



Länsstyrelsen
Västmanlands län

SAMHÄLLSBYGGNADSENHETEN



Klimatförändringar i Västmanlands län

Förväntade konsekvenser och möjligheter fram till år 2100

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Rapport 2010:18

Titel: Klimatförändringar i Västmanlands län,
Förväntade konsekvenser och möjligheter fram till år 2100
Författare: Sandra Guldbrand
Energi- och klimatanpassning
Samhällsbyggnadsenheten
Länsstyrelsen i Västmanlands Län
Dnr 420-5135-10
Kartmaterial: © Bakgrundskartor Lantmäteriet, dnr 106-2004/188

Omslagsbild: Ett bildcollage som berör klimatförändringarna.
Foto vänster till höger samt uppifrån ner:
Man i regn med rosa paraply: Nederbörden förväntas öka. Foto: Anna Toss,
anna_t@Flickr.se.
Rullskidåkare: Mindre nederbörd i form av snö ger sämre förutsättningar till traditionell
längdskidåkning. Foto: Sverre Smevold.
Jordgloben: Klimatförändringarna är globala; de berör oss alla. Foto: Ingram imagelibrary.
Coloradoskalbaggar: Förekomsten av skadeinsekter som ännu inte finns i Sverige
kommer med ett varmare klimat och en förändrad växtsäsong. Foto: www.sxc.hu, ID:
811078.
Citroner: Möjligheter med nya grödor och inslag av sydligare växter följer med ett
varmare klimat när växtzonerna förflyttas norrut. Foto: www.sxc.hu, ID: 820801.

Rapporten går att ladda ner som pdf-fil på Länsstyrelsens hemsida:
www.lansstyrelsen.se/vastmanland

Förord

Länsstyrelsen har Regeringens uppdrag att samordna arbetet i länet med anpassning till ett förändrat klimat. En viktig del i detta uppdrag är att ta fram kunskapsunderlag. Denna rapport om förväntade konsekvenser och möjligheter av ett förändrat klimat i Västmanlands län är framtagen med utgångspunkt från Klimat- och sårbarhetsutredningens disposition. Avsikten är att rapporten skall ge en övergripande förståelse för hur klimatet i framtidens Västmanland kan komma att te sig, med utgångspunkt från kunskapsläget år 2010. I rapporten beskrivs även hur olika sektorer i samhället, men även naturmiljön, kan komma att påverkas. Tidsperspektivet är, åtminstone i Länsstyrelsesammanhang, mycket långt; uppåt hundra år och i vissa fall till och med längre än så.

Arbetet med att ta fram rapporten har utförts av Sandra Guldbbrand. Ansvarig för Länsstyrelsens regeringsuppdrag inom klimatanpassning är Måns Enander, som också bistått i arbetet med denna rapport.

Västerås den 16 december 2010

Måns Enander
Ansvarig klimatanpassning

Sandra Guldbbrand
Naturvårdshandläggare

Innehåll

Sammanfattning	5
1 Inledning	7
1.1 Mål.....	7
1.2 Syfte	8
1.3 Målgrupp	8
1.4 Avgränsning	8
1.5 Förklaringar på begrepp som används i analysen	8
2 Klimatets utveckling fram till idag	10
2.1 Klimatet sedan den senaste istiden.....	10
2.2 Omvärldsklimatet idag och dess förändring under de senaste 100 åren	11
2.3 Typiska drag för klimatet i Västmanlands län under normalperioden 1961- 90	12
3 Historiska extrema väderhändelser i Västmanlands län och dess omgivning	14
3.1 Väderextremer i Västmanlands län	14
3.1.1 Inträffade extrema väderhändelser	15
4 Klimatscenerierna och de förväntade klimatförändringarna	18
4.1 Val av klimatscenerier	18
4.1.1 A2- scenariot.....	19
4.1.2 B2- scenariot.....	19
4.2 Förväntade klimatförändringar i omvärlden.....	20
4.3 Förväntade klimatförändringar i Sverige	20
4.4 Förväntade klimatförändringar i Västmanlands län	21
4.4.1 Beskrivning av data	21
4.4.2 Temperatur	21
4.4.3 Nederbörd.....	23
4.4.4 Byvind, extrem nederbörd, snötäcke och islossning, sol och värme samt vegetationsperiod	25
4.4.5 Klimatrelaterade företeelser.....	26
5 Konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser för Västmanlands län	27
5.1 Kommunikationer	27
5.1.1 Vägar	27
5.1.2 Järnvägar.....	28
5.1.3 Sjöfart	29
5.1.4 Flyg.....	30
5.1.5 Data- och telekommunikationer	30
5.1.6 Radio- och TV-distribution	30
5.2 Tekniska försörjningssystem	30
5.2.1 Elsystem och kraftpotentialer.....	30
5.2.2 Dammar	31
5.2.3 Värme- och kylbehov	31
5.2.4 Fjärrvärme	31
5.2.5 Fjärrkyla.....	32
5.2.6 Dricksvattenförsörjning	32
5.3 Bebyggelse och byggnader	33
5.3.1 Konsekvenser för strandnära bebyggelse.....	33
5.3.2 Dagvattensystem och bräddning av avloppsvatten.....	35
5.3.3 Byggnadskonstruktioner	35

5.4	Areella näringar och turism	36
5.4.1	Jordbruket och djurens hälsa.....	36
5.4.2	Skogsbruket.....	40
5.4.3	Fiskerinäringen	41
5.4.4	Turism och friluftsliv	41
5.5	Naturmiljön och miljömålen	41
5.5.1	Biologisk mångfald.....	41
5.5.2	Ekosystemtjänster	43
5.5.3	Sötvattenmiljön	43
5.5.4	Föroreningsspridning	43
5.5.5	Miljömålen.....	44
5.6	Människors hälsa	44
5.6.1	Extremtemperaturer.....	44
5.6.2	Ändrad luftkvalitet	44
5.6.3	Hälsoeffekter av översvämningar, stormar, ras och skred.....	45
5.6.4	Smittspridning	45
5.6.5	Ökad förekomst av stickmyggor.....	47
5.7	Sammanfattning av konsekvenser för Västmanlands län	48
5.8	Konsekvenser i ett ännu längre perspektiv; vad kommer att ske bortom år 2100?	49
6	Gällande lagstiftning.....	50
6.1.1	Plan- och bygglagen 1987:10	50
6.1.2	Miljöbalken 1998:808.....	51
6.1.3	Lag om skydd mot olyckor 2003:778	51
6.1.4	Lag om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap 2006:544	51
7	Stöd och styrmedel för minskad sårbarhet	52
7.1	Andra myndigheters anpassningshjälp	52
7.2	Tillstånd för vattenverksamhet	54
7.3	Fysisk planering	55
7.3.1	Boverkets åtgärdsförslag av planering och byggande (Boverket 2009).....	56
8	Möjligheter för länet och förslag till fortsatt arbete	58
8.1	Forskning, utveckling och näringsliv.....	58
8.2	Fortsatt klimatarbete.....	58
8.2.1	Risk- och sårbarhetsfrågor.....	59
8.2.2	Fysisk planering.....	59
8.2.3	Regional utveckling.....	59
9	Slutsatser	60
10	Referenser	61
11	Bilagor	65

Sammanfattning

Syftet med denna analys är att beskriva de pågående och förväntade klimatförändringarna i Västmanlands län fram till år 2100 från ett regionalt perspektiv, men även delvis ur ett globalt. I analysen beskrivs även konsekvenserna av klimatförändringarna och hur dessa kan komma att påverka samhället och dess medborgare. Den är i huvudsak baserad på Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande, SOU 2007:60. Meningen är att analysen ska användas som underlagsrapport i det pågående arbetet med samhällsanpassningar till det förändrade klimatet.

FN:s klimatpanel, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) har utifrån förväntad socioekonomisk utveckling, arbetat fram ungefär 40 olika klimatscenarier som alla ger olika bilder av hur pass märkbara klimatförändringarna kommer att bli. Scenarierna är uppdelade i fyra olika grupper, A1, A2, B1 och B2. I denna analys används scenario A2 och B2. Kortfattat innebär det att A2 har en snabb befolkningstillväxt och intensiv energianvändning och B2 har en långsammare befolkningstillväxt och mindre energianvändning.

I Västmanlands län är de förväntade klimatförändringarna fram till år 2100 bland annat följande:

- Temperaturen ökar med mellan ca 4-5 grader under vintern och mellan ca 3-5 grader under sommaren.
- Ökad nederbörd främst vintertid, mellan 50-75 %.
- Vegetationsperioden kommer att förlängas med upp till 100 dagar.
- Snötäckets varaktighet minskar med upp till 60 dagar.

Konsekvenserna av klimatförändringarna kommer att påverka många olika samhällssektorer och denna analys belyser följande områden: kommunikationer, tekniska försörjningssystem, bebyggelse och byggnader, areella näringar och turism, naturmiljö samt hälsa. Många negativa konsekvenser framkommer, men även en del positiva. Exempel på konsekvenser är:

- Skogstillväxten ökar kraftigt.
- Förutsättningarna för jordbruksproduktion förbättras i en rad avseenden.
- Större risk för skador orsakade av översvämningar, stormar, ras, skred och erosion.
- Försämrade vattenkvalitet i våra vattendrag.
- Hotade ekosystem.
- Minskat värmebehov och ökat kylbehov.
- Hälsoproblem med ökad smittspridning och värmeböljor.

1 Inledning

Klimatrelaterade händelser i form av stormar, snöoväder och översvämningar kan få stora konsekvenser i samhället. Samhällets sårbarhet är beroende av vilken beredskap som finns mot extremväder och naturolyckor. Ett förändrat klimat ställer nya krav på åtgärder mot de förändringar som vi står inför. Därför måste vi börja agera nu för att vi ska få ett fungerande och tryggt samhälle även i framtiden.

Den pågående klimatförändringen uppmärksammades år 1990 genom Förenta nationernas (FN) klimatpanel Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) när deras första utvärdering kom, Climate Change IPCC First Assessment Report. I rapporten visade IPCC tydligt på att riskerna för globala storskaliga förändringar påverkas av mänskliga aktiviteter genom de ökande utsläppen av växthusgaser. Klimatförändringarna de närmaste 30-40 åren beror till största delen på historiska utsläpp, vilket tyder på en viss tröghet i systemet. År 2007 kom IPCC med sin fjärde utvärdering, som går under benämningen AR 4. I AR 4 visar forskningen på att fortsatta utsläpp av växthusgaser kommer med *stor sannolikhet*¹ att leda till en fortsatt uppvärmning under 2000-talet, som är större än den vi upplevt under 1900-talet.

Följderna av stigande temperatur är svåra att förutspå, men kan redan iaktas. Skandinavien och Sverige har ett bättre utgångsläge än många andra platser i världen och konsekvenserna blir därför inte lika extrema. Klimatförändringarna kommer däremot att bli extra tydliga i jämförelse med det globala genomsnittet. I ett varmare klimat är det mycket sannolikt att värmeböljor, översvämningar, kraftiga regn och snöfattigare vintrar blir vanligare.

För att kunna möta de långsiktiga klimatförändringarna behöver dagens samhälle anpassas och bygga upp en beredskap på såväl global och nationell nivå, som på regional och lokal nivå. Därför är det viktigt att påbörja detta arbete redan idag.

1.1 Mål

Målsättningen med denna analys är att den ska ligga till grund för fördjupade analyser, utredningar och åtgärder som ska vidtas i länet för att möta klimatförändringar både ur ett nära och ett längre tidsperspektiv. Detta ska sedan leda fram till handlingsplaner för hur samhället kan anpassas till de förväntade klimatförändringarna. Övergripande ska klimatarbetet i länet vara en ständigt pågående process som för varje år riktar in sig på åtgärder som anses vara mest aktuella.

¹ Se förklaring under Beskrivning av sannolikhet, sidan 10.

Klimatarbetet i länet bör samordnas med övriga angränsande län och speciellt runt Mälardalen då detta område ses som det största problemområdet i regionen. För att ett bra anpassningsarbete med åtgärdsprogram ska kunna genomföras krävs ett samarbete över läns- och kommungränser.

1.2 Syfte

Syftet med denna analys är att belysa de klimatförändringar som förväntas inträffa inom en 100-års period samt vilka konsekvenser det kan leda till för länets medborgare och dess framtida generationer. Analysen belyser även de möjligheter som uppstår i klimatförändringarnas spår.

Denna analys utgör en del i Länsstyrelsens klimatarbete och ska ses som ett kunskapsunderlag till det fortsatta klimatarbetet för Västmanlands län. Analysen kommer att ingå som en fristående bilaga till Länsstyrelsens risk- och sårbarhetsanalys.

1.3 Målgrupp

Målgruppen för denna analys är berörda aktörer på regional och lokal nivå, både inom offentlig och privat verksamhet. Analysen ska bland annat ses som ett underlag för planering på regional och kommunal nivå i länet inom följande områden: kommunikationer, tekniska försörjningssystem, bebyggelse och byggnader, areella näringar, turism, naturmiljö och människors hälsa.

1.4 Avgränsning

Denna analys är inriktad på att visa klimatförändringarna och dess konsekvenser ur ett risk- och sårbarhetsperspektiv för Västmanlands län. Den kommer inte att behandla åtgärder som begränsar klimatpåverkan.

Då den mesta informationen till analysen har hämtats från Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande (SOU 2007) och dess bilagor, så kommer källhänvisning endast att ske när andra källor har använts. Stycken om konsekvenser av översvämningar som berör Mälaren och Hjälmaren är tagna från Klimat- och sårbarhetsutredningens delbetänkande (SOU 2006) och dess bilagor.

Avslutningsvis vill Länsstyrelsen påminna om att den information som ges i föreliggande rapport är baserad på den kunskap som finns tillgänglig idag. Informationen inom detta område förnyas kontinuerligt. Därför är det viktigt att säkerställa att senast tillgänglig information används.

1.5 Förklaringar på begrepp som används i analysen

Förklaringar på begrepp som återkommer i analysen och som är viktiga för förståelsen samt att de är för långa att beskriva i fotnoten.

Höjdsystem RH00

Höjd över havet anges i ett höjdsystem. Höjdsystemet har en väl definierad nollpunkt och ett antal fixpunkter på marken, som är inmätta och höjdbestämda. Sverige har genom åren haft tre nationella höjdsystem; RH00, RH70 och RH2000.

Nivåer vid översvämningar

Vi har valt att studera två olika nivåer på översvämningar; en 100-årsnivå och en så kallad dimensionerande nivå:

100-årsnivå

Det är en nivå som kan förväntas återkomma med ca 100 års intervall (100 års återkomsttid). Det är här värt att påpeka att en återkomsttid på 100 år för en viss nivå innebär att sannolikheten för att nivån ska överskridas under de närmaste 100 åren är 63 %. Sannolikheten för att nivån överskrids under de närmaste 50 åren är 39 %. För Mälaren ligger 100-årsnivån på 1,30 m RH00 och för Hjälmarén på 22,90 m RH00.

Dimensionerande nivå

Den dimensionerande nivån motsvarar ett dimensionerande flöde som rent statistiskt kan förväntas inträffa mer sällan än ca vart 10 000:e år. För Mälaren är den dimensionerande nivån på 2,33 m RH00 och för Hjälmarén på 23,70 m RH00.

Beskrivning av sannolikhet

I denna analys används samma termer som IPCC använt i AR 4 (IPCC 2007), för att ange den uppskattade sannolikheten. Den visas med *kursiv* stil i rapporttexten.

Sannolikheten är, enligt expertbedömningar, för ett utfall eller ett resultat enligt följande:

Praktiskt taget säkert	> 99 % sannolikhet
Ytterst sannolikt	> 95 %
Mycket sannolikt	> 90 %
Sannolikt	> 66 %
Mer sannolikt än inte	> 50 %
Osannolikt	< 33 %
Mycket osannolikt	< 10 %
Ytterst osannolikt	< 5 %.

Normalperioder

För att olika orters klimatuppgifter ska kunna jämföras måste värdena avse samma tidsperiod. Världsmeteorologiska organisationen (WMO) har därför bestämt att statistiska parametrar, som används för klimatbeskrivningar, ska beräknas för så kallade normalperioder. Normalperioderna är oftast 30-årsperioder, där 1961-90 är den nu gällande standardnormalperioden (SMHI 2010a).

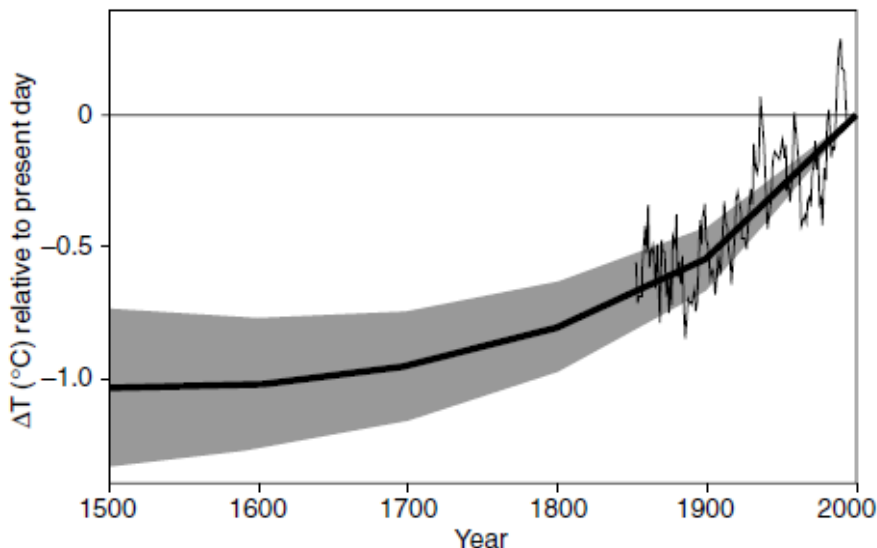
2 Klimatets utveckling fram till idag

Det globala klimatet håller på att förändras. Med utgångspunkt från den kunskap och insamlad klimatdata vi har om vår värld, dels på global nivå och dels på regional nivå, redovisas i stora drag klimatets historia från den senaste istiden och fram tills idag.

2.1 Klimatet sedan den senaste istiden

Växlingar i klimatet är helt naturligt och perioder med extrem värme och kyla har förekommit under de senaste 1000 åren. Vi lever i en interglacial, dvs. en period mellan två glacialer, eller i dagligt tal istider. Den varmetid vi lever i nu har varat i ca 10 000 år och enligt beräkningar ska nästa istid komma om ca 30 000 år. En förhållandevis kall period inleddes på 1300-talet på norra halvklotet och kallas för den lilla istiden. Klimatet varierade en del även under den lilla istiden och under 1800-talet ansågs den ha lidit mot sitt slut.

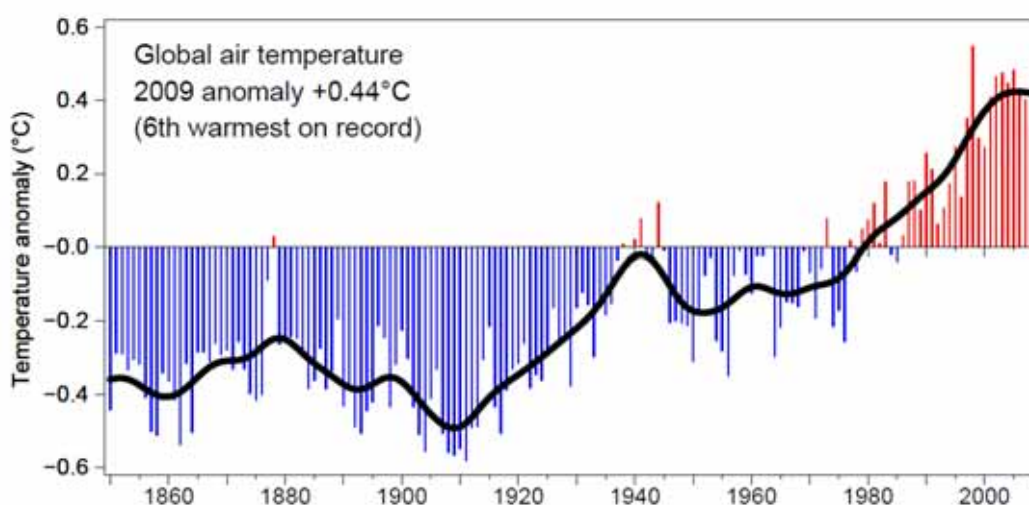
Temperaturvariationer före tillkomsten av moderna mätningar kan bland annat avläsas i isborrkärnor. Med hjälp av analyser av isborrkärnor har forskarna kartlagt temperaturvariationerna de senaste 500 åren som kan jämföras med mätningar, se figur 1.



Figur 1: Rekonstruerad global temperatur som är sammanställd från data av isborrkärnor över de senaste 500 åren. Det gråa fältet beskriver avvikelser från normaltemperaturen (Pollack m fl.1998) och den svarta smala linjen är temperaturmätningar från år 1860 och framåt (Jones och Briffa 1992). Källa: IPCC 2001.

2.2 Omvärldsklimatet idag och dess förändring under de senaste 100 åren

Den globala medeltemperaturen har ökat med i genomsnitt $0,74^{\circ}\text{C}$ de senaste 100 åren (perioden 1906–2005). Skiftningar i temperaturen har tidigare tolkats som naturliga förändringar som människan inte har kunnat påverka, men under de senaste 50 åren har det uppenbart hänt något med klimatet. Under de tolv senaste åren har elva av de varmaste åren sedan år 1850 inträffat. År 1998 var det varmaste året hittills i tidsserien med en avvikelse på $+0,55^{\circ}\text{C}$. I figur 2 visas den globala medeltemperaturens avvikelser från normalperioden 1961-90, sedan år 1850 till år 2009.

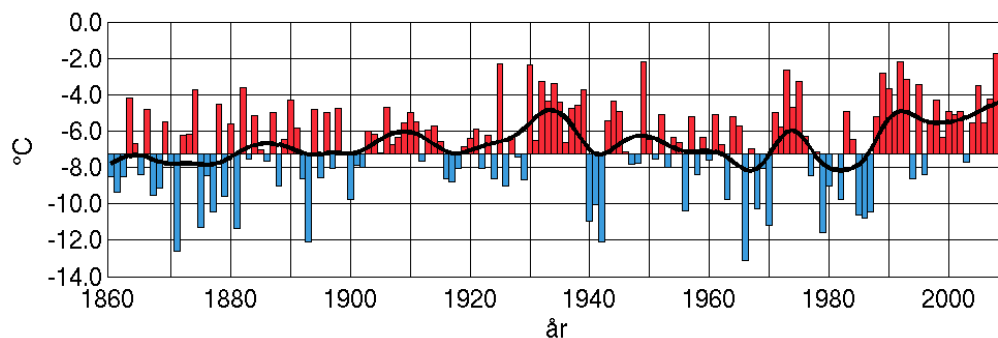


Figur 2: Den globala medeltemperaturutvecklingen sedan år 1850. Årsvärden visas som avvikelser från medelvärdet för 1961-90. I kurvan har svängningarna mellan närliggande år utjämnats. Källa: Climatic Research Unit (CRU) 2010; Brohan m fl. 2006.

IPCC hävdar i AR 4 att huvuddelen av den uppvärmning som skett sedan år 1950 är *mycket sannolikt*² orsakad av ökande halter av växthusgaser i atmosfären. IPCC anger att jordens medeltemperatur kan förväntas öka med $1,4 - 4,0^{\circ}\text{C}$ fram till år 2100. (IPCC 2007)

Även i Sverige har temperaturförändringen varit påvisbar, speciellt vintertid. Exempelvis var vintertemperaturen drygt två grader högre under perioden 1991-2005 än under den senaste normalperioden 1961-90, se figur 3 (SMHI 2006).

² Se förklaring under Beskrivning av sannolikhet, sidan 10.



Figur 3: Vintermedeltemperatur (december-februari) i Sverige mellan år 1860-2009, där den svarta linjen visar löpande 10-årsmedelvärden. Källa: SMHI 2010b.

Enligt Kommissionen för hållbar utveckling (Rummukainen och Källén 2009) så ska de senaste årens temperaturhöjning i Sverige inte enbart sammankopplas med utsläppen av växthusgaser. Den bör åtminstone till en viss del ses som regionala naturliga temperaturväxlingar.

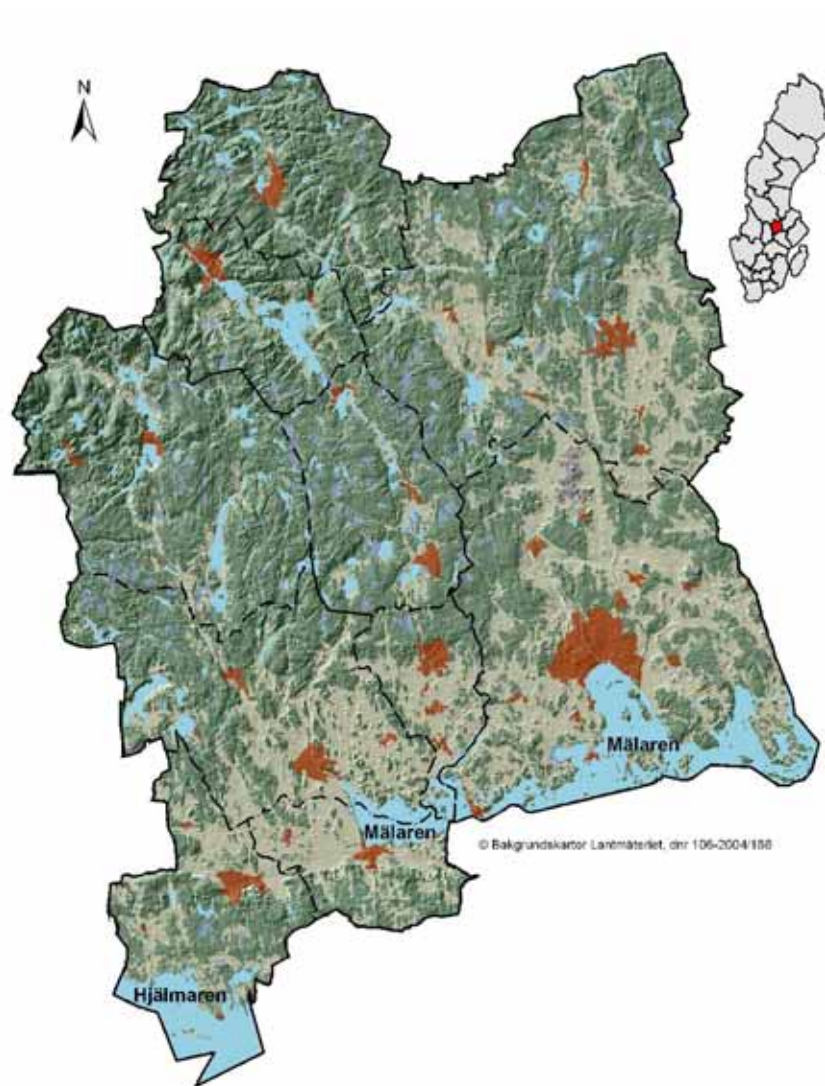
2.3 Typiska drag för klimatet i Västmanlands län under normalperioden 1961- 90

Västmanlands län är ett av de mindre länen i Sverige med en yta på ca 5 690 km². Av detta utgörs ca 545 km² av vatten och de delar av Mälaren och Hjälmaren som finns i länet upptar tillsammans drygt hälften av vattenarealen. Resterande vattenyta utgörs av omkring 850 större och mindre sjöar samt ett antal vattendrag. Länet har ca 252 000 invånare i tio kommuner. Residensstaden är Västerås med cirka 136 000 invånare.

Västmanland är ett övergångsland från det mellansvenska låglandet till norrlandsterrängen. Länet uppvisar många olika landskapstyper, från bördig jordbruksbygd närmast Mälaren till skogklädda höjder som i nordväst når mer än 400 m ö h. Detta medför att klimatet varierar påtagligt i länet.

