

Klimatet i Sverige 2040

Sara Bergström Nilsson

GRADVIS°

Klimatoptimerar svenskt lantbruk



Klimatet i Sverige 2040

Sara Bergström Nilsson

Delrapport 1 i Projektet Gradvis

GRADVIS° Klimatoptimerar svenskt lantbruk

	Innehåll	Sida
1	Sammanfattning	6
2	Förutsättningar i projektet	8
2.1	Tidsram	8
2.2	Scenarier	9
2.3	Modeller	9
3	Klimatet 2040	11
3.1	Temperatur	11
3.2	Vatten	22
3.3	Vind	29
3.4	Väderextremer	29
4	Litteraturförteckning	36

Förord

Denna rapport är ett resultat av klimatstrategiprojektet Gradvis som har drivits av Hushållningssällskapet Halland och finansierats av LRF och Länsförsäkringar Halland. I projektet kommer det under 2010 att publiceras tre rapporter: Klimatet 2040, Växtodling 2040 och Djurhållning 2040. Dessa kommer även att sammanfattas som kortfattade faktablad och regionalt anpassade råd som kan laddas ner från projektets hemsida www.gradvis.se.

Upprinnelsen till projektet Gradvis är att klimatprognoserna från SMHI visar att ett förändrat klimat är att vänta framöver. Oavsett hur den fortsatta utvecklingen av koldioxidhalten i atmosfären blir så är forskare i världen eniga om att vi redan är i ett skede där klimatet successivt håller på att förändras till följd av mänsklig påverkan. Utifrån olika klimatmodeller kan förändringar i klimatet simuleras för olika framtidsscenarier. Dessa visar att även om vi skulle sluta använda fossil energi i dag, är trögheten i systemet så stor, att förändringar i klimatet kommer att fortskrida. Hur dessa förändringar kommer att se ut och hur snabbt de sker beror på många olika och osäkra faktorer och kan ej med säkerhet prognostiseras.

Med en förändring av klimatet följer också ett behov av att anpassa befintlig produktion och verksamhet för att hantera förändrade väderförutsättningar. Förändringar i klimatet kommer på ett naturligt sätt att tvinga fram en omställning av produktionen. Ur ett företagsperspektiv är det dock en fördel, och kanske en nödvändighet, att vara medveten om de förändringar i klimat och väder som förutspås, samt att ha kunskap om och kunna planera och hantera de risker och möjligheter det kan innebära.

Vi hoppas att rapporterna, faktabladen samt de regionala råden från Gradvis kan inspirera till diskussion och handling runt om i Sverige.

Halmstad i mars 2010.

Sara Bergström Nilsson



**LANTBRUKARNAS
RIKSFÖRBUND**

1 Sammanfattning

Klimatet håller på att förändras. Hur stora förändringar som kan väntas beror på flera faktorer, bland annat befolkningsutvecklingen och energianvändningen i världen. Utvecklingstrenderna i samhället är grunden till olika klimatscenarier. I denna rapport har vi tittat på hur klimatet fram till år 2040 kan komma att utvecklas enligt två scenarier, A2 och B2. Vid enstaka tillfällen beskrivs även mer långtgående prognoser till seklets slut.

Runt år 2040 förväntas den genomsnittliga temperaturen öka främst på vintern. Våren och hösten kommer troligen också att bli mildare. Stora förändringar i denna riktning har redan inträffat. Med en ökande temperatur förlängs vegetationsperioden, främst i södra och mellersta Sverige. Snösäsongen förväntas bli kortare och detta kommer troligtvis främst att märkas i sydvästra och östra Svealand och längs Bottenhavets kustland. Tidpunkten för sista vårfrosten förväntas dock förändras marginellt jämfört med idag. Värmeböljor med mer än 25 grader i minst fem dagar kommer att inträffa regelbundet, främst i östra Svealand men även i andra delar av Sverige. Antalet soltimmar under perioden juni till augusti förväntas inte ändras nämnvärt. Två områden som förutspås få stor temperaturökning på årsbasis är Bottenhavets kustland och sydöstra Götaland.

Det förväntas bli mer nederbörd under vintrarna. Vissa datasimuleringar visar att det kan komma att bli torrare på sommaren. Trenden de senaste 15 åren visar dock på ökad nederbörd under sommaren. Intensiteten i nederbörden förutspås öka och antalet dagar med kraftig nederbörd under framför allt vintern, men även under sommaren, kan bli fler. Det finns enstaka studier som pekar på ökad frekvens av hagel men den eventuella trenden är osäker.

Avrinningen under vintern förväntas öka och risken för översvämningar kan komma att öka i västra Götaland, sydvästra Svealand och nordvästra Norrland. Havsnivån kan komma att höjas och det finns då risk för att odlingsmark hamnar under vatten. Störst risk att mark försvinner under havsytan är det på västkusten, i Skåne och i kustområdet upp till och med Östergötland.

Det är osäkert hur vindsituationen kommer att utvecklas, då olika

modeller visar på skilda resultat. Vindförhållandena på sommaren verkar inte förändras mycket enligt modellerna. Det är mer osäkert hur vindsituationen kan komma att förändras under vintern.

Risken för extrema väderfenomen förväntas öka. Störst risk är det sannolikt för att översvämningar blir vanligare, främst vintertid.



2 Förutsättningar

Det framtida klimatet beror på hur utvecklingen i samhället blir, både vad gäller antalet invånare och deras livsstil. Även om åtgärder vidtas för att minska vår negativa påverkan på klimatet, är klimatet redan idag signifikant förändrat jämfört med tiden 1961-1990 som vanligtvis används som referensperiod. Ytterligare förändringar förväntas fram till år 2040, vilket är den tidsram som projektet Gradvis har. Rapporten begränsas till de naturvetenskapliga förändringar som klimatet direkt förväntas ha på jordbruket. Projektet beaktar inte indirekta effekter på jordbruket till följd av klimatets påverkan på resten av samhället.

2.1 Tidsram

Klimatförändringar runt år 2040 är den tidsram som projektet Gradvis berör. Denna tidsram är satt för att de förändringar som förutspås och de rekommendationer och strategier som föreslås ska vara relevanta för dagens lantbruksföretagare. Där det är möjligt har vi försökt att se på förändringarna med år 2009-2010 som utgångspunkt eftersom det är lättare för lantbruksföretagaren att relatera till dagsläget än hur klimatet var för 20 till 50 år sedan, dvs under referensperioden 1961-1990. Det finns dock mer tillförlitliga data för perioden 1961-1990, varför den ibland ändå används som referensperiod i denna rapport.

SMHI jämför genomsnittstemperaturer mellan olika 30-årsperioder. Den senast avslutade 30-årsperioden är tiden 1961-1990 och därför används den ofta som referensperiod i klimatsamtal.

2.2 Scenarier

Denna rapport utgår från två scenarier som finns beskrivna i Special Report on Emissions Scenarios, SRES (IPCC, 2000). De valda scenarierna bedöms som två medelscenarier, d.v.s. förändringarna är varken de största eller de minsta, och kallas för SRES A2 och SRES B2. Utvecklingen i scenario A2 baseras på antaganden om en ojämn fördelning av befolkningen på jordklotet, en snabb befolkningstillväxt, långsam teknikspridning och en intensiv energiförbrukning. Utvecklingen i scenario B2 baseras på antaganden om en ojämn fördelning av befolkningen men en långsammare befolkningstillväxt och mindre intensiv energiförbrukning än i A2 (Eckersten, Karlsson, & Torsell, 2008). A2 och B2 är de scenarios som det oftast refereras till i Sårbarhetsutredningen.

