C) av årsmedeltemperaturen för åren 1961–2100 jämfört med den normala (medelvärdet för 1961–1990). Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer, röda staplar visar temperaturer högre än den normala och blå staplar temperaturer lägre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från scenarier. Den cerisa kurvan motsvarar förändringen i årsmedeltemperaturen för utsläppsscenario B2 och den turkosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario A2. Det grå fältet beskriver variationen i temperatur mellan enskilda år (beräknat från scenarierna). SMHI, 2010



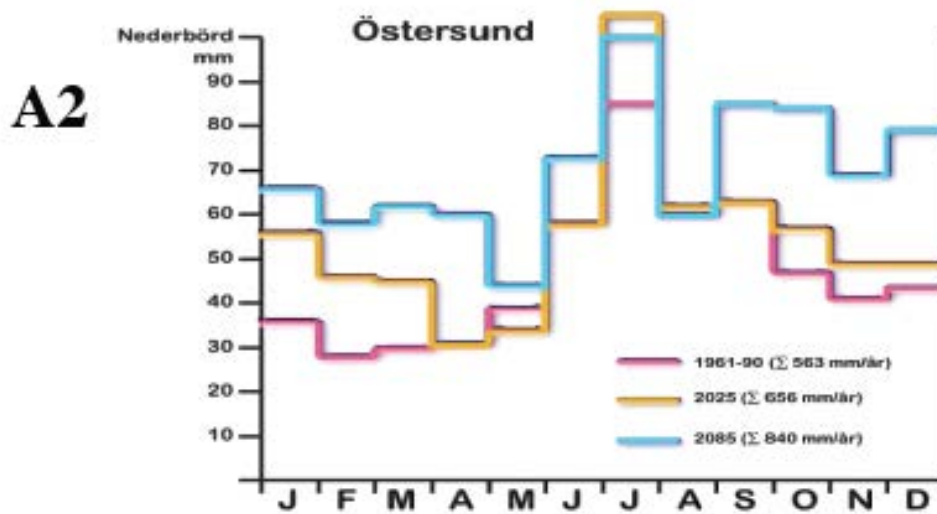


### Ökad nederbörd

För Jämtlands län visar prognoserna enligt scenario A2 och B2 att nederbörden från normalperioden 1961–1990 till perioden 2071–2100 under:

- » våren beräknas stiga 20–40 procent
- » sommaren förväntas vara oförändrad
- » hösten väntas stiga med 20–40 procent
- » vintern väntas stiga 20–60 procent.

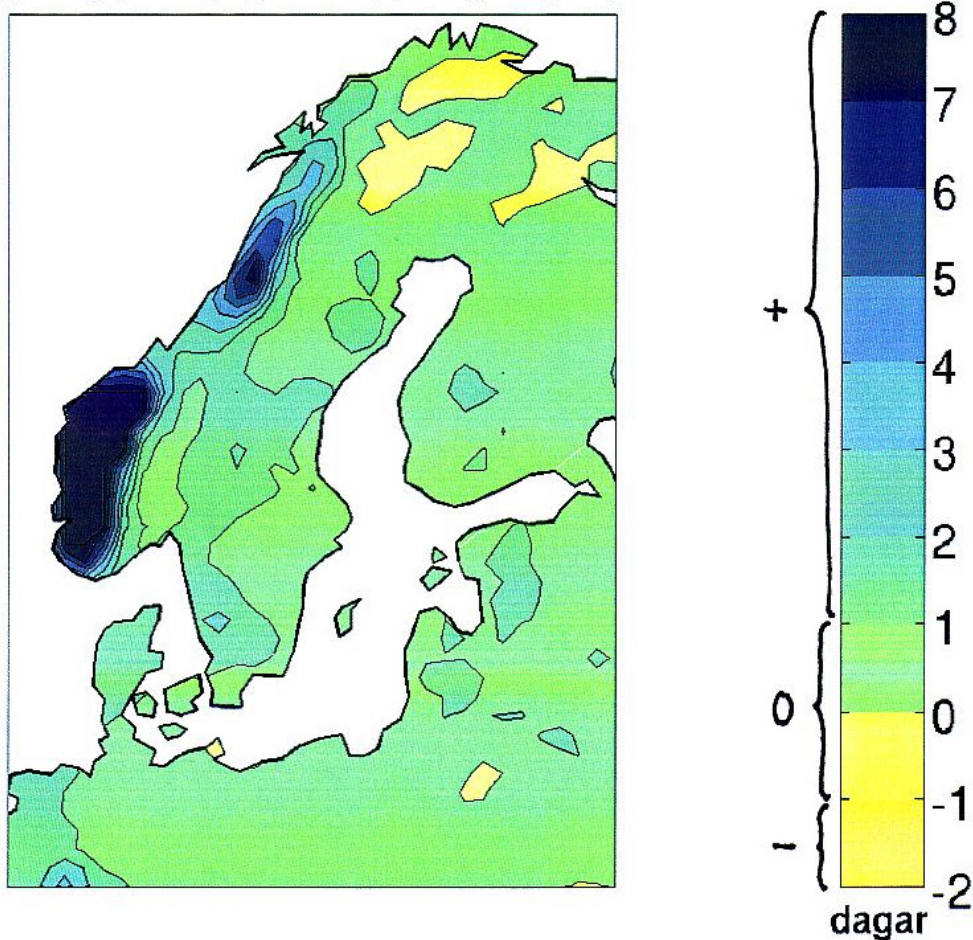
Vi får alltså en ökad nederbördsmängd under alla årstider, utom under sommaren. Störst väntas ökningen bli under vintern.