Vid Mälaren är den normala uppmätta medeltemperaturen för januari -4°C och drygt 16°C i juli, medan motsvarande värden för de högsta områdena är -6°C respektive knappt 15°C. Den normala uppmätta årsnederbörden är vid Mälaren 500 mm och på höjderna i nordväst 800 mm. (SMHI 2010c) Snötäckets normala varaktighet är i genomsnitt mellan tre och fyra månader (SMHI 2010d).

Karta över Västmanlands län



Figur 4: Kartbild över Västmanlands län och dess läge i Sverige.

3 Historiska extrema väderhändelser i Västmanlands län och dess omgivning

3.1 Väderextremer i Västmanlands län

I figur 5 redovisas några av de väderextremer som uppmätts i länet. De största haglen i Ramnäs hade storleken 7 x 8 cm och vikter på uppemot två hekto, vilket gör dem till de största observerade i vårt land (SMHI 2010c).



Figur 5: Kartbild över Västmanlands län samt berörda orter med väderrekord. Källa: SMHI2010c).

3.1.1 Inträffade extrema väderhändelser

Klimatförändringarna kan komma att innebära ökade risker för naturolyckor eftersom risken för att extrema väderhändelser inträffar ökar ju högre temperaturen på jorden blir. I följande stycken redovisas förekomster av extrema väderhändelser som har inträffat i Västmanlands län under 1900- och 2000-talet.

Stormar och kraftiga snöoväder

Stormar och kraftiga snöoväder är något som har inträffat relativt ofta under de senaste årtiondena. Riktigt svåra stormar är sällsynta hos oss i Sverige, men vi drabbades åren 1902, 1943, 1954, 1967, 1969, 1999, 2005 och 2007.

Stormen Gudrun inträffade mellan den 8-9 januari 2005 och slog till hårdast i södra Sverige. Gudrun fick ovanligt stora konsekvenser för hela samhället. Det blev enorma skador på skogsmark och därmed indirekt också på el- och telenätet, vägar, järnvägar och fastigheter. Totalt föll 75 miljoner kubikmeter vilket motsvarar ungefär 250 miljoner träd. Det är ungefär tre gånger så mycket som den tidigare värsta trädfällande stormen, den 22 september 1969. Direkt och indirekt tog stormen 17 människors liv och slog ut elnät och telenät som på vissa håll inte återställdes förrän upp till en dryg månad senare.

Några av de mest extrema stormar och kraftiga snöoväder som har inträffat i Västmanland och dess omgivning under de två senaste seklen kan nämnas följande:

- Den 2 januari 1954 rådde en mild kraftig västlig luftström över stora delar av Sverige och så långt norrut som i Jämtland uppmättes sex till sju plusgrader. På eftermiddagen den 3 januari började en våldsam storm i samband med snöfall. I Gysinge rapporterades att ca 75 % av all mogen skog blev stormfälld. I Tomta meddelades en preliminär uppskattning av den stormfällda skogen till tre års skogsavverkningar. Även stor skada på el- och telefonledningar uppstod.(SMHI 2010e)
- Av märkliga snöfall märks bland annat ett riktigt tidigt och intensivt sådant vid månadsskiftet oktober-november 1968. Västerås hade då ett snötäcke på 21 cm den 1 november och i landskapets nordvästligaste del var snödjupet en halv meter den 5 november.(SMHI 2010c)
- Hösten 1969 brukar kallas orkanernas höst då flera delar av Sverige, vid flera tillfällen, drabbades av stormar som uppmätte orkanstyrka. Stormen orsakade stora konsekvenser på många håll i Sverige och skördade totalt 16 dödsoffer, varav tre i Mellansverige.(SMHI 2010f)
- Hösten 1999 drog ett antal större stormar in över södra Sverige. Den 29 november gjorde en storm stora delar av länet strömlöst, runt 35 000 abonnenter drabbades (VLT 2010).

- Den 14 maj 2007 gick en tromb genom centrala Virsbo med en uppskattad hastighet på 70-80 m/s, eller 250-280 km/tim, och med en diameter på ett par hundra meter. Den hade en kraft som fällde massor av träd och kunde även ha vält bilar. Tromber är ovanliga i Sverige och tromben i Virsbo är den största som setts i Västmanland.(VLT 2010)

Översvämningar och höga flöden

Västmanlands län har hittills inte varit särskilt riskutsatt för extrema översvämningar som bildats på grund av höga flöden.

Statens Meteorologiska Hydrologiska Institut (SMHI) har dock konstaterat att det finns stora problem med höga vattenstånd runt Mälaren redan under dagens klimatförhållanden. Enligt en rapport (Bergström 2010) som SMHI utfört åt Sparbanken Västra Mälardalen kvarstår denna situation tills Slussen byggts om.

Intressant att nämna är den stora vårfloden år 1904 som hotade Stockholm då Mälaren med sitt extrema vattenstånd vid Slussen var en bra bit över fem meter. Flera kvarter stod under vatten och trakterna kring Årstaviken och Liljeholmen var också drabbade. År 1943 byggdes en damm vid Riksbron och sedan dess når inte vattenståndet upp till dessa rekordnivåer längre.(SMHI 2010g)

Nedan följer ett par dokumenterade översvämningar och höga flöden som skett i länet och dess omgivning:

- I Västerås var hamnen på väg att flyta bort. Vårfloden i maj 1924 var den största under hela 1900-talet. Så här såg det ut i hamnen (Östra hamnen) när Lage Hjulström kom dit med sin kamera, figur 6.



Figur 6: Foto från en vy i Östra hamnen i Västerås år 1924. Källa: VLT 2010.

- I oktober och november 2000 drabbades hela landet av rikliga nederbörds mängder. Värst drabbades Värmland och Dalarna där vattenstånden på vissa håll var tre meter högre än det normala. I Mälaren överstegs den tidigare högsta nivån under nuvarande reglering (sedan år 1968) och vattenståndet kulminerade i början av december på en nivå ungefär en halv meter över normalt för december månad. (SMHI 2010h) I Stockholm var det så extremt att det bara fattades fem centimeter från att vattnet skulle tränga in i tunnelbanesystemet, vilket skulle ha fått dramatiska konsekvenser (SMHI 2008).

4 Klimatscenerierna och de förväntade klimatförändringarna

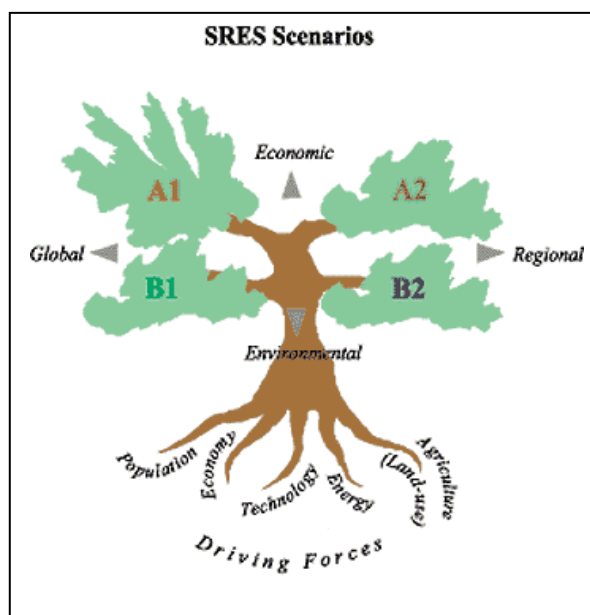
I detta avsnitt presenteras de två olika klimatscenerier som IPCC sammanställt och som Klimat- och sårbarhetsutredningen fokuserat på och därför även används i denna analys. Här beskrivs även hur klimatförändringarna tar sig uttryck, på global, nationell samt regional nivå, enligt de scenarier som valts ut som utgångspunkt.

4.1 Val av klimatscenerier

IPCC har ställt upp ett 40-tal olika klimatscenerier som kan knytas ihop med den socioekonomiska utvecklingen i samhället (IPCC 2000). Scenerierna kan delas in i fyra olika grupper: A1, A2, B1 och B2.

Scenerierna A1 och A2 utgår ifrån att världen kommer att lägga allt mer fokus på den ekonomiska tillväxten medan B1 och B2 utgår från att världen kommer att satsa mer på tillväxt där hållbar utveckling får stå i centrum. De olika scenerierna präglas också av antingen globalisering eller en mer regional utveckling, se figur 7. Egenskaperna hos dessa olika scenarier bestämmer sedan hur utsläppen blir.

Figur 7: Egenskaper hos utsläppsscenerier. Källa: IPCC 2000.



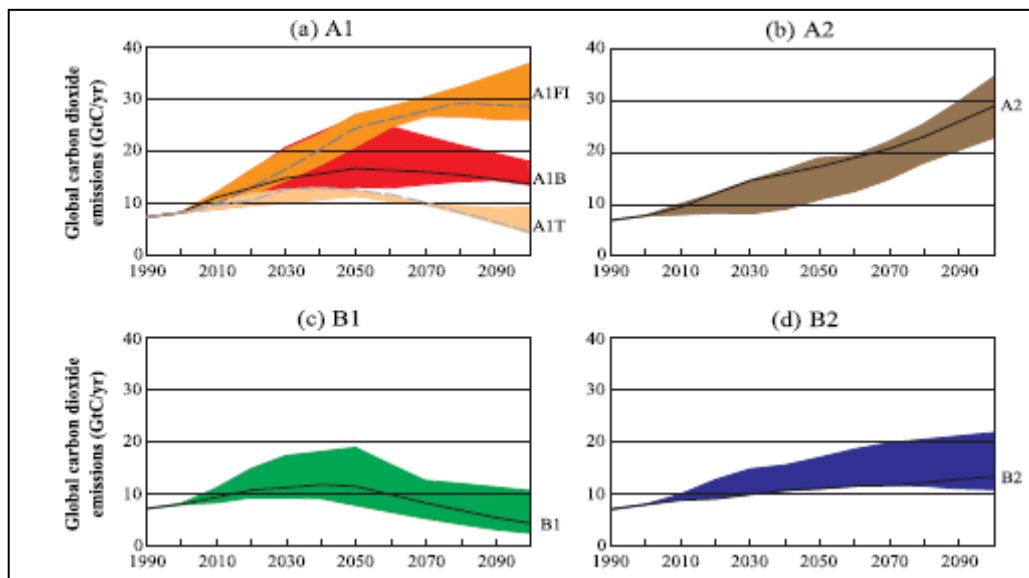
Klimat- och sårbarhetsutredningen har i sitt slutbetänkande valt att fokusera på utsläppsscenario A2 och B2, eftersom dessa har varit mest förekommande i liknande utredningar gjorda i Skandinavien. Valet av A2 och B2 har inte gjorts med hänsyn till den socioekonomiska utveckling som den ställer upp utan snarare till den utsläppsutveckling som scenerierna utgår ifrån. Kortfattat innebär det att A2 har en snabb befolkningstillväxt och intensiv energianvändning och B2 har en långsammare befolkningstillväxt och mindre energianvändning.

Sedan år 1997 finns Rossby Centre i Norrköping som producerar regionala klimatscenerier för norra Europa, baserade på resultat från olika globala klimatmodeller och på flera utsläppsscenerier. Scenerierna ger ett bra underlag för att bättre förstå vilka effekter och risker, som kan uppstå vid olika halter av växthusgaser i atmosfären.

4.1.1 A2- scenariot

A2-gruppen beskriver en heterogen värld där ledorden är självförsörjning och bevarande av lokal identitet. Befolkningsutvecklingstrenderna närmar sig varandra mycket långsamt mellan regionerna, vilket resulterar i en kontinuerligt växande befolkning. Den ekonomiska utvecklingen är framför allt regional och inkomstökningen per capita och den teknologiska förändringen är mer fragmenterad och långsammare än i övriga grupper.

I figur 8 framgår hur utsläppen av koldioxid kommer att fortsätta öka när jordens befolkning år 2100 antas släppa ut 30 GtC/år jämfört med dagens utsläpp på tio GtC/år. Som en konsekvens av detta beräknas den globala temperaturen att öka med 3,4 grader till seklets slut, vilket är ett medelvärde för A2-gruppen, där både lägre och högre temperaturhöjningar kan vara att vänta regionalt.



Figur 8: Koldioxidutsläpp (GtC/år) i scenario A1, A2, B1 och B2 där den svarta linjen är ett medelvärde. Källa: IPCC 2000.

4.1.2 B2- scenariot

B2-gruppen beskriver en värld där tyngdpunkten ligger på lokala lösningar för ekonomisk, social och miljömässigt hållbar utveckling. Befolkningsökningen är långsammare än i A2, den ekonomiska utvecklingen är på medelnivå och teknikförändringarna är långsammare och mer spridda. Scenariot är också orienterat mot miljöskydd och social rättvisa, men mer fokuserat på lokala och regionala nivåer.

I figur 8 (ovan) visas hur utsläppen av koldioxid ser ut för scenario B2 när dessa uppnår en nivå runt 10-15 GtC/år vid seklets slut. Medelökningen i temperaturen kommer då att ligga runt 2,4 grader.

4.2 Förväntade klimatförändringar i omvärlden

Allt efterhand som nya data och beräkningar blir tillgängliga om hur klimatet utvecklas ju säkrare har IPCC kommit att bli att temperaturökningen de senaste 50 åren beror på ökningen av våra utsläpp av växthusgaser. Enligt IPCC har de totala årliga antropogena utsläppen av växthusgaser ökat med 70 % mellan 1970-2004. Enbart koldioxidutsläppen har ökat med 80 % under samma tid. Fortsätter den nuvarande utvecklingen så kommer de globala utsläppen av växthusgaser att fortsätta öka kraftigt under de närmaste årtiondena. En sådan ökning av växthusgasutsläppen kommer mycket sannolikt att orsaka förändringar i det globala klimatsystemet som är större än de som observerats under 1900-talet.

Kommissionen för hållbar utveckling utkom år 2009 med en sammanställning av klimatforskning som bedrivits sedan år 2006 (Rummukainen och Källén 2009). Där skriver Rummukainen och Källén att de bekräftar tidigare forskningsresultat om den pågående klimatutvecklingen, mänsklig klimatpåverkan och möjliga framtida klimatändringar. Författarna framhåller de slutsatser som fördes fram av IPCC i AR 4 samt att forskningen påvisar att framtida ändringar kan bli större än vad som tidigare redovisats. Växthusgashalterna i atmosfären fortsätter att öka. Ökningstakten är högre än tidigare. En mer definitiv uppdatering av hur stora ändringarna kan bli kommer att redovisas i nästa IPCC rapport som förväntas komma år 2013.

4.3 Förväntade klimatförändringar i Sverige

Klimatzonerna kommer snabbt att förflyttas norrut då uppvärmningen i Sverige väntas bli högre än det globala genomsnittet. Redan under 2020-talet kan Mälardalen komma att få ett klimat liknande det som Skåne har idag och i slutet av seklet kommer det att likna norra Frankrikes. Enligt A2-scenariot kan vinterns medeltemperatur höjas med upp till sju grader fram till år 2100 medan B2-scenariot visar på en temperaturökning på omkring fem till sex grader.

Nederbörden kommer generellt att öka i hela Sverige och nederbörd i form av snö kommer att bli alltmer ovanligt och förväntas försvinna helt i stora delar av Svealand vid seklets slut. Som en följd av ökad nederbörd förväntas översvämningar och högre flöden öka på vissa utsatta områden i landet. På andra håll kan det komma att bli allt ovanligare, eftersom det till stor del styrs av förekomsten av extrema skyfall eller vårflodens storlek, som i sin tur påverkas av snösmältningen.

Stigande temperatur och ökad nederbörd kommer även att påverka förhållandena i Östersjön. Ytvattentemperaturen beräknas öka med två till fyra grader, vilket i sin tur kan leda till att istäcket helt kan försvinna i Östersjön och Bottenhavet fram till 2080-talet. Havsnivån i södra Östersjön kan komma att höjas med uppemot en meter, medan Svealandskusten på grund av landhöjningen, beräknas få uppemot en halv meters höjning. Efter norrlandskusten förväntas landhöjningen och havsnivåhöjningen i stort sett ta ut varandra.

I A2-scenariot kommer salthalten att minska kraftigt medan B2-scenariot visar en mindre minskning. Då osäkerheterna är stora om hur biologin kommer att påverkas av de samlade förändringarna är det svårt att precisera detta.

4.4 Förväntade klimatförändringar i Västmanlands län

På regional nivå kommer klimatförändringar att ske som för övriga landet med exempelvis en höjning av medeltemperaturen, ökad nederbördsmängd vintertid och värmeböljor. Det kommer att märkas förändringar som att det regnar mer på vintern, på hur lång vegetationsperioden blir, att islossning sker tidigare likaså för vårfrosten m.m. Dessutom påverkas följande händelser starkt av klimatet och hur det förändras: höga flöden, översvämningar, ras, skred, erosion och stranderosion.

I följande stycken redovisas data som har hämtats från SMHI:s klimatscenarier (SMHI 2010i).

4.4.1 Beskrivning av data

Data gällande temperatur och nederbörd berör Västmanlands län. Resterande data kommer från SMHI:s egen distriktsindelning av Sverige där Västmanlands län räknas till östra Svealand; distrikt 7, se figur 9.

Resultaten visar scenarier dvs. möjliga utvecklingar av klimatet och data är sålunda representativa för ett distrikt, inte en punkt. Som ett komplement visas också mätdata från utvalda SMHI-stationer i varje distrikt, observationer, för normalperioden 1961-1990. Dessa data är representativa för en mätpunkt, inte ett distrikt.

4.4.2 Temperatur

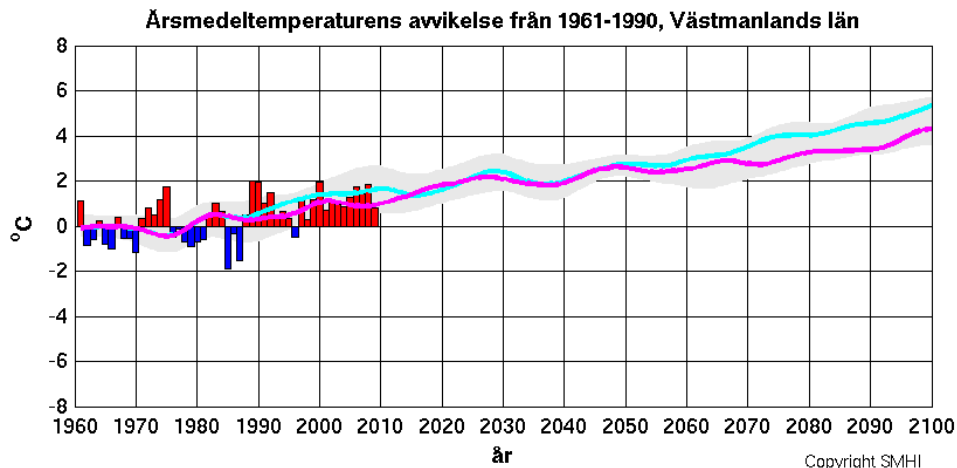
Följande figurer beskriver temperaturavvikelser med en beräknad förändring i grader Celsius för åren 1961-2100, jämfört med den normala medeltemperaturen (medelvärde för åren 1961-1990). Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer där röda staplar visar temperaturer högre än den normala och blå staplar temperaturer lägre än den normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från scenarier. Den turkosa kurvan motsvarar förändringen för utsläppsscenario A2 och den rosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario B2. Det grå fältet beskriver variationen i temperatur mellan enskilda år (beräknat från scenarierna).



Figur 9: SMHI:s distriktsindelning av Sverige.

Årsmedeltemperaturens avvikelse

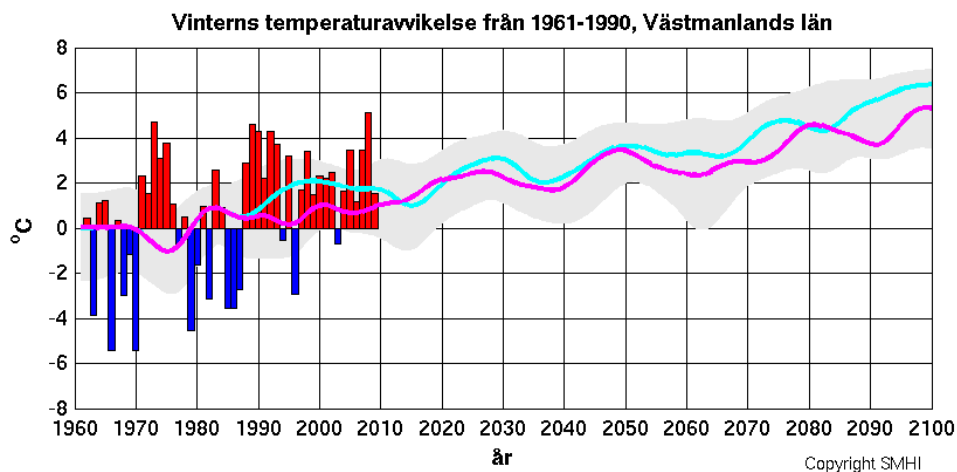
Den normala årsmedeltemperaturen för Västmanlands län är 5,3°C. Fram till slutet av 2000-talet beräknas årsmedeltemperaturen i länet att ha stigit med 5,3 grader utifrån A2-scenariet och med 4,3 grader utifrån B2-scenariet, med en variationsbredd på 3,6-5,8 grader. Se figur 10.



Figur 10: Årsmedeltemperaturens avvikelse från den normala, Västmanlands län. Källa: SMHI.

Vinterns temperaturavvikelse

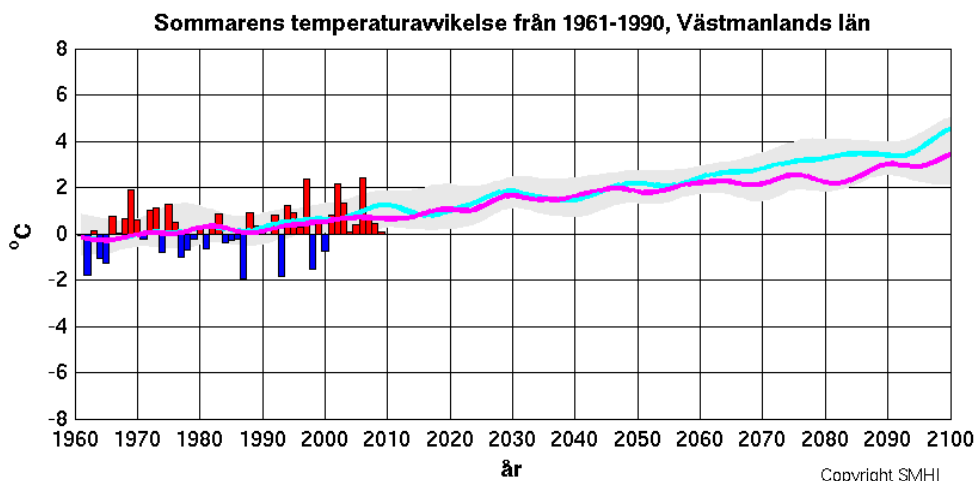
Vinterns (december året före, januari och februari) normala medeltemperatur i Västmanlands län är -4,4°C. Fram till slutet av 2000-talet beräknas vinterns medeltemperatur i länet att ha stigit med 5,3 grader utifrån A2-scenariet och med 4,3 grader utifrån B2-scenariet, med en variationsbredd på 3,5-7,0 grader. Se figur 11.



Figur 11: Vinterns temperaturavvikelse från den normala, Västmanlands län. Källa: SMHI.

Sommarens temperaturavvikelse

Sommarens (juni, juli och augusti) normala medeltemperatur i Västmanlands län är 15,3°C. Fram till slutet av 2000-talet beräknas sommarens medeltemperatur i länet att ha stigit med 4,5 grader utifrån A2-scenariet och med 3,4 grader utifrån B2-scenariet, med en variationsbredd på 2,1-5,1 grader. Se figur 12.



Figur 12: Sommarens temperaturavvikelse från den normala, Västmanlands län. Källa: SMHI.

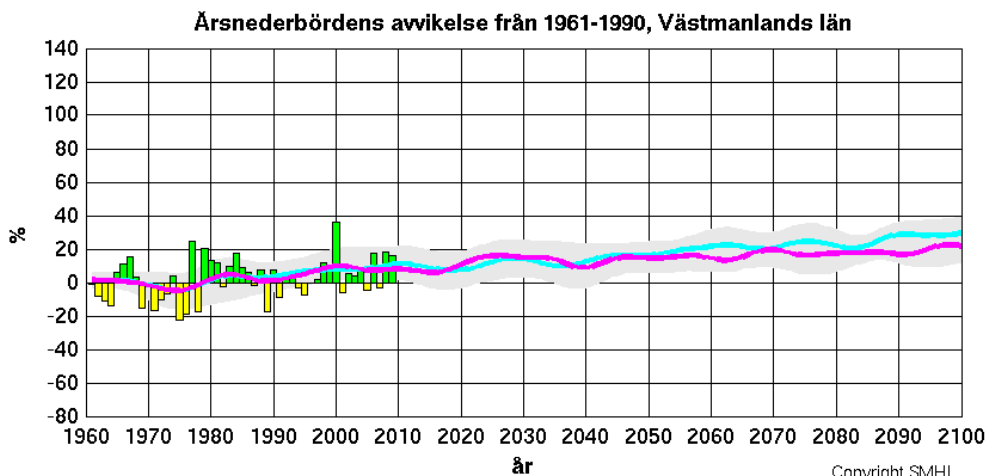
4.4.3 Nederbörd

Nederbörden i Västmanlands län, liksom för hela Sverige, förväntas att öka och då framförallt under vintern. Somrarna kommer istället att ha längre perioder av torka och värme tillsammans med korta perioder av extrema nederbördsmängder.

Följande figurer beskriver den beräknade förändringen i procent av den totala årsnederbörden för åren 1961-2100 jämfört med den normala. Staplarna visar historiska data som är framtagna från observationer där gröna staplar visar nederbördsmängder större än de normala och gula staplar nederbördsmängder mindre än de normala. Kurvorna visar löpande 10-årsmedelvärden från scenarier. Den turkosa kurvan motsvarar förändringen i den totala årsnederbörden för utsläppsscenario A2 och den rosa kurvan motsvarande för utsläppsscenario B2. Det grå fältet beskriver variationen i nederbörd mellan enskilda år (beräknat från scenarierna).

Årsnederbördens avvikelse

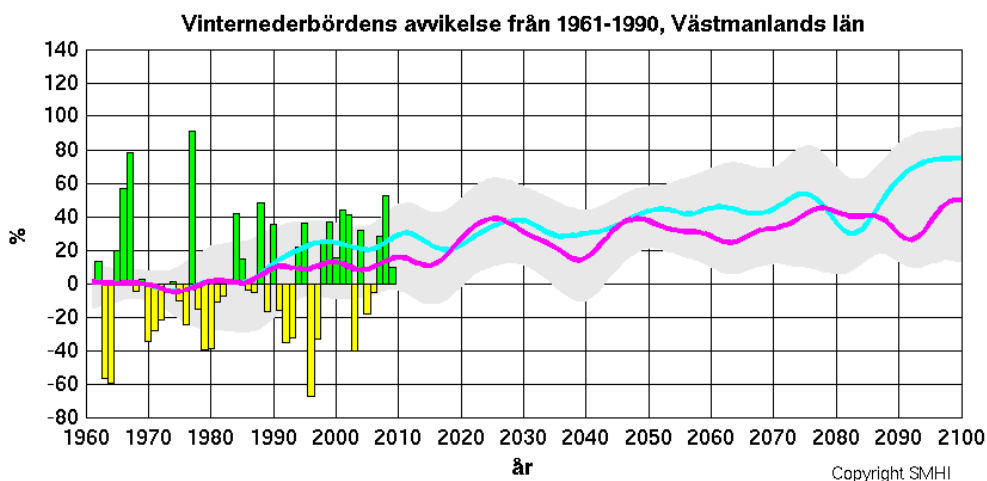
Den normala årsnederbörden för Västmanlands län är 651,6 mm. Fram till slutet av 2000-talet beräknas årsnederbörden i länet att ha ökat med 29,4 % utifrån A2-scenariet och med 21,7 % utifrån B2-scenariet, med en variationsbredd på 11,4-38,7 %. Se figur 13.