2.3 Modeller

Prognoserna för nederbörd och temperatur är främst hämtade från SMHI:s hemsida "Sveriges klimat i framtiden" (<http://www.smhi.se/tema/Klimat-i-forandring>) och från de scenariokartor som SMHI tog fram till Sårbarhetsutredningen. Vid analysen har SMHI använt sig av flera klimatmodeller, med både globala och regionala perspektiv. SMHI:s analys är en statistisk beräkning av hur klimatet kommer att utvecklas. Resultaten kan inte tolkas som en väderprognos utan bör ses som en signal om hur det är tänkbart att det kan bli i framtiden i olika regioner. Modellerna visar endast löpande medelvärden för en 10-årsperiod, vilket gör att förändringar enskilda år kan bli betydligt större. Väderextremer kan också döljas i dessa 10-årsmedelvärden varför det ger en lugnare bild av utvecklingen än vad som kan förväntas i verkligheten. Modellerna beaktar heller inte lokala skillnader och därmed kan det exempelvis lokalt regna betydligt mer eller mindre än vad det regionala genomsnittet visar.

Den globala modell som SMHI har använt sig av för att få fram kartorna till "Sveriges framtida klimat" kallas för ECHAM4 och är framtagen i Tyskland. Till den har det kopplats två regionala modeller: en atmosfärsmodell (RCA3) och en kopplad land-atmosfärsmodell (RCAO). RCAO har utvärderats i ett forskningsprojekt och man har funnit att den väl kan återskapa klimatet för svenska förhållanden. Några avvikelser som har observerats är att RCA0 tenderar att visa på för många tillfällen med låg

nederbörd. RCA3 har i sin tur en tendens att visa på för mycket regn under sommaren samt för höga vintertemperaturer i nordöstra Europa samt för små dygnsvariationer i temperatur. I simuleringarna på "Sveriges framtida klimat" är detta beaktat och resultaten är justerade för att undvika systematiska fel (Sårbarhetsutredningen, 2007). Skillnaden i resultat från simulering mellan olika modeller är ibland större än skillnaden i olika scenarier från samma modell. Vid jämförelser mellan olika klimatmodeller har ECHAM4 gett en större förändring av temperatur och nederbörd än flera andra. (Sårbarhetsutredningen, 2007).

Det är viktigt att känna till att de scenarier som beskrivs av IPCC utgår från att golfströmmen inte kommer att ändras. Mekanismerna för hur golfströmmen fungerar är oklara och även om flera rapporter tyder på att den inte kommer att ändras, så finns det andra studier som hävdar att golfströmmen är känslig även för mindre förändringar, främst för tillförseln av sötvatten. (Eckersten, Karlsson, & Torsell, 2008).



3 Klimatet 2040

3.1 Temperatur

3.1.1 Årsmedeltemperatur

Oavsett scenario (A2 eller B2) uppskattas temperaturen i Sverige öka med ca 2,5 grader redan fram till 2040 jämfört med perioden 1961-1990 (Kjellström m fl, 2005).

I slutet av seklet förväntas störst genomsnittlig temperaturökning på årsbasis i Bottenhavets kustland (i snitt ca 5-5,5 grader varmare än 2010) och i sydöstra Götaland (ca 4-5,5 grader varmare än 2010) (Rossby Centre, SMHI, 2007).

Uppvärmningen har redan pågått i flera decennier och i Tabell 1 framgår att den genomsnittliga årsmedeltemperaturen för perioden 1991-2005 har ökat med +0,9°C sedan perioden 1961-1990. I Figur 1 framgår hur medeltemperaturen har ökat sedan mitten av 1800-talet dels som ett årsmedelvärde och dels under olika årstider. I Figur 2 framgår hur temperaturen har ändrats i olika delar av Sverige och vid olika årstider från perioden 1961-1990 till perioden 1991-2005 (Alexandersson & Edquist, 2006).

Världens beslutsfattare strävar efter att den genomsnittliga temperaturen på jorden inte ska stiga mer än 2,0 grader någonsin jämfört med förindustriell tid. Även om målet uppnås blir temperaturökningen inte densamma i olika delar av världen. Ökningen kan komma att bli lite större i Sverige än för jordklotet i snitt (Sårbarhetsutredningen, 2007).

Det höjs ibland kritiska röster som hävdar att den högre temperaturen beror på naturliga variationer och därmed på slumpen. Statistiska beräkningar visar dock att sannolikheten är mindre än en promille att temperaturförändringen beror på naturliga variationer (Alexandersson, 2004).

3.1.2 Förändring av temperatur under olika årstider

I SMHI:s simuleringar presenteras hur temperaturen kan komma att förändras under olika årstider. Temperaturerna är beräknade som löpande 10-årsgenomsnitt, vilket innebär att eventuella kraftiga svängningar enskilda år döljs. I Tabell 2 framgår att den genomsnittliga temperaturen

Tabell 1 Uppmätt förändring i genomsnittlig temperatur i Sverige för perioden 1991-2005 jämfört med 1961-1990 (Alexandersson & Edquist, 2006)

Årstid	Förändring i temperatur °C
Vinter (dec-feb)	+1,8
Vår (mars-maj)	+0,9
Sommar (jun-aug)	+0,6
Höst (sept-nov)	+0,3
Året	+0,9

Tabell 2 Ungefärlig ökning (°C) av den genomsnittliga temperaturen år 2040 i olika delar av Sverige jämfört med år 2010 enligt simuleringar för scenarierna A2 och B2 (SMHI). Se figur 3 för distriktsindelning.

Område	Vinter (dec-feb)	Vår (mars-maj)	Sommar (juni-aug)	Höst (sept-nov)
Sydvästra Götaland	1	0,5	0,5	0,5-1
Sydöstra Götaland	1	1	0,5-1	0,5-1
Nordvästra Götaland	1	1	0,5-1	0,5-1
Nordöstra Götaland	1	1	0,5-1	1
Västkusten	1	1	0,5-1	1
Ostkusten och Öland	1	1	0,5-1	1-1,5
Vänern och Vättern	1-1,5	1-1,5	0,5-1	0,5-1
Östra Svealand	1	1	0,5-1	0,5-1
Gotland	1	1	1	0,5-1
Sydvästra Svealand	1	1	0,5-1	0,5
Nordvästra Svealand	1	1	0,5-1	0,5-1
Bottenhavets kustland	1,5	1-1,5	0,5-1	0,5-1
Södra norrlands kustland	1-1,5	0,5-1,5	0,5-1	0,5-1
Södra norrlands inland	1	1	0,5	0,5-1
Södra norrlands fjälltrakter	1	1	0,5	0,5-1
Norra norrlands fjälltrakter	1-1,5	1-1,5	0,5	0,5-1
Norra norrlands inland	1,5	1	0,5	1
Norra norrlands kustland	1,5	0,5-1	0,5	0,5-1

kommer att öka i hela Sverige, men olika mycket beroende på årstid. Den temperaturökning som klimatmodellerna förutspår är dock inte linjär utan betydande skillnader kan förekomma mellan "normala" år.

Vintern är den årstid där störst temperaturförändring förväntas ske. SMHI har redan registrerat en temperaturökning för vintern med +1,8 grader (se Tabell 1) vid en jämförelse mellan perioden 1961-1990 och perioden 1991-2005. Denna uppvärmning kommer troligen att fortsätta. Fram till år 2040 bedöms den genomsnittliga vintertemperaturen öka med ytterligare en grad. Områdena kring Väner och Vättern, Bottenhavets kustland, södra Norrlands kustland samt hela norra Norrland förutspås få störst ökning, 1-1,5 grader (se Tabell 2).