Figur 5. Nederbörd i Östersund månadsvis i scenario A2 under åren 1961–1990, 2025 och 2085 (Fogelfors et. Al. 2008).

### Den extrema nederbörden ökar

Med extrem nederbörd avses mängder som väsentligt överstiger det normala, till exempel under en månad, på en dag eller under en timme. För fjällen beräknas antalet dygn med extrem dygnsnederbörd öka med upp till tio dygn och i övriga länet beräknas antalet dygn med extrem dygnsnederbörd öka med två till tre dygn från normalperioden 1961–1990 till perioden 2071–2100.



Figur 6. Förändring av antalet dagar med över 25 millimeter nederbörd (intensiv nederbörd) från år 1961–1990 till 2071–2100. Rossby Centre, SMHI.

#### Kortare tid med snötäcke

Snötäcket i Jämtlands län låg enligt normalperioden (1961–1990) på 150–225 dygn. En stor del av nederbörden kommer att komma som regn i stället för snö framöver, eftersom temperaturen stiger under vintern. Detta medför att antal dygn med snötäcke i scenario A2 kommer att minska med cirka 50 procent, eller cirka 100 dygn, till 2071–2100 i jämförelse med normalperioden. Detta betyder att perioden med snötäcke enligt högkonsumtionsscenarioet kommer bli 1,5–4 månader 2071–2100, jämfört med 5–7,5 månader med snötäcke under normalperioden. Delar av den här förändringen har redan skett, motsvarande ungefär en månad kortare tid med snötäcke.

#### Mindre vatteninnehåll i snön

Snö kommer också att innehålla mindre vatten framöver, vilket slarvigt uttrycks som att snötäcket kommer att bli tunnare. Det maximala vatteninnehållet i snö är enligt normalperioden (1961–1990) 178 millimeter i fjällen och 139 millimeter i övriga länet. Variationen mellan åren är dock stor.

Till 2071–2100 beräknas vatteninnehållet i snö enligt scenario B2 och A2:

- » i fjällen minska med 55–66 procent
- » i övriga länet minska med 52–65 procent

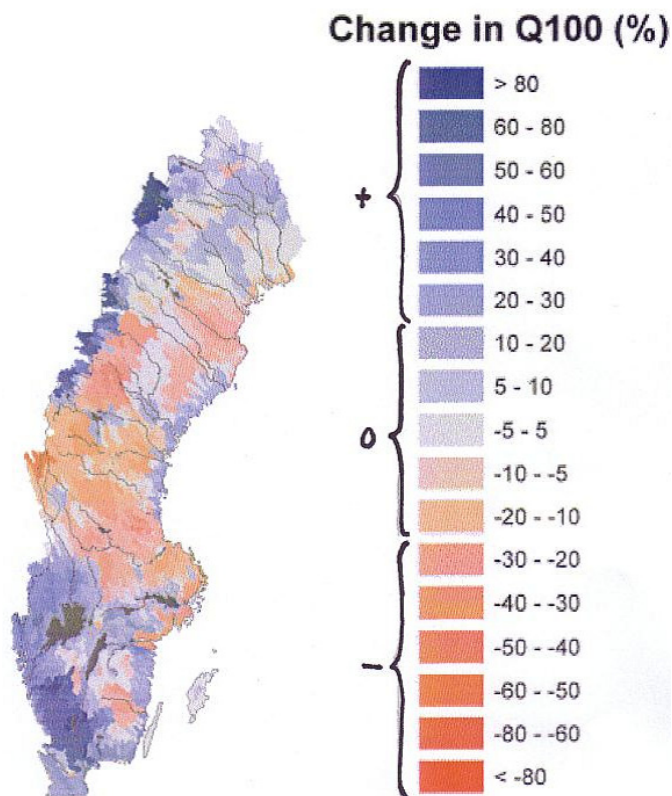
Variationen mellan åren väntas fortfarande vara mycket stor.

