

# **Översvämningsrisker i Värmland**

## **Rapport skriven på uppdrag av Länsstyrelsen i Värmland**

## Innehåll

1	Sammanfattning och disposition.....	1
2	Metod och avgränsningar .....	1
3	Översvämningar .....	2
3.1	Avrinningsområden och översvämningrisker i Värmland .....	4
3.1.1	Upperudsälven.....	5
3.1.2	Byälven .....	5
3.1.3	Norsälven.....	7
3.1.4	Gullspångsälven.....	8
3.1.5	Klarälven.....	8
3.1.6	Vänern .....	10
4	Skyfall och extrema regn.....	13

## 1. Sammanfattning och disposition

Rapporten beskriver översvämningrisker i Värmland med en områdesvis genomgång av de större avrinningsområden och för Vänern. Efter en beskrivning av avrinningsområdet följer exempel på inträffade översvämningshändelse. För översvämningstypen skyfall är utgångspunkten själva fenomenet. Det görs en koppling mellan klimatförändringar och förändring av översvämningriskerna.

Studien har genomförts på uppdrag Länsstyrelsen i Värmland av Barbara Blumenthal på Centrum för klimat och säkerhet på Karlstads universitet.

## 2. Metod och avgränsningar

Rapporten fokuserar på de underliggande naturriskerna, inträffade händelser och det framtida klimatet. Beskrivningen av inträffade händelse baseras på den nationella naturolycksdatabasen eller är framtagen för denna rapport. Utgångspunkten för beskrivningen av de framtida förändrade översvämningriskerna är Klimat- och Sårbarhetsutredningens delbetänkande SOU 2006:94 Översvämningshot: Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern och SMHI:s regionala klimatscenarier. Sårbarheterna beskrivs främst i allmänna termer på ett kvalitativt sätt och fördjupas lokalt om det finns underlag till detta t ex i form av inträffade fall eller från den översiktliga översvämningsskarteringen som Statens Räddningsverk/Myndigheten för samhällsskydd och beredskap tillhandahåller för en del vattendrag.

### 3. Översvämningar

Älvar, vattendrag och dammanläggningar är riskkällor när det gäller översvämningar. Översvämningar inträffar när magasineringsförmågan i vatten- och marksystem är uppnådd och ytterligare tillskott genom nederbörd eller snösmältning odämpat rinner vidare. En relativt stor del av de översvämningar som drabbar Sverige uppstår när flera nederbördsområden i följd passerar, även om de var för sig inte behöver ge några extrema mängder.

I takt med utbyggnaden av vattenkraften har möjligheten att reglera älvarnas flöden uppstått, vilket minskat frekvensen och amplituden hos de höga flödena. Vid extrema situationer när magasinerna är fulla kan dock ingen dämpning ske och flödesförloppet blir då i princip som för ett oreglerat vattendrag.

#### Skadebilden

Översvämningar längs med älvar är en ganska vanlig företeelse, men dödsfall i samband med en händelse är ovanligt. En person omkom som en direkt följd av ett mindre dammbrott i Syslebäck i Värmland 1973. På senare år har ett antal drunkningsolyckor inträffat i samband med fritidsaktiviteter såsom försränning, kanotpaddling och sportfiske i översvämningssituationer, där de höga flödena troligen har bidragit till olyckornas tragiska utgång (t.ex. SHK, 1995).

Sårbarhetsbilden för översvämningar är komplex och skadorna har mestadels varit av materiell natur. Förutom den strandnära bebyggelsen som skadas, i regel översvämmade källare i villor och sommarstugor, strandnära uthus men även industribyggnader, är det också vanligt att samhällsviktig infrastruktur drabbas. Vatten- och avloppssystemet är särskilt sårbart. Reningsverk placeras vanligtvis nära ett vattendrag och belastas i många fall av stora mängder dagvatten, vilket gör dem extra sårbara. De kan även slås ut pga av elavbrott som orsakas av översvämningen. Orenat avloppsvatten som släpps ut i vattendragen medför hälsorisker. Vattenmassor som hittar sin väg till källare genom golvbrunnar där det fattas backventiler, skapar sekundära problem där elcentraler, värmesystem och till och med servrar ofta är placerade. Det har även förekommit att översvämningssvatten har kommit in i dricksvattentäkten eller att dricksvattenledningar har förstörts.