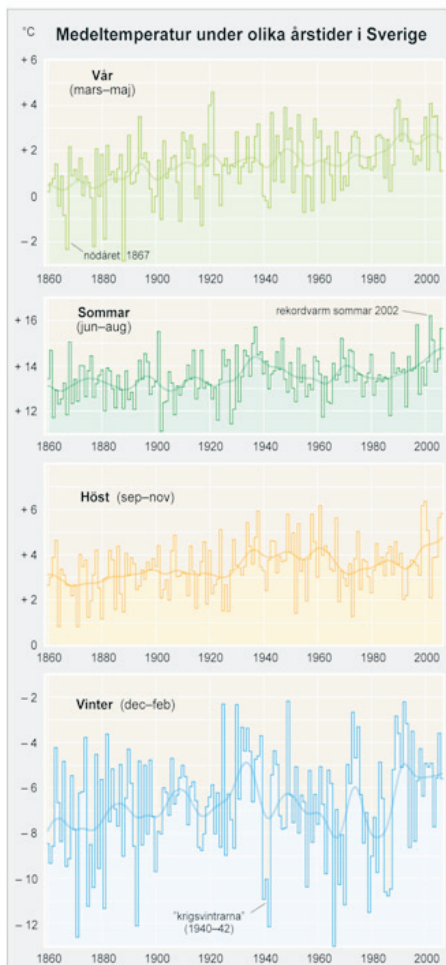
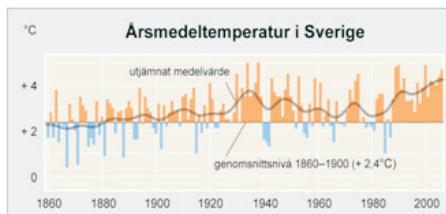
Temperaturen under våren har redan ökat med +0,9 grader jämfört med referensperioden 1961-1990. Ytterligare en genomsnittlig uppvärmning motsvarande 0,5-1,5 grader förväntas fram till år 2040. Störst förändring förutspås för området kring Väner och Vättern, Bottenhavets kustland, södra Norrlands kustland samt norra Norrlands fjälltrakter (se Tabell 2).

Sommaren förväntas bli lite varmare med en genomsnittlig ökning på +0,5-1 grader jämfört med idag (se Tabell 2). Ökningen förutspås bli störst på Gotland och till viss del i södra och mellersta Sverige och längs Östersjökusten (Sårbarhetsutredningen, 2007).

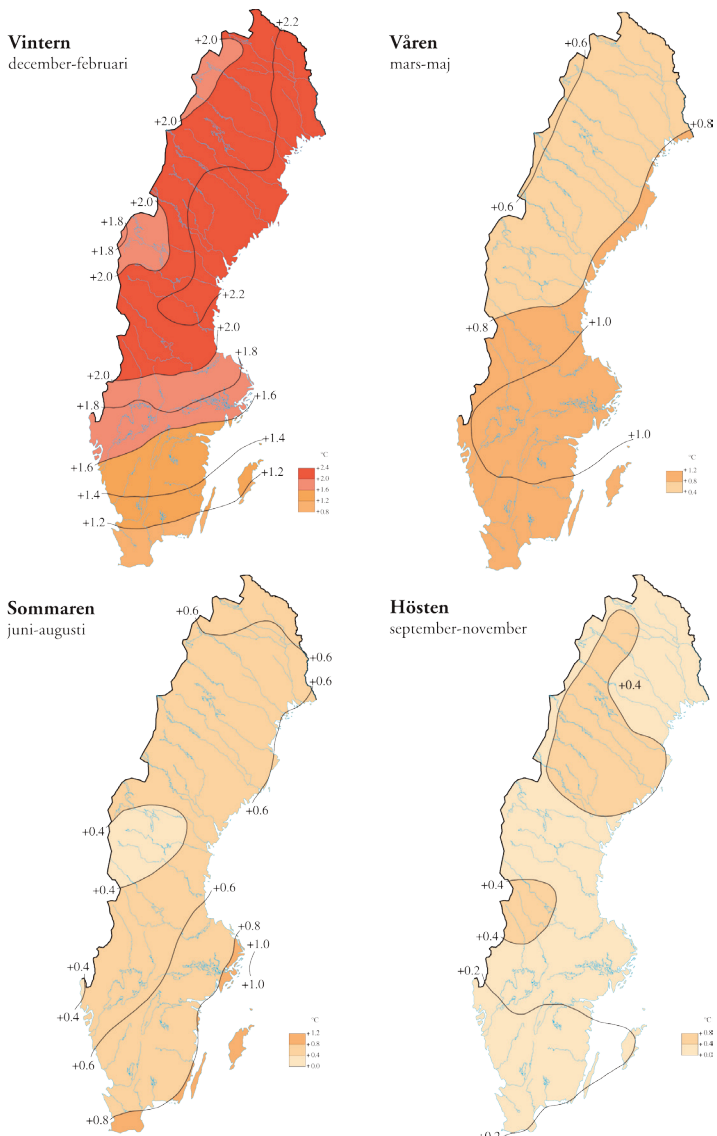
Hösten förväntas också bli lite varmare med generellt sett en ökning av temperaturen med 0,5-1 grader jämfört med idag. Störst skillnad förväntas på ostkusten och på Öland.

3.1.3 Värmeböljor och tropiska nätter

I hela Sverige förutspås det bli fler dagar i en följd då maxtemperaturen överstiger +25 grader, så kallad värmebölja (Sårbarhetsutredningen, 2007). I sydöstra Götaland förväntas en värmebölja inträffa varje år fr.o.m. perioden 2011-2040. I östra Svealand förväntas en värmebölja inträffa årligen fr.o.m. perioden 2041-2070 (Rossby Centre, SMHI, 2007). Antalet nätter då temperaturen inte undertiger +20 grader, s.k. tropiska nätter, förutspås också öka till 2040.



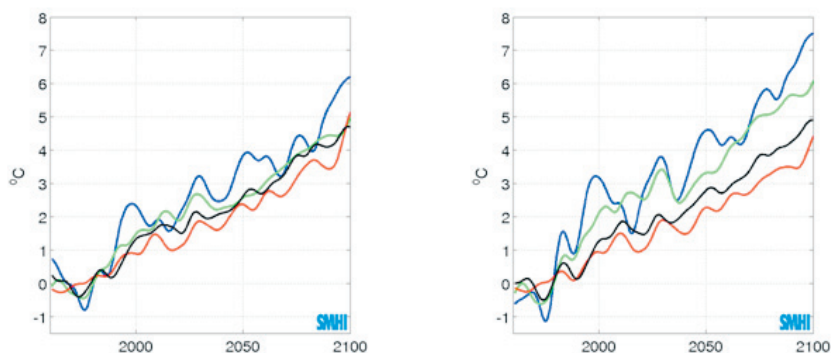
Figur 1. Årsmedeltemperatur i Sverige och medeltemperatur under olika årstider (Bernet, 2007). Återgiven med tillstånd av Naturvårdsverket.



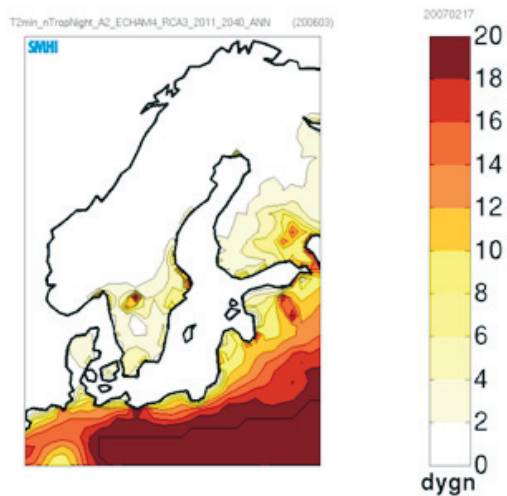
Figur 2. Förändring av temperatur från perioden 1961-1990 till 1991-2005 under olika årstider (Alexandersson & Edquist, 2006). Återgiven med tillstånd av SMHI.



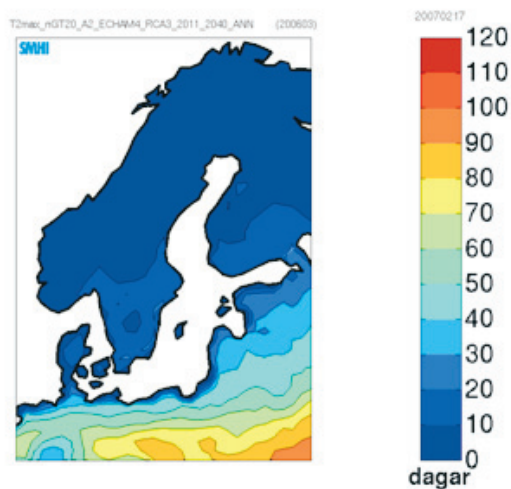
Figur 3. Sverige uppdelat i 19 distrikt



Figur 4. Exempel på hur ett scenariodiagram kan se ut. Här är två diagram för hur den genomsnittliga temperaturförändringen förväntas utvecklas enligt scenario A2 för Syd-
västra Götaland till vänster respektive Bottenhavets kustland till höger. De olika färgerna
visar värdena för olika årstider där blått= vinter, grönt= vår, rött= sommar och svart=
höst (Rossby Centre, SMHI, 2007).