Figur 13: Årsnederbördens avvikelse i % från den normala, Västmanlands län. Källa: SMHI.

Vinternederbördens avvikelse

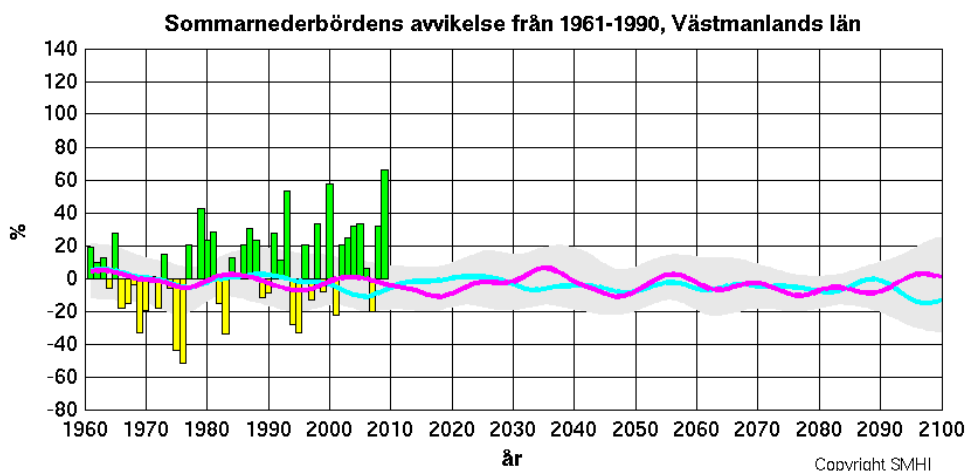
Vinterns (december året före, januari och februari) normala nederbörd i Västmanlands län är 129,1 mm. Fram till slutet av 2000-talet beräknas vinterns nederbördsmängd i länet att ha ökat med 74,8 % utifrån A2-scenariet och med 49,9 % utifrån B2-scenariet, med en variationsbredd på 12,4-93,6 %. Däremot kommer den mängd nederbörd som faller som snö att ha minskat kraftigt till 2080-talet. Se figur 14.



Figur 14: Vinternederbördens avvikelse i från den normala, Västmanlands län. Källa: SMHI.

Sommarnederbördens avvikelse

Sommarens (juni, juli och augusti) normala nederbörd i Västmanlands län är 210,6 mm. Fram till slutet av 2000-talet beräknas sommarens nederbördsmängd i länet att ha minskat med 13,6 % utifrån A2-scenariet och ökat med 0,8 % utifrån B2-scenariet, med en variationsbredd på -33,1-25,4 %. Se figur 15.



Figur 15: Sommarnederbördens avvikelse i % från den normala, Västmanlands län. Källa: SMHI.

4.4.4 Byvind, extrem nederbörd, snötäcke och islossning, sol och värme samt vegetationsperiod

Data i följande stycken är hämtade från SMHI (SMHI 2010i) och gäller för östra Svealand; zon 7. För karta, se figur 9 på sidan 22.

Byvind

Enligt SMHI (SMHI 2010j) mäts byvinden vid deras egna automatstationer med ett medelvärde under en 2-sekundersperiod. Vid Vägverkets stationer är det däremot medelvärdet under en 30-sekundersperiod. Förändringen i byvind är mycket svår att mäta och de bedömda förändringarna innehåller därför stor osäkerhet. För både scenario A2 och B2 bedöms dock den maximala byvinden öka med en till två m/s.

Extrem nederbörd

Nederbörden räknas som extrem när det sju dagar i sträck regnar mer än tio mm per dygn. Östra Svealand får räkna med en ökning på fem till tio procent av antalet dagar med extrem nederbörd fram till år 2100.

Snötäcke och islossning

Antalet dagar med snötäcke beräknas minska med 30 dagar fram till år 2010 och i slutet av seklet bedöms snötäckets varaktighet bli drygt 60 dagar kortare än normalt. Islossningen i sjöar förväntas infalla två månader tidigare än i referensperioden. Från och med år 2011 och framåt beräknas helt isfria år förekomma på en del håll i länet.

Sol och värme

Antalet soltimmar bedöms ligga kvar på samma nivå som tidigare. Antalet dagar med temperaturer över 20 grader bedöms öka för både scenario A2 och B2. Efter

år 2040 beräknas en värmebölja³ inträffa varje år. Dessutom beräknas den längsta värmeböljan bli längre, särskilt under perioden 2071-2100 i scenario A2.

Vegetationsperiod

Den period under året då det är tillräckligt varmt och fuktigt för att växterna ska växa brukar kallas vegetationsperiod. Vegetationsperioden längd är normalt mellan 180-200 dagar i länet. Den bedöms förlängas med omkring 100 dagar fram till år 2100 och den sista vårfrosten förväntas infalla 30 dagar tidigare än normalt, som är mellan 1-15 maj.

4.4.5 Klimatrelaterade företeelser

Höga flöden och översvämningar

Intensiva regnperioder, extrem nederbörd eller vårflod är de faktorer som påverkar höga flöden och som leder till översvämningar. En översvämning definieras av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) enligt följande; vattnet täcker ytor av land utöver den normala gränsen för sjö, vattendrag och hav. Klimatförändringarna i Västmanlands län kommer att leda till att måttliga översvämningar blir vanligare runt Hjälmaren och Mälaren.

Ras, skred och erosion

De klimatfaktorer som främst påverkar risken för ras, skred eller erosion är den ökade nederbörden och den lokala avrinningen. Höga flöden som sker i stora och medelstora vattendrag innebär erosionsrisk för slänter vid vattendrag. Ofta sker förekomsten av ras, skred och erosion som en kedja då ras och skred inte sällan är en konsekvens av erosionen i ett område. Länet har inte varit speciellt utsatt tidigare men benägenheten för ras, skred och erosion kommer att öka. Däremot bedöms inte Västmanlands län att ligga i farozonen för risken att drabbas av moränskred, slamströmmar och ravinutveckling i moränslänter.

Stranderosion

De något kraftigare vindarna kan komma att innebära ökade problem med stranderosion. Statens geotekniska institut (SGI) har gjort en kartläggning över var stranderosion förekommer i Sveriges kommuner och var det finns risk för det i framtiden. I Västmanlands län finns det ingen påtalad stranderosion idag, men en liten del av stranden i Mälaren i Kungsörs kommun är riskutsatt i framtiden. I bilaga 1 framgår vilka områden som är utsatta i Kungsörs kommun.

³ I Sverige definierar SMHI värmebölja som en period med maxtemperaturer över 25 grader Celsius i minst fem dagar i sträck.

5 Konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser för Västmanlands län

Vilka konsekvenser skulle det kunna bli av framtida klimatförändringar och extrema väderhändelser i länet? Samhället vi lever i är anpassat efter det klimat vi har idag och är därför mycket sårbart för klimatförändringar. Översvämningar, ras, skred och erosion påverkas av klimatet och även dessa företeelser kan skapa allvarliga konsekvenser för samhällssystem och människor. I detta kapitel berörs konsekvenser gällande följande områden: kommunikationer, tekniska försörjningssystem, bebyggelse och byggnader, areella näringar och turism, naturmiljön och miljömålen samt människors hälsa.

5.1 Kommunikationer

Följande områden tas upp: vägar, järnvägar, sjöfart, flyg, data- och telekommunikationer samt radio- och TV-distribution.

5.1.1 Vägar

Konsekvenserna för vägnäten av klimatförändringar kommer att bli betydande. Vägnätet har delats in i fyra anläggningstyper vid beaktande av klimatpåverkan och dessa är: väg (beläggning, överbyggnad, undergrund och trummor), bro, tunnel samt drift och underhåll. De klimatfaktorer som påverkar vägnäten i länet är framförallt nederbörd och isbeläggning, temperatur samt höga flöden.

Nederbörd och isbeläggning

Väganläggningar påverkas genom grundvattenbildning och avrinnig i vattendrag direkt efter regn eller genom snösmältning. Med den ökade nederbörden som klimatförändringarna för med sig ökar avrinningen i vattendragen samt grundvattennivån i marken, vilket leder till förhöjda portryck som i sin tur försämrar den naturliga släntstabiliteten vid vägarna. Detta medför ett ökat behov av underhåll för diken och andra avvattningsystem.

Nederbörd i form av snö och underkyllt regn, som bildar is på vägbanan påverkar främst vägbanans trafiksäkerhet och framkomlighet.

Temperatur

Tjäl förekomster, medel- och höga temperaturer påverkar främst vägens bärighet och varaktighet. Eftersom temperaturen förväntas bli varmare på vintern så minskar tjäldjupet vilket leder till konsekvenser för vägöverbyggnad och vägbeläggning. Beroende på om tjälen har använts som en resurs eller inte i över- och underbyggnaden så blir konsekvenserna olika. Detta kan både leda till att vägarna får minskade deformationer eller ett större underhållsbehov. Högre temperaturer kan ge en ökad spårbildning genom deformation. Generellt kan sägas att problem flyttas från tjälrelaterade skador till värme- och vattenbelastningsskador.

Höga flöden

Höga flöden som sker i stora och medelstora vattendrag innebär erosionsrisk för slänter vid vattendrag. Detta skapar i sin tur risker för skred som påverkar brostöd och broöverbyggnader. I mindre vattendrag är det framförallt intensiva regn som skapar höga flöden vilket kan innebära risker för översvämningar och bortspolning av vägar. Vägunderfarter kan också vara utsatta för en översvämningrisk vid intensivt regn.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmarén svämmer över

För kommunerna runt Mälaren kommer översvämning motsvarande 100-årsnivån innebära stora problem för kommunala vägar. I Kungsörs kommun bedömer man att en kortare sträcka av E20⁴ vid samhället Svarthäll ligger i farozonen (vägen var översvämmad en kortare tid år 1977). I Köpings kommun är det främst vägen till bostads- och fritidshusområdet Malmön som drabbas. Vägen var delvis översvämmad i samband med översvämningarna år 2000. I Västerås kommun kommer broförbindelsen till Björnön att översvämmas och Lindövägen kan vara delvis utsatt.

Vid en **dimensionerande nivå** riskerar två avsnitt av riksväg 53 att översvämmas. Områden som riskerar att isoleras när vägar och broar översvämmas är Fullerö, Tidö-Lindö samt Ängsö i Västerås kommun. Ett flertal väg- och gatuavsnitt berörs eller sätts under vatten, bl.a. Hamngatan i centrala Västerås och Kungsängsgatan. Såväl Östra som Västra hamnen påverkas i betydande omfattning.

5.1.2 Järnvägar

Järnvägsnätet påverkas av klimatet på ett liknande sätt som för vägar. Större nederbördsmängder kan innebära översvämningar och genomspolning av bankonstruktioner vilket skapar en ökad risk för ras och skred. Ökade högre flöden skapar en större erosionsrisk vid brostöd och anslutande bankar. Vid högre temperaturer på sommaren finns en ökad risk för att solkurvor uppstår på spåren och på vintern medför den ökade temperaturen mindre risk för rälsbrott.

Eftersom järnvägsdriften är extremt elberoende bedöms störningstoleransen vara låg redan innan extrema väderhändelser har lagts in i bedömningen. Frekventare förekomst av åska kan leda till fler strömvabrott. Kraftiga vindar och ökade risker för stormfällning av skog kan också ge konsekvenser för kraftmatningen samt för framkomligheten.

⁴ Bilaga 2: Översiktskarta över vägnätet i Västmanlands län.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaren svämmer över

Vid en **100-årsnivå** skulle konsekvenserna vid översvämningar påverka järnvägsnätet vid Mälaren genom tågstopp i Köping och Västerås samt genom ett antal hasighetsnedsättningar. Vid Hjälmaren finns en järnvägssträcka där man eventuellt måste sänka hastigheten.

Vid en **dimensionerande nivå** förväntas inga ytterligare konsekvenser.

5.1.3 Sjöfart

Mälaren har en lång tradition av trafik med båtar och de dominerande hamnarna i länet är Köping och Västerås. Sjöfarten på Hjälmaren består i huvudsak av fritidsbåtstrafik. Sjöfarten bedöms inte påverkas nämnvärt av de klimatförändringar som förväntas för länet. För de hamnar som finns i Mälaren och Hjälmaren blir påverkan snarare positiv då ett högre vattenstånd ökar säkerhetsmarginalerna för fartygen samt att förekomsten av is kommer att minska.

Konsekvenser om Mälaren svämmer över

Vid en **100-årsnivå** kommer sjöfarten på Mälaren, efter den uppgradering av slussen i Södertälje som delvis inletts, att klara det med ett par decimeters marginal. Hamnarna runt Mälaren skulle i huvudsak klara av ett vattenstånd motsvarande en hundraårsnivå utan störningar i verksamheten.

Vid en **dimensionerande nivå** kan däremot ingen sjöfart bedrivas på Mälaren.

Konsekvenser vid ett lågt vattenstånd i Mälaren och Hjälmaren (SOU 2006)

Flera verksamheter kring Mälaren är även känsliga för låga vattenstånd. Yrkessjöfarten i Mälaren är starkt beroende av ett tillräckligt djup i farlederna för att det inte ska bli några inskränkningar. Om låga vattenstånd tidvis slår ut sjöfarten leder detta till problem för ett antal verksamheter. Flera energiförsörjningsanläggningar runt Mälaren är starkt beroende av sjötransporter. Ska lastförmågan för ett normalfartyg på Mälaren om ca 3 500 ton ersättas med lastbil, så behövs det ca 140 fordon i denna ersättningstrafik.

Sjöfartsverket har bedömt att en generell sänkning av Mälarens vattenstånd med två decimeter beräknas kräva muddring motsvarande 5,2 miljoner kubikmeter. Muddring i denna omfattning kan ge stor miljöpåverkan i den känsliga recipient som Mälaren utgör. En sänkning av vattenståndet med en till två decimeter kräver dessutom omfattande stabiliseringsarbeten för kajerna i Köping och Västerås. Hur stora muddringar som kan bli nödvändiga för att säkerställa sjöfarten i framtiden beror, förutom på eventuella förändringar i Mälarens reglering, av hur klimatet kommer att ändras och hur frekventa och långvariga de lägsta vattenstånden blir. Hamnar och bryggor för Mälartrafiken och för fritidsbåtar kan också bli svåra att angöra.

I Hjälmaren väntas högre nederbörd totalt under året i avrinningsområdet leda till att de idag förekommande lägsta vattennivåerna inte kommer att inträffa i framtiden. Den begränsade kommersiella sjötrafiken på Hjälmaren kommer därför snarast att få förbättrade villkor.

5.1.4 Flyg

Känsliga klimat- och väderfaktorer för flygsektorn är häftiga snöfall, kraftig nederbörd, höga flöden, isbeläggning, mycket kraftig sidovind, dimma, tjäle samt åska. Främst är det flygfältens bärighet som påverkas genom minskat tjäldjup.

Mest utsatt i länet för att drabbas vid en översvämning är Västerås flygplats. Denna ligger ca 200 m från Hässlösundet med en höjdskillnad på 1,6 m. Om den utsätts för vattennivåer som vid en **100-årsnivå** så uppnås en kritisk gräns. Flygtrafiken begränsas vid en **dimensionerande nivå** eftersom delar av landningsbanan och trafikledningssystemet berörs. Dagvattensystemen är redan i dagsläget ansträngda.

5.1.5 Data- och telekommunikationer

När det gäller data- och telekommunikationer är det främst det fasta nätets luftledningar och de mobila nätens master som bedöms som känsliga för klimatfaktorer. De klimatfaktorer som spelar störst roll är kraftiga vindar, nedisning, åska, kraftig nederbörd samt höga flöden som orsakar översvämning. Sårbarheten bedöms dock minska då utvecklingen nu går mot att luftledningar byts ut till fördel för radiolösningar och nedgrävda kablar. Även om markförläggning av elkablar pågår förväntas luftburna ledningar finnas kvar i länet i 20-25 år varför vissa störningar i elnäten kommer att finnas även längre fram i tiden. En annan stor sårbarhetsfaktor är systemens beroende av el, vilket gör dem lika utsatta för risk som andra försörjningssystem.

5.1.6 Radio- och TV-distribution

Radio- och TV-distributionen bedöms inte påverkas i någon väsentlig grad förutom att utsändningar av radio och TV är beroende av elektricitet. Radio- och TV-distributionen har därför samma känslighet som data- och telekommunikationer.

5.2 Tekniska försörjningssystem

Följande områden tas upp: elsystem och kraftpotentialer, dammar, värme- och kylbehov, fjärrvärme, fjärrkyla samt dricksvattenförsörjning.

5.2.1 Elsystem och kraftpotentialer

Elproduktionen i Sverige idag domineras av vattenkraft i norr och kärnkraft i söder. Värme kraften eldad med fossil- och biobränslen utgör ca 5-10 % av den totala produktionen i landet och den förnybara andelen ökar successivt. Vindkraftsproduktionen är fortfarande på en låg nivå men ökar hela tiden. Den nordiska elmarknaden och elutbytet med grannländerna har blivit en förutsättning för Sveriges elförsörjning. Stora sammanbyggda system ger fördelar genom användning av varandras produktionsapparat, men samtidigt minskar reservkapaciteten vilket kan innebära problem vid effekt- och energibrist. Elanvändningen från Dalarna och söderut utgör 80 % av den totala användningen och därför sker en betydande överföring av elkraft från norr till söder.

Generellt går att säga att klimatförändringarna skapar mycket goda förutsättningar för en successivt ökad vattenkraftproduktion då nederbörden förväntas öka, men även för en något ökad vindkraftproduktion. Kärnkraften förväntas spela en stor roll även i framtidens elförsörjning men kan påverkas negativt av de bedömda klimatförändringarna. Kärnkraften påverkas till stor del av vilken vattentemperatur det är i havet eftersom en högre kylvattentemperatur ger en lägre verkningsgrad i anläggningarna.

De klimatfaktorer som påverkar elsystemen i länet är åska, snö, isbildning samt storm. Elnätets svaga sida är främst de luftburna ledningarnas sårbarhet inför stormfällningar eller nedisning, men det kan motverkas med en ökad andel nedgrävda kablar. Stolphaveri inom stamnätet på grund av extremt hög vind har inträffat vid fyra tillfällen i Sverige mellan åren 1969-2006. Västmanlands län var ett de drabbade länen och det var år 1995. Annars är det främst lokalnäten som är känsliga för kraftiga vindar.

5.2.2 Dammar

Dammarnas sårbarhet beror till stor del på hur de förväntade 100-årsflödena blir och vilken riskklassificering olika dammar har. Extrema flöden är den klart viktigaste klimatfaktorn när det gäller dammsäkerhet. Sannolikheten för dammbrott i Västmanlands län bedöms dock som låg. Det är inte bara länets dammar som kan vara en riskfaktor för oss, skulle till exempel ett dammbrott ske i Dalarna längs Dalälven kan det få konsekvenser även här.

5.2.3 Värme- och kylbehov

Ökade temperaturer kommer att innebära ett minskat värmebehov under vintern, men ett ökat behov av kylanläggningar under sommaren. Energianvändningen minskar totalt på grund av detta. Det finns även problem som kan uppstå med ett mindre uppvärmningsbehov och ett exempel är att det kan uppstå lagringsproblem av avfall vid de anläggningar som använder avfall som bränsle.

En annan aspekt som kan nämnas är att framtida byggnaders beskaffenhet, dvs. isolering, fönstertyp, fönsterplacering och fönstertytor, ventilation, kylsystem, uppvärmningssystem, solavskärmning m.m., förmodligen kommer att bli effektivare utformade och få energisnålare lösningar.

5.2.4 Fjärrvärme

Enligt Energimarknadsinspektionen utgör fjärrvärmen idag till volymen den dominerande uppvärmningsformen i Sverige för flerbostadshus i 234 av landets 290 kommuner (EI 2010). Totalt utgör fjärrvärmemarknaden omkring hälften av värmemarknaden för bostäder och lokaler i hela landet. I Västerås kommun försöks 96 % av bostäder och lokaler med fjärrvärme (Mälarenergi 2010).

Fjärrvärmedistributionen är framförallt känslig mot kraftiga nederbörds mängder, översvämningar samt höga grundvattennivåer. Ökad nederbörd med höjda grundvattennivåer och översvämningar som följd innebär en ökad risk för markförskjutningar, vilket allvarligt kan skada fjärrvärmenäten.

Fjärrvärmesystemen bedöms dock kunna anpassas successivt till ett förändrat klimat och påverkas därför inte i någon större utsträckning.

Fjärrvärmeproduktionen är likväl helt beroende av tillgång till bränsle, vilket i sin tur kräver att logistiken fungerar och kan därför indirekt drabbas av andra klimatfaktorer.

5.2.5 Fjärrkyla

Enligt Mälarenergi var Västerås först ut i Sverige år 1992 med att erbjuda fjärrkyla. Med i princip samma teknik som för fjärrvärme levereras fjärrkyla till flera större fastigheter i Västerås. I huvudsak används fjärrkyla till att skapa ett behagligt inomhusklimat på kontor och arbetsplatser samt i varuhus och i offentliga lokaler.

5.2.6 Dricksvattenförsörjning

Hälften av Sveriges kommunala vattenförsörjning kommer från ytvatten (sjöar och rinnande vattendrag) och den andra hälften kommer från grundvatten. Tack vare att råvattnet från våra vattentäkter är av så pass god kvalitet redan från början så har vi en relativt enkel reningsteknik, men i många fall räcker den sannolikt inte till i ett förändrat klimat.

Risken för avbrott och förorening av dricksvattnet stiger med ökade risker för översvämningar, ras och skred. Översvämningar och extrem nederbörd har hittills varit det största hotet mot vattentäkter som då förorenas. Med högre temperaturer, ökad avrinning samt längre tider med isfria sjöar och vattendrag på många håll, kommer problem med såväl övergödning som humushalter att tillta. Redan i dag ökar till exempel humushalter och algbloomingar i många vattentäkter och vattenverken får ständigt tillsätta mer och mer flockningsmedel för att komma tillrätta med ett alltmer brun/humusfärgat vatten.

Förutom dagens hotbilder kommer många svenska vatten successivt att få en ändrad kemi/biologi och kvaliteten på råvattnet kommer sannolikt att försämrats. Mälaren försörjer idag runt två miljoner människor med dricksvatten (Norrvatten 2010). I området kring Mälaren och Hjälmaran finns ett mycket stort antal potentiella föroreningskällor. Olja är mycket svårt att hantera och vissa luktstörande ämnen kan också vara svåra att hantera för de biologiska processerna. De vattenverk som använder åsar som naturliga reningsverk skulle mer eller mindre bli helt utslagna om man drabbas av starkt förorenat vatten. (SOU 2006)

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaran svämmer över

Vid en översvämning, motsvarande en **100-årsnivå** skulle vattenförsörjningen kunna drabbas av en ökad halt av organiska ämnen. Förmågan att med nuvarande fällningsprocess reducera ökande halter organiskt material är begränsad. Humus kan agera som transportör av kemiska föroreningar såsom miljögifter samt inverka negativt på vattenverkens desinfektionsprocesser. Detta kan öka risken för att hälsofarliga mikroorganismer kan passera över till dricksvattnet. Orenat avloppsvatten innebär också komplikationer för vattenverken.

Sannolikt klarar verken att leverera vatten som kan användas. Vattnet kan dock ha estetiska anmärkningar eller så måste det beläggas med vissa restriktioner t.ex. kokning.

5.3 Bebyggelse och byggnader

Följande områden tas upp: konsekvenser för strandnära bebyggelse samt byggnadskonstruktioner.

5.3.1 Konsekvenser för strandnära bebyggelse

Att bebyggelsen kryper närmare vattendrag och sjöar är ett generellt problem. Det största hotet i framtiden mot bebyggelse och byggnader som ligger i strandnära områden är översvämningar till följd av höga flöden. I riskzonen för att drabbas av översvämning är främst bebyggelse som ligger uppemot fem höjdmeter över normal vattennivå från karterad strandlinje. I Västmanlands län finns det många bostäder som ligger på denna nivå.

Övrig påverkan efter en eventuell översvämning, utöver den direkta påverkan på själva bebyggelsen, kan vara att skicket av marken leder till sättningar, ras, skred etc. som i sin tur kan skada bebyggelsen. Även om själva fastigheten klarar sig kan en översvämmad industritomt leda till att anslutningar till fastigheterna försvåras eller helt förhindras och det kan få negativa konsekvenser för verksamheten. En eventuell översvämning skulle även leda till att avlopp och dagvattenbrunnar översvämmas, vilket resulterar i ytterligare skador på fastigheter, mark och infrastruktur.(SOU 2006)

I **bilagorna 3-20** visas översvämningskarteringar för de delar av följande vattendrag som berör länet: Arbogaån, Dalälven, Hedströmmen, Kolbäcksån, Mälaren och Svartån.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaren svämmer över

Vid en **100-årsnivå** uppstår betydande skador på bostäder, kontor och service i flera städer och andra samhällen runt Mälaren och i något mindre utsträckning kring Hjälmaren. Även hus på landsbygden drabbas. I Arboga kommun kan en del bebyggelse få problem. I Hallstahammars kommun drabbas enligt kommunens egna bedömningar ca fem bostadshus samt ett rökeri. Även i Kungsör bedömer kommunen att bara begränsade skador uppstår och det gäller framförallt en del äldre fritidshus öster om Kungsör. I Köpings kommun kan ett antal fastigheter på Malmön drabbas, likaså industriområdet vid hamnen, främst söder om Köpingsån. I Västerås kommun kommer enligt kommunens egen bedömning sammanlagt ca 500 fastigheter att drabbas, i vilken omfattning är dock oklart.

Vid en **dimensionerande nivå** ökar skadorna på bostäder och fritidshus ytterligare. Arboga kommun förutser dock inga problem med översvämningar i Hjälmaren, men däremot menar man att en översvämning av Arbogaån skulle ge betydande skador för ett antal fastigheter. Industriområdet nordost om Arbogaån riskerar dessutom att bli helt isolerat, då inga vägar kommer att vara framkomliga vid ett dimensionerande flöde.

I Köpings kommun bedömer man att många fastigheter och bostadshus kommer att drabbas och främst är det bostadsområdet Malmön som riskerar att bli helt isolerat, då inga vägar kommer att vara framkomliga. Om Köpingsån svämmas över kan industriområdena sydväst och nordost om ån bli drabbade. Ett särskilt problem i det området är att marken under byggnaderna, byggnadernas undergrund, ofta består av lera och att sättningar redan skett. Dessa kan förvärras och nya sättningar kan ske vid en översvämning. I Kungsörs kommun bedömer man att betydande problem kan uppstå för fastigheter och för anläggningar av olika slag främst utefter Arbogaåns södra sida i de lägst liggande områdena, men några närmare analyser har inte gjorts. I Västerås kommun bedömer man att ett stort antal fastigheter kommer drabbas, bl.a. upp till 800⁵ lägenheter i ett nybyggt område vid Östra hamnen. Dessutom kan det antas att Svartåns vattenföring samtidigt ökar, vilket kan komma att påverka fler områden i stadens centrala delar. Ytterligare drabbas Arosbygden med dess hamnanläggning, silo, försäljnings-, lager-, kontors- och servicelokaler.

Drabbade byggytor vid 100-årsflöde respektive dimensionerande flöde

I tabell 1 och 2 visas hur stora byggytor (den yta på tomten som är bebyggd dvs. byggnadernas yttermått) som riskerar att ställas helt eller delvis under vatten runt Mälaren respektive Hjälmararen vid en 100-årsnivå respektive en dimensionerande nivå. Siffrorna gäller för berörda kommuner i Västmanlands län, men totalsumman gäller för *alla* kommuner runt respektive sjö.