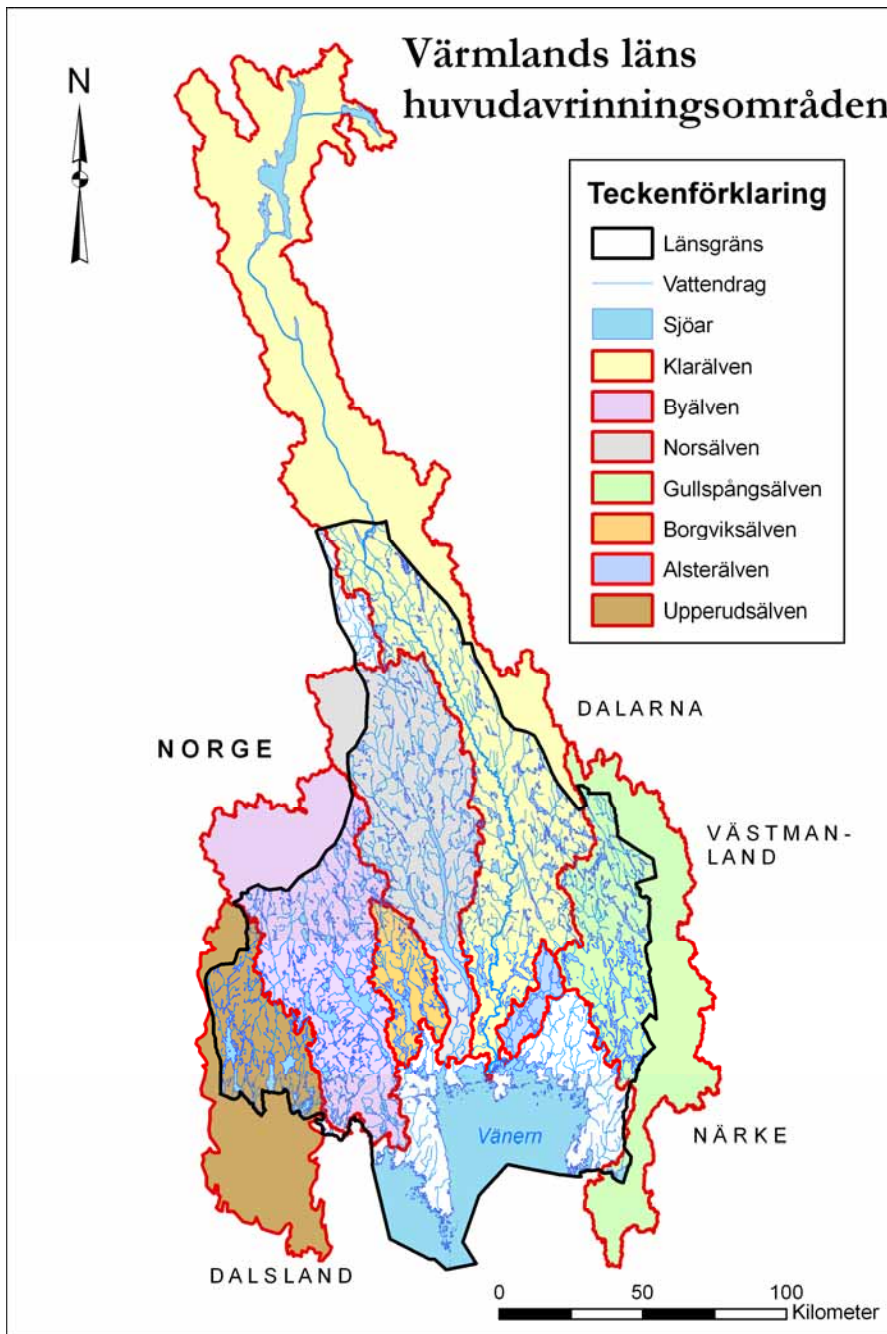
Vägar, järnvägar och broar hotas och skadas när de översvämmas. Underbyggnaden respektive konstruktionen kan utsättas för erosion eller ras och skred. Avstängda vägar leder till att människor helt eller delvis isoleras och insatstiderna för räddningstjänst höjs. Sjunkande vattennivåer efter en översvämning kan leda till ökad skredrisk längs ett vattendrag.

I ett **framtida förändrat klimat** förväntas landets västra och sydvästra delar få översvämningar längs vattendrag oftare eller mycket oftare, medan höga flöden och särskilt vårfloden i norra Sveriges älvar troligen blir minde frekventa (SOU 2007:60). Klimat- och sårbarhetsutredningen bedömer att kostnaderna för en översvämning av Vänerns kust till

en nivå som utgörs av dagens 100-års nivå, uppgår till minst 10,5 miljarder. Många konsekvenser, inkluderat den sekundära påverkan, är inte medräknade. Ett tillfälle med högsta dimensionerade flöde och nivå i Vänern beräknas orsaka direkta materiella skador för minst 22 miljarder.

### 3.1 Avrinningsområden och översvämningsrisker i Värmland

Värmland största älv är Klarälven. Större biflöden är Byälven och Norsälven. Upperudsälven och Gullspångsälven rinner delvis genom Värmland. Alla mynnar i Vänern. Avrinningsområdena till de större vattendragen ligger delvis i Norge resp. i andra län.



*Huvudavrinningsområden i Värmland*

### 3.1.1 Upperudsälven

Upperudsälvens avrinningsområde är 3337 km<sup>2</sup> varav 376,3 km<sup>2</sup> ligger i Norge. Genom avrinningsområde går den administrativa gränsen mellan Värmlands län och Västra Götalands län. Upperudsälven består av ett flertal sjöar som är sammanbundet via ett kanalsystem. I systemet finns det ett antal kraft- och dammanläggningar och slussar. Dalslands kanal är en del av Upperrudsälven och ingår med 21 slussar mellan Köpmannebro vid Väneren och Lennartsfors i Årjäng kommun. Avrinningsområdets övre delar med sjöarna Foxen och delar av Västra och Östra Silen ligger i Värmland. Foxen är sammanbunden med sjön Stora Lee som mynnar ut i sjön Lelängen via Lennartsfors kraftstation. Sjösystemet Foxen/Stora Le är Upperudsälvens största vattenmagasin.

#### *Extremt höga flöden i november 2000 i Upperudsälven/Dalslands kanal*

*Samma vädersituation med utdragen höstregn som orsakade översvämningarna i Byälven medförde extrema flöden i Upperudsälven. Vattennivån i Foxen/Stora Le kulminerade i mitten av november några centimeter över dämmningsgränsen och man tappade maximalt enligt vattendomen i kraftstationen i Lennartsfors. Stora skador uppstod längre nedströms främst i Dalslands kanals system av slussar som öppnades för att skapa extra avbördningskapacitet. Riksväg 45, järnvägen och industrianläggningar hotades. I Bengtsfors och Melleruds kommun rådde räddningstjänstläge, men inte i Årjängs kommun.*

En översiktlig översvämningsskartering för Upperudsälven pågår under 2009.

### 3.1.2 Byälven

Byälvens avrinningsområde omfattar 4785 km<sup>2</sup> varav 1363 km<sup>2</sup> ligger i Norge. Avrinningsområdet består av ett antal delavrinningsområden, tre större och ett antal mindre i norr som mynnar i sjö Glafsforden via sjöarna Hugn, Nysockensjö och Jössefors kraftstation. Från väster mynnar ett annat avrinningsområde direkt ut i Glafsforden. Själva Byälven börjar vid Glafsfordens utlopp och rinner vidare genom sjön Harefjorden och Säffle ut i Väneren. Ett antal mindre och ett större delavrinningsområde mynnar ut i Byälven.