Figur 5. Antal tropiska nätter 2040 enligt scenario A2 (RossbyCentre, 2007)



Figur 6. Antal dagar med värmebölja år 2040 enligt scenario A2 (RossbyCentre, 2007)

3.1.4 Snö och frost

Antal dagar med frost förväntas minska i södra och mellersta Sverige. Perioden med snö beräknas i genomsnitt minska med 5-20 dagar under perioden fram till 2040 jämfört med idag. Störst förändring förväntas i Svealand och kring Bottenhavets kustland där antalet dagar med snö

Tabell 3 Skillnad i antalet dagar med snö och mängden vatten lagrad som snö enligt scenario A2 och B2. Lägsta och högsta värde anges inom parentes (Rossby Centre, SMHI, 2007). Se figur 3 för distriktsindelning.

Område	Beräknad minskning av antalet dagar med snö år 2040 jmf med 2010	Mängd vatten (mm) som genomsnittligt lagrades som snö under perioden 1961-1990	Mängd vatten (mm) som lagras som snö kring år 2040
Sydvästra Götaland	5	15 (1-64)	9-10 (0-46)
Sydöstra Götaland	10	24 (3-68)	14-16 (1-62)
Nordvästra Götaland	10	24 (2-69)	16 (1-56)
Nordöstra Götaland	15	34 (4-88)	20-22 (1-72)
Västkusten	5	14 (2-39)	8-9 (0-25)
Ostkusten och Öland	10	26 (1-104)	13-14 (0-66)
Vänern och Vättern	10	29 (5-87)	17-19 (1-60)
Östra Svealand	20	44 (6-138)	24-29 (1-86)
Gotland	5	24 (2-52)	10-14 (1-54)
Sydvästra Svealand	10-15	49 (5-179)	29-34 (1-97)
Nordvästra Svealand	10	118 (19-285)	79-81 (9-253)
Bottenhavets kustland	20	83 (12-173)	54-56 (6-154)
Södra norrlands inland	5-10	139 (24-287)	106-115 (19-267)
Södra norrlands fjälltrakter	5-10	178 (38-448)	133-145 (16-434)
Norra norrlands fjälltrakter	3-5	359 (93-614)	323-347 (80-715)
Norra norrlands inland	0-5	189 (46-463)	160-175 (27-517)
Södra norrlands kustland	10-15	71-75 (8-201)	103 (15-246)
Norra norrlands kustland	0-10	139 (29-268)	105-115 (18-234)

förväntas minska med 10-20 dagar (se Tabell 3). Mängden vatten lagrad som snö kommer troligen också att minska i hela Sverige. Det kan dock förekomma stora variationer mellan åren.

3.1.5 Vegetationsperiod och sista frost

Vegetationsperioden kan komma att öka i hela Sverige. Störst förändringar förutspås i Sydöstra Götaland, Nordvästra Götaland, Nordöstra Götaland, Västkusten, Ostkusten och Öland, Vänern och Vättern samt Gotland (se Tabell 4). För dessa områden förväntas en förlängning av vegetationsperioden med mellan ca 50 och 60 dagar jämfört med referensperioden 1961-1990. En betydande del av denna ökning bedöms redan ha inträffat i och med att den genomsnittliga temperaturen fram till idag har ökat under såväl vår som höst (se Tabell 1). Vegetationsperioden kommer även att öka i norra Sverige, men inte i samma utsträckning som i södra Sverige (Rossby Centre, SMHI, 2007).

Tidpunkten för sista vårfrosten förutspås inte förändras mycket de kommande 30 åren (se Tabell 5). Detta beror främst på att stora förändringar redan har inträffat de senaste decennierna. Under den andra halvan av seklet förväntas dock förändringarna gå snabbare och tidpunkten för sista frost kan bli så mycket som 70 till 80 dagar tidigare än idag på ostkusten, Öland och Gotland. På västkusten, områdena kring Vänern och Vättern förväntas sista frosten komma 50 till 70 dagar tidigare. För övriga delar av Sverige rör det sig om 20 till 50 dagar i södra och mellersta Sverige och 20 till 30 dagar i norra Sverige (Rossby Centre, SMHI, 2007).

Vegetationsperioden definieras enligt SMHI som det antalet dagar som är över fem grader. Gränserna för vegetationsperioden inträffar då den genomsnittliga dygnstemperaturen fyra dagar i rad överstiger respektive understiger fem grader.

Tabell 4. Vegetationsperiodens längd (dagar) i Sverige, perioden 1961-1990 jämfört med perioden 2011-2040 för scenario A2 och B2 (Kjellström m fl, 2005)

Område	Vegetations- period 1961-1990	Vegetations- period 2011-2040 ¹	Förändring i vegetations- period ^{1,2}
Sydvästra Götaland	284	320 - 323	+36-39
Sydöstra Götaland	233	283 - 289	+50-56
Nordvästra Götaland	235	287 - 295	+52-60
Nordöstra Götaland	212	268 - 278	+56-66
Västkusten	231	280 - 281	+49-50
Ostkusten och Öland	222	269 - 272	+47-50
Vänern och Vättern	225	280 - 289	+55-64
Östra Svealand	196	236 - 240	+40-44
Gotland	252	302 - 313	+50-61
Sydvästra Svealand	196	237 - 240	+41-44
Nordvästra Svealand	164	190 - 191	+26-27
Bottenhavets kustland	166	190 - 192	+24-26
Södra norrlands inland	152	173 - 174	+21-22
Södra norrlands fjälltrakter	137	159 - 161	+22-24
Norra norrlands fjälltrakter	111	127 - 130	+16-19
Norra norrlands inland	135	152 - 152	17
Södra norrlands kustland			
Norra norrlands kustland	155	176* - 171	21*-16

¹ (B2 resp. A2)

² 2011-2040 jmf 1961-1990

Tabell 5. Beräknad förändring när sista vårfrosten förväntas infalla år 2040 jämfört med 2010 (Rossby Centre, SMHI, 2007)

Område	Sista vårfrosten antalet dagar tidigare 2040 än 2010
Sydvästra Götaland	Liten förändring
Sydöstra Götaland	5
Nordvästra Götaland	Liten förändring
Nordöstra Götaland	3-5
Västkusten	Liten förändring
Ostkusten och Öland	Liten förändring
Vänern och Vättern	Liten förändring
Östra Svealand	3-5
Gotland	Liten förändring
Sydvästra Svealand	Liten förändring
Nordvästra Svealand	Liten förändring
Bottenhavets kustland	Ca 3
Södra norrlands kustland	3-5
Södra norrlands inland	Liten förändring
Södra norrlands fjälltrakter	Liten förändring
Norra norrlands fjälltrakter	Liten förändring
Norra norrlands inland	Liten förändring
Norra norrlands kustland	Liten förändring

3.1.6 Soltimmar under juni till augusti

Antalet timmar med solsken förväntas inte att ändras mycket fram till 2040 jämfört med idag. Vissa regionala skillnader förväntas dock. I södra och norra Norrland kan antalet soltimmar i genomsnitt komma att minska något. I övriga delar av landet kan antalet soltimmar komma att variera men i snitt inte ändras nämnvärt (Rossby Centre, SMHI, 2007).

3.1.7 Jämförelse med andra länder

Det finns inget land som idag har exakt det temperaturklimat som vi förväntas få i framtiden. Sommartemperaturerna i södra halvan av Sverige kan i slutet av seklet komma att likna det som idag finns i Rumänien. De framtida vintrarna förväntas för södra halvan av Sverige att i slutet av seklet bli mer likt de som idag finns i Danmark, Holland, Belgien, Storbritannien och norra Frankrike. (Eriksson, 2007).