### Färre och kortare torrperioder

I dag är torrperioderna i länet relativt få, och de väntas bli ännu mindre frekventa framöver. Antalet sammanhängande dagar med mindre nederbörd än en millimeter per dygn väntas minska med två till tre dagar enligt scenarierna A2 och B2.

### Tidigare vårfloed och färre höga flöden

Vårfloden i Jämtlands län beräknas komma en månad tidigare 2071–2100 än perioden 1995–2005. Den beräknas även vara mindre omfattande än i dag (Länsstyrelsen Jämtland 2008:02). Övriga höga flöden beräknas minska i återkomstperiod över stora delar av länet, med undantag för delar av fjällen.



Figur 7. Procentuell förändring i lokala flöden med 100 års återkomsttid från år 1961–1990 till 2071–2100.

### Osäkert om vindarna förändras

Om det blir blåsigare i framtiden än i dag är ännu inte klarlagt. För genomsnittliga vindar i länet går det inte statistiskt att säkerställa någon ökning eller minskning. Uppmätta värden sedan slutet av 1800-talet kan heller inte visa att det blivit blåsigare i dag.

## Sammanfattning

Tabell. Sammanfattning av klimatförändringar för Jämtlands län

Faktor	Förändring
Temperatur	Varmare, framför allt på vintern +6 till +7 °C. Höst och vår stiger med nästan 5°C. Sommartemperaturen beräknas stiga med cirka 3,5 till 4°C.
Nederbörd	Nederbörden ökar för alla säsonger utom för sommaren. Vår och höst: inland 30 %, fjäll 40 %. Vinter ökar mest med inland 50 % och fjäll 60 %.
Snö	Dagar med snötäcke beräknas bli drygt 100 dagar – 50 % kortare till år 2100 för både inland och fjäll.
Islossning	Tidpunkten för tidigaste islossning minskar mest. Tidigaste islossning för inland: 25 dagar tidigare, för fjäll 20–30 dagar tidigare. För fjällen beräknas dessutom från perioden 2071–2100 isfria år inträffa i delar av distriktet.
Soldagar	Antalet soldagar minskar något. För inlandet med cirka 20 dagar och för fjällen med 40 dagar.
Värmeböljor	De längsta värmeböljorna beräknas bli längre för både inland och fjäll. För fjäll gäller även en ökad utbredning från enstaka platser till regelbundet i hela distriktet.
Torka	För både inland och fjäll beräknas den längsta sammanhållna torrperioden per år minska lite och blir kortare jämfört med 1961–1990.
Vegetationsperiod	Vegetationsperiodens längd beräknas öka med drygt 60 dagar för både inland och fjäll.
Byvindar	Inget tyder på att vindarna kommer att öka i styrka eller antal.
Värmebehov	Uppvärmningsbehovet beräknas minska för inland cirka 15 %, för fjäll cirka 25 %.
Kylbehov	För Jämtlands län beräknas kylbehovet under sommarmånaderna endast öka något i början av 100-årsperioden. Behovet ökar något mer under perioden 2071–2100.

### Effekter av klimatförändringar på risken för översvämning

Klimatförändringarna som vi har att vänta i Jämtland kommer att medföra en ökad risk för översvämningar. Det blir varmare, framför allt på vintern, vilket kommer att göra att vi riskerar högre flöden under vinterhalvåret. Nederbörden över året kommer att öka, framförallt under vintern då det kommer att regna mer än snö. Dessutom kommer förekomsten av skyfall att öka. Sammantaget kommer risken för översvämningar att öka kraftigt.

## Vilka kunskapsunderlag finns och vad behöver vi?

### Översiktlig översvämningskartering

MSB har regeringens uppdrag att förse landets kommuner och länsstyrelser med översiktlig kartläggning av områden som kan översvämmas utmed landets vattendrag.

Syftet med översvämningskarteringarna är bland annat att vara ett planeringsunderlag för kommunernas översiktliga fysiska planering och som ett underlag för arbetet med de kommunala handlingsprogrammen. Karteringarna kan även vara ett stöd i räddningstjänstens övergripande planering av insatser.