Avrinningsområdets sjöandel är 11 % och andelen skog- och sankmark är 80 %. Många sjöar är reglerade, dvs. de används till vattenkraftsproduktion. Byälven mellan Glafsfordens utlopp och mynningen i Väneren vid Säffle har flera trånga sektioner och på den 32 km långa sträckan är det bara en höjdskillnad av en meter, vilket bidrog till uppdamning och Glafsfordens kraftiga höjning under översvämningen hösten 2000.

#### *Översvämningen i Byälven hösten 2000*

*Hösten 2000 drabbades Byälvens vattensystem i västra Värmland av en allvarlig översvämning till följd av att det föll mer än 3 gånger normal nederbörd under oktober och november. Vattensystemets begränsade kapacitet att leda bort vatten i den nedre delen mellan sjön Glafsforden och Väneren, i kombination med kraftig tillrinning från de övre delarna av avrinningsområdet, orsakade*

vattennivåer på mer än 3 m över normalnivån i Glafsforden. De strandnära områdena i Arvika sattes under vatten och det gjordes stora ansträngningar att skydda stadens fastigheter och infrastruktur med hjälp av invallningar och pumpning. Även i det övriga översvämningssområdet uppstod stora skador på vägnätet och annan infrastruktur, enskilda fastigheter samt jordbruksmark.

Höstmånaderna oktober och november 2000 var både betydligt varmare och blötare än normalt i nästan hela Sverige. Det regnade ihållande mellan 27 september och 16 december med bara 1-3 dagars uppehåll mellan de enstaka regnperioderna. Mild och fuktig luft strömmade under hela översvämningssperioden tillsammans med nederbördsområden upp över Sverige. Väderläget var fastlåst med lågtrycksområden över Norska havet och högt lufttryck över Östeuropa. Denna lufttrycksfördelning orsakade en sydöstlig luftström över Skandinavien som ledde till ovanligt mycket regn i västra Svealand och sydöstra Norge. Vanligen är förhållandena de motsatta. Den förhärskande vindriktningen i området är mellan sydväst till nordväst och då brukar nederbörden fastna på andra sidan av Norska fjällen. Västra Värmland ligger i lä bakom fjällen och får vid sådana väderförhållanden relativt små nederbörds mängder.

Områdets sjörikedom och den höga andelen skogsmark (80 %) verkar vanligtvis som en buffert i översvämningssituationer som är mindre utdragna och mer lokalt begränsade. I slutet av oktober var systemens maximala magasineringsförmåga i områdena uppströms Glafsforden uppnått och vattenmassorna transporterades då odämpad vidare till Glafsforden. Glafsfordens nivå hade då stigit till + 47,00 m, vilket är 1,8 m över normalt vattenstånd. De följande dagar steg nivån med ca 15 cm per dygn.

I Arvika sätts stadsparken, hamnområdet med sin näringsverksamhet, några låglänta gator och en kyrkogård under vatten. De pga. översvämningen avstängda gatorna krävde en hel del omfattande trafikregleringar. Tågtrafiken var inställt i flera veckor, vilket ökade trycket på busstrafiken. En del översvämningssdrabbade näringsverksamheter flyttades till andra lokaler. Turistbyrån vattenskadades svårt och fick rivas. Övriga byggnader som vattenskadades fick endast ringa skador. Det värmländska vägnätet drabbades hårt. Många vägar översvämmades eller erosionsskadades och fick stängas av helt eller delvis. Länsväg 175 och 172 svämmades över och vägverket fick genomföra omfattande reparationer och trafikregleringar. Översvämningar eller erosion rapporterades från: Väg 669 översvämning vid Bytjärnet, väg 66 vid Åbrona ras, väg 523 trumras, E18 vid Knäsjön ras, väg 530 översvämning vid Pellerud, väg 531 Bäck, väg 529 och väg 545 Kila, väg 175 Norra Stömne-Aspsäter, väg 667 vid Gårstaviksmossen, väg 533 vid Råglanda, väg 547 Liljendal och översvämning Odenstadvägen. Det uppstod stora skador för enskilda fastighetsägare, lantbrukare och andra näringsidkare. Det saknas en heltäckande skaderedovisning för denna grupp.

Den totala kostnaden för översvämningen har inte fastställts. Kommunernas utgifter har dock uppskattats till sammanlagt 89 miljoner kronor. Skador på allmänna och enskilda vägar har av Länsstyrelsen i Värmland beräknats till cirka 150 miljoner kronor för hela Värmland. De fyra största försäkringsbolagens uppskattade de försäkrade skadekostnader till 57 miljoner kronor.

## Sårbarheter

Samhällen som hotas mest vid ett scenario som liknar översvämningen i hösten 2000 är Arvika och Säffle, väg 172 och 175, järnvägen och järnvägsstationen i Arvika. Sträckan frekventeras av intercitytåg av routen Oslo – Stockholm.

## Tillgängliga riskkarteringar

Räddningsverkets översiktliga översvämningsskartering som utfördes för Byälvens avrinningsområde 2002 visar tätorterna Arvika och Säffle som översvämningssutsatt vid ett 100 – årsflöde och ett 10 000 – årflöde. Stora områden mellan utmed Byälven mellan Glafsfordens utlopp och Harefjorden som används främst till lantbrukändamål kommer översvämmas. Karteringen visar även låglänta områden i Nysäter som översvämningssutsatt.

### 3.1.3 Norsälven

Norsälvens avrinningsområde är 4174 km<sup>2</sup>, varav drygt 11 % ligger i Norge. Längden på själva Norsälven mellan Nedre Fryken och Väneren är 28 km. Det största biflödet är Rottnan, som mynnar i Mellanfryken.

