

Rapport

Anpassning av Stockholm till klimat i förändring

En rapport om problem och möjligheter för att minska Stockholms sårbarhet och anpassa till ett klimat i förändring

Anpassning av Stockholm till klimat i förändring

En rapport om problem och möjligheter för att minska Stockholms sårbarhet och anpassa till ett klimat i förändring

1 Sammanfattning

Denna rapport är en sammanställning och introduktion till klimatanpassning av Stockholm och samhället. Den är utförd av Martin Hedberg på Swedish Weather Center AB på uppdrag av Miljöförvaltningen Stockholm Stad.

Medvetenheten om att vi befinner oss i början av en period med klimatförändringar tränger allt mer in i samhällsplaneringen. Behovet av analys av klimatförändringar, hur de kan komma att påverka samhället och hur samhället gör bäst i att anpassa sig för dessa växer allt mer.

I denna rapport gör vi en introduktion till ämnet om klimatförändringar, modellering av klimat, tänkbara konsekvenser och resonemang kring hur man kan förhålla sig till klimat i förändring och samhällsutveckling för att möta detta.

Stockholm 25 april, 2006

Martin Hedberg, meteorolog
Swedish Weather Center AB

1	SAMMANFATTNING	2
2	KLIMAT I FÖRÄNDRING	4
2.1	ORSAKER TILL KLIMATFÖRÄNDRINGAR.....	4
2.2	FN:S KLIMATPANEL OCH OLIKA SYNSÄTT PÅ KLIMATFÖRÄNDRINGAR.....	4
3	PROBLEMSITUATIONER RÖRANDE KLIMATFÖRÄNDRINGAR	5
3.1	TVÅ GENERELLA PROBLEMSITUATIONER.....	5
3.2	GLOBAL FRÅGESTÄLLNING	6
4	SCENARIOS VS. PROGNOSE	6
4.1	OSÄKERHET ÄR INTE DETSAMMA SOM OKUNSKAP.....	6
4.2	DATORMODELLER AV KLIMATET.....	6
4.2.1	<i>Osäkerhet nr 1 Slump och naturlig variabilitet</i>	7
4.2.2	<i>Osäkerhet nr 2 Variationer av energiflöden</i>	7
4.2.3	<i>Osäkerhet nr 3 Brister i modellerna</i>	8
4.3	OSÄKERHETER HANTERAS GENOM SCENARIER	8
4.4	KLIMAT ÄR MER ÄN MEDELTEMPERATURER.....	8
4.5	"KLIMATKÖRNING".....	9
4.6	TVÅ RESULTAT AV GLOBAL MEDELTEMPERATUR	9
4.7	EXEMPEL PÅ MODELLRESULTAT.....	10
4.8	STATUS QUO?	11
4.9	SANNOLIKHETER OCH ANSVAR ÖVER TIDEN	11
5	KLIMATFÖRÄNDRINGARS PÅVERKAN PÅ SAMHÄLLSFUNKTIONER	12
5.1	VÄDEREXTREMER I BEFINTLIGT KLIMAT	12
5.2	SMHI RAPPORT	12
5.3	METODIK FÖR ATT FINNA SAMHÄLLET'S PÅVERKAN AV KLIMAT I FÖRÄNDRING	12
5.4	MINSKA SÄRBARHET OCH ÖKA FLEXIBILITET	13
6	ARBETSMETODIK	13
6.1	ÖVERBLICK AV KONSEKVENSER AV VÄDER OCH KLIMAT	13
6.1.1	<i>Exempel på väder & klimathändelser</i>	13
6.1.2	<i>Exempel på negativa konsekvenser</i>	14
6.1.3	<i>Exempel på positiva konsekvenser</i>	14
6.1.4	<i>Exempel på Möjligheter som kan tas tillvara</i>	14
6.2	KVANTIFIERA KONSEKVENSERNA	15
6.3	ANPASSNING/OMSTÄLLNING TILL KLIMAT I FÖRÄNDRING	15
6.3.1	<i>Skapa kapacitet för anpassning/omställning</i>	15
6.3.2	<i>Anpassning till klimatförändringar i verkligheten</i>	15
6.4	SYSTEMÄGANDE.....	16
6.5	ANPASSNINGEN MED OSÄKERHETER	16
6.6	EXEMPEL PÅ STRUKTURFÖRSLAG.....	16
7	SLUTSATSER	17
7.1	SLUTSATSER.....	17
8	REFERENSER	18

2 Klimat i förändring

2.1 Orsaker till klimatförändringar

Naturen har genom historien genomgått ett oräkneligt antal större och mindre klimatförändringar. Människan påverkar i allt högre grad många av de faktorer som fungerar som regulatorer för klimatet. Det handlar t ex om mängden växthusgaser och partiklar i atmosfären, jordens albedo (reflektionsförmåga), biomassa mm. Det är ställt utom allt tvivel att människan påverkar klimatet och helt relevant ställer sig många frågan om hur stor den mänskliga inverkan på klimatet är och hur naturen och samhället kommer att påverkas i sin tur. Ibland hörs argumenten att naturen själv har möjlighet att genomgå klimatförändringar. Detta är korrekt och skall bör ses som ytterligare alarmerande, inte lugnande. Dagens observerade klimatförändringar har både naturliga och antropogena (av människan genererade) orsaker. Det finns en vetenskaplig konsensus kring att merparten av klimatförändringarna har antropogena orsaker och att den andelen kommer att öka i framtiden.