Tabell 1: Drabbade byggytor runt Mälaren. Källa: SOU 2006:94, s.330.

Kommun	100-årsnivå (1,30 m RH00) Bostad yta m²	100-årsnivå (1,30 m RH00) Övrig yta m²	Dimensionerande (2,33 m RH00) Bostad yta m²	Dimensionerande (2,33 m RH00) Övrig yta m²
Hallstahammar	1500	500	1500	1000
Kungsör	3000	7500	6000	16 500
Köping	7000	78 000	16 500	160 000
Västerås	76 500	96 000	155 500	218 000
Mälaren totalt	360 000	482 000	733 000	892 000

⁵ Gäller år 2007, utbyggnad pågår fortfarande.

Tabell 2: Drabbade byggytor runt Hjälmaren. Källa: SOU 2006:94, s.330.

Kommun	100-årsnivå 22,90 m RH00 Bostad yta m²	100-årsnivå 22,90 m RH00 Övrig yta m²	Dimensionerande 23,70 m RH00 Bostad yta m²	Dimensionerande 23,70 m RH00 Övrig yta m²
Arboga	15 000	16 000	30 000	32 000
Hjälmaren totalt	97 500	105 000	275 000	347 500

Ytterligare förekommande hot mot strandnära bebyggelse är ras, skred och erosion samt stranderosion. Konsekvenserna för byggnader om ett ras eller skred sker kan bli stora. Förutom stora kostnader för förstörda byggnader så finns det även en risk för personskador eller dödsfall. Likaså kan stranderosion skapa problem för bebyggelse och infrastruktur.

5.3.2 Dagvattensystem och bräddning av avloppsvatten

I framtiden kan avloppssystemen bli kraftigt belastade på grund av ökade regnmängder. Dessutom spelar omfördelningen av regn till höst, vinter och vår in eftersom avdunstningen är lägre då och marken är vattenmättad. Överbelastade ledningar kan bli ett resultat vid extrema skyfall och då ökar risken för bakåströmmande vatten med källaröversvämningar som följd. Även bräddning av avloppsvatten med åtföljande hälsorisker kommer att bli ett ökande problem. Vid bräddning rinner utspätt avloppsvatten ut direkt i vattendragen.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaren svämjar över

Avloppsreningsverken runt Mälaren skulle vid en **100-årsnivå** behöva hantera mycket kraftiga flöden, med sämre rening och ökade driftskostnader som följd. Problemen som skulle uppstå för Hallstahammar och Västerås skulle bli antingen i själva avloppsreningsverken eller i näten.

Vid en **dimensionerande nivå** av Mälaren eller Hjälmaren skulle avloppsverkens rening kraftigt försämrats och samtliga avloppsreningsverk skulle drabbas av kraftig bräddning av avloppsvatten. I Köping riskerar bostadsområdet Malmöns avlopp att helt slås ut.

5.3.3 Byggnadskonstruktioner

Vädret påverkar alla konstruktioner på sikt. Oftast sker det genom en långsam påverkan med svag styrka men ibland sker det med en kort påverkan med kraftig styrka när byggnadskonstruktioner utsätts för extremväder. Med en ökad nederbörd och risk för översvämmade källare kommer risken för fukt- och mögelskador att bli större. Mer nederbörd, högre temperatur, frostsprängning, vittring och korrosion nöter på det yttre materialet vilket leder till att underhållningsbehovet ökar. Ökad fuktbelastning leder till snabbare nedbrytning

av utvändiga material, fuktskador och ökade risker med fukt i grunder och på vindar. Västmanlands län har många byggnader som har ett kulturmiljövärde. I denna typ av byggnader som ofta helt eller delvis står ouppvärmda, som till exempel kyrkor och slott, kan riskerna med fukt och röta ge upphov till oersättliga skador även på inventarierna. För höga snölaster kan orsaka att tak rasar in.

5.4 Areella näringar och turism

Följande områden tas upp: jordbruket och djurens hälsa, skogsbruket, fiskerinäringen, turism och friluftsliv.

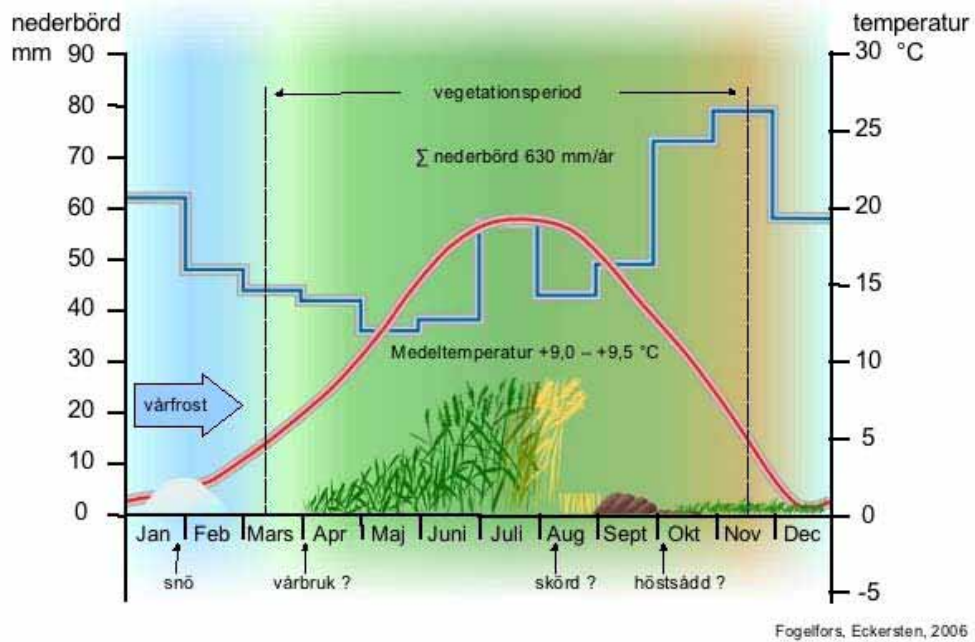
5.4.1 Jordbruket och djurens hälsa

Enligt Jordbruksverket kommer mat- och foderproduktionen att i huvudsak påverkas gynnsamt av det förändrade klimatet de närmsta 25 åren (SJV 2007). Längre växtsäsonger kommer att ge ökade skördar och möjlighet till nya grödor. Skörden kommer att tidigareläggas vilket innebär att perioden för höstbruk och höstsådd ökar. Samtidigt kan det bli större bakslag på grund av mer extremt väder, fler skadegörare samt ökad risk för näringsläckage. Med en ökad förekomst av skadegörare och ogräs kommer skördebortfallet att bli större, med en trolig följd att användningen av bekämpningsmedel ökar om inga andra åtgärder vidtas. Redan idag är det många klimatfaktorer som påverkar växtodlingen negativt och med förändrade nederbördsmonster uppstår dessutom nya behov av bevattning och dränering.

I figur 16 redovisas ett schematiskt exempel på hur klimatförändringar i östra Mälardalen kan slå igenom i ett 100-årsperspektiv, jämfört med figur 17 som visar normalperioden 1961-90. Utifrån de förväntade scenarierna har temperaturkurvan (röd linje) och nederbördskurvan (blå linje) flyttats uppåt. Nederbörden har även omfördelats så att den minskar under sommaren och ökar under vintern. På så sätt blir effekten en förlängd vegetationsperiod med ca en månad på våren och en månad på hösten.

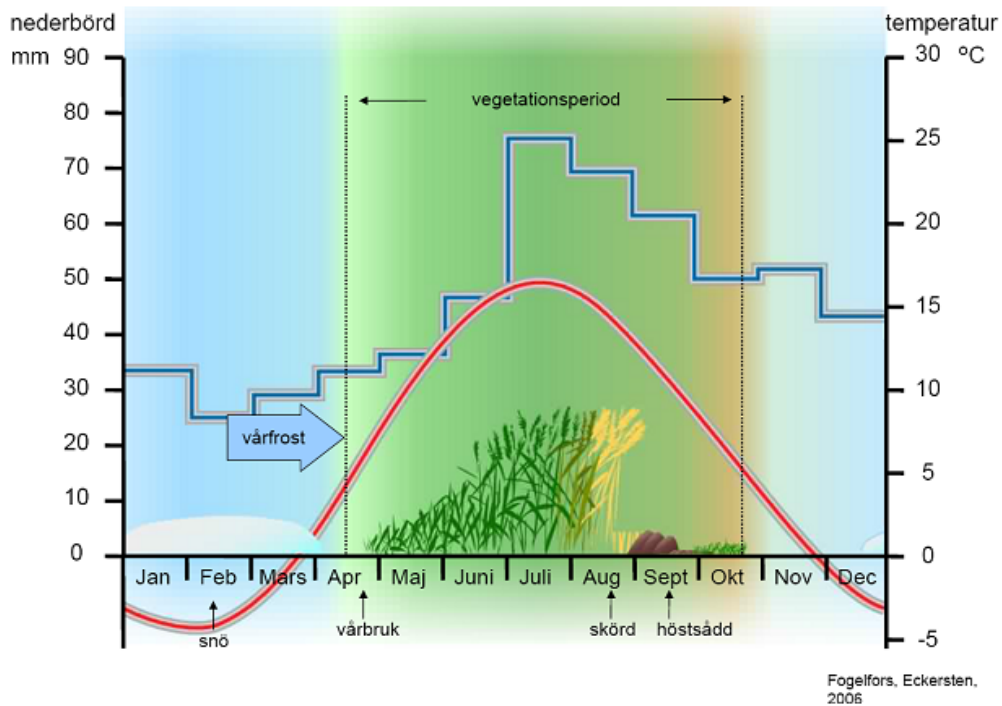
Som det framgår av figurerna blir det kortare och mildare vintrar, vilket leder till att övervintringen gynnas genom att risken för köldskador minskar. Samtidigt missgynnas övervintringen av att den ökade temperaturen ökar respirationen som i sin tur kan utarma växten och öka dess känslighet. Grödorna kan även skadas av isbrännor när ett ökat nettoinflöde av markvatten tillsammans med varma perioder under snöperioden kan leda till en ökad förekomst av vattensamlingar som fryser till. Dessutom finns det risk för rötangrepp av *Fusarium* vid snötäcke utan tjäle. Eftersom det kan bli fler extrema vädersituationer, t.ex. fler kraftiga regn, finns det risk för mera liggsäd och andra problem förknippade med regnig väderlek. (Fogelfors m fl.2009)

Östra Mälardalen år 2085



Figur 16: Exempel på verkningarna av klimatförändringen år 2085 (genomsnitt för perioden 2071-2100). Källa: Fogelfors och Eckersten 2006, se Fogelfors m fl. 2009.

Östra Mälardalen 1961-1990



Figur 17: Normalperioden 1961-90. Källa: Fogelfors och Eckersten 2006, se Fogelfors m fl. 2009.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaren svämmer över

Bedömda konsekvenser för lantbruk runt hela Hjälmaren vid en **100-årsnivå** blir att ca 4 000 ha ställs under vatten om befintliga skyddsvallar inte håller. För Mälarens del rör det sig om knappt 1 800 ha. Utöver detta kommer sannolikt ansemliga arealer betesmark även hamna under vatten. Dessutom kommer de invallningar som idag existerar till stor del kommer att förstöras redan vid en **100-årsnivå**. Avbrott i elförsörjningen och oframkomliga vägar kan leda till ytterligare problem.

Konsekvenser för lantbruk vid en **dimensionerande nivå** ökar den areal som ställs under vatten till ca 11 000 ha för totalt runt Hjälmaren och drygt 5 000 ha runt Mälaren under förutsättning att skyddsvallarna inte håller. På dessa arealer kan man räkna med stora skördebortfall i samband med översvämningen. Andra konsekvenser för lantbruksnäringen kring sjöarna är skador på vägar, dränering och skyddsvallar. Dessa skador bedöms bli stora med följd effekter för transporter, djurbesättningar och lager. Flertalet skyddsvallar bedöms brista.

Djurens hälsa

En förutsättning för att behålla den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet är betande djur. Växtodling är ekonomiskt viktigare än djurproduktion i länet, men för de lantbruk som har både och, är djurproduktion i princip lika viktig.

De klimatfaktorer som i framtiden kan påverka djurproduktionen är främst den ökade temperaturen. Det kan skapa problem för grisar och fjäderfän som är särskilt känsliga för otillfredsställande ventilation eftersom de inte kan svettas. Vid temperaturer på 30°C utsätts de för värmestress. Ett annat hot är översvämning och bräddning av avloppsvatten eftersom det kan leda till att djuren får i sig förorenat dricksvatten eller att betesmarken förorenas.

I jämförelse med omvärlden är hälsoläget hos svenska djur mycket gott. Svenska animalieprodukter är i praktiken helt fria från salmonella och svåra sjukdomar, som svinpest eller mul- och klövsjuka, har inte påvisats i landet på flera decennier. Klimatförändringen kommer sannolikt att medföra nya sjukdomar hos djuren. Smittämnen och vektorburna sjukdomar, som blåtunga, West Nile-feber och borrelia, befaras etablera sig. Zoonoser, sjukdomar eller smittämnen som på ett naturligt sätt kan spridas mellan djur och människor, riskerar att öka.

I tabell 3 visas den sammanfattande klimatrisk - konsekvensbedömning för infektionssjukdomar i Sverige hos djur. Färgerna visar riskbenägenheten för hur snabb smittspridningen kommer att vara för de olika sjukdomarna om de förväntade klimatförändringarna kommer att ske. Y-axeln visar hur stark kopplingen till klimatet är och X-axeln visar hur stora konsekvenserna kommer att bli för hälsoläget hos djur i Sverige. Inf= infektion och sjd=sjukdom.

Tabell 3: Sammanfattning klimatrisk – konsekvensbedömning för infektionssjukdomar i Sverige hos djur. Riskbedömningen bygger dels på hur starkt sambandet är mellan sjukdomsriskökning och en klimatförändring i Sverige och dels på hur viktig sjukdomen är, dvs. dess konsekvens för hälsoläget. Källa: SOU 2007:60, bilaga B34, s. 23.

Exempel på hur tabell 3 ska läsas: Den malarialiknande sjukdomen Babesios, längst upp i tabellen, som sprids via fästingar har ett mycket starkt samband med den förväntade klimatförändringen, blir det varmare kommer den att spridas snabbare. Det är också en hög risk att denna typ av sjukdom kommer att spridas och konsekvenserna av den kommer att bli allvarliga. Fågelinfluensan, längst ner i tabellen, har däremot ett väldigt svagt samband med klimatförändringarna och det är mycket låg risk att en spridning av denna sjukdom kommer att ske och om en spridning sker så kommer konsekvenserna förmodligen bli begränsade.

Klimatkoppling i Sverige	Mycket starkt samband 5	Borreliainfektion – fästing	Algtoxin – vatten Anaplasmos – fästing, febersjukdom	Babesios – fästing			
		Starkt samband 4		Cryptosporidium-infektion – foder/vatten, diarrésjukdom Foderbotulism – andningsförämning	Campylobacter-infektion – foder/vatten, diarrésjukdom	Bluetongue – svidknott, dödlig sjukdom Visceral leishmaniasis* – mygga, febersjukdom	
	Medelstarkt samband 3		Leptospirainfektion – gnagare, febersjukdom	VTEC – foder/vatten/bete, ger smittbärare	West Nile-feber* – mygga, febersjukdom, neurologiska symtom		
		Svagt samband 2	Mjältbrand – bete/inandning/foder, dödlig akut febersjukdom	Harpest – mygga, dödlig sjukdom, bölder Giardiasinfektion – foder/vatten/kontakt-smitta, diarrésjukdom Listeriainfektion – jord/bete, missfall, neurologiska symtom	Salmonella-infektion – foder/vatten, ger smittbärare Frasbrand – bete, akut dödlig febersjukdom		
	Mycket svagt samband 1			Fågelinfluensa – kontaktsmitta, dödlig febersjukdom Stelkramp – jord, dödlig särinfektion	Paratuberkolos – betesmark/gödsel, dödlig tarmsjukdom Nötkreaturstbc – inandning/bete, dödlig lungsjukdom Usutu virus – mygga, inre organ förstörs, död	EEE/WEE/VEE* – mygga, dödlig hjärn-inflammation Rift Valleyfeber* – mygga/luftburen, blödarfeber Afrikansk hästpest* – svidknott, dödlig febersjukdom	
		1 Mycket begränsade	2 Begränsade	3 Allvarliga	4 Mycket allvarliga	5 Katastrofala	
Konsekvenser för hälsoläget i Sverige							

* Stark klimatkoppling utomlands

Risk vid klimatförändring:

- Mycket Hög Risk
- Hög Risk
- Medelhög Risk
- Låg Risk
- Mycket Låg Risk

5.4.2 Skogsbruket

Stora omställningar i skogen och skogsbruket väntas när klimatet ger förändrade förutsättningar. En mycket längre vegetationsperiod ger en ökad tillväxt med större virkesproduktion och nya trädslag kan introduceras. Samtidigt gynnas även skadeinsekter och svampar som kan angripa träden. Andra hot är stormvindar, tung blötsnö, riklig nederbörd, översvämningar, ringa tjälbildning, betande djur samt tidigare tjällossning.

En ökad tillväxt med högre träd och större barrmassa ökar risken för stormfällning och där är gran mest stormkänsligt, följt av tall. Tillväxten kommer att begränsas något under sommaren som förväntas bli torrare. Mest drabbade blir gran och lövträd med hög barr/bladmassa som är känsligare för torka, medan tall och ek är tåligare. Minskad tjäle försvårar framkomligheten i markerna och på skogsbilvägar och påverkar därmed virkesflödet till skogsindustrin. Ökad nederbörd i kombination med minskad tjäle medför en ökad risk för körskador. Detta i sin tur kan ha en negativ påverkan på den biologiska mångfalden genom att sediment, organiskt material, kvicksilver och stora näringsämnen transporteras ut i avrinnande vatten.

När det gäller översvämningar i skogsmarker (SOU 2006):

Normalt klarar skog att översvämmas under någon vecka utan någon märkbar effekt. För skogens del är två faktorer avgörande, under vilken del av säsongen som översvämningen inträffar och hur långvarig den blir. Det är värre om den inträffar under vegetationsperioden än sent på hösten eller vintern och det är sämre om den inträffar under en varm och torr del av vegetationsperioden än under en fuktig och kall.

Erfarenheter ifrån verkliga översvämningar är att gran dör tidigare än löv och tall. Sker översvämningen under vegetationsperioden och kvarstår i några veckor, kan man anta att skadeeffekten på rötterna och därmed på tillväxten blir betydande. Kvarstår översvämningen under flera månader kommer skogen att skadas allvarligt eller dö.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaren svämmer över

Vid en **100-årsnivå** bedöms totalt ca 2 000 ha påverkas runt Mälaren och ca 4 000 ha runt Hjälmaren och skadorna blir sannolikt begränsade.

Vid en **dimensionerande nivå** kan man anta att åtminstone den mark som ligger under 100-årsnivån kommer att ligga under vatten så länge att skogen dör. Arealerna ökar till drygt 4 000 ha runt Mälaren och drygt 7 000 ha runt Hjälmaren.

5.4.3 Fiskerinäringen

Ett varmare klimat medför stora förändringar av fisket och ekosystemen där varmvattenarter kommer att ersätta kallvattenarter i insjöar. Nya arter kommer successivt att kolonisera våra vatten vilket allvarligt kan störa ekosystemen.

Konsekvenser om Mälaren och Hjälmaren svämmar över

Redan vid en **100-årsnivå** kommer fisket att påverkas och vid en **dimensionerande nivå** riskerar fisket sannolikt att drabbas av ett långvarigt uppehåll på flera månader. Fiskbestånden och fisket kan också komma att påverkas genom ett ökat läckage av ämnen och föroreningar av olika slag. Till stora delar kan även fiskets infrastruktur komma att slås ut.

5.4.4 Turism och friluftsliv

Många omvärldsfaktorer påverkar våra val när det gäller turism och friluftsliv. Turistnäringen och friluftslivet är i varierande grad väder- och klimatberoende, särskilt utomhusaktiviteter. Förändrad natur och förekomsten av obehagliga djur, som t.ex. fästingar och myggor, kan påverka friluftslivet negativt.

Vinterturism och friluftsliv kommer att möta successivt snöfattigare vintrar. Klimatförändringarna kommer att drabba längdskidåkning eftersom anpassningsåtgärder i form av konstsnötillverkning inte i lika hög grad är möjlig som för alpin skidåkning.

När sommarsäsongen förlängs i och med ett varmare klimat, så förbättras villkoren för sommaraktiviteter som bad, camping, vandring och golf. Varmare somrar med högre badtemperaturer ger troligtvis en ökad tillströmning till länet av turister eftersom Medelhavsområdet kommer att få ett mer ökenliknande klimat. Förutsättningarna är att vattenkvaliteten inte försämras.

5.5 Naturmiljön och miljömålen

Följande områden tas upp: biologisk mångfald, ekosystemtjänster, sötvattenmiljön, föroreningsspridning samt miljömålen.

5.5.1 Biologisk mångfald

Biologisk mångfald bygger upp jordens ekosystem. Konventionen för biologisk mångfald (CBD) definierar biologisk mångfald som mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem. Klimatförhållanden bestämmer i stor utsträckning om en art kan leva i ett område, både genom direkta effekter på arterna och genom effekter på de ekosystem de lever i.

Under det senaste århundradet har förändringar i klimatet redan satt sina spår, men det är människan och hennes nyttjande av marker och naturresurser som hittills har haft den största inverkan på den biologiska mångfalden. Över hela jorden har det blivit effekter på växters och djurs reproduktion, växtsäsongens längd, fördelning och storlek hos populationer samt utbrott och förekomst av skadeorganismer och sjukdomar.

Enligt IPCC kommer klimatförändringarna att vara den vanligaste orsaken till arters utdöende i slutet av detta århundrade (IPCC 2007). Många arter kommer att dö ut som en följd av den snabba förflyttningen av vegetationszonerna som ger ändrade förhållanden i ekosystemen. Detta gäller främst arter som inte kan anpassa sig, som är konkurrenssvaga, svårspredda med nuvarande markanvändning, eller som saknar områden att flytta till. Det är därför av stor vikt att det finns goda spridningsmöjligheter för arter för att kunna anpassa sig till ett förändrat klimat. Dessutom tillkommer hoten från främmande arter som kommer att etablera sig.

Migrerande arter som flyttfåglar är beroende av många olika miljöer och områden. Även om häckningsmiljöerna förblir oförändrade, så kan fåglarna drabbas av förändrade miljöer längs flyttvägar och övervintringsställen. Flyttidpunkten kan även den påverkas och fåglarna kan hamna i otakt med sin födoresurs. Trots allt har fåglar ändå en potential att finna nya områden eftersom de har förmågan att flytta.

Ytterligare ett hot mot den biologiska mångfalden är människans fortsatta anpassning till det förändrade klimatet, vilket kan ge betydligt större och snabbare förändringar av landskapets artsammansättning än klimatförändringarna i sig. Ett exempel på det är hur skogsbruket anpassar sig genom kortare omloppstider, större arealer blandskog och att nya arter och provenienser⁶ utnyttjas för skogsodling. När skogen då byter utseende så kommer också dess innevånare att göra det. Förändringen av grödor på åkerarealen är också något som kommer att förändra förutsättningarna för olika arter.

Eftersom vårt nyttjande av naturmiljön har så pass stor betydelse för den biologiska mångfalden innebär det också att vi till viss del kan välja hur mycket vi låter de förväntade klimatförändringarna påverka den. Det är därför viktigt att noggrant följa förändringar i arbetssätt, metoder och val av arter inom skogs- och jordbruk för att se till att klimatrelaterade effekter dämpas istället för att spådas på.

Västmanlands län är ett av Sveriges mest artrika län där nordliga arter möter sydliga. Hur olika arter reagerar om klimatet förändras finns det mycket begränsad kunskap om. När arternas utbredningsområden kommer att ändras kommer det att bli svårare att avgöra vilka arter som ska värnas och det blir inte lika självklart vilka arter som ska höra hemma i länet. Ju artrikare ett ekosystem är desto bättre motstår det yttre påfrestningar och därför är det viktigt att bibehålla en hög biologisk mångfald.

⁶ Proveniens betyder härkomst. För träd används det oftast för det geografiska område som träden ursprungligen kommer ifrån.

5.5.2 Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster är basen för ett hållbart och fungerande samhälle. En ekosystemtjänst är en nödvändighet för att vi exempelvis ska kunna odla våra grödor. Jordbruket är beroende av en fungerande vattenrening och av bin som pollinerare. Det handlar om fungerande ekosystem och deras resurser. Det finns ett starkt samband mellan biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Urholkas resiliensen, dvs. förmågan att anpassa sig efter en störning, av ekosystemet så hotas dess förmåga att generera tjänster. Att värna om fungerande ekosystem är en förutsättning för att långsiktigt nyttja ekosystemtjänsterna.

År 2008 publicerades rapporten *The economics of ecosystems & biodiversity* (TEEB) (Sukhdev 2008) som fokuserar på ekosystemens och den biologiska mångfaldens ekonomi genom att väga in ekosystemens och den biologiska mångfaldens värde för samhället. Många av de värden som är förknippade med biologisk mångfald och ekosystemtjänster är omöjliga att sätta pris på. TEEB-rapporten fokuserar i stället på de beräkningar som är möjliga att göra. Ett exempel: människor som är beroende av ekosystemtjänsten fiske för sitt uppehälle, är även beroende av ett fungerande ekosystem för de fiskarter som de fiskar.

5.5.3 Sötvattenmiljön

Skyfall med stora regnmängder under kort tid kommer att bli vanligare. Tillsammans med en ökad temperatur i sjöar och vattendrag, en tidigare islossning samt en ökad avrinning (särskilt på vintern) kommer att leda till en ökning av partikelmängd, vattenfärg och närsaltinnehåll. Vi kommer att se ökande problem med övergödning med algblomning och försämrat ljusklimat till följd. Detta kommer förmodligen att minska men framför allt förändra den biologiska mångfalden. Man räknar med att allt fler främmande arter kommer att breda ut sig och en simulering visar att sex nya vattenväxter kommer att etablera sig fram till år 2100. Redan idag kan vi se att sjögull breder ut sig i Mälaren vilket är en främmande art som gynnas av ett varmare klimat. Beträffande fiskarter kommer varmvattenarter såsom gädda, gös och abborre att gynnas medan kallvattenarterna öring, siklöja, röding, nors m.fl. kommer att missgynnas. För att underlätta framförallt fiskens anpassning till ett varmare klimat är det viktigt att våra vattensystem är vandringsbara och inte innehåller vandringshinder för fisk i form av t.ex. regleringsdammar.

5.5.4 Föroreningsspridning

När riskerna i länet ökar för översvämningar, ras och skred, så ökar även riskerna för föroreningar. Det kan vara kemiska ämnen som metaller och organiska ämnen, samt smittämnen som kan spridas från förorenad mark och gamla deponier. De flesta ämnen, lösta såväl som partikelbundna, spolas med ytvatten ut i sjöar och vattendrag. Extrema regn kan sedan snabbare skapa transporter av vatten vilket kan ge föroreningspulser till yt- och grundvatten. Det finns därför en ökad risk för förorening av framförallt lokala vattentäkter och betesmarker.

5.5.5 Miljömålen

Det förändrade klimatet kommer sannolikt att påverka möjligheten att nå miljömålen. De miljömål som kommer att bli svårare att uppnå är främst ett rikt odlingslandskap, myllrande våtmarker och ett rikt växt och djurliv. Våra anpassningsåtgärder som vidtas inom jordbruket, t.ex. mot mer gödslingskrävande grödor, riskerar att påverka miljömålen. En sådan utveckling skulle allvarligt försämra möjligheterna att nå miljömålen ingen övergödning och hav i balans. De förändringar av ekosystemens och arters livsbetingelser som klimatförändringarna för med sig kommer att starkt påverka möjligheten att på längre sikt nå samma ambitionsnivå som det ges uttryck för i främst miljömålet ett rikt växt- och djurliv och därtill hörande delmål.