Utmed Norsälvens stränder mellan utloppet från nedre Fryken och mynningen i Väneren har älven skurit sig ner i sedimentet och där finns det ett antal skredkänsliga områden. Skredrisken ökar i samband med höga flöden och ett stort skred i sin tur kan ge upphov till en uppdamning av älven och översvämningar uppströms skredet.

#### *Inträffade händelser*

#### *Skred som kunde ha lett till översvämning pga av uppdamning.*

*Den 12 april 1969 inträffade ett stort skred i Trossnäs. Ett ungefär 350 m långt och 150 m brett område gled successivt ut mot älven som dämades upp längs en 750 m lång sträcka. Skredområdet var i huvudsak bevuxet med barrskog. Ett uthus i trä förstördes. Väg 699, som låg 20 m från älvstranden, skars av. Kraftstationen i Edsvalla stoppade vattenutsläppet, för att förhindra nedfallna träd att följa med strömmen och bilda en "bröt" vid broläget i Norsbron och för att förhindra en översvämning vid några bostadshus i Årbäck. En arbetsstyrka av maximalt 90 man jobbade med att rensa älvfåran från träd och den 17 april kunde flödet släppas på igen. Tappningen innebar att vattenytan höjdes ovanför skredet, men det tillströmmande vattnet eroderade snabbt bort skredmassorna i älvfåran så att vattenytan sjönk. En grov uppskattning visade att ca 25 000 kubikmeter jord genom erosion fördes bort från skredplatsen mellan den 17-21 april.*

#### *Skred och skedrisk pga av höga flöden*

*Hösten 2000 inträffade två skred i Trossnäsområdet samband med det långvariga regnandet som ledde till höga flöden och den utdragna översvämningssituationen i Vänerområdet.*

*I januari 2008 i en situation med ihållande regn, milda temperaturer och höga flöden i Norsälven evakuerades boende från sex fastigheter i Trossnäs pga av skredrisken efter det hade kommit larm om markrörelse. Väg 699 stängdes av under 10 dagar.*



En översiktlig översvämningsskartering av pågår under 2009.

### 3.1.4 Gullspångsälven

Gullspångsälvens avrinningsområde omfattar 5 050 km<sup>2</sup>. Avrinningsområdet består av tre delavrinningsområden: Nordmarksälvens/Timälvens avrinningsområde, Svartälvens avrinningsområde och Letälven/Gullspångsälvens avrinningsområde.

Nordmarksälven/Timsälven och Svartälven ligger avrinningsområdets norra del. Det är bara Nordmarksälvens/Timälvens avrinningsområde som ligger till största del i Värmland. Timälven och Svartälven mynnar i sjön Möckeln vid Karlskoga i Örebro län. Nedströms Möckeln fortsätter älven under namnet Letälven till sjön Skagern. I Skagern mynnar också Hovaån och Skagersholmsån. Skagens norra strand tillhör till Värmlands län. Älvsträckan mellan Skagern och Vätern heter Gullspångsälven och ligger administrativt i Västra Götalands län.

Huvuddelen av arealen består av skogsmark (67 %). Sjöarealen utgör 13 % av området och inslaget av jordbruksmark är mycket litet (4 %). Övrig areal (16 %) består till största delen av myrmark.

#### *Inträffade händelser*

*I årsboken från 1924 nämnde SMHA (det nuvarande SMHI) höga flöden i bl a Timsälven.*

*Under översvämningen hösten 2000 hade sjön Skagern högt vattenstånd, men inga skador utmed stränderna rapporterades. Däremot uppstod problem i centrala Gullspång, där de resulterande höga flöden i Gullspångsälven förstörde vatten- och avloppsledningar och en signalkabel som var dragen tvärs genom älven. De drabbade områden försågs med provisoriska dricksvattenledningar.*

En **översiktlig översvämningsskartering** från 2003 finns för den västra delen av Gullspångsälvens avrinningsområde, alltså den delen som ligger i Värmland. Skarteringen visar på att större områden kring sjön Ullvettern kan översvämmas vid ett 100-år och 10,000-års flöde och att inlandsbanan kan ligga i riskzonen på två ställen.

### 3.1.5 Klarälven

Klarälven rinner upp i Hedmark i Norge och mynnar i Karlstad i Vätern, är cirka 460 km lång. Avrinningsområdet är 11848 km<sup>2</sup> varav 5244 km<sup>2</sup> ligger i Norge, ca 44 % och domineras av skogs- och fjällmark. Sjöandelen ligger vid ca 6 %. På flera ställen rinner älven i ett meandrerande förlopp med erosion längs strandbrinkarna och sedimentation. Älven och dess biflöden används till vattenkraftproduktion. Största Kraftstation är Höljes. Klarälven mynnar i Vätern i ett delta i Karlstad. Deltat har sedan istiden flyttats allt längre söderut på grund av landhöjningen.

## Vårfloden

Klarälvens flödestoppar inträffar i dagens klimat när efter en snörik vinter och kylig vår då snösmältningen fördröjs in i april/maj-månaden så att snön ligger kvar i fjället och i de värmländska skogområdena. Snabbt stigande temperaturen kan sedan leda till att de skogs – och fjällfloden inträffar samtidigt. Smältningsprocessen forceras ytterligare när större regnmängder faller över avrinningsrinningsområdet. Följer däremot en solig vårvinter på en vinter där stora snömängder har ackumulerats så kan en del av snön avdunsta och flödena blir inte så stora. Detta inträffade t. ex under våren 2008.