3.2 Vatten

3.2.1 Årsnederbörd

Vattenfrågan är central för lantbruket. På sin hemsida "Sveriges framtida klimat" presenterar SMHI möjliga förändringar i nederbörd. Precis som för temperaturkartorna visar de löpande genomsnittsvärden för 10 år vilket innebär att stora variationer mellan åren döljs. I framtiden förutspås en liten ökning av totalnederbörden, men skillnaden i nederbörd mellan åren kan bli stor. Det förväntas dock bli en förändring när det gäller fördelningen av nederbörden mellan olika årstider och dessa trender beskrivs mer utförligt nedan.

3.2.2 Förändring i nederbörd under olika årstider

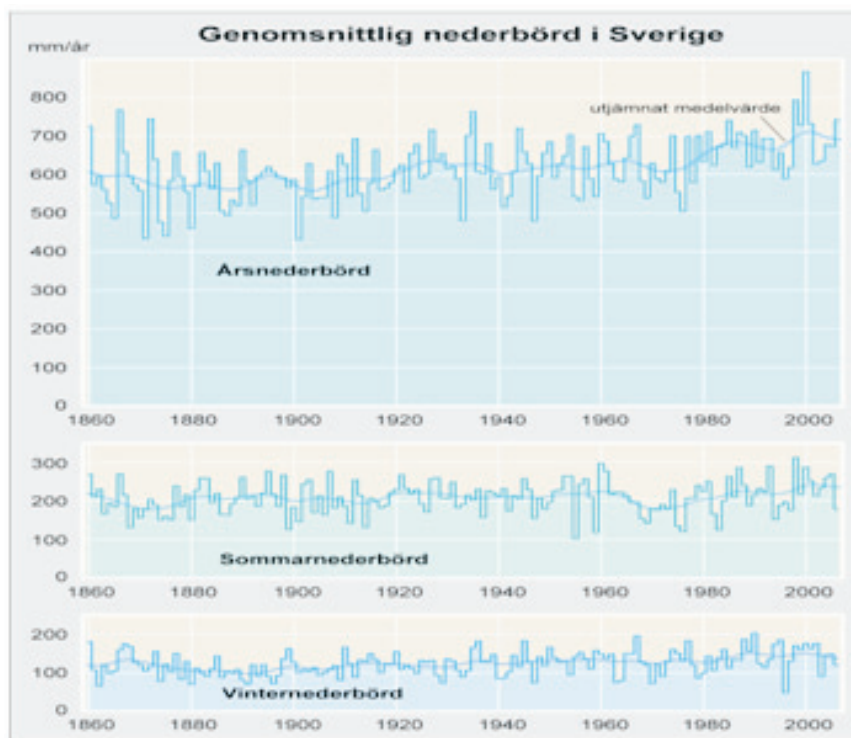
Nio av tretton klimatmodeller som används globalt förutspår ökad nederbörd under vintern för mellersta och norra Sverige. Flera modeller visar även att somrarna generellt sett kan komma att bli torrare, åtminstone i södra Sverige i slutet av seklet. Denna trend är dock inte lika säker som förutsägelserna om ökad nederbörd under vintern (Bärring, 2009).

I Figur 7 framgår att nederbörden redan har ökat sedan mitten av 1800-talet. I Tabell 6 framgår att den största ökningen av nederbörden under de senaste 15 åren hittills har inträffat under sommaren. Denna

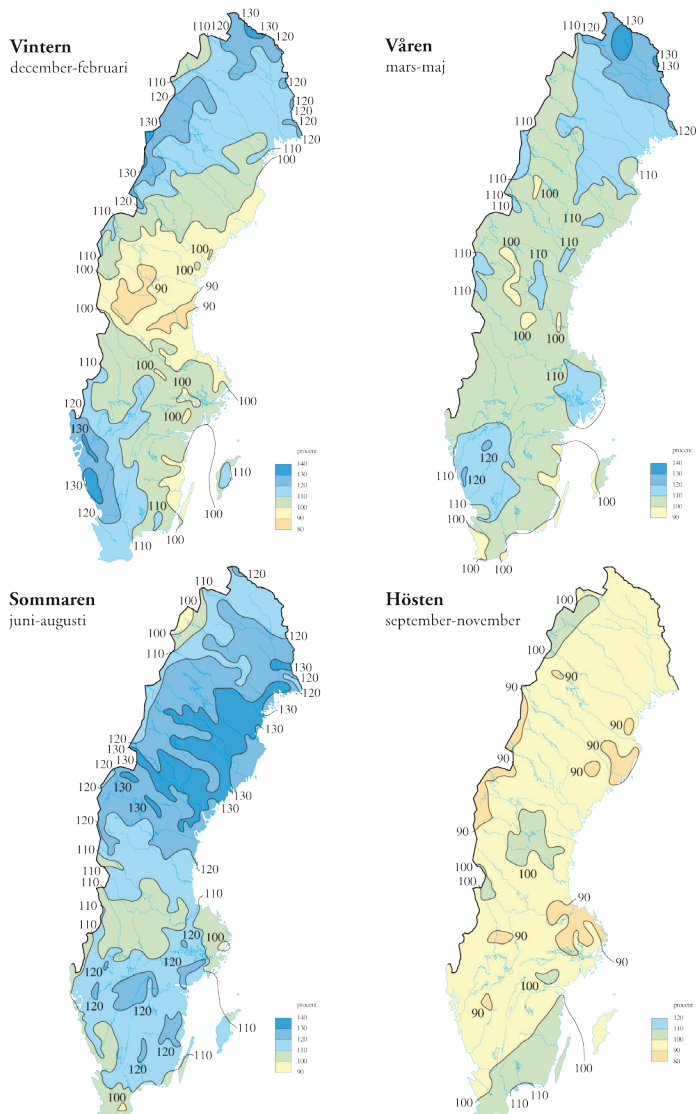
observation är tvärtemot vad som generellt sägs, då det främst talas om torrare somrar i Sverige.

Under vintern bedöms nederbörden runt 2040 i snitt kunna öka med 5-10% jämfört med idag i stora delar av Sverige. Våren förväntas bli fuktigare på västkusten, i området kring Vänern och Vättern samt i Norrlands fjälltrakter. Olika simuleringar och scenarios ger dock lite olika signaler.

Somrarna förutspås bli torrare, speciellt fram emot slutet av seklet. Speciellt i östra Götaland och på Gotland ser det ut att bli mindre nederbörd. Hösten beräknas totalt sett bli fuktigare med undantag för delar av



Figur 7. Genomsnittlig nederbörd i Sverige (från "En ännu varmare värld", Naturvårdsverket). Återgiven med tillstånd av Naturvårdsverket.



Figur 8. Nederbördsförändringar från perioden 1961-1990 till 1991-2005 under olika årstider (Alexandersson & Edquist, 2006). Återgiven med tillstånd av SMHI.

Tabell 6. Uppmått förändring i nederbörd under perioden 1991-2005 jämfört med perioden 1961-1990 (Alexandersson & Edquist, 2006).