Allteftersom de vetenskapliga resultaten tränger ut i samhället ökar en förståelse för och insikt om vikten av att både minska de faktorer som påverkar klimatet samt förbereda samhället för anpassning till de klimatförändringar som redan finns respektive ligger latent i naturen på grund av fördröjningar i systemen.

2.2 FN:s Klimatpanel och olika synsätt på klimatförändringar

Av tradition har samhället talat avsevärt mer om att minska klimatpåverkan snarare än att anpassa samhället till klimat i förändring. Till stor del kan detta hänföras till UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) text: ”*stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system*”. Vad som egentligen är ”farlig mänsklig inverkan på klimatsystemet” är mycket svårt att definiera. Och det blir inte enklare av att klimatsystemen både präglas av ickelinjära skeenden, latent förändringar med fördröjningar och irreversibla processer: Om/när vi får reda på vad ”farlig mänsklig påverkan” var så kommer det med stor sannolikhet att bli i efterhand –efter ytterligare tids forskning sedan det inträffat. Vidare så kan man argumentera att en klimatförändrings egenskap som farlig delvis är beroende på människans förmåga till anpassning till respektive förändring.

FN:s Klimatpanel, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sammanställer information från den samlade vetenskapen rörande klimatförändringar som information och beslutsunderlag för politiker, beslutsfattare och allmänhet. I sitt arbete har man organiserat sig i tre arbetsgrupper (WG, Working Groups). WG I arbetar med de vetenskapliga aspekterna av klimatsystemet, WG II arbetar med verkan av klimatförändringar och möjligheter till anpassning, medan WG III arbetar

med möjligheter att minska mängden växthusgaser i atmosfären och andra sätt att minska klimatpåverkan.

I slutet av 90-talet föreslog Kates (1997) två ”skolor” eller förhållningssätt till klimatförändringar. Det ena ”preventionist” (förebyggarna) ansåg (anser) att klimatförändringarna kan vara katastrofala och att dramatiska steg måste vidtas för att minska utsläppen av växthusgaser. Den andra ”adaptationist” (förebyggarna) anser att människan såväl som ekosystemen har en lång tradition av att anpassa sig till klimatförändringar och att inga speciella steg måste vidtas vare sig för att minska utsläppen av växthusgaser eller för att vidta speciella åtgärder för anpassning. Ingen av dem tryckte på vikten av aktiva steg för anpassning av samhället.

Efter publiceringen av IPCC:s andra rapport växte en ny skola fram, den kallades ”realisterna” av Klein och MacIver (1999). Denna skola eller förhållningssätt anser att anpassning är både nödvändig och en realistisk möjlighet parallellt med minskade utsläpp av växthusgaser. ”Realisterna” betonar även att planering inför och genomförandet av anpassningen tar tid och kräver både uppoffring och kraftsamling.

3 Problemsituationer rörande klimatförändringar

3.1 Två generella problemsituationer

Det finns (minst) två generella problemsituationer att lyfta fram rörande klimatförändringar. Det ena är det grundläggande bakgrunden till att klimatförändringar erhåller så mycket uppmärksamhet: Människa (och ekosystem) är beroende av naturen och av att naturen inte förändras på ett ”ofördelaktigt” sätt. Naturen och klimatsystemet är det mest komplexa vi känner till, helt enkelt eftersom det innefattar och påverkas av så mycket, inklusive vårt mänskliga beteende (dvs vare sig rationellt eller än mindre förutsägbart). Naturen är icke-linjär, irreversibel och återkopplad samt präglas av olika reaktionstid (från sekunder till århundraden) på latent orsaker samt kaskadeffekter över systemgränser.

Den andra aspekten av problem är att det är mycket svårt att definiera olika sektors påverkan av ett förväntat förändrat klimat. Klimatforskare arbetar med datormodellering av hur atmosfären och naturen förväntas efter olika scenarios av hur människan förväntas fortsätta generera t ex växthusgaser i kombination med svårdefinierade återkopplingar i klimatsystemet. De personer som bäst känner hur olika samhällssektorer påverkas av klimatförändringar äger inte expertisens kunskaper om hur klimatet förändras. Klimatexperter känner inte till hur olika sektorer påverkas. Det finns ett stort arbete i att övertyga dessa kompetensområden

3.2 Global frågeställning

Ett överhängande problem är att klimatförändringarna är globala, både dess orsaker och dess verkningar. Åtgärder för att minska människans klimatpåverkan ”lönar” sig inte för den enskilde eftersom tex minskade utsläpp från en plats fördelas över hela jorden. Denna rapport skall dock inte beröra den problematik och de möjligheter som finns relaterade kring människans strävanden efter minskad klimatpåverkan.