### *inträffade händelser*

#### *Vårflod 1995*

*Vårfloden 1995 i mellersta och norra Sverige var en av århundradets största. I många vattendrag inträffade det högsta uppmätta flödet under 1900-talet. Efter en snörik vinter var väderleken kylig fram till mitten av maj, vilket medförde en försenad snösmältning i skogslandet. Därigenom inträffade snösmältningen i skog och fjäll samtidigt på många håll och en kombinerad skogsflod och fjällflod uppstod. Flödena förstärktes ytterligare av de stora nederbördsmängderna som föll under den intensivaste snösmältningsperioden.*

*I Torsby kommun översvämmades bl a campingplatsen i Stöllet helt och i Hagfors kommun drabbades det låglänta området Edebäck. I Skåre och Grava i Karlstads kommun översvämmades källare och vägar. Ca 40 personer evakuerades. De yttre delarna av flygplatsen i Karlstad översvämmades.*

#### *Ispropp i Klarälven i centrala Karlstad januari 2008*

*I början av januari 2008 bildades isproppar i västra och östra älvgrenen i centrala Karlstad och dämde upp älven ca en meter. Isproppsbildningen orsakades av mildväder efter älven redan hade varit frusen. Kommunen och räddningstjänsten befarade översvämningar uppström vid omslag till kyla eller vid högre flöden och försökte lossa isproppen med hjälp av en lyftkran med påmonterat gripklo och en isbrytare från försvaret. Efter det milda vädret fortsatte i några dagar lossnade ispropparna och förstörde på sin väg mot Vänern en del båtbyggor.*

Den översiktliga översvämningsskarteringen från 2001 visar att de tätorter utmed Klarälven vilka kan drabbas av ett 100 – år flöde enligt skarteringen är Höljes, Sysslebäck, Likenäs, Ambjörby, Stöllet, Ekshärad, Bergsäng, Edebäck, Deje, Skåre och Karlstad.

Sannolikheten att Karlstad drabbas samtidig av höga flöden i Klarälven och höga nivåer i Vänern bedömer SMHI(2009) som väldigt låg.

I Skåre hotas även väg 61 och järnvägen, som frekventeras av ca 80 tåg per dygn vid ett 100 – års flöde. I Karlstad hotas bl a Centralsjukhusets maskincentral och tillfartsvägarna till sjukhuset.

### **Klarälven i det framtida klimatet – vårflod**

Situationer med kraftig vårflod kommer enligt Klimat- och Särbarhetsutredningen bli mindre frekventa under de kommande decennierna. Vinternederbörden kommer i större utsträckning än idag falla som regn i delar av avrinningsområdet, samtidigt som vinternederbörden kan komma öka med 40 % fram till år 2050 (SMHI, Sverige läns framtida klimat, 2008). Tänkbart här är att vårflodslänkande situationer inträffar redan under vintern när efter en snörik period nederbörden övergår till regn och en snabb snösmältning leder till höga flöden.

#### **3.1.6 Vänern**

**Vänerns avrinningsområde** har en yta på 41 150 km<sup>2</sup> (utan sjöyta). Själva sjön har en medelyta av 5650 km<sup>2</sup>. Området sträcker sig från Trysilälven i Norge till Vänersborg i Söder (SOU 2006:94). Det största tillflödet är Klarälven, andra större tillflöden är Upperudsälven, Byälven, Norsälven, Gullspångsälven, Tidån, Lidån och Nossan. Klarälven svarar för 35 % av det totala årliga tillrinningen till Vänern. Klarälvens källflöde kommer från fjällområdet kring den norska sjön Femunden. Klarälven, Upperudsälven, Byälven, Norsälven och Gullspångsälven står för 80 % av den årliga tillrinningen till Vänern. Tillrinningsområdena till dessa vattendrag är sjörika och används i stor utsträckning till vattenkraftsproduktion.

Vattendragen i de södra och sydöstra delarna är Tidån, Lidån och Nossan som tillsammans bidrar till ca 9 % av den totala tillrinningen till Vänern. Sjöandelen här är mindre och även dessa vattendrag är reglerade.

Den sammanlagda regleringsvolymen av de större regleringsmagasinen i Vänerns tillrinningsområdet är 1864 miljoner m<sup>3</sup>. Skulle den sammanlagda regleringsvolymen utnyttjas till flödesdämpning vid samma tillfälle skulle det leda till en nivåsenkning av 33 cm (SMHI).

Efter översvämningen 2000/2001 genomförde SMHI en rekonstruktionsberäkning som visade att toppnivån hade blivit ca 40 cm högre om Vänern inte hade varit reglerad. Det betyder att högvattnet troligen var det mest extrema sedan regelbundna mätningar påbörjades år 1807.

Vänern avvattnas av Göta älv, Sveriges vattenrikaste älv via utloppet i Vänersborg. Under åren 1935 – 1937 byggdes Vänern ut för vattenkraftproduktion och sjöns nivåer reglerades 1937 i en vattendom som gäller än idag. Dämningsgränsen och sänkingsgränsen varierar under året. Dämningsgränsen ligger mellan 44,55 och 44,85 och är lägre under våren för att ge utrymme för vårfloden. Lägsta sänkingsgränsen varierar mellan 43,16 m och 43,54 m och är högre under sommaren för att gynna båt- och friluftslivet. Även tappningen från Vänern regleras i vattendomen. Före regleringen var den högsta uppmätta vattenflödet i 840m<sup>3</sup>/s. För att möjliggöra högre avtappningar vidgades en del älvsträckor i Göta älven. Under högflödessituationer i Göta älv ökar risken för nya skred genom erosion i älven. För att undvika skred och översvämningar längs älvens stränder begränsar ävenvattendomen den absolut maximala tappningen från Vänern till 1030 m<sup>3</sup>/s när dämningsgränsen är redan överskriden med 30 cm och annars till 930 m<sup>3</sup>/s.