Den översiktliga översvämningskarteringen visar vattnets utbredning för två olika flöden – 100-årsflödet och det högsta beräknade flödet. Med en händelses återkomsttid menas att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Det innebär att sannolikheten för exempelvis ett 100-årsflöde är en på hundra för varje enskilt år. Sannolikheten för att flödet ska inträffa en gång under 100-årsperioden är 63 procent och sannolikheten att det ska inträffa två gånger under samma period är 40 procent.

I Jämtland har följande vattendrag karterats inom den översiktliga översvämningskarteringen.

- » Ljusnan upp till Linsell
- » Ljungan upp till Rätan
- » Indalsälven upp till Enafors inkl Järpströmmen
- » Faxälven upp till Sjulsåsen
- » Fjällsjöälven upp till Tåsjön

Följande vattendrag i Jämtland ligger i prioriteringsordning för att bli karterade.

Ammerån	Prio 2
Faxälven uppströms Sjulsåsen	Prio 2
Flåsjön	Prio 2
Hoan	Prio 3
Norr-Veman	Prio 3
Ljusnan genom Hede	Prio 3
Ljungan Ljungdalen-Storsjö	Prio 3

### Översvämningskartering som underlag för beredskapsplanering för dammbrott

I arbetet med beredskapsplanering för dammbrott har det i GIS (Geografiskt informationssystem) tagits fram kartunderlag med utbredningsskikt för 100-årsflöden, högsta beräknade flöde samt för dammbrott. Underlaget bygger på laserskanningar av älvdalarna och detaljeringnivån är högre än vid den översiktliga översvämningskarteringen.

Denna kartering görs av naturliga orsaker endast i de reglerade älvarna.

Underlagsmaterialet produceras älvvis eftersom beredskapsplaneringen samordnas älvvis. Först karterades översvämningsriskerna i Ljusnan inklusive Lofsen därefter i Ljungan och Indalsälven med Hårkan och Långan. Underlaget för beredskapsplanering i Ångermanälvens system med Faxälven och Fjällsjöälven håller på att produceras och kommer troligen att presenteras vintern 2013–2014.

Materialet som tas fram är utmärkt som underlag för samhällsplaneringen, då detaljnivån på vattenutbredningen vid olika flöden är högre än vad som varit känt tidigare. Materialet är utdelat till kommunerna.

### **Användning av översvämningskarteringar**

En stor majoritet av kommuner som täcks av MSB:s – Myndigheten för samhällsskydd och beredskap – översiktliga översvämningskartering använder sig av den. I de flesta fall tjänar den som ett underlag för översiktlig planering, men även som en utgångspunkt för mer detaljerad planering eller planering utanför tätorterna. Även förebyggande åtgärder stödjer sig ofta på karteringen.

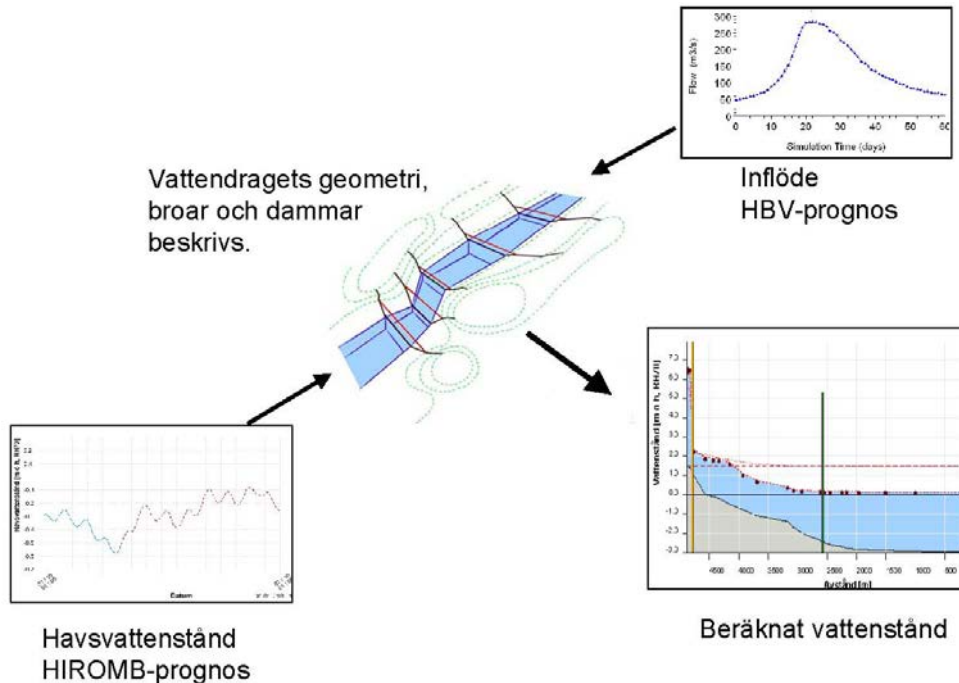
I många kommuner används den översiktliga karteringen även som politiskt beslutsunderlag. Karteringen anses vara lättförståelig, men även för grov. I de flesta kommuner används karteringen i både GIS samt pärm- och rapportformat av olika förvaltningar parallellt främst av förvaltningar för planering, av miljöförvaltningar, av tekniska kontor och inom räddningstjänsten. Det är också vanligt att kommunerna följer upp karteringarna med egna analyser eller karteringar. Uppföljningen varierar och kan omfatta egna karteringar, kommunala handlingsprogram, detaljstudier, geotekniska undersökningar eller även jämförelser mellan Räddningsverkets kartering och faktiska höjdförhållanden.