5.6 Människors hälsa

Positiva effekter på folkhälsan av klimatförändringarna kan bli ett aktivare friluftsliv med längre perioder av utomhusaktiviteter när vintersäsongen förkortas. Följande områden tas upp: extremtemperaturer, ändrad luftkvalitet, hälsoeffekter av översvämningar, stormar, ras och skred, smittspridning och en ökad förekomst av stickmyggor.

5.6.1 Extremtemperaturer

Känsligheten för värme är olika i olika områden vilket beror på befolkningens anpassning till detta. I Stockholm är till exempel den optimala temperaturen, då dödligheten är som lägst, 11-12°C (Rocklöv och Forsberg 2007) medan den i Aten ligger på 25°C. En tydlig ökad dödlighet har iakttagits redan efter två dagars ihållande värme för sårbara grupper som äldre och sjuka. Konsekvenserna för en ihållande värmebölja bör kunna minskas genom anpassningsåtgärder på sjukhus och hos äldre genom bland annat installation av kylaggregat eller luftkonditionering.

I detta sammanhang har ingen hänsyn tagits till befolkningens egna eventuella förmåga till anpassning genom till exempel beteendeförändringar.

Förekomsten av köldknäppar, dvs. extremt låga temperaturer, kommer i framtiden att minska och antalet köldrelaterade dödsfall eller förfrysningsskador antas därmed minska.

5.6.2 Ändrad luftkvalitet

Luftföroreningarna kan väntas öka något på grund av klimatförändringen, men andra faktorer ger större förändringar. Koncentrationen av luftföroreningar och depositionen av försurande och övergödande ämnen kommer inte vara densamma i framtiden som den är idag eftersom en rad internationella överenskommelser förväntas skapa signifikant mindre utsläpp. Halten av luftföroreningar styrs dessutom av många processer i atmosfären där klimatförändringar påverkar vindriktningar och nederbördsmonster. Hälsoeffekter av förhöjda halter av marknära ozon kommer främst att drabba astmatiker och andra känsliga grupper.

5.6.3 Hälsoeffekter av översvämningar, stormar, ras och skred

Extrema väderhändelser som stormar och översvämningar eller företeelser som ras och skred, kan skapa stora problem och orsaka personolyckor. Detta kan även ge problem för hälso- och sjukvården exempelvis genom att ambulanstransporter och hemtjänst lamslås. Andra risker kan vara att infektionssjukdomar sprids lättare efter en storm då t.ex. ett elavbrott kan ha orsakat otillräcklig nedkylning av livsmedel.

5.6.4 Smittspridning

Risken för smittspridning ökar när klimatet blir varmare. Spridningen av virus, bakterier och parasiter kan ske på många olika sätt. Spridning genom dricksvatten, livsmedel, badvatten och olika vektorer (djur, insekter, spindeldjur m.m.) kommer sannolikt att öka när klimatet blir varmare. Vid översvämningar eller vid ras och skred kan smittämnen som förekommer i jord och mark förorena vattentäkter, betesmarker, badvatten i utomhusbad och bevattningsvatten. Avloppsvatten kan läcka in i dricksvattentäkter och i ledningar. Spridningsmönster för smittsamma sjukdomar kommer sannolikt att förändras och helt nya sjukdomar och sjukdomsbärare befaras komma in i länet.

I tabell 4 visas den sammanfattande klimatrisk - konsekvensbedömning för infektionssjukdomar i Sverige hos människor. Färgerna visar riskbenägenheten för hur snabb smittspridningen kommer att vara för de olika sjukdomarna om de förväntade klimatförändringarna kommer att ske. Y-axeln visar hur stark kopplingen till klimatet är och X-axeln visar hur stora konsekvenserna kommer att bli för hälsoläget hos människor i Sverige.

Tabell 4: Klimatrisk – konsekvensbedömning för infektionssjukdomar i Sverige hos människa.
Källa: SOU 2007:60, bilaga B34, s. 23.

Mycket starkt samband	BADKLÅDA-badvatten	ALGTOXIN-badvatten	BADSÅRSFEBER (VIBRIO)-badvatten; dödlig blodförgiftning	BORRELIAINF.-fästing; följdbesvär från leder, hjärta, nervsystem, hjärnhinneinflammation	
Starkt samband		CRYPTOSPORIDIUM-INF.-mat/vatten;diarrésjd. LEGIONELLAINF.-vattendroppar/luftkond;svår lunginflammation TOXINMÄTFÖRGIFTNING-diarrésjd.	TBE-fästing; hjärnhinneinflammation CAMPYLOBACTERINF.-mat/vatten; diarrésjd. VTEC-mat/vatten; blodig diarré	VISCERAL LEISHMANIASIS *-sandmygga; inre organ angrips, dödlig	
Medelstarkt samband	MALARIA*-mygga; allvarlig febersjd.	LEPTOSPIRAINF.-gnagare; allvarlig febersjd. CALICIVIRUS-vatten/mat/bad/direktkontakt; diarrésjd. HARPEST-mygga; bölder, lunginflammation	SALMONELLAINF.-mat/vatten; diarrésjd., ledbesvär	WEST NILE FEBER*-mygga; febersjd., neurologiska symptom	
Svagt samband		AEROMONASINF-mat/vatten; diarrésjd. GIARDIAINF.-mat/vatten/kontaktsmitta; diarrésjd. LISTERIAINF.-mat; febersjd, ev. blodförgiftning, hjärnhinneinflammation	DENGUEFEBER*-mygga; febersjd.		
Mycket svagt samband		ROTAVIRUS-mat/vatten; diarrésjd. STELKRAMP-jord; dödlig sårinf.	HEPATIT A-mat/vatten; gulsot TYFOID/PARATYFOID *-mat/vatten/kontaktsmitta diarrésjd. komplikationer SHIGELLAINF.*-mat/vatten /kontaktsmitta; diarrésjd.		
	Mycket begränsade	Begränsade	Allvarliga	Mycket allvarliga	Katastrofala

Risk vid klimatförändring:

Mycket låg	Låg	Medelhög	Hög	Mycket hög
------------	-----	----------	-----	------------

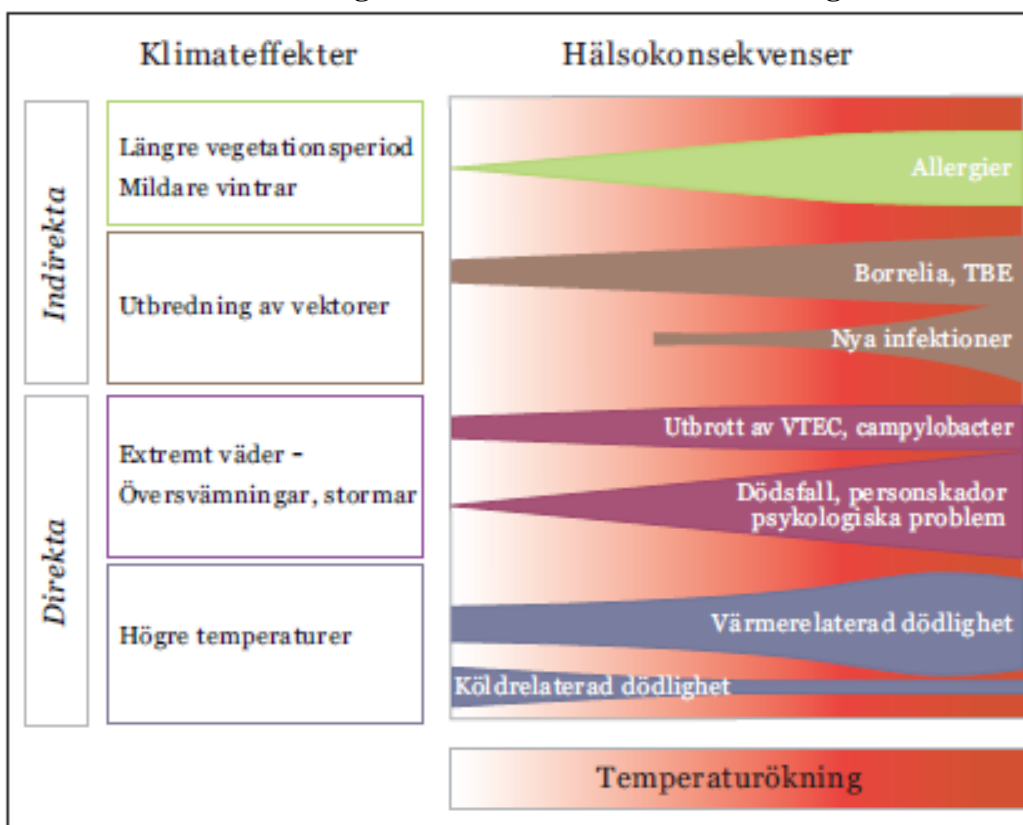
* = Stark klimatkoppling utomlands. Inf= infektion och sjd= sjukdom.

5.6.5 Ökad förekomst av stickmyggor

Perfekta förhållanden för stickmyggor, *Aedes sticticus* och *Aedes vexans*, är först perioder av kraftiga skyfall följt av torka och värme. Det är precis det klimat som förväntas i länet och i kombination med mildare vintrar kommer fler av mygglarverna att kunna övervintra. Därmed kommer utbredningen över hela länet att ske relativt snabbt. Förutom en ökad frekvens vid nedre Dalälvsområdet kan även Mälaren få en ökad frekvens av dessa typer av mygglarver.

Nedre Dalälvsområdet har redan idag stora problem med massförekomster av stickmyggor. Konsekvenserna för människor och djur i Nedre Dalälvsområdet är att det periodvis har varit omöjligt för människor att vistas utomhus i berörda områden och de djur som inte kunnat tas in har plågats av att bli sönderstuckna. Perioder då myggbekämpning behövs kommer sannolikt att öka i takt med den pågående klimatförändringen.

Sammanställning hälsoeffekter av klimatförändringarna



Figur 18: Sammanställning av de mest påtagliga och sannolika effekterna av en klimatförändring i vår närmiljö. (VTEC = Giftbildande *E. coli* bakterier). Källa: Climatools 2010; Rocklöv 2008.

5.7 Sammanfattning av konsekvenser för Västmanlands län

I detta avsnitt ges en sammanfattande bild av de förväntade konsekvenserna i Västmanlands län. Följande konsekvenser har lyfts fram:

- En förväntad ökning av nederbörd med höga flöden och översvämningar som följd kommer att påverka alla typer av infrastruktur, bebyggelse och byggnader samt människor. Särskilt vägar, järnvägar och dagvattensystem drabbas, dels genom att erosion, ras och skred uppstår, men även genom en förorenings-spridning där kemiska ämnen och smittämnen kan spridas från förorenad mark och gamla deponier.
- Bärigheten för järnvägsnät, flygfält samt alla typer av vägar kan påverkas av ett minskat tjäldjup.
- Sjöfarten påverkas inte nämnvärt, utom vid översvämningar med en dimensionerande nivå, då ingen sjöfart alls kan bedrivas.
- En ökad frekvens av extremväder kan leda till att störningar i elnäten uppstår vilket i sin tur påverkar data- och telekommunikationer, radio- och TV-distribution, elsystem och kraftpotentialer.
- Förutsättningar för en ökad vattenkraftproduktion följer med ökad nederbörd. Ingen ökad risk för dammbrott.
- Ett minskat värmebehov och ett ökat kylbehov i takt med ett varmare klimat.
- Höjda grundvattennivåer kan ge en ökad risk för markförskjutningar. Detta kan i sin tur skapa allvarliga konsekvenser för fjärrvärmenät och andra ledningsnät.
- Områden som främst skulle kunna drabbas av en risk för ras, skred och erosion är strandnära byggnader som ligger inom 100 meter från karterad strandlinje.
- Ett fuktigare klimat kan drabba byggnadskonstruktioner och byggnader med kulturmiljövärde genom alltmer mögel- och rötskador.
- Den ökade förekomsten av intensiv nederbörd innebär en ökad risk för bräddning i dagvattensystem och avloppssystem. Källaröversvämningar på grund av bakåtströmmande avloppsvatten riskerar därmed att öka.
- Längre vegetationssäsong och en ökad temperatur gynnar näringar som skogsbruk och jordbruk. Förutsättningarna kommer att förändras såväl positivt som negativt. Riskerna för skador av insektsangrepp ökar.

- Den biologiska mångfalden och den lokala förekomsten av växt- och djurarter påverkas på många sätt när årstidernas förändrade längd ändrar förutsättningarna för markekosystemen. En förskjutning mot norr sker av ekosystem och arter. Nya arter kommer att etableras.
- Turistnäringen kommer att förändras med sämre förutsättningar för vinterturismen. Däremot kommer Mälardalen sannolikt att få ökade turistströmmar under sommarhalvåret.
- En ökad avrinning leder till att övergödningen av sjöar och vattendrag ökar. Förändringar i artsammansättning med en förskjutning mot varmvattenarter är att förvänta inom fisket. Främmande arter kommer också att breda ut sig.
- Ett varmare klimat ökar risken för smittspridning av såväl gamla som nya infektioner och sjukdomar. Extremt höga temperaturer påverkar hälsan för både människor och djur, där det leder till en högre dödlighet för utsatta grupper. Ökad förekomst av översvämningsmygga befaras orsaka ännu större problem än idag för både människa och djur.

De scenarier som har analyserats visar på stora förändringar i Sveriges klimat vid slutet av 2000-talet. De konsekvenser som kommer att bli synliga i länet och som har lyfts fram i kapitel fem inträffar successivt och det är viktigt att anpassningsarbetet mot de förväntade klimatförändringarna ligger steget före.

Andra faktorer som kan komma att påverka Sverige är hur omvärlden drabbas av klimatförändringarna. Exempel på situationer som kan uppstå kan vara en minskad möjlighet att åka till andra länder då dessa kan ha drabbats av naturkatastrofer, importen av grödor från vissa delar av världen kan minska samt att det kommer klimatflyktingar till Sverige.

5.8 Konsekvenser i ett ännu längre perspektiv; vad kommer att ske bortom år 2100?

Klimatförändringen, i form av bland annat höjd global medeltemperatur, kommer att fortsätta. Omfattningen avgörs av hur mänskligheten lyckas med minskning av klimatpåverkande utsläpp. IPCC förutspår bland annat att havsnivån kommer att fortsätta stiga under många hundra år. Avsmältningen av Grönlandsisen skulle kunna ge en höjning av havsytans nivå med totalt sju meter (IPCC 2007) och smälter även Antarktis blir det ytterligare 60 m (SMHI 2010k). Osäkerheten om utvecklingen bortom 2100 på regional nivå går ännu inte att beskriva på ett bra sätt.

6 Gällande lagstiftning

Det finns en mängd lagar som kan anses vara relevanta att redovisa när det gäller åtgärder och ansvarsfördelning inom klimatanpassning. I detta kapitel redovisas lagar som innehåller förebyggande åtgärder och har ansetts vara av intresse för analysen.

6.1.1 Plan- och bygglagen 1987:10

Plan- och bygglagen (PBL) trädde i kraft den 1 juli 1987. Ett flertal justeringar har gjorts under årens lopp och i maj 2009 skickades ett förslag på en ny plan- och bygglag ut på remiss där det huvudsakliga syftet är att få till stånd en förenkling av lagen (Regeringskansliet 2009). Den nya lagen avses träda ikraft den 2 maj 2011.

Enligt nuvarande PBL ska varje kommun upprätta en översiktsplan som ska innehålla de för kommunen övergripande planeringsfrågorna med redovisning av bland annat bebyggelseutveckling och riksintressen. Ett av grundkraven i PBL är att mark ska, utifrån allmän synpunkt, vara lämplig för att få bebyggas. Denna lämplighet bedöms vid planläggningen och vid bygglovsprövningen. I den kommunomfattande översiktsplanen ska de miljö- och riskfaktorer redovisas som bör beaktas vid beslut om användningen av mark- och vattenområden. Riskfaktorer kan vara översvämningar, skred, ras och erosion. Hälsa och säkerhet i fysisk planering räknas som allmänna intressen och ska hanteras som en integrerad del i planeringsprocessen. Dessa intressen kan lätt hamna i konflikt med andra intressen då de ofta genererar ökade kostnader. Det är dock lättare att beakta och motverka risker redan i planeringsprocessen än det är i redan befintlig bebyggelse, speciellt när det gäller klimatrelaterade riskfaktorer.

I januari 2008 kom ett antal tillägg till plan- och bygglagen vad gäller planering vid riskområden. Ändringen innebär att risken för olyckor, översvämningar och erosion har lagts till som kriterier för kommunens lämplighetsprövning i planeringsprocessen. Som bakgrunden till ändringarna hänvisas till vikten av att konsekvenserna av klimatförändringarna tas med i planeringsprocessen. Det förtydligas också i ändringen att Länsstyrelsen ska kunna ompröva och upphäva kommunernas beslut att anta en detaljplan med hänsyn till risken för översvämningar och erosion. (Boverket 2007) I det nya lagförslaget, som nu ligger på remiss, så förstärks Länsstyrelsen roll i översiktsplaneringen, med ökade krav på att klimataspekter⁷ beaktas (Regeringskansliet 2010).

⁷ Av pressmeddelande från Regeringskansliet 2010-03-18 framgår att klimataspekter avser både klimatpåverkan och klimatanpassning.

6.1.2 Miljöbalken 1998:808

Miljöbalkens bestämmelser syftar till att främja en god och hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer ska tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Lagen ska enligt 1 kapitlet 1 § tillämpas så att ”Människors hälsa och miljö skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa förorsakas av föroreningar eller annan påverkan” och ”mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas.” I 2 kap. tas allmänna hänsynsregler upp som bland annat reglerar kunskapskravet, försiktighetsprincipen och lokaliseringsprincipen för en verksamhet eller åtgärd. I 6 kap. framgår att miljökonsekvensbeskrivning (MKB) ska upprättas vid tillståndsprövning av vissa verksamheter eller åtgärder. Vidare finns det i 6 kap. bestämmelser om upprättande av MKB för planer och program som upprättats enligt PBL och andra lagar. MKB ska möjliggöra en samlad bedömning av verksamhetens, åtgärdens eller planens påverkan på människors hälsa eller miljö. Strandskyddsbestämmelserna finns i 7 kap. som handlar om skydd av områden.

6.1.3 Lag om skydd mot olyckor 2003:778

I januari 2004 trädde lag om skydd mot olyckor (LSO) i kraft. Den bygger på de tre skedena: förebyggande åtgärder, räddningstjänst och efterföljande åtgärder och vilka skyldigheter som enskilda, kommuner och staten har. Lagen är uppbyggd genom mål som ska uppfyllas istället för att innehålla detaljerade regler. Kommunen har enligt lagen om skydd mot olyckor, 3 kap.1§, skyldighet att verka för skydd mot bränder och andra olyckor. Ansvaret gäller såväl liv och hälsa som egendom och miljö. Enligt propositionen 2002/03:119 ”Reformerad räddningstjänstlagstiftning” ska lagen stimulera kommunerna och ge möjlighet till ett tvärsektorielt säkerhetsarbete för att höja den allmänna säkerhetsnivån. Kommunerna ska i stor utsträckning samordna olycksförebyggande och skadebegränsande verksamheter inom kommunen. Samverkan inom plan- och byggsektorn är ett verksamhetsområde som särskilt omnämns i propositionen.

6.1.4 Lag om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap 2006:544

För att minska sårbarheten ska kommuner och landsting i sin verksamhet ha en god förmåga att hantera krissituationer i fred. Kommuner och landsting ska därför analysera vilka extraordinära händelser som skulle kunna inträffa och hur dessa i sådant fall skulle påverka den egna verksamheten. Dessa extraordinära händelser ska sedan värderas och sammanställas i en risk- och sårbarhetsanalys. (Krisberedskapsmyndigheten (KBM) 2006)

7 Stöd och styrmedel för minskad sårbarhet

Det finns ett stort behov av och en stor efterfrågan på planeringsverktyg hos bland annat landets kommuner och länsstyrelser för att kunna ta itu med den nödvändiga anpassning till klimatförändringarna och dess konsekvenser som samhället står inför.

7.1 Andra myndigheters anpassningshjälp

Idag finns det bland annat ett nätverk med fem myndigheter som gemensamt arbetar för att vara ett stöd för frågor som rör klimatförändringar. Nätverket består av följande myndigheter:

- Boverket
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
- Naturvårdsverket
- Statens geotekniska institut (SGI)
- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI)

Boverket

Ett pågående projekt som drivs av Boverket är Planeringsportalen⁸. Det är en webbtjänst till stöd för fysisk planering, regional utvecklingsplanering, infrastrukturplanering, stads- och landsbygdsutveckling samt för lokalisering och tillståndsprövning av byggnader och anläggningar. Via portalen ska företag, kommuner, myndigheter, organisationer och enskilda kunna söka efter och hämta geografisk information som är relevant för samhällsbyggande och planering.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)⁹

Från 1 januari 2009 har Räddningsverket ersatts av MSB. Sedan år 1986 har Räddningsverket haft ansvaret för att ta fram översiktliga stabiliseringskarteringar för ras och jordskred, samt att fördela statsbidrag till förebyggande åtgärder mot naturolyckor i bebyggda områden. Därefter fick de även år 1998 ansvar för att göra översiktliga översvämningskarteringar längs delar av de svenska vattendragen. För detaljerade utredningar ansvarar kommun eller fastighetsägare. Räddningsverket fick år 2005 i uppdrag att inom Nationellt centrum för lärande av olyckor (NCO), och i samverkan med berörda myndigheter, bygga upp en databas med statistik som ger en samlad bild av naturolyckor¹⁰ i Sverige.

⁸ Länk till hemsidan: www.boverket.se/Planera/Planeringsverktyg/Planeringsportalen

⁹ Länk till hemsidan: www.msb.se

¹⁰ Länk till hemsidan: www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Naturolycksdatabas

Naturvårdsverket

På uppdrag av Naturvårdsverket¹¹ utvecklas just nu Climatools¹² av Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)¹³. Forskningsprogrammet Climatools startade år 2006 med att ta fram verktyg som ska underlätta för samhällsplanerare och beslutsfattare att fatta beslut som underlättar samhällets anpassning till ett förändrat klimat. Det beräknas vara klart för användning år 2011. Verktygen kommer att täcka aspekter som etik, ekonomi, medicin samt teknik och kommer att provas fram i scenariobaserade fallstudier. De åtta verktygen som programmet har som mål att utveckla är (FOI 2010):

1. Scenariebaserade konvergensseminarier som genomlyser den etiska argumenteringen för val av åtgärder och strategier.
2. Typscenarier som underlättar utvecklingen av lokala scenarier för beslutsstöd.
3. Metoder för analys av anpassningsförmågan som utgår från metoder för sårbarhetsanalys.
4. Manual för analys av hälsokonsekvenser till följd av klimatförändringen.
5. Riktlinjer för ekonomisk analys av klimatförändringen och anpassningen till denna.
6. Checklista som kan användas för att upptäcka och hantera etiska problem som uppstår när samhället vidtar åtgärder för anpassning till klimatförändringar.
7. Handbok som beskriver metoder som kan användas för att hantera målkonflikter som uppstår när samhället anpassar sig till klimatförändringar.
- 8.Handledning för hantering av genus- och jämställdhetsfrågor i klimatanpassningen.

Statens geotekniska institut (SGI)

SGI har fått regeringens uppdrag att från den 1 januari 2010 ge myndighetsstöd i planprocessen till landets kommuner och länsstyrelser rörande geotekniska säkerhetsfrågor, dvs. skred, ras, slamströmmar, erosion samt översvämningar. SGI har genomfört en inventering av omfattningen av stranderosion i samverkan med berörda kommuner. Kartor över dessa finns på hemsidan för SGI¹⁴.

¹¹ Länk till hemsidan: www.naturvardsverket.se

¹² Länk till hemsidan: www.foi.se/FOI/Template/ProjectPageDesign____7950.aspx

¹³ Länk till hemsidan: www.foi.se

¹⁴ Länk till hemsidan:

www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage____1056.aspx?epslanguage=SV

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI)

SMHI har på sin hemsida byggt upp Klimatanpassningsportalen¹⁵ för att kostnadsfritt tillhandahålla lättillgänglig information om klimatanpassning som stöd för kommuner, länsstyrelser och andra lokala/regionala aktörer. Tanken är att portalen ska uppdateras allt eftersom kunskapen ökar och antalet praktiska lösningar blir fler.

7.2 Tillstånd för vattenverksamhet

Länsstyrelsen är en av de myndigheter som kan ansöka om omprövning av vattenverksamhet. I dagsläget är det svårt att få till omprövningar av vattendomar. Därför fick miljöbalkskommittén år 2001 i uppdrag att bedöma om förutsättningarna för vattendomar verkligen är tillräckliga för att förbättra möjligheterna att förebygga och begränsa riskerna vid översvämningar. Slutsatserna för deras betänkande blev att det inte behövdes göras några ändringar i reglerna för omprövningar och att vi istället ”får lära oss leva med översvämningar”.

Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande delar miljöbalkskommitténs uppfattning att omprövning av vattendomar inte kan vara ett generellt medel för att komma till rätta med översvänningsproblematiken, men att klimatförändringarna i framtiden kommer att kräva förändringar i många av nuvarande vattendomar.

Slussen - ett förslag på en ändring av en vattendom

Ett exempel på ett förslag för en ändring av en vattendom är Mälarens tappningsverksamhet. Stockholms stad, som står som ägare till Slussen, kommer under år 2011 att ansöka om omprövning för att minska översvänningsrisk vid höga flöden, liknande det som uppstod hösten år 2000. Då var vattennivån så hög att det bara fattades fem cm från att det skulle tränga in vatten i tunnelbanesystemet (SMHI 2008).

Slussen har ett stort reparationsbehov då de trafikanläggningarna som ligger i anslutning till Slussen är över 70 år gamla. De bärande betongpelarna som Slussen står på har idag omfattande skador som förvärras för varje år och Stockholm stad räknar med att ungefär 45 % av broytan står på undermåliga pelare (Stockholms stad 2010a).

Samtidigt som en ombyggnad av Slussens trafikanläggningar kommer att ske kommer också tappningsverksamheten att förändras, eftersom för höga eller för låga vattennivåer är ett problem för Mälaren. Dels får inte Mälarens vattenstånd bli för högt eftersom risken för översvämningar liknande de år 2000 ökar och dels får vattenståndet inte bli för lågt eftersom risken för saltvatteninträngning från Östersjön (Saltsjön) då ökar vilket är ett hot mot dricksvattentäkter.

¹⁵ Länk till hemsidan: www.smhi.se/klimatanpassningsportalen

Dagens nivåskillnad mellan Östersjön och Mälaren är normalt +60 cm för Mälaren, vilket kan variera beroende på vindar och nederbörd. Enligt Stockholms stads samrådsunderlag från år 2007 (Stockholms stad 2010b) framgår att målet är att det högsta medelvattenståndet i Mälaren (utifrån Mälarens höjdsystem¹⁶) inte får vara högre än 4,7 meter och att det lägsta medelvattenståndet inte får ligga under 4,0 meter. Syftet med en ny reglering i Mälaren är, förutom att hålla vattenståndet på en nivå mellan 4 till 4,7 meter, vattenståndsvariationen som är till nytta för bland annat naturvård och fiske.

7.3 Fysisk planering

Fysisk planering handlar om hur mark och vatten ska användas och hur byggnader och anläggningar ska användas och utformas. Det omfattar även teknisk infrastruktur och kommunikationer. Den fysiska miljön utgörs av exempelvis byggnader, vägar, järnvägar, skogar, våtmarker och sjöar. Förändringar i den fysiska miljön påverkar i hög grad samhällsutvecklingen och det dagliga livet för den enskilda människan.