### **Väneröversvämningen hösten/vintern 2000/2001**

*Oktober och november 2000 var både betydligt varmare och blötare än normalt i nästan hela landet. Väderläget var fastlåst med lågt lufttryck över norska havet och högt lufttryck över Östeuropa. Lufttrycksfördelningen orsakade en sydlig luftström med ständiga lågtryckspassager över Skandinavien som ledde till ovanligt mycket regn över västra Svealand och sydöstra Norge. Vanligtvis kommer nederbördsområden under hösten i sydvästliga till nordvästliga banor över Atlanten, så att Vänerens avrinningsområde ligger i lä av Norska fjällen och får relativt små nederbörds mängder jämfört med de områdena på norska sidan.*

*Över de västra delarna av Vänerens tillrinningsområde föll under oktober, november och december 200 – 300 % av den normala nederbörds mängden, mellan 100 och 300 mm per månad.*

*Efter en torr september regnade det från och med oktober ihållande med bara någon dags uppehåll mellan de enstaka nederbördsperioderna. Till en början verkade de många sjöarna (sjöandel 19 % utan Väneren) och den höga andelen skogsmark (två tredjedelar) särskilt i norra delen som naturlig buffert. I slutet av oktober var systemens naturliga och artificiella magasineringsförmåga i tillrinningsområdet uppnått och vattenmassorna transporterades då odämpade vidare till de större vattendragen som mynnar i Väneren. Sjöar översvämmades och extrema flöden inträffade i Vänerens biflöden särskilt i Byälven och Upperudsälven (Dalslands kanal) återkomsttid > 100 år (ref). Delar av staden Arvika översvämmades när sjön Glafsforden i Byälvens avrinningsområde steg 3 m över sin normalnivå i november 2000. I Upperudsälvens avrinningsområde ökade nivåerna i sjöarna så att dammar hotades av överspolning och man var bl a tvungen att öppna ett antal slussar i Dalslands kanals slussystem för att öka avbördningen.*

*I slutet av oktober började Väneren stiga med mellan en till fem cm per dygn, genomsnittligt med två cm per dygn. Under 56 dagar steg Vänerens nivå 1,12 m från 44,48 den 24 oktober till 45,59 den 19 december. I mitten av december skiftade väderläget. Vanligt vinterväder rädde nu med minusgrader och nederbörden föll som snö så att tillrinningen avtog. Vänerens nivå kulminerade den 11 januari 2001 på en nivå av 45,67 m. Den 1 februari steg vattnet i Vänersborgsviken pga av hårda nordliga vindar tillfälligt till en nivå av ca 46 m. Därefter sjönk nivån långsamt i 5 månader tills den nådde dämmningsgränsen den 11 juni 2001.*

*Faktumet att Vänerennivån steg relativt långsamt gjorde det möjligt att vidta omfattande förebyggande åtgärder. SMHI och Länsstyrelserna Västra Götaland och Värmland spelade här en central roll i att komma fram till Vänerens förväntade maximalnivå som kunde användas i planeringen av skyddsåtgärder. Med hjälp av SMHI:s vattenståndsprognoser gav Länsstyrelserna den 15 dec rekommendationen att skydda alla viktiga funktioner under en nivå av 46,30 m. SMHI förutspådde då att Väneren skulle kulminera på en nivå av 45,81 och Länsstyrelserna bedömde att vindpåverkan kunde leda till en ytterliggare tillfällig nivåökning av 0,5m.*

*I mitten av november när det blev uppenbart att Vänerens höga nivå skulle fortstätta stiga tillsatte Länsstyrelserna en gemensam analysgrupp för Väneren. Analysgruppens uppgift var att bevaka prognoser och den faktiska utvecklingen av Vänerens vattenstånd, analysera effekterna av möjliga högvattensituationer och informera om händelseutvecklingen. Den 21 november begärde*

*analysgruppen in uppgifter om förväntade effekter av nivåerna 45,30 och 45,50 från Vänerkommunerna, Sjöfartsverket, Vägverket och Banverket. Några dagar senare efter nya prognoser från SMHI reviderades nivåerna till 46,00 och 46,50 m. Svaren analyserades och visade att generellt 46,00 m kan anses som kritisk nivå där många funktioner kommer i farozonen. Det bedömdes att nivåer över 46,00 m kan förorsaka väg- och järnvägsavstängningar runt hela sjön samtidigt som sjöfarten inte kan upprätthållas och att bebyggelse, infrastruktur och dammar hotas.*

*Omfattande invallningar genomfördes runt Vänern av kommunerna, företag och privatpersoner, och i Värmland speciellt i Karlstad och Kristinehamn. I Karlstad byggdes 5 km invallningar och i Kristinehamn 2 km i kommunal regi. Genom åtgärderna räddades stora värden och en hotande räddningstjänstsituation kunde undvikas.*

*Den delen av den kommunala infrastrukturen som orsakade de mest akuta problem i nästan alla kommuner kring Vänern var avlopps- och dagvattennät och reningsverk. Lågt liggande reningsverk hotades av direkt översvämning och reningsverkens bräddningsavlopp hamnade under Vänernivå så att det renade vattnet fick pumpas ut. Delar av dagvattensystemen och spillvattensystemen låg i ett antal tätorter under Vänerns höga nivåer. På många håll fick man proppa dagvattensystemens bräddaravlopp för att förhindra inläckage av sjövattnet, vilket i sin tur ledde till översvämningsproblem vid höga nederbördsmängder. I de tätorter kring Vänern där spill- och dagvattennäten är sammankopplade fick reningsverken ta hand om mycket stora mängder avloppsvatten pga vädersituationen.*

*I Kristinehamn och Karlstad stängdes kommunala vägar av pga översvämmningar. Vägverket fick höja vägbanan på 300m vid Valnäskorset mellan Riksväg 45 och E18 Valnäs vid Segmon. Fritidshamnar, bad – och campingplatser och strandnära parkanläggningar skadades i stor utsträckning.*

**Sårbarhetsbilden** för Vänern är väldig komplex. Förutom städerna Karlstad och Kristinehamn som drabbas först vid ökande nivåer kommer även överregional betydelsefull transportinfrastruktur som riksväg 45 och E 18 och järnvägssträckan Göteborg – Stockholm påverkas.

En Väneröversvämning kommer inte som en överraskning. Faktumet att Vänerns nivå pga av sin stora yta bara kan stiga långsamt och att SMHI tillhandahåller bra prognoser för Vänerns nivå, ger berörda aktörer möjlighet att vidta åtgärder.