### **Högvatten – webbsystem för hantering av översvämningsrisker**

Webbtjänsten *Högvatten* är ett verktyg för kommunal planering och hantering av översvämningsrisker i lokala vattendrag. Kommuner och räddningstjänster kan med hjälp av systemet få lättare att bedöma risken för översvämningsrisker och planera åtgärder. Med systemet går det att följa lokala prognoser för vattenstånd och flöden, och även göra egna scenarioräkningar.

Högvatten ger information om det aktuella hydrologiska läget i lokala vattendrag såväl vid normala förhållanden som vid akuta situationer med höga flöden och risk för översvämningsrisker. Tjänsten är också mycket värdefull vid framtagandet av kommunala översiktplaner och som planeringsverktyg för räddningstjänsternas insatser inför och i samband med översvämningsrisker och höga flöden.

Vattendraget modelleras i en hydraulisk modell genom att vattendragets geometri, broar och dammar beskrivs. Prognoser på inflöde och eventuellt havsvattenstånd hämtas från de båda modellerna HBV och HIROMB. Båda dessa drivs och förvaltas av SMHI:s prognos- och varningstjänst. Eventuella regleringar i vattendraget beskrivs av användaren.



Figur 8. Ingående parametrar för beräkning av vattenstånd enligt Högvatten – ett system för hantering av översvämningsrisker via webben. Källa: SMHI.se

### Hydrologisk varning

Vid risk för översvämnings, torka eller vårflooder i samband med snösmältningen ger hydrologiska varningstjänsten vid SMHI ut information. Om det är mer än 50 procent sannolikhet för höga flöden skickas varningar ut. SMHI har i uppdrag att hålla sig underrättad och informera om det hydrologiska läget i landet, där ingår att varna för höga flöden och högt vattenstånd.

På SMHI:s hemsida finns all information som ges ut av hydrologiska varningstjänsten. Varningar och hydrologiska meddelanden skickas även ut till länsstyrelser, kraft- och vattenregleringsföretag, vissa myndigheter, massmedia och de kommuner som har anmält intresse.

SMHI skiljer på två typer av information:

#### 1. Varningar och hydrologisk information

När det är mer än 50 procent risk för höga flöden ger SMHI ut hydrologiska varningar. Om det finns risk för problem med översvämningsrisker men då kriterierna för att ge ut varningar inte uppfylls, ges så kallad hydrologisk information ut.

#### 2. Lägesbeskrivningar

Det ges även ut information om flöden i sjöar och vattendrag:

- » varje månad som en månadssammanfattning
- » inför vårflooder
- » vid mycket låga flöden med risk för torka
- » efter en omfattande flödessituation för att summera och berätta hur stort flödet var jämfört med statistiken
- » vid intressanta hydrologiska händelser.

### Definitioner för hydrologiska varningar

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) ger ut hydrologiska varningar för höga flöden eller höga vattenstånd i sjöar. För höga vattenstånd i sjöar varnar SMHI framförallt i de sex största sjöarna Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaren, Storsjön och Siljan.

De hydrologiska varningarna är indelade i olika klasser beroende på hur allvarliga de är.