Årstid	Förändring i nederbörd (%)
Vinter (dec-feb)	+8
Vår (mars-maj)	+7
Sommar (jun-aug)	+16
Höst (sept-nov)	-4,5
Året	+7

Tabell 7. Uppskattad genomsnittlig förändring i nederbörd (%) under olika årstider, en jämförelse mellan 2010 och 2040. (Rossby Centre, SMHI, 2007)

Område	Vinter	Vår	Sommar	Höst
Sydvästra Götaland	+10	0	-0-5	0
Sydöstra Götaland	+10	0	-0-10	0
Nordvästra Götaland	+5-10	+5	0	+0-5
Nordöstra Götaland	+5-10	0	-0-10	+0-5
Västkusten	+5-10	+10	-5-(+5)	+0
Ostkusten och Öland	+0-5	+0-10	-0-5	+0-5
Vänern och Vättern	+5-10	+5-10	-0-5	+0-5
Östra Svealand	+0-5	+0-5	-0-5	+0-5
Gotland	+0-5	+0-5	-0-10	+0-10
Sydvästra Svealand	+0-10	+0-5	-0-5	+0-5
Nordvästra Svealand	+0-10	+ 0-5	-0-5	+0-5
Bottenhavets kustland	+5-10	+0-5	-0-5	+0-5
Södra norrlands kustland	+5-10	+0-5	0	+5
Södra norrlands inland	+5-10	+0-5	0	+0-5
Södra norrlands fjälltrakter	+5	+5	-0-5	+5-10
Norra norrlands fjälltrakter	+5-10	+5-10	0	+5-10
Norra norrlands inland	+5-10	+0-5	+0-5	+5
Norra norrlands kustland	+5-10	+5	+0-5	+5

Tabell 8. Översvämningar i Sverige sedan 1900-talet (SMHI, 2007)

År	Område/vattendrag	Kommentar
1900	Uppsala	Fyrisån svämmade över pga vårflood.
1904	Mälaren	Största vårflooden i Stockholm på länge.
1916	Klarälven, Dalälven	Översvämning
1919	Södra & mellersta Norrlands kusttrakter	Kraftig nederbörd på några dagar.
1922	Luleälven	
1924	Södra Sverige	Höga vattenstånd och översvämningar.
1938	Umeälven (Spölandskatastrofen)	Höga vårflooden efter vinter med mycket snö.
1951	Sydvästra Sverige och Götaland	Mycket höga flöden och svåra översvämningar.
1966	Södra Sverige och Dalälven	Högt och utdraget vårflood orsakades av köld och mycket snö i april.
1968	Torneälven	Hastig vårflood orsakade stor översvämning.
1977	Bergslagen	Extrem vårflood.
1980	Skåne, Småland, Halland	Mycket höga vinterflöden i vattendragen.
1984	Torneälv	Svår islossning skapade proppar, med översvämning till följd.
1985	Dalarna, Hälsingland	Höga höstflöden
1986	Dalarna, Hälsingland	En av de största vårflooderna för området under 1900-talet.
1989	Luleälven	Kraftig vårflood till följd av rikligt med snö.
1993	Reglerade norrlandsälvar	Högsta vattennivåerna på 50 år
1995	Mellersta & norra Sverige	Högsta flödena under 1900-talet.
1996	Nordöstra Småland och Östergötland	55-80 mm regn
1997	Fulufjället Piteå Syslebäck	Regnkatastrof. Översvämningar. 200 mm regn föll under några dagar och orsakade ras.

östra och södra Sverige, där det kan bli torrare fram till 2040. Därefter kan det bli fuktigare.

3.2.3 Kraftiga skyfall

Antalet dagar med kraftig nederbörd (mer än 10 mm) förväntas öka på vintern främst i sydvästra Sverige (Rossby Centre, SMHI, 2007). Den maximala nederbörden under 7 sammanhängande dygn beräknas öka med 5 till 15 % i hela landet till år 2040.

3.2.4 Avrinning och översvämningar

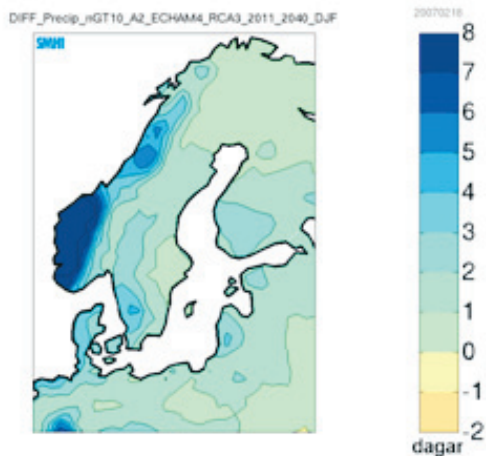
Avrinningen, det vill säga nederbörd minus avdunstning, förväntas öka under vinterhalvåret (oktober-mars) i hela Sverige. Avrinningen under sommarhalvåret (april till september) kommer att minska. Extremt höga vattenflöden förväntas inträffa dubbelt så ofta i slutet av seklet. Exempelvis förväntas så kallade "100-års-flöden" kanske återkomma vart 50:e år. Denna trend gäller främst i västra Götaland, sydvästra Svealand och nordvästra Norrland (Sårbarhetsutredningen, 2007). I Tabell 8 finns en sammanställning över de kraftigaste översvämningarna under 1900-talet, som inte orsakats av att dammar brustit.

3.2.5 Havsnivå och landförluster

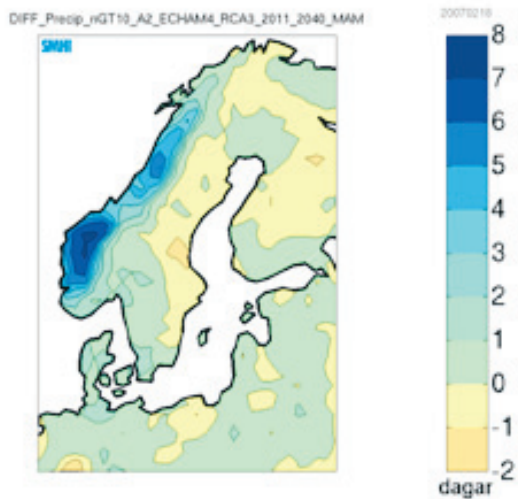
Havsnivån kommer globalt att öka beroende på issmältning från glaciärer och beroende på att vattnet ökar i volym med ökande temperatur. Under perioden 1961-2003 har havsnivån globalt sett ökat med ca 8 cm (Sårbarhetsutredningen, 2007). Enligt SMHI har havsnivån stigit i snabbare takt än tidigare under de senaste 30 åren. De beräknar att havsnivån har ökat med 3 mm per år under de senaste 30 åren (SMHI, 2009). I norra Sverige har vi fortfarande en landhöjning på ca 1 cm per år som motverkar höjningen av havsnivån. I södra Sverige är landhöjningen mycket begränsad eller obefintlig.

I slutet av seklet förutspås havsnivån globalt sett ha ökat med motsvarande 18-59 cm beroende på scenario (Persson, 2007). Det pågår diskussioner kring om höjningen av havsnivån kommer att bli ännu större i södra Sverige, uppåt 80 cm. Lokalt kan det dock bli fråga om betydligt högre vattenstånd om de västliga vindarna ökar och trycker in mer vatten i Östersjön.

I Sårbarhetsutredningen analyseras skadorna från stranderosion med



Figur 9. Skillnad i antal dagar med mer än 10 mm nederbörd under vintern, 2011-2040 jämfört med 1961-1990 (Rossby Centre, 2007).



Figur 10. Skillnad i antal dagar med mer än 10 mm nederbörd under sommaren, 2011-2040 jämfört med 1961-1990 (Rossby Centre, 2007).

hjälp av en grov modell som utgår ifrån antagandet att om havsnivån höjs med 1 cm påverkar det en 100 cm bred remsa av stranden. Enligt denna beräkningsmodell förväntas i värsta fall 1135 km² av Sveriges kustområden att drabbas av stranderosion i slutet av seklet. 767 km² av detta område betecknas som åker och övrig mark inklusive skog. 60 % av denna åker och övrig mark som riskerar att drabbas ligger i Skåne. I detta "värsta fall"-scenario uppgår havsnivåhöjningen i slutet av seklet till upp mot 80 cm vid kusten från Bohuslän till Östergötland, till 50 cm vid kusten i Mellansverige från Södermanland till Uppland och till 20 cm vid resten av kusten upp till Finska gränsen (Sårbarhetsutredningen, 2007).