Vid planeringen för en översvämningssituation anser författaren två punkter som särskilt viktiga:

- en översvämning i Vänern är resultatet av hög tillrinning från tillflöden. Vänern får 80 % av sin tillrinning via vattendrag som ligger helt eller delvis i Värmland. Antagligen föregås en Väneröversvämning av en period med höga flöden i flera värmländska vattendrag. Troligen ligger dessa perioder ganska tidsnära och därmed kommer översvämningsproblemen inte bara vara begränsat till Vänerkusten. Vill man utgå från ett konkret scenario kan man sig ställa frågan vad som hade hänt under hösten och vintern 2000/2001 om väderläget inte hade skiftat i mitten av december och det hade regnat två veckor till.
- Vänerns avbördningskapacitet via Göta älv är begränsad. Höga nivåer i Vänern håller i sig i flera månader och därmed även översvämningsproblemen. Vind – och

vågpåverkan och isbildning/islossning kan försvåra situationen även när nivåkulmen har passerats. År 2001 tog det 5 månader från att Vänernivån kulminerade den 11 januari till den nådde dämningensgränsen den 11 juni trots att avtappningen låg över det vad vattendomen medger och tillrinningen hade normaliserad sig.

### Vänern i det framtida klimatet

Tillrinningen till Vänern kommer att öka i ett förändrat nederbörds klimat. Enligt Klimat och sårbarhetsutredningen kommer dagens 100-årsnivå (46,5 m inkl vindpåverkan) och nivån för dimensionerade flöde (47,4 med vindpåverkan) vid 2100 ligga ca 0,5 m högre än i dagens klimat. Återkomsttiden för dagens 100-årsnivå bedöms kan komma bli en 20-årsnivå vid slutet av seklet.

## 4 Skyfall och extrema regn

Med extrem nederbörd avses nederbördsmängder som väsentligt överstiger de normala. Det finns olika definitioner. Vanligen anses 90 mm nederbörd, framtagen som uppskattad arealmedelnederbörden på 1000 km<sup>2</sup> under 24 timmar, som extrem, men redan 40 mm på en viss plats uppfattas som skyfall och orsakar problem (SMHI, 2005).

Extrem nederbörd under sommarhalvåret uppstår mest i samband med frontpassager eller lokala åskskurar. Fall med mer än 90 mm nederbörd på 24 timmar och 1000 km<sup>2</sup> inträffar i något mindre utsträckning i Värmland än i kustområden.

### *Inträffade skyfall och extrema regn i Värmland*

#### *Skyfall i Hagforsstrakten 2004*

*Den 4-5 augusti 2004 föll extremt stora nederbördsmängder över delar av Värmland i samband med kraftiga åskoväder. Främst dabbades ett område mellan Hagfors och Molkom av förödande skyfall. I Sunnemo uppmättes ca 210 mm regn på ett halvt dygn enligt trovärdiga privata mätningar.*

*Vattenmassorna orsakade stora skador på främst vägnätet. Delar av enskilda och allmänna vägar spolades bort, vilket ledde till att ca 170 personer blev helt isolerade upp till 2,5 dygn. På vissa ställen var minst 150 m vägsträcka bortspolad och upp till 20 m djupa raviner hade eroderats fram. El- och teleavbrott uppstod såväl på det fasta nätet som på mobiltelefonnätet på ett antal platser. Även det kommunala ledningsnätet fick stora skador.*

*Två personer skadades lindrigt i en bilolycka i samband med vägskadorna på väg 240. Flest skador uppstod i delar av Hagfors kommun, men även Munkfors och Karlstads kommun drabbades. Särskilt det allmänna och enskilda vägnätet (med eller utan statsbidrag) tog skada. Länsvägarna 240 och 824, vilka går utefter den östra resp. västra sidan av Rådasjön skadades på fem olika ställen genom ravinbildning, varvid vägarna blev helt oframkomliga. Som följd blev ca 170 personer instängda i tre av varandra avskilda områden, två öster om Rådasjön och ett på västra sidan. Riksväg 62 och 63 eroderades och underminerades på en del ställen liksom även länsväg 929 mellan Hagfors och Bergsäng. Länsväg 240 kunde efter 8 veckors återuppbyggnad öppnas igen för trafik,*

länsväg 824 efter 12 veckor. Enskilda vägar med statsbidrag var också helt iordningställda efter ca 8 veckor. När det gäller enskilda vägar uppskattas att ca 100 skadats, vilket innebar stora negativa konsekvenser för de boende som är beroende av dessa vägar.

Kostnader att återuppbygga en helt bortspolad tillfartsväg kan uppgå till 300 000 – 400 000 kronor för den enskilde och ersätts normalt inte från försäkringsbolagen eller från det offentliga. Några bostads och fritidshus blev obebodliga p.g.a. erosionsskador med påföljande rasrisk. Även kommunernas egna anläggningar och tekniska system såsom ledningsnätet, avloppsreningsverken m.m. fick stora skador. Hemtjänsten hade svårigheter att ta sig fram till sina vårdtagare. Inför skolstarten behövdes särskild planering för att säkra att alla elever kunde ta sig till skolan.

### **Skyfall och ras Sysseleback 1997**

Stora nederbördsmängder föll i början av maj 1997 över norra Värmland. SMHI:s mätstation i Tåsån vis Sysseleback fick 182 mm nederbörd från 4 till 12 maj, varav 120 mm föll den 6:e. Normalnederbörden för hela maj är 50 mm. Marken var fortfarande tjälad och avrinningen fick ett mycket snabbt förlopp med omfattande ras- och översvämningsskador till följd. Värst drabbades samhället Sysseleback, där 800 människor isolerades när riksväg 62 förstördes både söder och norr om orten.