Klasser	Beskrivning
Hydrologisk varning klass 1	Högt flöde eller vattenstånd – mer än 50 % risk för vattenföring/vattenstånd med återkomsttid på 2–10 år, vilket kan medföra mindre översvämningsproblem.
Hydrologisk varning klass 2	Mycket högt flöde eller vattenstånd – mer än 50 % risk för vattenföring/vattenstånd med återkomsttid på 10–50 år, vilket medför översvämningsproblem på utsatta ställen.
Hydrologisk varning klass 3	Extremt högt flöde eller vattenstånd – mer än 50 % risk för vattenföring/vattenstånd med återkomsttid på 50 år eller mer, vilket medför allvarliga översvämningsproblem.
	Dessutom utfärdar SMHI varningar förutom de hydrologiska varningarna vid risk för rikligt regn.
Rikligt regn klass 1	Mer än 35 millimeter på 12 timmar över större område. Risk för stora vattensamlingar, risk för översvämning i källare, dagvattenledningar.
Rikligt regn klass 2	Mer än 70 millimeter på 24 timmar över större områden. Mycket stor risk för översvämnings i dagvattensystem och mindre vattendrag. Risk för stora vattensamlingar speciellt i källare och sänkor som kan innebära oframkomliga vägar med mera.



# Förslag till åtgärder

Vid omfattande översvämningar är regionernas resurser i vissa fall otillräckliga. Vid behov kan MSB bistå med expertkunskap och materiel i form av pumpar och skyddsbarriärer

När kommunens och regionens egna resurser är uttömda vid en översvämning, har MSB förstärkningsresurser som kan användas. Resurserna utgörs av översvämningsbarriärer, högkapacitetspumpar och sandsäckar. Materialet förvaras i Ljung i Västra Götaland.

För övrigt följer här några tumregler för hur kommunal eller regional planering kan förbereda sig på situationer med höga flöden.

- » Lär känna dina avrinningsområden.
- » Var brukar det bli problem?
- » Är det höga vattenstånd eller höga flöden som är största problemet?
- » Är det snabba eller långsamma flödesändringar?
- » Var har vi viktiga samhällsfunktioner som absolut inte får störas ut? Det kan vara sjukhus, viktiga trafikleder, tågtrafik och dricksvatten etcetera.
- » Vad har vi för beredskap vid en översvämning?
- » Hur kan vi bli förvarnade?
- » Hur kan vi hindra eller förebygga översvämningar?

## **Var proaktiva! Skaffa information och utbildning.**

- » Delta i älvgrupper och andra nätverk för informationsspridning.
- » Utred behovet av egna mätningar av vattenstånd och flöde.
- » Behövs översiktliga översvämningsskarteringar.
- » Behövs en översyn av vattendomar.
- » Vilket material finns tillgänglighet (till exempel sandsäckar och pumpar).
- » Tänk på hur och var man bygger nytt.

## Referenser

- » Alexandersson, H. (2006). *Väder och Vatten*, september 2006. SMHI, Norrköping.
- » Bergström, S. (2006). *Hydrologisk utredning av raset vid Ånn*. SMHI Rapport, Nr. 2006-51. Norrköping.
- » Calla, P. *Vattenregleringsföretagen*, muntlig uppgift.
- » Fogelfors H, Wivstad M, Eckerstein H, Holstein, Johansson S, Verwijst T. *Strategic analysis of Swedish Agriculture. Production systems and agricultural landscapes in a time of change*. (Report no 10, Dep of Crop Production Ecology, Swedish University of Agriculture Sciences, SLU).
- » IPCC, Smith et al 2001, kap 18, första stycket ur *Executive Summary*.
- » Kjellström E, Hansson U, Jones C, Nikulin G, Strandberg G och Ullerstig A. *Changes in wintertime temperature climate as deduced from an ensemble of regional climate change simulations for Europe Rossby Centre, May 2009, S 9–15*.
- » Länsstyrelsen i Dalarnas län 2000. *1997 års regnkatastrof i Fulufjällsområdet*, Rapport 2000:20
- » Naturvårdsverket, 1997. *Regnkatastrofen på Fulufjället*
- » Olofsson, J. SMHI, muntlig uppgift.
- » Räddningsverket, 1995. *Utvärdering av den kommunala räddningstjänsten i samband med översvämningarna våren 1995*.





## Länstyrelsen Jämtlands län

Postadress: 831 86 Östersund  
Besöksadress: Residensgränd 7  
Telefon: 010-225 30 00  
[jamtland@lansstyrelsen.se](mailto:jamtland@lansstyrelsen.se)  
[www.lansstyrelsen.se/jamtland](http://www.lansstyrelsen.se/jamtland)