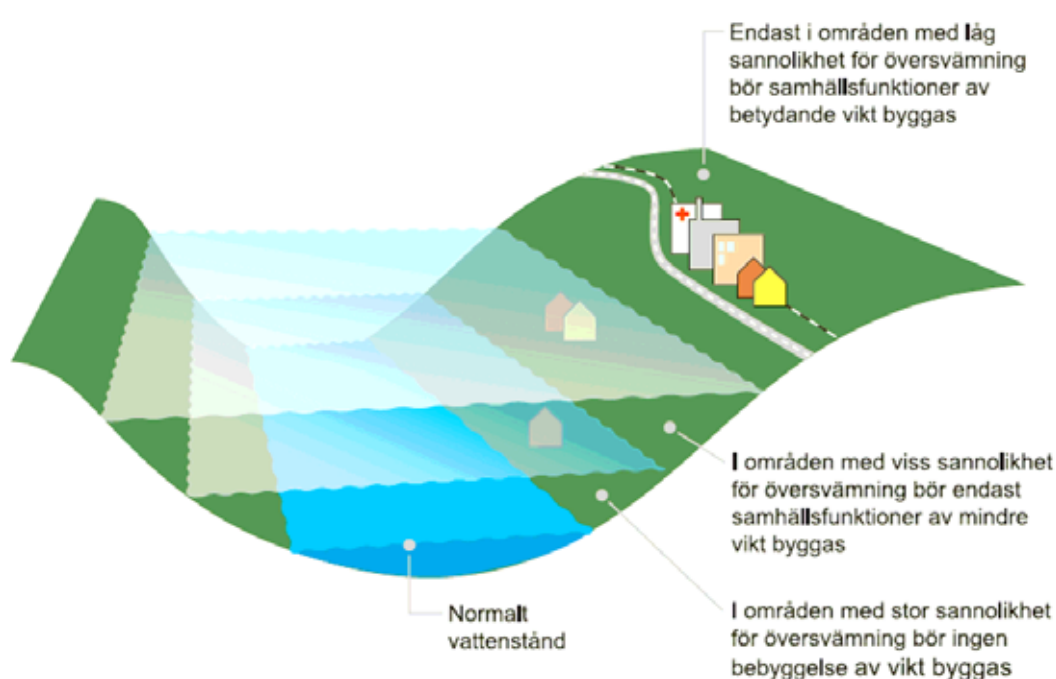
Den fysiska planeringen har även till uppgift att förvalta och utveckla natur- och kulturlandskapet och den byggda miljön så att miljöproblem förebyggs och hushållning med mark, vatten, energi och råvaror främjas. Riskhänsyn i fysisk planering handlar om åtgärder i fråga om mark och vattenanvändning, bebyggelseutveckling och infrastruktur i syfte att minska riskerna för människor, miljö och egendom.

Närheten till vatten har alltid lockat människor att bygga i strandnära områden. Att förebygga skador i områden där ras, skred, erosion eller översvämningar skulle kunna inträffa är både komplicerat och kostsamt. Ett förändrat klimat kommer att förvärra situationen i områden som redan idag är översvämningskänsliga. Därför är det viktigt att man undviker att bygga i områden där risken för översvämningar är hög.

I Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande konstateras att de kommunala planerarna och tekniska förvaltningarna ofta uppger sig vara osäkra om vilka vattennivåer man ska planera efter. Även om det finns kunskap om översvämningsrisker, finns det också ofta svårigheter i att argumentera mot önskemål om attraktivt vattennära byggande.

¹⁶ Höjdsystemets nollpunkt definieras av nivån på Västra slusströskeln vid Karl Johans Torg som befinner sig 384 cm under RH00, och 348 cm under RH70.

Länsstyrelserna i Mellansverige lämnade år 2006 ut en PM (Länsstyrelserna i Mellansverige 2006) med rekommendationer för markanvändning vid nybebyggelse. Rekommendationerna föreslår var man kan bygga utan att vidta särskilda åtgärder med avseende på höga flöden. I figur 19 visas byggnadsrekommendationer i förhållande till flödena.



Figur 19: Byggnadsrekommendationer i förhållanden till flöden. Källa: Länsstyrelserna i Mellansverige 2006.

7.3.1 Boverkets åtgärdsförslag av planering och byggande (Boverket 2009)
 År 2009 kom rapporten ”Bygg klimatsäkert - anpassning av planering och byggande” från Boverket. I den finns ett antal förslag på åtgärder som kan göras i översiktsplanering, detaljplanering och för översvämningsskydd för befintlig bebyggelse samt för ny bebyggelse. Nedan listas några av förslagen upp för respektive kategori.

Exempel på innehåll i översiktsplanen från olycks- översvämning och erosionssynpunkt:

- Översiktlig redovisning av geologiska och geotekniska förhållanden.
- Skyddsområden (vattenskydd).
- Riskområden för översvämningar, erosion, ras och skred.
- Redovisning om och hur geoteknik och markmiljö är styrande för strategiska val av markanvändning.
- Rekommendationer för hur geologi och markmiljö bör beaktas vid detaljplanering och lovgivning.

Exempel på anpassning i detaljplaner till det förändrade klimatet:

- Disposition av planområdet.
- Bassäng, kassun, invallning.
- Vall mot översvämning.
- Markbeläggning.
- Förbud mot källare.
- Plushöjd.
- Stödfyllning mot ras och skred.
- Erosionsskydd.
- Fasadmateriäl.

Exempel på översvämningsskydd i befintlig bebyggelse:

- Toalettstolar och brunnar i källare kan förses med tillfälliga stopp.
- Källarfönster kan säkras eller sättas igen.
- Tillfälliga översvämningsskydd vid ytterdörrar.
- Avlopp i nedre planet i byggnader bör ha inspekterbara backventiler eller en pump.

Exempel på översvämningsskydd i ny bebyggelse:

- Bottenvåning kan användas som parkeringshus eller vara oinredd.
- Källare kan byggas med vattentät betong och utan fönster.
- Öppen plintgrund eller uteluftventilerad grund vid risk för tillfällig översvämning.
- Genomsläppliga material på marken runt huset.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten vid nederbörd.
- Gröna tak (som kan ta upp vatten).
- Bräddavlopp på taket och rutiner för rensning av brunnar på tak och gårdar.

8 Möjligheter för länet och förslag till fortsatt arbete

8.1 Forskning, utveckling och näringsliv

Det gäller att minska de negativa och ta vara på de positiva effekterna av klimatförändringarna. Därför måste det möjliggöras en utveckling som kan vara hållbar i en värld med föränderligt klimat genom att förbättra människors anpassningsförmåga och utforma lämpliga tekniska anpassningsåtgärder.

Det finns behov av utveckling och innovationer inom en rad olika områden. Följande exempel är intressanta för Västmanland, men gäller rent generellt landet som helhet:

- Introduktion av nya eller anpassade bruksmetoder inom jord- och skogsbruk för att undvika för hög användning av bekämpningsmedel.
- Inom byggsektorn finns stora potentialer för nya innovationer när bebyggelsen ska anpassas till klimatet. Exempel på vad som behöver utvecklas är: huskroppar som är energieffektiva, översvämningsskydd samt anläggningar som kan generera både kyla och värme, liknande luftvärmepumpar.
- Nya möjligheter till verksamheter och anpassningar till en förmodad tillströmning av sommarturism.
- Fortsätta att verka för att göra tekniska system mindre sårbara för klimatförändringar. Exempel är nedgrävning av luftburna kablar.
- Ökat behov av vattenrening.

8.2 Fortsatt klimatarbete

Länsstyrelsen fortsatta arbete med samordning av omställning till ett förändrat klimat kommer att ske mot bakgrund av denna rapport och annat underlag som tas fram. Fördjupade studier inom områden naturolyckor, regionala klimatfaktorer, biologisk mångfald och aktörsanalyser pågår eller diskuteras för närvarande. Det är viktigt att prioritering av det fortsatta arbetet sker på solid grund, men redan nu kan det märkas att frågor som rör fysisk planering är av särskild vikt. Det är mycket svårt att göra kostnadsberäkningar för klimatanpassning. Vilka är exempelvis alternativkostnaderna? Icke desto mindre är det angeläget att där så är möjligt ange en prislapp.

8.2.1 Risk- och sårbarhetsfrågor

Länsstyrelsen arbetar kontinuerligt med risk- och sårbarhetsfrågor och med att de risker som finns ska identifieras och analyseras på ett bra sätt. Det som behöver ses över är en noggrannare kartläggning av olika risker som konkret kan uppstå i länet i ett förändrat klimat. Exempelvis har översvänningskarteringar i denna analys endast visats översiktligt och för analyser på lokal nivå bör detaljerade karteringar tas fram.

8.2.2 Fysisk planering

Det är länsstyrelsernas uppgift att samordna och vidareförmedla kunskapsunderlag till kommunerna. I arbetet med översiktsplan och detaljplan ska kommunen samråda med länsstyrelsen och länsstyrelsen ska yttra sig över kommunens planförslag. Vid planering och byggande är det viktigt att väga in klimatförändringar som en betydande faktor både från säkerhets- och investeringssynpunkt. Kommunerna bör ha klimatförändringarnas effekter i åtanke vid all planering för att kunna medverka till skapandet av ett robust samhälle. Krav på hänsyn till klimatförändringar finns i plan och bygglagstiftningen och kommer att kunna förtydligas i förslaget till den nya Plan- och Bygglagen som kommer under hösten 2010 (Boverket 2009).

8.2.3 Regional utveckling

Under år 2011 kommer Länsstyrelsen och Västmanlands Kommuner och Landsting inleda arbetet med att ta fram ett nytt regionalt utvecklingsprogram; en länsplan. Länsplanen kommer att tas fram i en bred samverkan med länets kommuner, intresseorganisationer och företrädare för länets näringsliv m fl. Det är angeläget att miljömålen och däribland klimatfrågorna integreras i denna process. Klimatanpassningsfrågan är en av länets största framtidsutmaningar.

9 Slutsatser

Klimatförändringarna är inte bara en fråga som rör en avlägsen framtid, de berör oss även här och nu. Det råder idag en bred samstämmighet bland både forskare och politiker om att det pågår en global klimatförändring och att denna till största del är orsakad av människan.

I denna analys har de förväntade klimatförändringarna i Västmanlands län i ett 100-årsperspektiv och vilka konsekvenserna kan bli på grund av dessa redovisats. Analysen har också tagit upp ett antal förslag till möjligheter som uppstår i och med de förväntade klimatförändringarna.

De slutsatser som kan dras är att Västmanlands län kommer att drabbas av klimatförändringarna på ett eller annat sätt, men att det är svårt att förutspå när och hur detta kommer att ske. Jämfört med landet i övrigt och världen som helhet kommer Västmanland att bli förhållandevis förskonat från klimatförändringarnas mest allvarliga konsekvenser.

För att mildra effekterna av klimatförändringarna så krävs det kontinuerlig bevakning av förväntade effekter samt en god planering och genomförande av de anpassningsåtgärder som blir nödvändiga. Klimatförändringarna påverkar och kommer att påverka medborgarnas vardag och i vissa fall kan anpassningarna bli obehagliga. Därför måste arbete utföras för att finna var i samhället de största riskerna föreligger, samt vilka anpassningsbehov som krävs för att minska negativa effekter.

Åtgärderna för att minska klimatförändringarna innebär även positiva möjligheter, som exempelvis nya förutsättningar för forskning, utveckling av ny teknik och marknadsföring av nya produkter.

10 Referenser

- Bergström, S. 2010: Analys av översvämningsrisker i Mälarens Vattensystem. Rapport nr 2010-21. SMHI på uppdrag av Sparbanken Västra Mälardalen.
- Boverket 2007: Boverket informerar 2007:10 Om förändringar i plan- och bygglagen (planering).
- Boverket 2009: Bygg klimatsäkert - anpassning av planering och byggande.
- Climatic Research Unit (CRU) 2010: Tillgänglig ONLINE 2010-10-05: www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming.
- Climatools 2010: Rocklöv, Joakim, *et al.* 2008: Hälsopåverkan av ett varmare klimat - en kunskapsöversikt. Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar, 2008:1.
- EI 2010: Energimarknadsinspektionen. Tillgänglig ONLINE 2010-08-22: www.ei.se/For-Energikunder/Fjarrvarme/Marknaden-for-fjarrvarme.
- Fogelfors m fl. 2009: Fogelfors H., Wivstad M., Eckersten H., Holstein F., Johansson S., Verwijst T.: Strategic Analysis of Swedish Agriculture - Production systems and agricultural landscapes in a time of change (Swedish title of parent project: Framtidsanalys av svenskt jordbruk - Odlingssystem och jordbrukslandskap i förändring (FANAN)). Report No 10, Department of Crop Production Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 68 pp.
- FOI 2010: Totalförsvarets forskningsinstitut. Climatools. Tillgänglig ONLINE 2010-08-26: www.foi.se/FOI/Templates/ProjectPage____5356.aspx.
- IPCC 2000: Emissions scenarios. Special report of the IPCC (SRES). Summary for policymakers. Sid. 8. Tillgänglig ONLINE 2010-10-06: www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=12.
- IPCC 2001: Climate change: The scientific basis. Sid. 132. Tillgänglig ONLINE 2010-06-10: www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/TAR-02.pdf.
- IPCC 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Fourth assessment report AR4. Tillgänglig ONLINE 2010-06-08: www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html.
- Jones, P.D. och K.R. Briffa 1992: Global surface air temperature variations during the twentieth century: Part 1, spatial temporal and seasonal details. *The Holocene*, **2**, 165-179.

- Krisberedskapsmyndigheten (KBM) 2006: Faktablad september 2006, Nya lagen 2006:544. Tillgänglig ONLINE 2010-10-11:
www2.msb.se/.../Broschyrer%20och%20faktablad/faktablad_lag2006-544.pdf.
- Länsstyrelserna i Mellansverige 2006: Översvämningsrisker i fysisk planering. Rekommendationer för markanvändning vid nybebyggelse.
- Mälarenergi 2010: Jan Berglund, muntligen 2010-08-27.
- Norrvatten 2010: Tillgänglig ONLINE 2010-08-29:
www.norrvatten.se/Dricksvatten/Malaren---var-vattentakt.
- Pollack, H., S. Huang och P.Y. Shen 1998: Climate change revealed by subsurface temperatures: A global perspective. *Science*, **282**, 279, 281.
- Regeringskansliet 2009: Miljödepartementet. Remiss om lagtexten för en ny plan- och bygglag samt en ändring i anläggningslagen (1973:1149). Tillgänglig ONLINE: 2010-09-16:
www.regeringen.se/content/1/c6/08/85/93/4bca486b.pdf.
- Regeringskansliet 2010: Miljödepartementet. Ny plan- och bygglag. Tillgänglig ONLINE 2010-12-10: www.regeringen.se/sb/d/12858/a/141916.
- Rocklöv J. och Forsberg B. 2007: Dödsfallen i Stockholm ökar med värmen – värmeböljor kan bli ett hälsoproblem i Sverige. Manus accepterat för publicering i *Läkartidningen*.
- Rummukainen och Källén 2009: Ny klimatvetenskap 2006-2009. Kommissionen för hållbar utveckling, Regeringskansliet.
- SJV 2007: Jordbruksverket. En meter i timmen– klimatförändringarnas påverkan på jordbruket i Sverige. Rapport 2007:16.
- SMHI 2006: Faktablad nr. 29, 2006. Klimat i förändring. Tillgänglig ONLINE 2010-06-03: www.smhi.se/publikationer/klimat-i-forandring-1.6397.
- SMHI 2008: Ombyggnaden av Slussen minskar risken för översvämning. Medvind nr. 3, 2008.
- SMHI 2010a: Tillgänglig ONLINE 2010-09-15:
www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalvarlden-1.7354.
- SMHI 2010b: Tillgänglig ONLINE 2010-08-18.
www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.2430.

- SMHI 2010c: Tillgänglig ONLINE 2010-08-18
www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vastmanlands-klimat-1.4931.
- SMHI 2010d: Tillgänglig ONLINE 2010-08-18
www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/snotackets-utbredning-och-varaktighet-1.6323.
- SMHI 2010e: Tillgänglig ONLINE 2010-08-22:
www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/ovader-i-januari-1954-1.5730.
- SMHI 2010f: Tillgänglig ONLINE 2010-08-22:
www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/orkanernas-host-1969-1.5748.
- SMHI 2010g: Tillgänglig ONLINE 2010-08-22:
www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/historiska-oversvamningar-1.7827.
- SMHI 2010h: Tillgänglig ONLINE 2010-08-22:
www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/hostregnet-som-orsakade-oversvamningar-ar-2000-1.7888.
- SMHI 2010i: Tillgänglig ONLINE 2010-08-27:
www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser/Sveriges-lans-framtida-klimat-1.8256.
- SMHI 2010j: Tillgänglig ONLINE 2010-10-27: www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/Maxmin#
- SMHI 2010k: Tillgänglig ONLINE 2010-10-27:
www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatforandringar-i-ett-langt-tidsperspektiv-1.3826
- SOU 2006: Delbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen.
Översvämningshot - risker för Mälaren, Hjälmaren och Vänern. SOU 2006:94.
- SOU 2007: Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande: Sverige inför klimatförändringarna - Hot och möjligheter. SOU 2007:60.
- Stockholms stad 2010a: Tillgänglig ONLINE 2010-12-10:
www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Exploateringskontoret/Slussen/Bakgrund/Status--Skick/

Stockholms stad 2010b: Tillgänglig ONLINE 2010-12-10:

www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Exploateringskontoret/Slussen/vattenreglering-av-Malaren/Program_samradsmoten1/

Sukhdev 2008: The economics of ecosystems & biodiversity (TEEB): Tillgänglig ONLINE 2010-10-01:

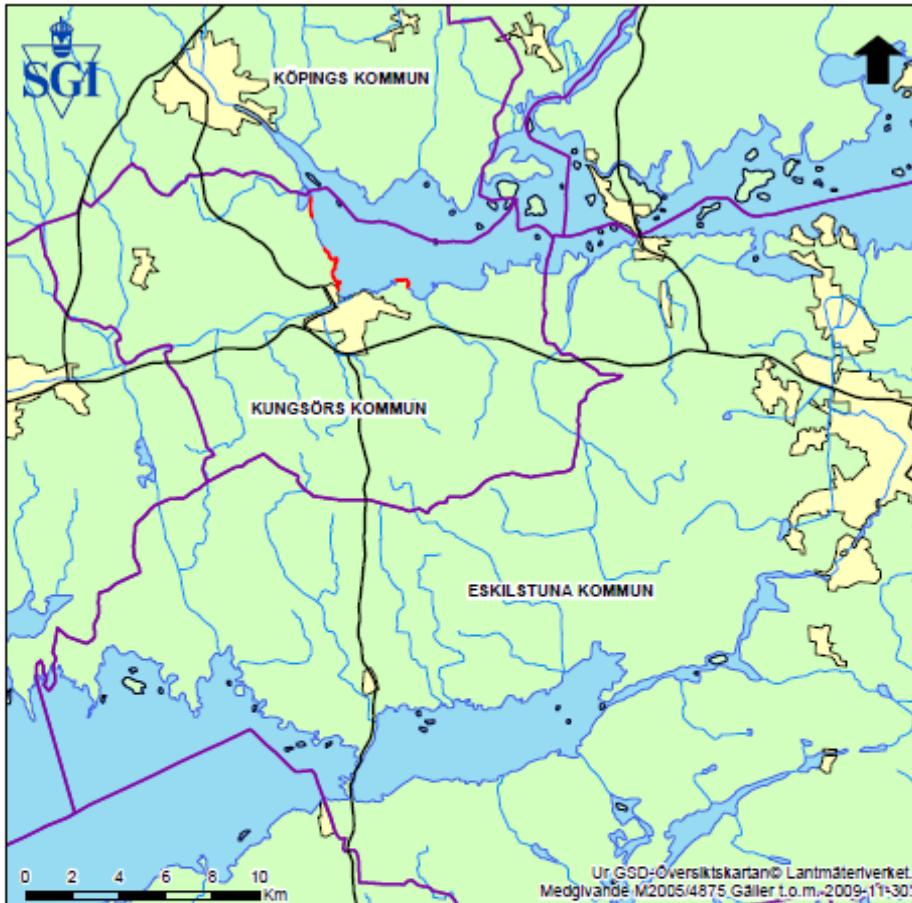
www.teebweb.org/InformationMaterial/TEEBReports/tabid/1278/Default.aspx.

VLT 2010: Västmanlands Läns Tidnings arkiv.

11 Bilagor

Bilaga 1: Erosionskarta gällande främst Kungsörs kommun.

Erosionsförhållanden: Eskilstuna (mot Hjälmaren), Kungsör, Köping



Erosionsförhållanden i Kungsörs och Köpings kommun samt Eskilstuna kommun med strand mot Hjälmaren. (Enligt uppgift förekommer ingen stranderosion i Eskilstunas och Köpings kommun.)

Erosionsförhållanden

Redovisningen ingår i en översiktlig kartläggning av stranderosion i Sverige. Kartan visar områden med erosion baserade på uppgifter från respektive kommun. Uppgifterna utgör inte tillräckligt underlag för detaljerade studier. ©

Datum: 2005-12-22

Skala: Objekten är digitaliserade i skala 1:250 000

Källa: Statens geotekniska institut (SGI).

Teckenförklaring

- Stranderosion
- Kommungräns
- Riksväg och Europaväg
- Vattendrag
- Tätort

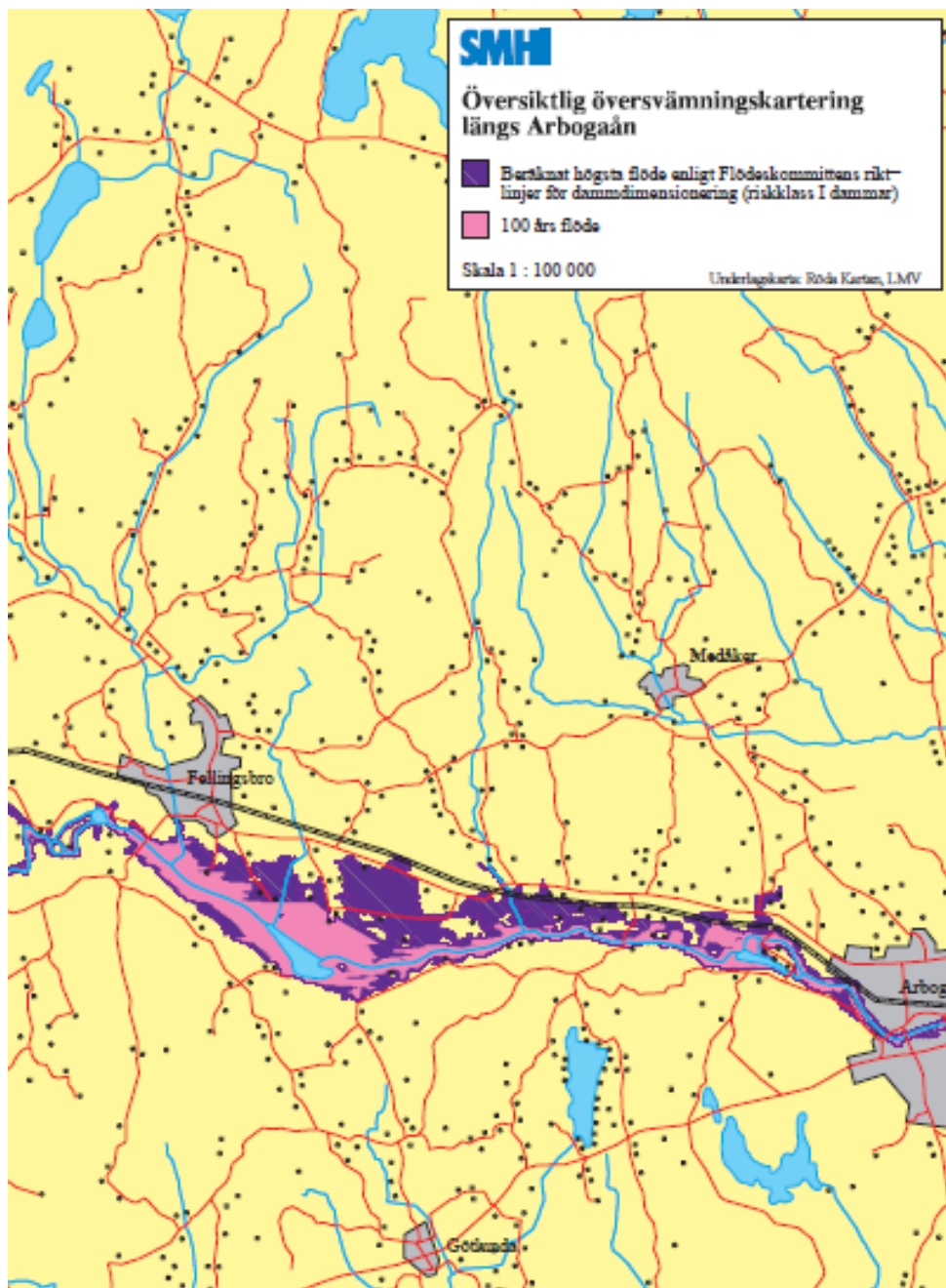
Bilaga 2: Översiktskarta gällande vägnätet i Västmanlands län



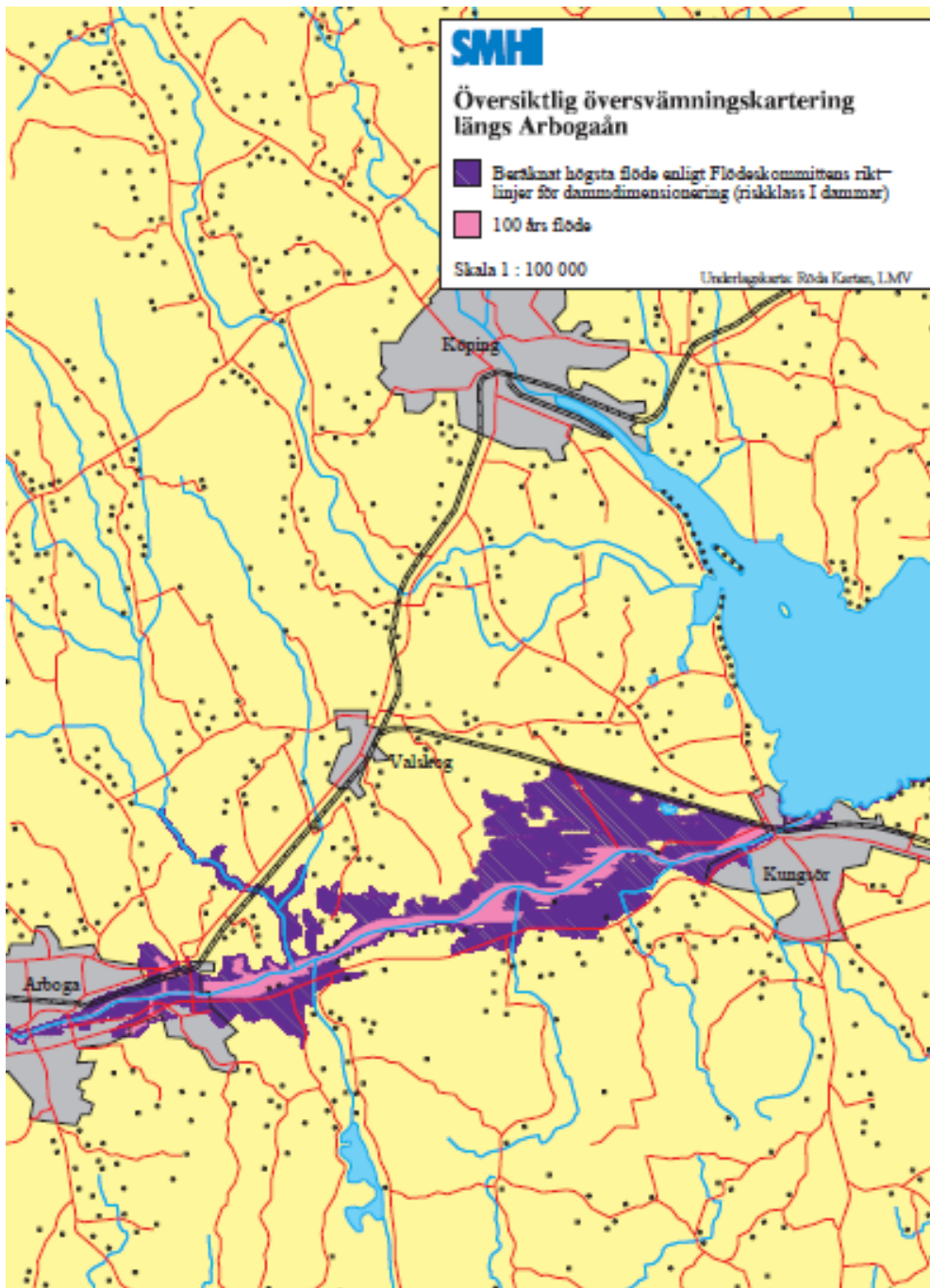
Bilaga 3- 20 Översvämningskartor

Kartor till bilaga 3-20 är gjorda av SMHI på uppdrag av Räddningsverket. De finns att tillgå på www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversiktlig-oversvamningskartering.