Ett 50-tal hus fick vattenskador och tre hus skadades av ras, varav ett senare revs. Ett antal sommarstugor utmed de värmländska vattendragen översvämmades. I samhället Sysseleback evakuerades 5 fastigheter p.g.a. av rasrisken. Sammanlagt var 900 hushåll utan telefon. Natten till 9 maj var Sysseleback med 800 invånarna helt isolerad, då riksväg 62 söder om samhället var blockerad av rasmassorna och norr om orten avskuren p.g.a. erosion. Förutom riksväg 62 som var blockerad av rasmassorna och riksväg 45 som översvämmades var ett 15-tals mindre vägar (950, 956, 958, 960, 904, 915, 931, 697, 887, 902) avstängda p.g.a. ras, underminering av erosion eller översvämning, men inga personer var isolerade, då det fanns alternativa färdvägar. Trafiken på riksväg 62 vid rasplatsen i Sysseleback leddes i ett senare skede på kommunal förbifart genom samhället. Skadorna på vägnätet uppgick till 30 MSEK, varav 3 MSEK gick till reparationer av enskilda vägar.

### **Skadebilden**

Extrem nederbörd har hittills inte krävt några dödsoffer varken i Värmland eller Sverige, men det har inträffat ett antal incidenter och trafikolyckor i samband med raserade vägar eller djupa vattensamlingar på vägar. En uppmärksam händelse inträffade i augusti 2006 när vattenmassorna efter ett häftigt skyfall spolade bort både järnvägen och E14 mellan Enafors och Ånn i Jämtland. Ett persontåg med 60 resenärer passerade precis innan banvallen försvann.

Följderna av extrema nederbördshändelser liknar de vid översvämningar, men ras och erosionsskador inträffar i större utsträckning och sker mer våldsamt. I synnerhet om små vattensystem eller områden med branta topografier drabbas.

Transportinfrastrukturen är särskilt sårbar för extrem nederbörd. Vid de häftigaste regnen har långa avsnitt av vägbanan spolats bort och djupa raviner uppstått (ex. Hagfors 2004). El- och telenäten drabbas när jordkablar som ligger i vägbankar eroderas fram och förstörs.

I urbana områden är dagvattenssystemens dimensionering inte anpassat till extremt stora regnmängder som faller under kort tid. Källare översvämmas, husgrunder undermineras och tomter erosionsskadas, när vattnet forsar fram för att söka sig nya vägar.

Extrem nederbörd är relativt svårt att prognostisera i tid, rymd och mängd. Särskilt när det gäller småskaliga fenomen som enstaka åskceller kan dagens meteorologi bara förutspå en viss sannolikhet för extrema regn, utan exakta prognoser för varken platser eller mängder. Detta innebär att extrem nederbörd och särskilt skyfallhändelser vanligen inträffar med en stor överraskningseffekt. Inblandade aktörer i skyfallsolyckor har påpekat att det är svårt att skaffa sig en lägesbild under och strax efter ett skyfall, dels pga den i händelsen inneboende dynamiken och dels pga av förstörda transport- och telekommunikationer. (naturolycksdatabasen: Hagfors 2004 och Piteå 1997).

Bättre utvecklade prognoser bör kunna generera en förbättrad akut hantering, men i likhet med t ex stormar skulle en bättre prognostiserbarhet inte generellt leda till mindre sårbarhet i ett skadeperspektiv.

### **Skyfall i det framtida klimatet**

Lokala häftiga regn, skyfall, som förekommer mest på sommarhalvåret, förväntas öka i intensitet över hela landet i framtiden (SOU 2007:60). Idag ligger den maximala nederbördsintensiteten vid 2-3 mm per timme och detta värde förväntas öka med minst 1 mm/h till slutet av detta sekel och även antalet dagar med extrem dygnsnederbörd förväntas öka (Persson et al 2007)



## Referenser

Bengtsfors kommun: Vattenrapport- beskrivning av insatser under räddningsinsatsen 2000.11.08 – 2001.01.04, Rapport 2001

Blumenthal, B: Väneröversvämningen hösten-vintern 2000/2001 – händelseutveckling och konsekvenser, Centrum för klimat och säkerhet, rapport 2009, **kommer ut i december 2009**

Dalslands kanal AB: Yttrande över förslag till förebyggande av översvämningar, skrivelse till länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2001-10-03

Den nationella naturolycksdatabasen, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, [www.srv.se/naturolycksdatabas](http://www.srv.se/naturolycksdatabas)

Johansson,M & Blumenthal,B: Att mäta sårbarhet mot naturolyckor- Om sårbarhet som begrepp och indikatorer, Rapport, Publ.nr MSB0110-09, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, rapport 2009

Länsstyrelsen i Västra Götaland: Dagbokanteckningar nov 2000

Bergström S, Andréasson J.: Analys av samvariationen mellan faktorer som påverkar vattennivåerna i Karlstad, SMHI 2009

SHK (Statens haverikommission), 1995: Forsränningsolycka den 28 maj 1995 i Råneälven. Rapport O 1995:3

SMHI: Extrem nederbörd. SMHI's Faktablad nr 4, 2005

SMHI: Sverige läns framtida klimat: Värmland  
<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=11804&l=sv> (2009-10-26)

SMHI: Vattenföring i Sverige, Del 4 Vattendragen till Västerhavet, 1994

SMHI: Översvämningar i Sverige, År: 1924, Område: Östra delarna av Mellan- och Sydsverige

Statens offentliga utredningar, Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter, SOU 2007:60

Statens offentliga utredningar: Klimat- och Sårbarhetsutredningens delbetänkande SOU 2006:94 Översvämningshot: Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaran och Väneren

Svensson m fl: Projekt Byälven: Översvämningrisker, förebyggande åtgärder och konsekvenser, Nationellt centrum för älvskadeteknik, Karlstads universitet, rapport 2002

Översiktlig översvänningskartering längs Byälven, SRV och SMHI, 2002

Översiktlig översvänningskartering längs Gullspångsälven och Svartälven, SRV och SMHI, 2003

Översiktlig översvänningskartering längs Klarälven, SRV och SMHI, 2001