3.2.6 Hagel

Hagel är ett lokalt fenomen som sällan ingår i de stora klimatscenarioerna, varför informationen är begränsad. Resultaten från olika studier går också isär. Australiska forskare har studerat och modellerat kring risken för ökad hagelfrekvens och skördeförluster med en ökad halt CO₂ i atmosfären. De fann att en ökad halt CO₂ inte skulle medföra en ökad frekvens av hagel i det område de studerade (Niall & Walsh, 2005). I en tysk studie sammanställdes antalet rapporterade hagelskador under de senaste 30 åren. De fann att antalet dagar med hagel signifikant hade ökat de senaste 30 åren (Kunz, Sander, & Kottmeier, 2009). Detta resultat är i linje med en kanadensisk studie som observerat att hagelfrekvensen har ökat kraftigt i det område av Canada som de studerade (Zuohou, 2008).

3.3 Vind

Det är osäkert hur vindsituationen kommer att utvecklas. Olika data-modeller ger delvis olika resultat varför man inte säkert kan säga om det kommer att blåsa mer eller mindre i framtiden. Modellerna verkar någorlunda överens om att vindförhållandena inte kommer att ändras nämnvärt under sommaren. Under vinterperioden förutspår den tyska modellen ECHAM4 ökad vind med 7-13%, främst i Bottenviken och Bottnhavet vid A2 scenariot (Persson, 2007).

3.4 Väderextremer

Väderextremer kan delas upp i plötsliga, extrema händelser som kraftig nederbörd eller vind, och mer utdragna extremer som långvarig värme, torka eller nederbörd. Väderextremer är de fenomen som riskerar att påverka jordbruket mest. Samtidigt är dessa svårast att förutse. Generellt sett kan sägas att med mer värme och energi vid jordytan, finns det mer energi för avdunstning och rörelser i atmosfären. En varmare atmosfär kan hålla mer vatten, vilket ökar risken för extrema nederbördsmängder. Det finns risk för att klimatförändringarna gör att extrema väderfenomen återkommer oftare. Exempelvis kan ett fenomen som inträffar en gång på 100 år kanske i framtiden kommer att återkomma en gång på femtio år. Händelser som idag inträffar en gång på tio år kan komma att inträffa en gång på tre år o s v. Med en ökad befolkning finns också risk för en ökad sårbarhet för extrema väderhändelser (Gad-El-Hak, 2008).

3.4.1 Extrem temperatur

Generellt sett kan sägas att risken för extrema köldperioder kommer att minska. Risken för extrem hetta föreligger främst i södra Europa, men det finns risk för att även södra Sverige drabbas. De högst uppmätta sommartemperaturerna i Sverige är 38 grader i juni (1947 i Målilla, Småland) och 38 grader i juli (1933 vid Ultuna, Uppland), se Tabell 9. Intressant att notera är att endast två värmerekord är från perioden 1990 och framåt (april 1993 i Genevad, Halland samt oktober 1995, Oskarshamn, Småland). Den högsta månadsmedeltemperaturen är 21,9 och registrerades i Karlstad för juni 1901 (SMHI, Extremt väder, 2007).

3.4.2 Extrem nederbörd

Alla klimatmodeller förutspår ökad risk för mer intensiva regn under korta perioder. Detta gäller i alla områden, även de som generellt sett kommer att få mindre regn (Persson, 2007). I genomsnitt förutspår datasimuleringarna att det runt år 2040 i genom-

I SMHI:s modeller definieras extrem nederbörd som tillfällen då det regnar minst 25 mm per dygn.

Tabell 9. Högsta uppmätta temperaturer i Sverige (SMHI, 2007).

Månad	°C	Plats	Landskap	Datum
januari	12,4	Allgunnen	Småland	1973-01-05
februari	16,5	Västervik & Ölvingstorp	Småland	1961-02-18
mars	22,2	Oskarshamn & Sandbäckshult	Småland	1968-03-30
april	29,0	Genevad	Halland	1993-04-27
maj	32,5	Kristianstad Kalmar	Skåne Kalmar	1892-05-27 1892-05-28
juni	38,0	Målilla	Småland	1947-06-29
juli	38,0	Ultuna	Uppland	1933-07-09
augusti	36,8	Holma	Östergötland	1975-08-09
september	29,1	Stehag	Skåne	1975-09-01
oktober	24,5	Oskarshamn	Småland	1995-10-09
november	18,4	Ugerup	Skåne	1968-11-02
december	13,7	Simrishamn	Skåne	1977-12-24

snitt kan förekomma extrem nederbörd 0-3 dagar per år, se Figur 11. En sammanställning över nederbördsrekord hittills finns i Tabell 10. I tabellen framgår att det sedan 1990 flera gånger har uppmätts nederbördsmängder mellan 100-276 mm regn under ett dygn. Enligt en annan sammanställning av SMHI, har det förekommit elva fall med extrem nederbörd (i denna studie definierad som minst 90 mm över arean 1000 km² under 24 timmar) under perioden 2000-2008. Den största årsnederbörden som uppmätts i Sverige är 1866 mm och registrerades år 2008 i Mollsjönäs i Västergötland.

3.4.3 Extrem vind

Det är möjligt att frekvensen av väderextremer i form av stormar mm kommer att öka. Detta är dock inte entydigt. I Tabell 12 framgår att den högst uppmätta medelvinden hittills uppgår till 40-44 m/s. Den högsta uppmätta hastigheten för en byvind är 81 m/s. Alla vindrekord är re-

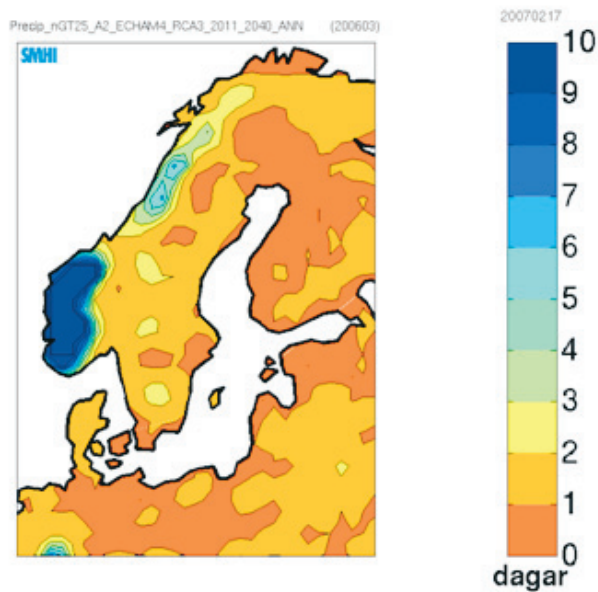
Tabell 10. Största uppmätta dygnsnederbörd i Sverige

Månad	mm	Plats	Landskap	Datum
Januari	104,3	Katterjåkk	Lappland	2002-01-10
Februari	85,2	Joesjö	Lappland	1976-02-16
Mars	84,4	Joesjö	Lappland	1982-03-25
April	78	Härnösand	Ångermanland	1959-04-08
Maj	93	Öxabäck	Västergötland	1931-05-21
Juni	187,3	Härnösand	Ångermanland	1908-06-18
Juli	198	Fagerheden	Norrbotten	1997-07-28
Augusti	188,6	Råda	Värmland	2004-08-04
	237	Karlaby 1	Skåne	1960-08-06
	276	Fulefjället2	Dalarna	1997-08-30/31
September	141	Hemse	Gotland	1913-09-02
Oktober	126,8	Söderhamn	Hälsingland	1992-10-15
November	83	Ryingsnäs	Småland	1910-11-12
December	122	Riksgränsen	Lappland	1909-12-14

gistrerade fr.o.m. 1992 och framåt och detta skulle man kunna tolka som att vindhastigheterna har ökat på senare tid. Men så behöver inte vara fallet. Anledningen till att flera extrema vindar har noterats sedan 1990-talet beror på att i början av 1990-talet så anlades ett nytt nät av automatiserade mätstationer.

Av tekniska skäl är det svårt att få tillförlitliga data från äldre mätningar och dessa har därför inte beaktats. Det pågår studier där utvecklingen av skillnader i lufttryck studeras. Detta skulle kunna ge indikationer om att det blivit mer eller mindre vind på senare tid. Preliminära uppgifter tyder på att det inte har blivit några större förändringar (Josefsson, 2009, Bernet, 2007). I Tabell 11 finns en sammanställning från SMHI:s hemsida över de kraftigaste stormarna och orkanerna som förekommit under 1900-talet.