Bilaga 3: Arbogaån bild 1



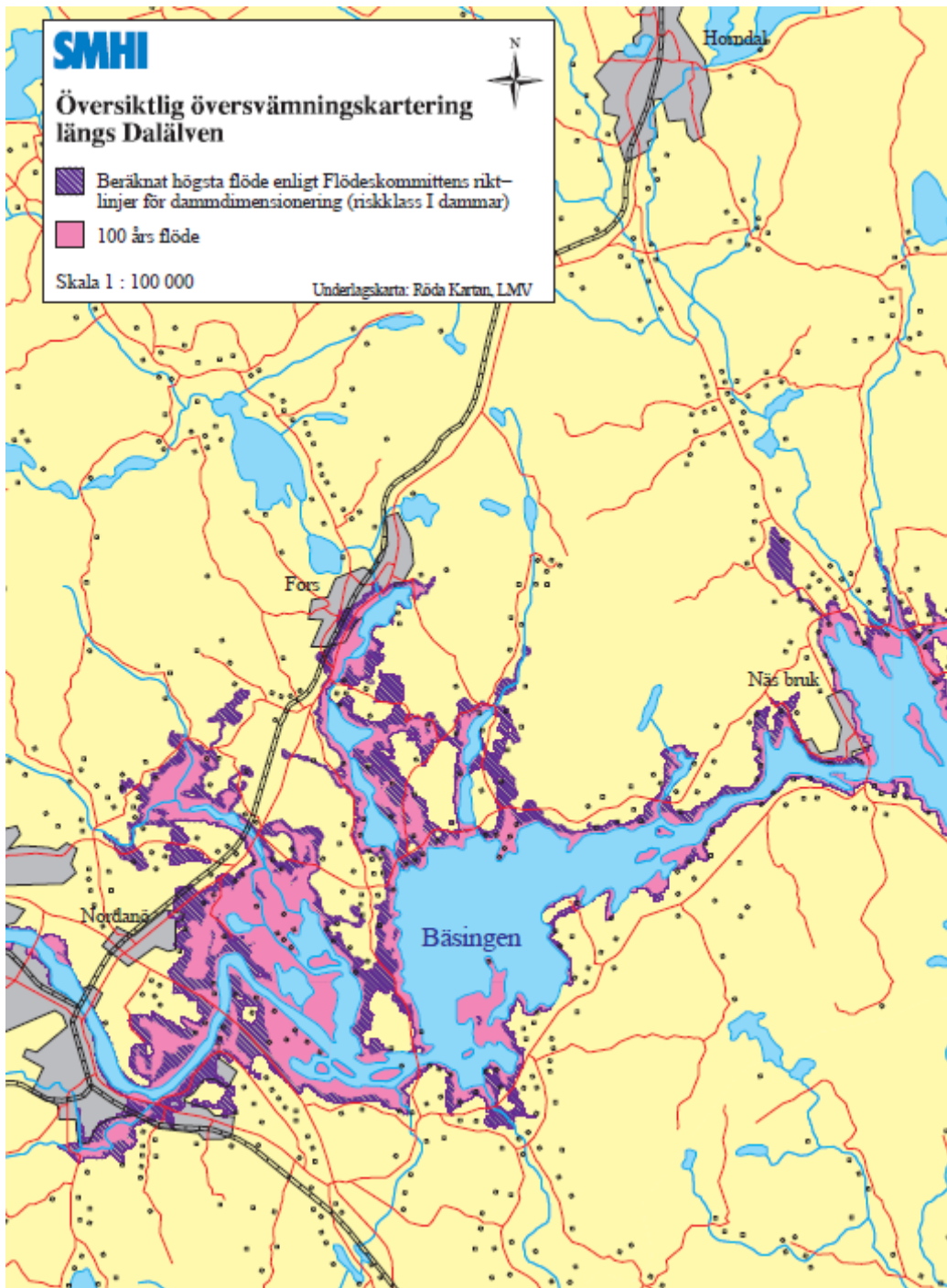
Källa: MSB; Rapport, mars 1999. *Översiktlig översvämningskartering längs Arbogaån, sträckan längs Ställdalen till Mälaren (blad 4).*

Bilaga 4: Arbogaån bild 2

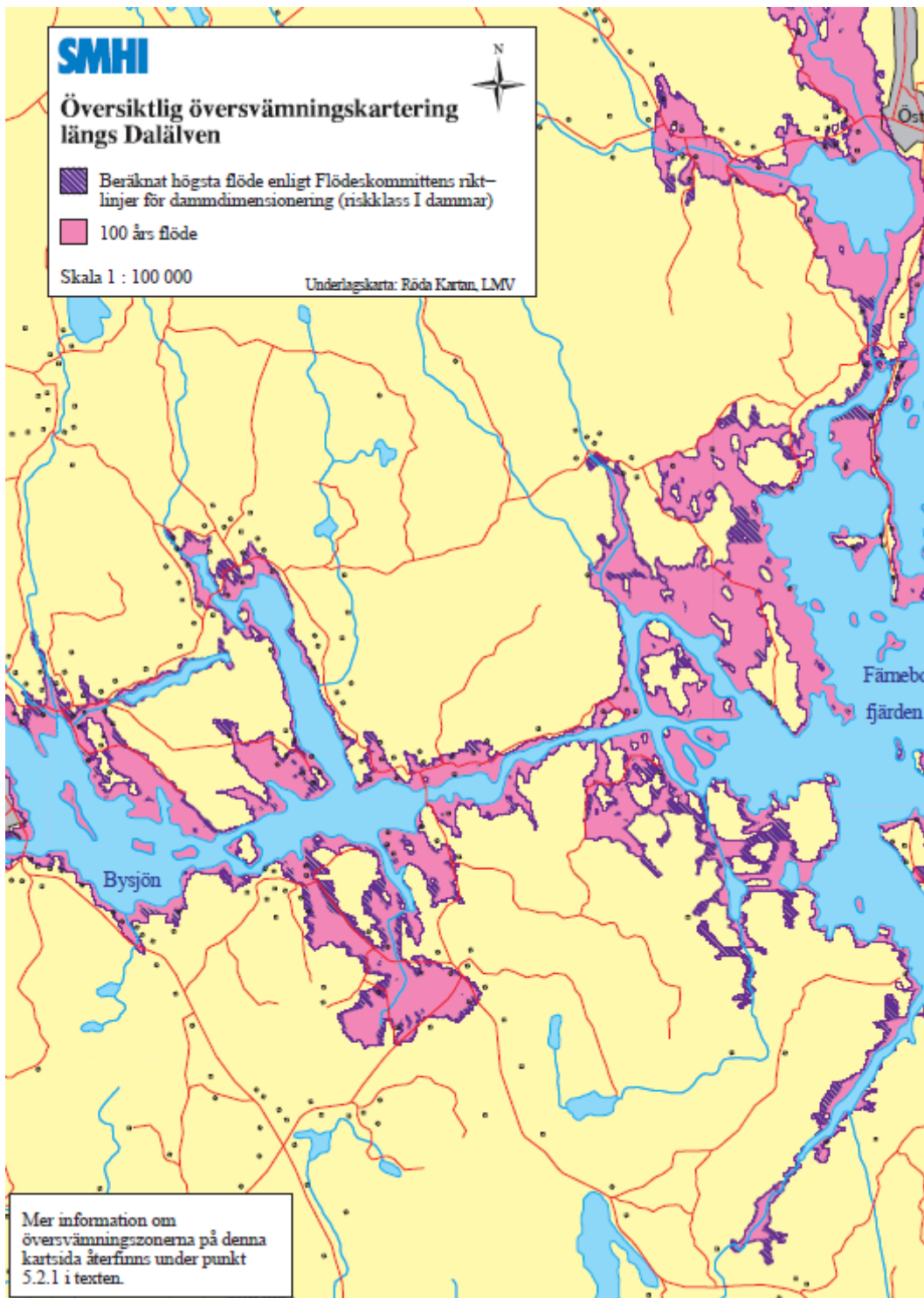
Källa: MSB; Rapport, mars 1999. Översiktlig översvämningskartering längs Arbogaån, sträckan längs Ställdalen till Mälaren (blad 5).

Förtydligande text från MSB:s Rapport 11, kapitel 5.2.1, gällande översvänningskartorna för Dalälven, bilagorna 6-7:**5.2.1.2 Färnebofjärden, Hedesundafjärden, Bramsöfjärden**

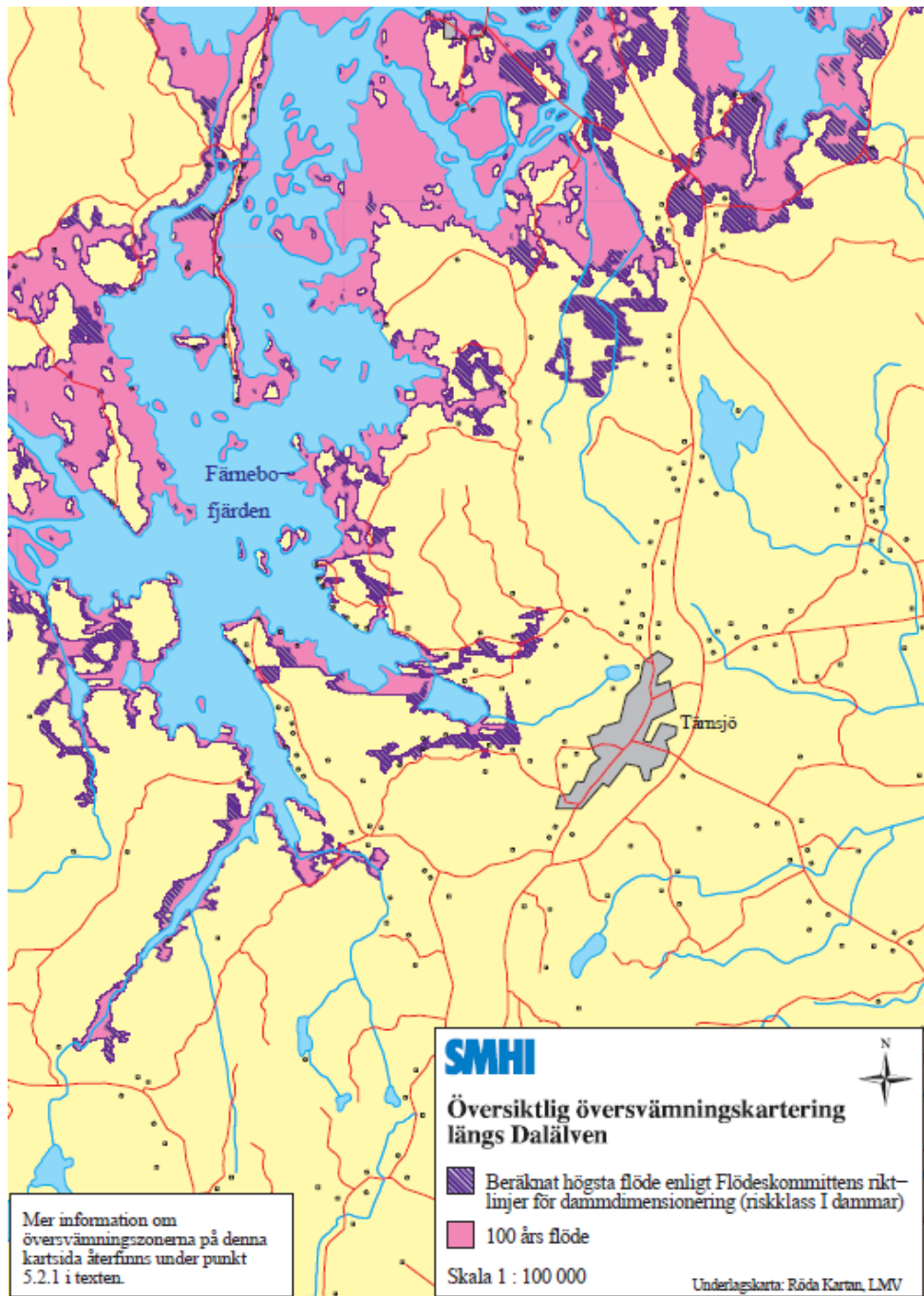
Vid alla dammar har antagits att konstant produktionstappning sker upp till dämningssgräns och att däröver är alla utskov fullt öppna. Vid t.ex. Näs är avbördningsförmågan vid dämningssgräns högre än vid Söderfors, som ligger nedströms. Regleringsstrategin kan därför i verkligheten vara annorlunda än våra antaganden. Av denna anledning är 100-årsflödets utbredning osäker inom detta område.

Bilaga 5: Dalälven bild 1.

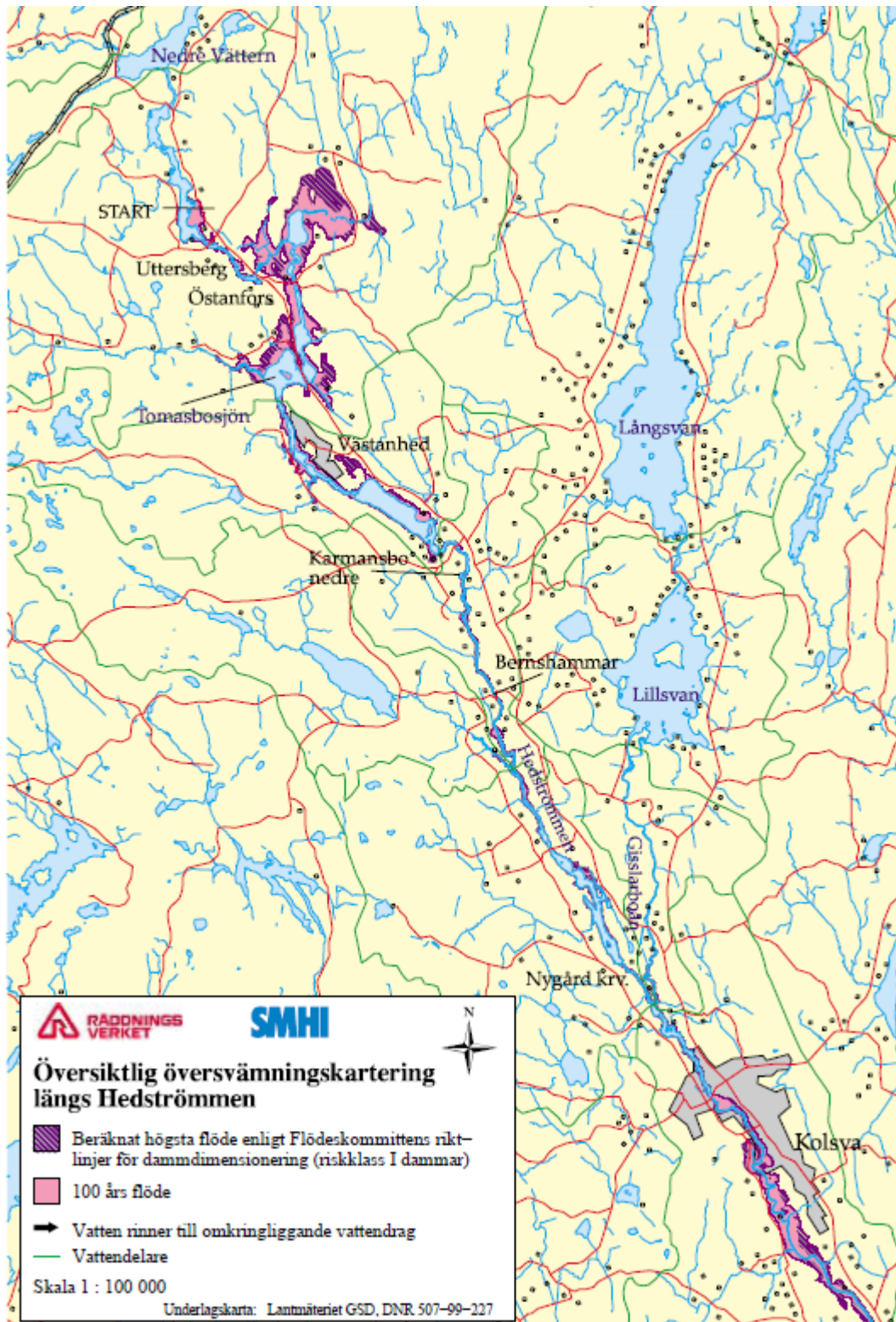
Källa: MSB; Rapport 11, december 1999. Översiktlig översvämningskartering längs Dalälven, biflödet Lillälven (Svärdsjövattnedraget) samt Faluån (blad 13).

Bilaga 6: Dalälven bild 2.

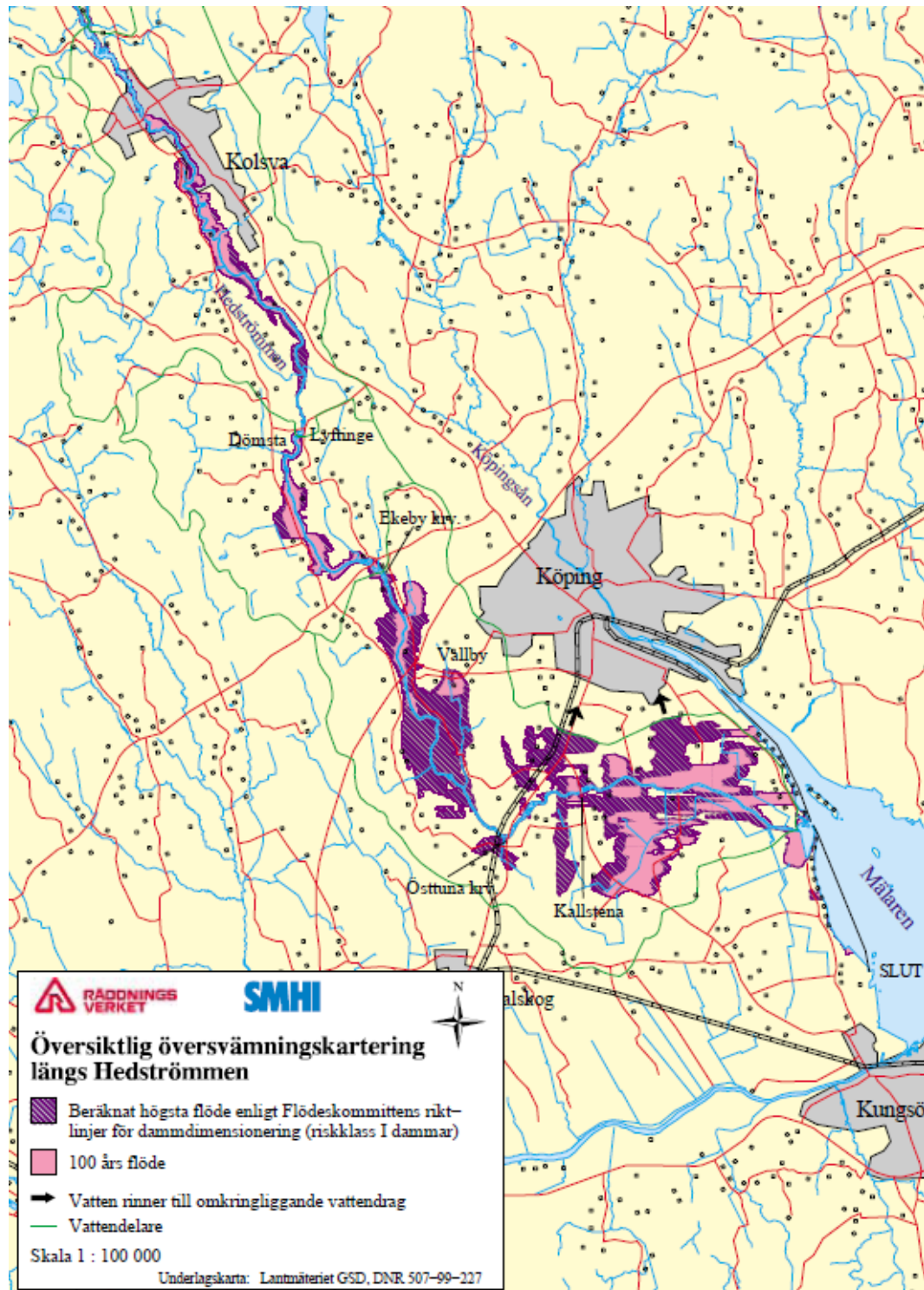
Källa: MSB; Rapport 11, december 1999. *Översiktlig översvämningskartering längs Dalälven, biflödet Lillälven (Svärdsjövattendraget) samt Faluån (blad 14).*

Bilaga 7: Dalälven bild 3.

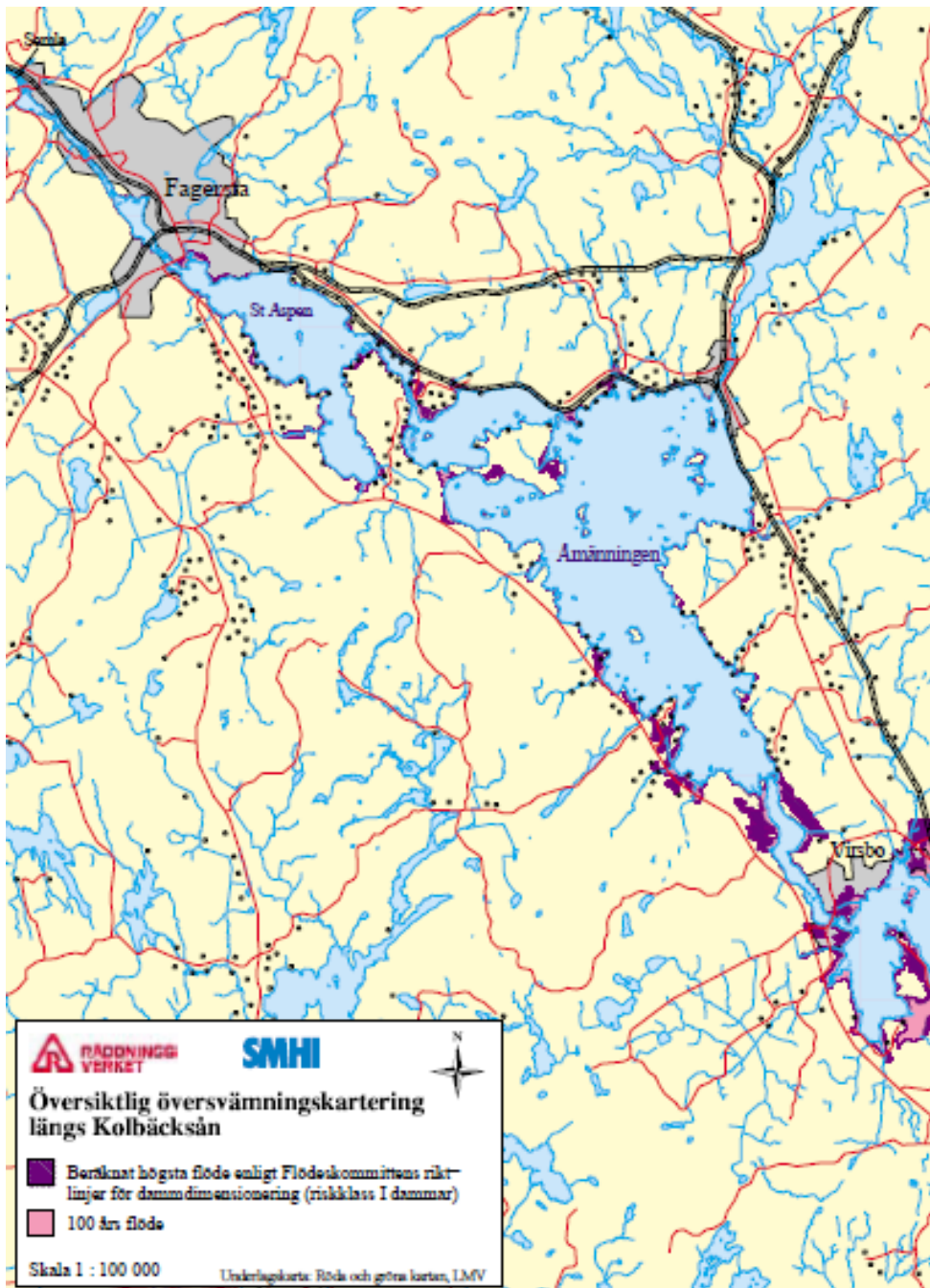
Källa: MSB; Rapport 11, december 1999. *Översiktlig översvämningskartering längs Dalälven, biflödet Lillälven (Svärdsjövattendraget) samt Faluån (blad 15).*

Bilaga 8: Hedströmmen bild 1.

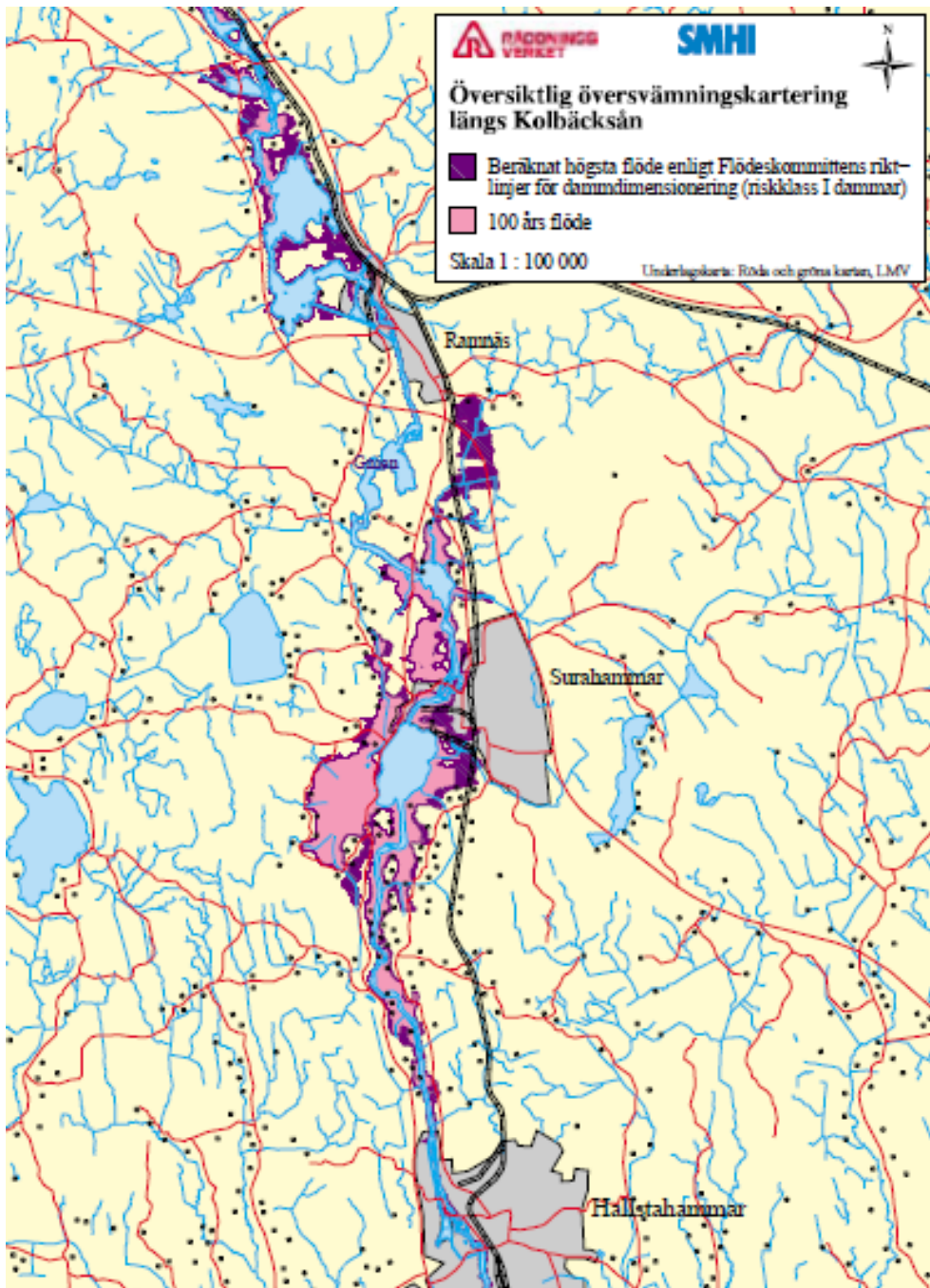
Källa: MSB; Rapport 44, 2004-04-30. Översiktlig översvämningskartering längs Hedströmmen, sträckan från Uttersberg till Mälaren (karta 1).

Bilaga 9: Hedströmmen bild 2.

Källa: MSB; Rapport 44, 2004-04-30. Översiktlig översvämningskartering längs Hedströmmen, sträckan från Uttersberg till Mälaren (karta 2).

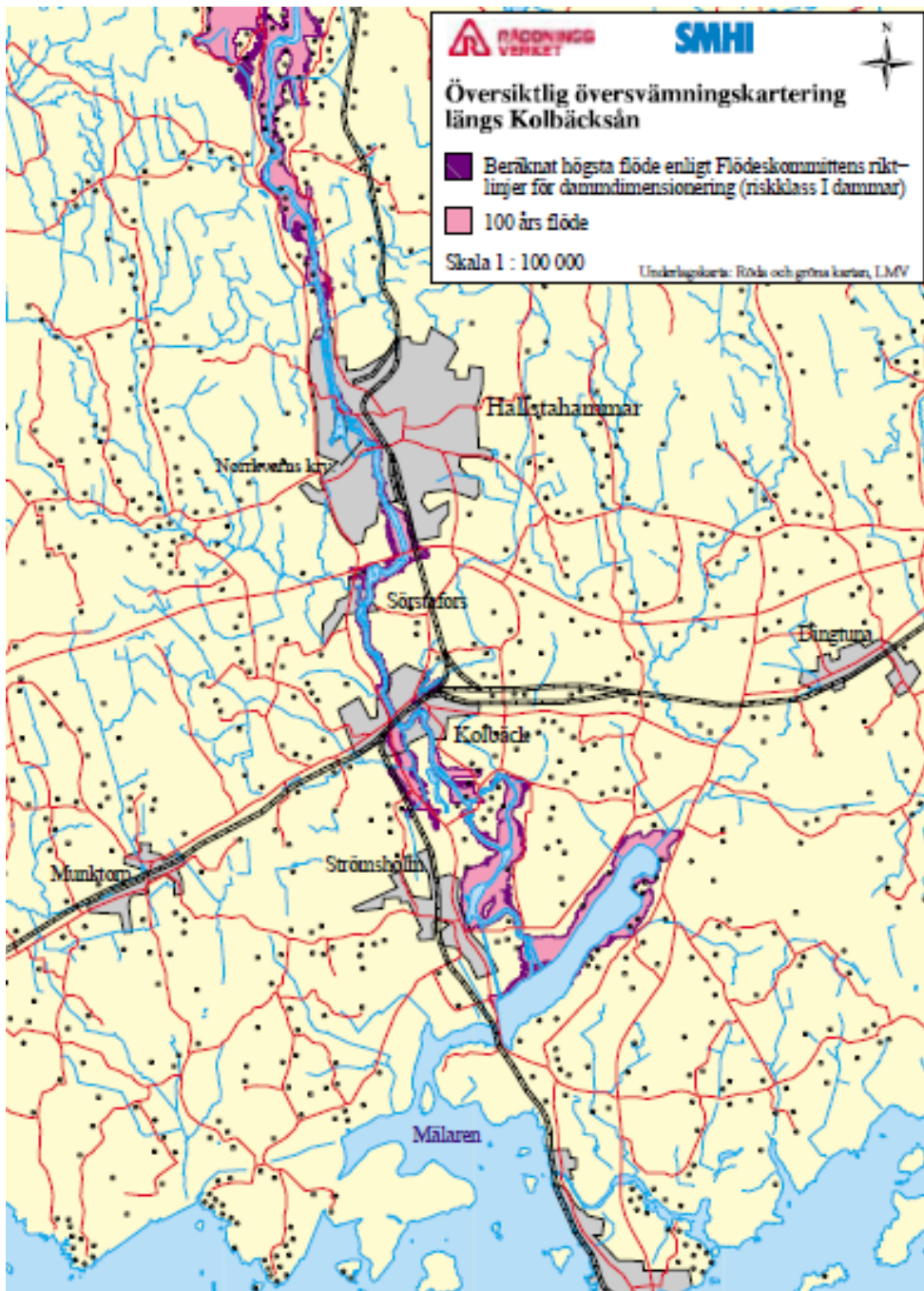
Bilaga 10: Kolbäcksån bild 1.

Källa: MSB; Rapport 24, 2001-11-28. Översiktlig översvämningskartering längs Kolbäcksån, sträckan från Bysjön till utloppet i Mälaren (karta 4).

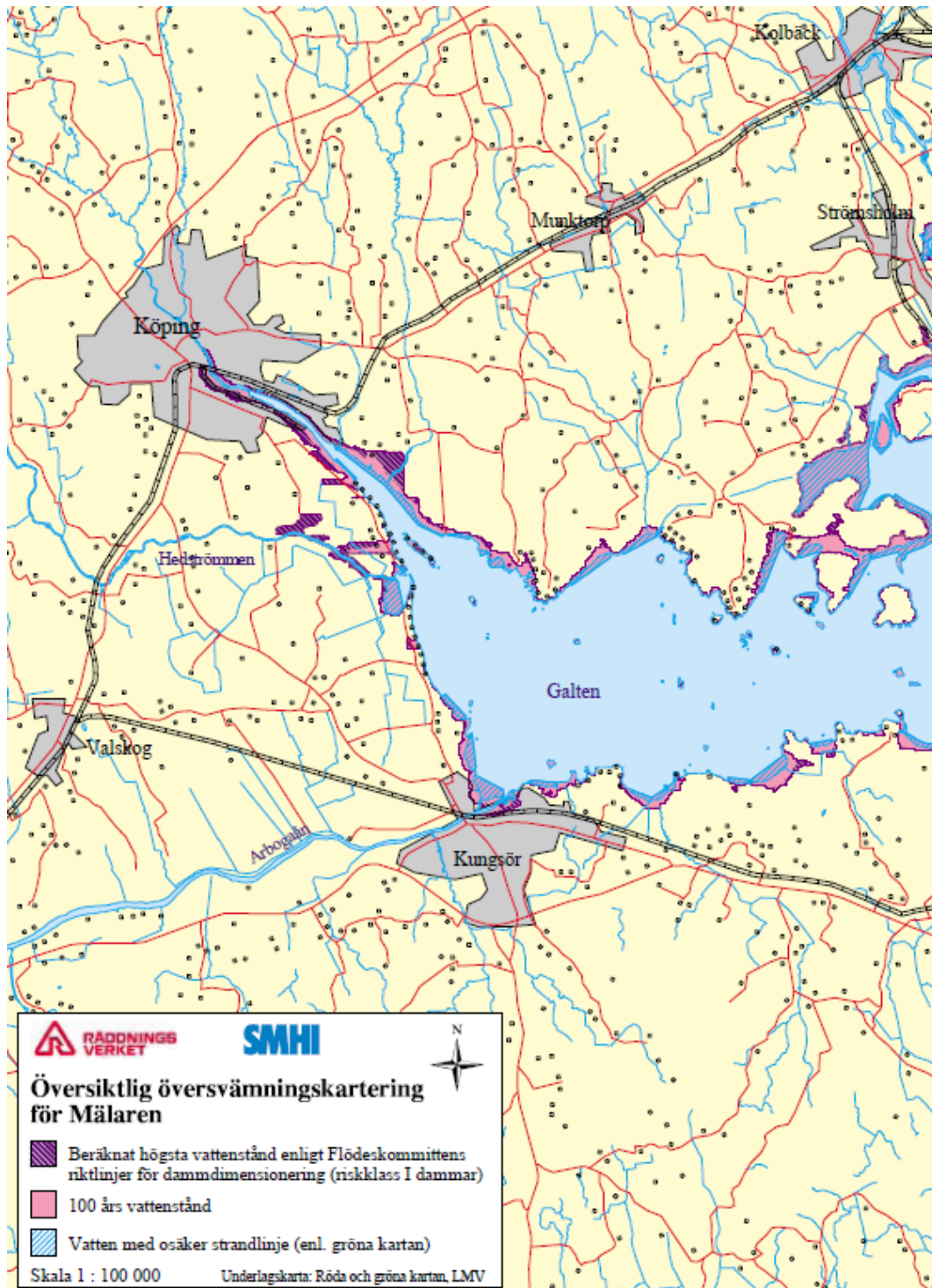
Bilaga 11: Kolbäcksån bild 2.

Källa: MSB; Rapport 24, 2001-11-28. Översiktlig översvämningskartering längs Kolbäcksån, sträckan från Bysjön till utloppet i Mälaren (karta 5).

Bilaga 12: Kolbäcksås bild 3.



Källa: MSB; Rapport 24, 2001-11-28. Översiktlig översvämningskartering längs Kolbäcksås, sträckan från Bysjön till utloppet i Mälaren (karta 6).

Bilaga 13: Mälaren bild 1.

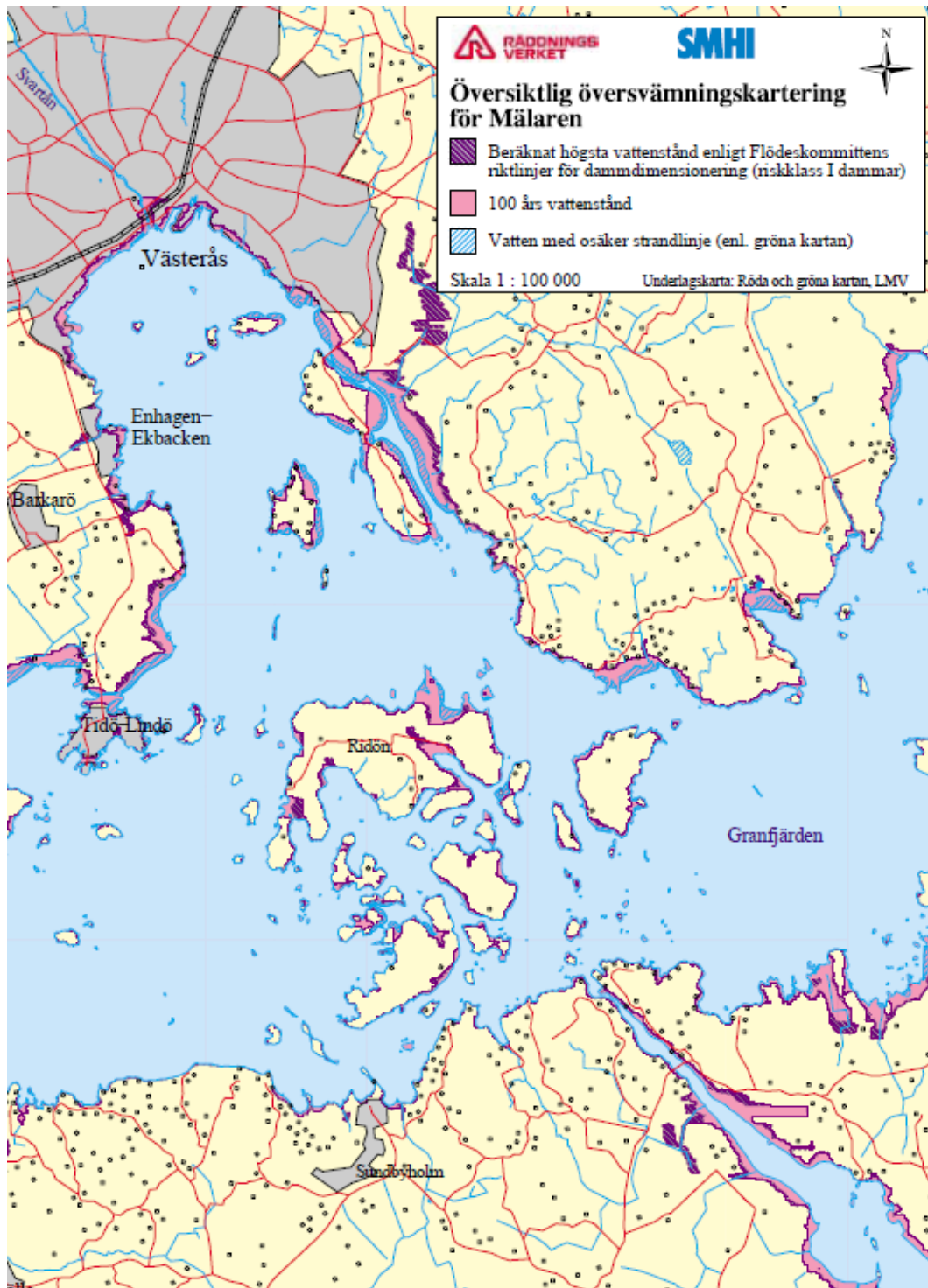
Källa: MSB; Rapport 22, 2001-10-23. Översiktlig översvämningskartering för Mälaren (karta 1).

Bilaga 14: Mälaren bild 2.



Källa: MSB; Rapport 22, 2001-10-23. Översiktlig översvämningsskartering för Mälaren (karta 2).

Bilaga 15: Mälaren bild 3.

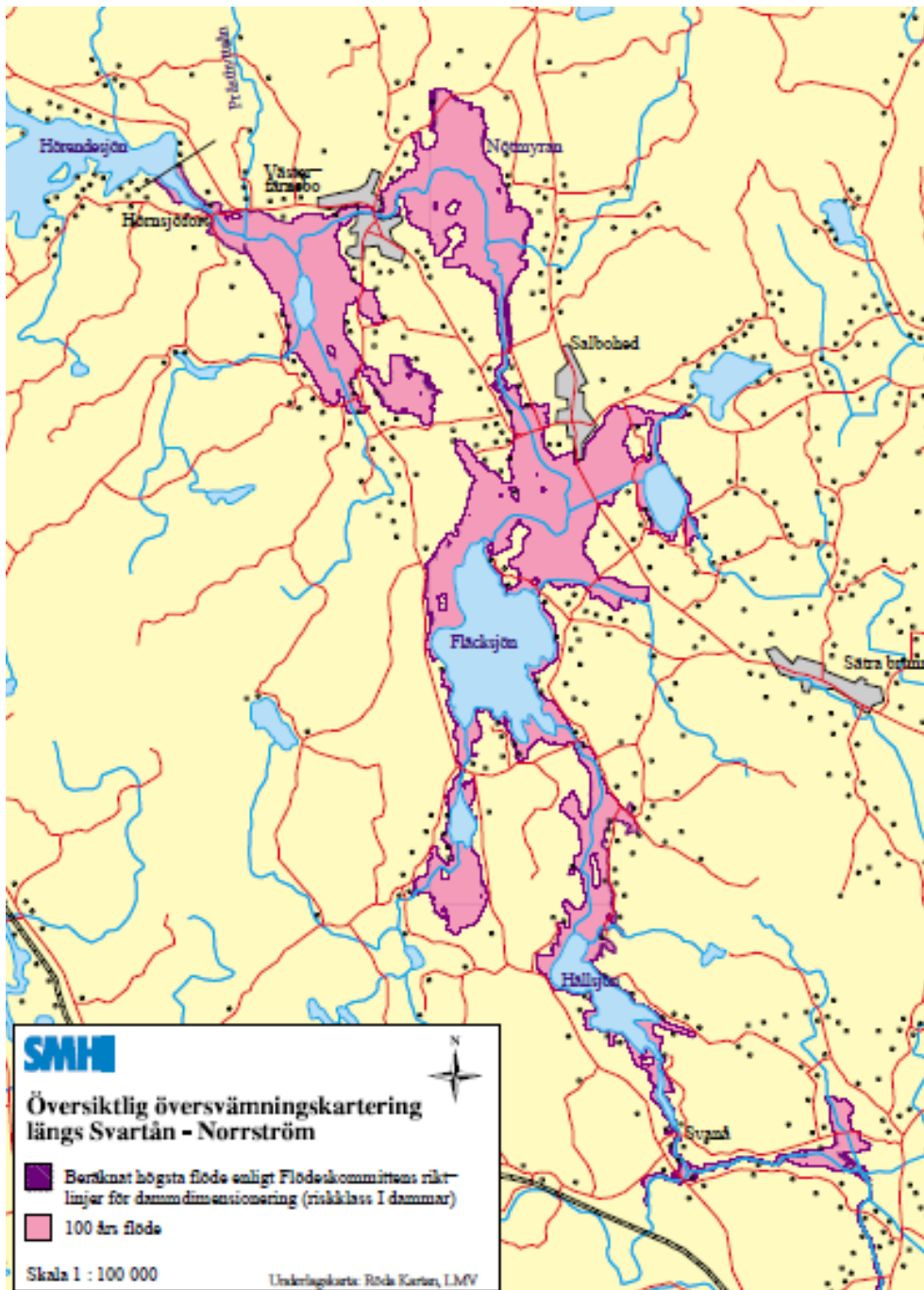


Källa: MSB; Rapport 22, 2001-10-23. Översiktlig översvämningskartering för Mälaren (karta 3).

Bilaga 16: Mälaren bild 4.



Källa: MSB; Rapport 22, 2001-10-23. Översiktlig översvämningskartering för Mälaren (karta 5).

Bilaga 17: Svartån bild 1.

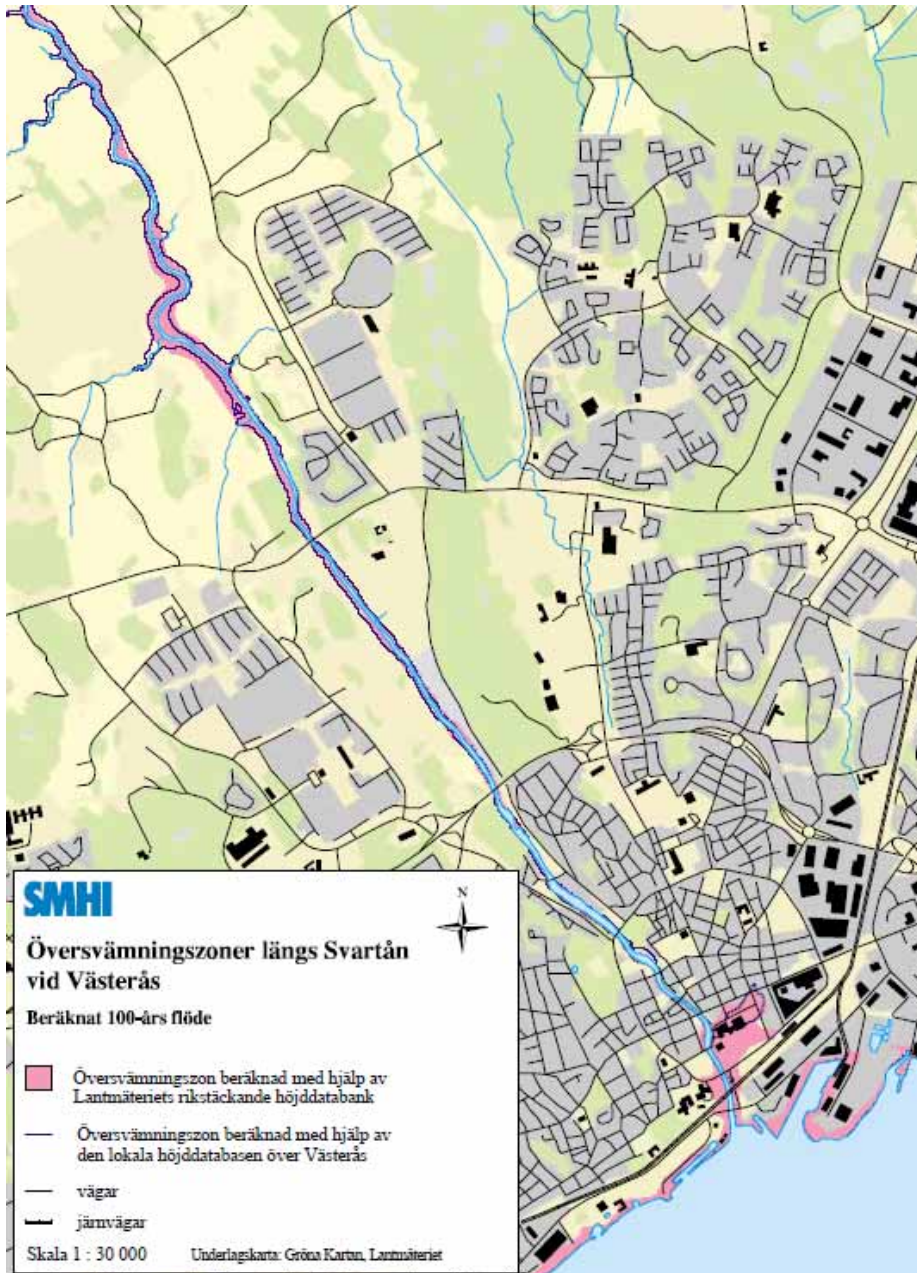
Källa: MSB; Rapport 14, 2001-01-15. Översiktlig översvämningskartering längs Svartån (Västerås), sträckan Hörendesjön till Mälaren (karta 1).

Bilaga 18: Svartån bild 2.

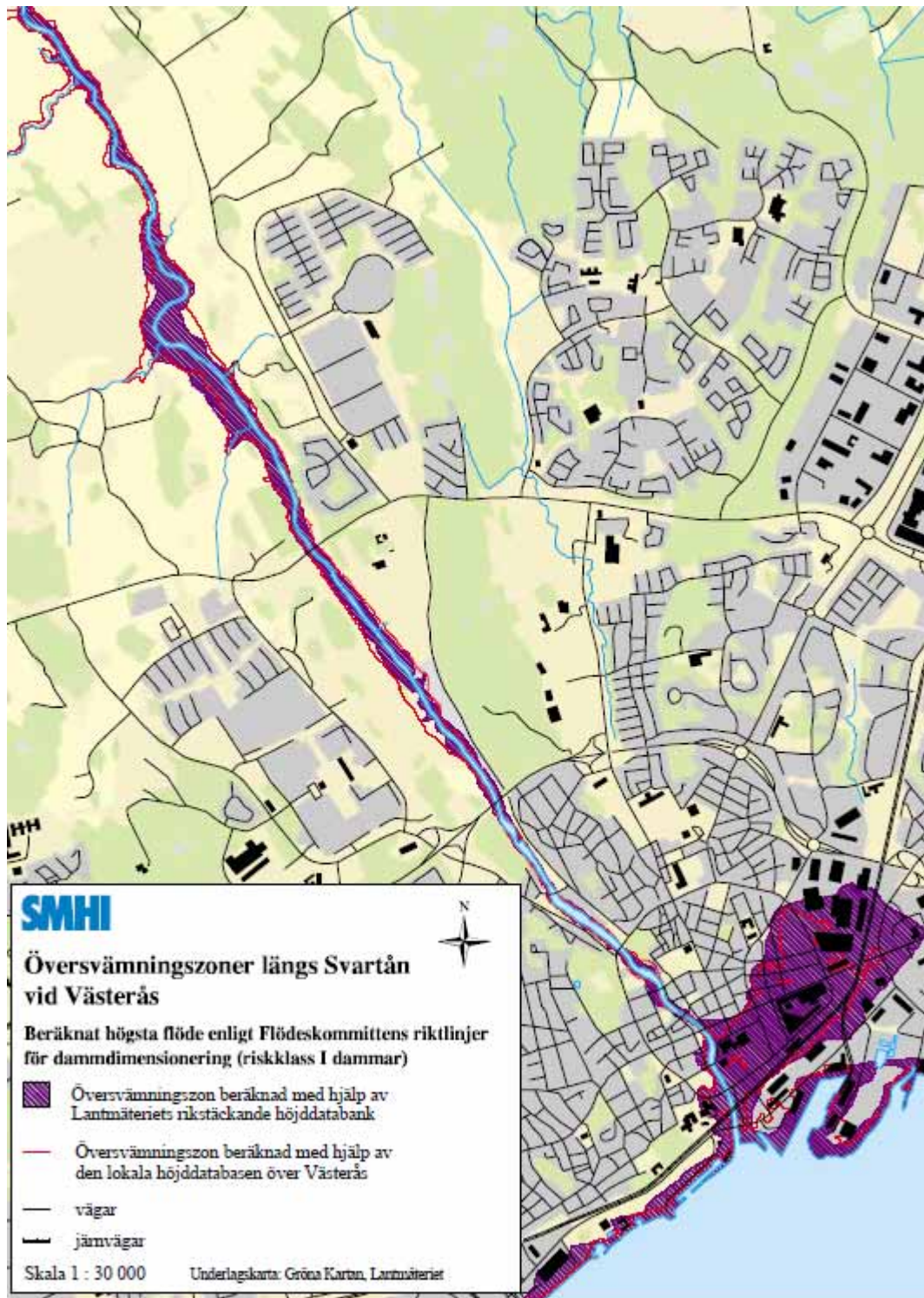
Källa: MSB; Rapport 14, 2001-01-15. Översiktlig översvämningskartering längs Svartån (Västerås), sträckan Hörendesjön till Mälaren (karta 2).

Gällande bilagorna 19 och 20:

SMHI har genom Västerås Kommun och Metria inom Lantmäteriet fått tillgång till en lokal höjddatabas över tätorten Västerås. Utifrån databasen har jämförelser gjorts på översvämningzoner mellan den lokala höjddatabasen och motsvarande zoner producerade med Lantmäteriets rikstäckande höjddatabank. Jämförelsen visar på skillnaderna mellan den översiktliga översvämningsskarteringen som SMHI utför med Lantmäteriets rikstäckande höjddatabank som grund och med en mer detaljerad skartering som bygger på lokala höjddatabaser.

Bilaga 19: Svartån vid Västerås tätort bild 1.

Källa: MSB; Rapport 14, 2001-01-15. Bilaga A: 2000-08-16. Översiktlig översvämningsskartering längs Svartån (Västerås), sträckan Hörendesjön till Mälaren (figur A.6).

Bilaga 20: Svartån vid Västerås tätort bild 2.

Källa: MSB; Rapport 14, 2001-01-15. Bilaga A: 2000-08-16. Översiktlig översvämningsskartering längs Svartån (Västerås), sträckan Hörendesjön till Mälaren (figur A.5).

Ingår i Länsstyrelsens rapportserie
ISSN 0284 - 8813

Har du frågor, önskar fler exemplar m m, kontakta
Länsstyrelsen i Västmanlands län, 721 86 Västerås

Tfn 021-19 50 00 | Fax 021-19 51 35 | E-post: vastmanland@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/vastmanland