Antalet dagar med vindbyar med en vindhastighet över 21 m/s förväntas inte att öka i snitt. Möjligtvis kan en viss ökning ske i direkt anknytning till kusten (Sårbarhetsutredningen, 2007).



Figur 11. Antal dagar med extrem nederbörd 2040 enligtscenario A2 (Rossby Centre, 2007)



Tabell 11. Sammanställning över svåra stormar och orkaner som drabbat Sverige sedan början av 1900-talet (SMHI, Extremt väder, 2007)

År	Kommentar
1902: Den stormiga julen.	Orkanvindar uppmättes på flera ställen i såväl södra som norra Sverige. Värst drabbade var Skåne, Halland, västra Småland och södra Västergötland. Tak flög av, hus jämnades vid marken, havet steg med 2,44 m och skogen såg ut "som ett rågfält där man gått fram med lien", banvallar sköljdes bort o s v. Vindstyrkor på 40 m/s uppmättes.
1954: 3 januari.	Vindhastigheter upp emot 34 m/s uppmättes kring Gävlebukten och på norra Upplandskusten uppmättes orkanstyrka. Konsekvenserna blev förödande för skogen och byggnader. I Gävleborgslän skrevs bl a att: "... ca 75% av all mogen skog blev stormfälld" .
1967: Den svåra stormen 17-18 oktober.	Högst vindhastighet uppmättes på Ölands södra grund men stormen drog fram genom södra Götaland och orsakade stora skador. Stora mängder nederbörd föll som regn eller snö. Tre personer dödades av nedfallande tak, gren respektive skylt. 10 miljoner kubikmeter skog fälldes.
1969: Orkanernas höst. 22 september & 1 november	Vindhastigheter på 35 m/s uppmättes. Stora skador på byggnader och skog. 10 personer dog. 1 november inträffade den s k "allhelgona-orkanen". Vindhastigheter på 36 m/s uppmättes. Värst drabbades mellersta och östra Svealand, Östergötland och Gotland. 6 personer dödades.
1999: 29, 30 november och 1 december	Tre stormar samma vecka. Vindhastigheter på 29-33 m/s uppmättes. Värst drabbades Skåne och Blekinge. Ett dödsoffer krävdes och 5 miljoner kubikmeter skog fälldes.
2005: 7 januari (Gudrun)	Vindhastigheter på 33 m/s uppmättes. Värst drabbade var södra och mellersta Götaland. 70 miljoner kubikmeter skog uppskattades ha fallit. Skadorna blev så stora för att marken inte var tjälad. Skadornas omfattning blev troligtvis större än tidigare stormar på grund av att det i dessa skogar växte mer gran, vilken är mer stormkänslig än lövskog.
2007: 14 januari (Per).	En medelvindhastighet på 30 m/s uppmättes med vindbyar uppemot 40 m/s. Tre personer dog på grund av fallande träd. Begränsade skador på skogen.

Genomsnittlig vindhastighet definieras som den genomsnittliga vindhastighet som uppmätts under 10 minuter. Hastigheten i vindbyar mäts mer momentant.

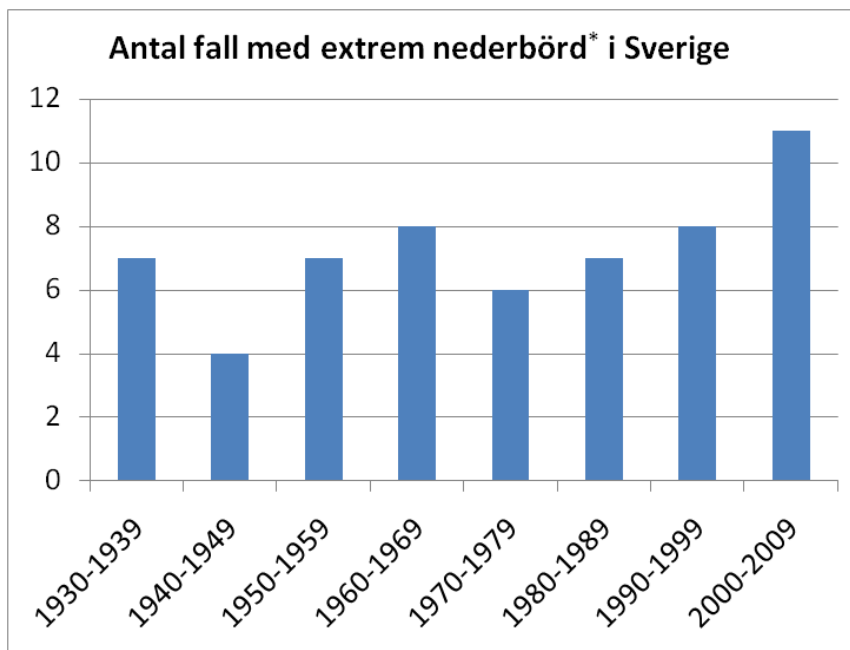
Tabell 12. Högsta uppmätta byvind och medelvind i Sverige (SMHI, 2007)

Högsta uppmätta medelvind

Stationstyp	Vindstyrka	Plats	Datum
Kuststation	40	Ölands södra grund	1999-12-03
Fjällstation	44	Stekenjokk	2005-01-11

Högsta uppmätta byvind

Stationstyp	Vindstyrka	Plats	Datum
Kuststation	43	Hanö	1999-12-03
Fjällstation	81	Tarfala	1992-12-20



Figur 12. Antal fall med extrem nederbörd i Sverige (SMHI, 2009).

*i denna sammanställning definieras extrem nederbörd som minst 90 mm nederbörd över arean 1000 km² under 24 timmar.

5 Litteraturförteckning

- Alexandersson, H. (2004). Variationer och trender i temperaturen, faktablad 22. Norrköping: SMHI .
- Alexandersson, H., & Edquist, E. (2006). Klimat i förändring. Norrköping: SMHI.
- Alm, E. m. (2007). Bilaga B 14 till Sårbarhetsutredningen: Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat. Fri.
- Bernet, C. (2007). En ännu varmare värld. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Bärring, L. (den 21 oktober 2009). Klimatolog. (S. Nilsson, Intervjuare)
- Eckersten, H., Karlsson, S., & Torsell, B. (2008). Climate change and agricultural land use in Sweden. Uppsala: Sveriges lantbruks universitet.
- Eriksson, H. (2007). Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Gad-El-Hak, M. (2008). Large scale disasters -prediction, control and mitigation. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Josefsson, W. (september 2009). Klimatolog. (S. Nilsson, Intervjuare)
- Kjellström, E. m. (2005). A 140-year simulation of European climate with the new version of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA3). Norrköping: SMHI.
- Kunz, M., Sander, J., & Kottmeier, C. (2009). Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. International Journal of Climatology .
- Niall, S., & Walsh, K. (2005). The impact of climate change on hail storms in southeastern Australia. International Journal of Climatology , 1933-1952.
- Persson, G. (den 3 augusti 2007). Rossby Centre regionala klimat scenarier . Hämtat från SMHI: <http://www.smhi.se/sgn0106/levaranser/resultat.htm> den 30 mars 2009
- SMHI. (den 04 04 2007). Extremt väder. Hämtat från SMHI: <http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=7522&a=20960&l=sv> den 10 09 2009

- SMHI. (2009). Faktablad nr 41, Havsvattenstånd vid svenska kusten. Norrköping: SMHI.
- Sårbarhetsutredningen. (2007). Stockholm: Statens offentliga utredningar.
- Wern, L., & Barring, L. (2009). Sveriges vindklimat 1901-208. Norrköping: SMHI.
- Zuohaou, C. (den 17 Juli 2008). Severe hail frequency over Ontario, Canada: Recent trend and variability. Geophysical Research Letters, 35 .



GRADVIS°

Klimatoptimerar svenskt lantbruk