4 Scenarios vs. prognoser

4.1 Osäkerhet är inte detsamma som okunskap

Trots intensiv forskning kan man inte säga att människan vet exakt hur klimatet är beroende av dess olika komponenter. Vi vet mycket, men ju mer vi forskar, desto klarare blir vi över hur komplex naturen är och hur mycket det finns kvar att söka information om. Vi vet än mindre om hur klimatet kommer att utvecklas i framtiden. Intill en viss nivå av klimatförändring kan vi anta att klimatet beter sig ”som idag”, men varmare. Denna gräns ligger troligen kring två grader över dagens medeltemperaturer (på global nivå). Därutöver har varken vi eller naturen självt någon erfarenhet om skeenden. Det är alltså mycket svårt att med säkerhet säga något säkert om framtida klimat, än mindre om hur det kommer att påverka samhället.

Men osäkerhet är inte detsamma som okunskap. Trots att vi förstår att vi inte kan vara säkra på framtida utveckling så finns det många saker som vi faktiskt vet. Man kan se det som att vi kan spänna ut ett nät över möjliga scenarier över framtida utveckling. Vi kan sätta yttre gränser över vad som är möjligt eller troligt.

4.2 Datormodeller av klimatet

För att göra en utblick över hur klimatet kan komma att förändras i framtiden så bygger man modeller av naturen i datorer. Dessa modeller har blivit mycket avancerade tack vare intensiv forskning och kraftfulla datorer. Modellerna är inte helt olika de datormodeller som räknar ut väderprognoser, men de är anpassade för att räkna på hur klimatet utvecklas snarare än väderleken. I utgångsläget använder man ”globala modeller” som beräknar klimatet över hela globen.

Av kapacitetsskäl blir upplösningen relativ grov och man översätter därför resultaten från de globala modellerna till ”regionala modeller” där man har bättre upplösning av kuster, berg, vegetation mm.

Det finns ett flertal modeller över det globala klimatets utveckling och de har alla sina respektive fördelar och svagheter. Eftersom man till slut kommer till en situation där beräkningskapaciteten och parametreringen av naturen sätter gränser för hur mycket detaljer som kan tas med så tvingas man till olika former av generaliseringar.

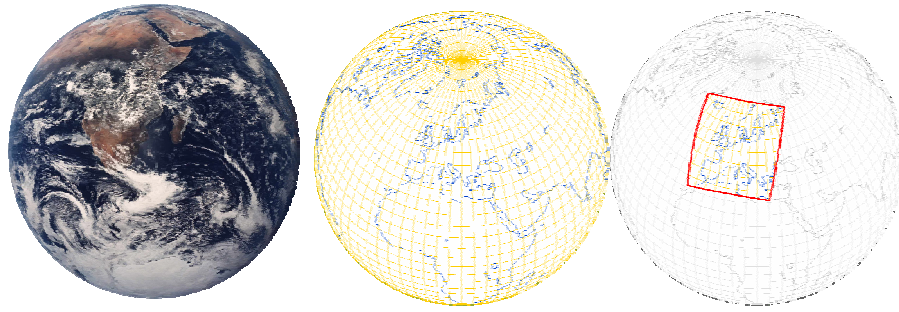


Bild 1. Världen, en global modell och utsnittet av en regional modell.

Alla modeller ger olika svar på hur klimatet utvecklas. Detta kan ses som en svaghet, men är egentligen en styrka, eller i alla fall en förutsättning för att man skall kunna ha förtroende för modellerna. Det visar att modellerna är realistiska. Om två modeller med olika konfiguration skulle ge exakt samma utveckling av klimatet så vet man med säkerhet att de är felaktiga. Klimatet är till sin natur så komplicerat att det inte går att avbilda exakt, varje modell är just bara en modell. Men en viktig egenskap hos modellerna är att de bibehåller så många karaktärer som möjligt hos klimatet. En av dessa är dess oprognostiserbarhet. Om man med en modell kan avbilda en annan modell så vet man att dessa inte kan avbilda klimatet. Däremot är det inte givet att de är bra på att avbilda klimatet bara för att de inte kan avbilda varandra. Det är ett nödvändigt, men inte tillräckligt villkor.

Ytterligare ett nödvändigt villkor för att man skall kunna lita på en modell är att den kan återge det klimat som har varit. Man brukar testa modellerna på klimatutvecklingen de senaste 100-150 åren. Under den perioden har människan gjort regelbundna och tillräckligt omfattande mätningar av väder och klimat för att vi skall kunna kalibrera modellerna gentemot den perioden.

4.2.1 Osäkerhet nr 1 Slump och naturlig variabilitet

Som nämnts ovan så är naturen inte prognostiserbar i den bemärkelsen att man kan kvantifiera alla samband, relationer och skeenden. Klimatet innefattar och påverkas av allt från solinstrålning till evolution av växter och djur. Naturen har ett visst mått av slump och kaos inbyggt i sig. Även vi människor representerar en stor okänd faktor i och med att det är mycket svårt att prognostisera teknisk utveckling, politiska beslut, samhällsutveckling mm.

4.2.2 Osäkerhet nr 2 Variationer av energiflöden

Klimatet påverkas i stor utsträckning av hur energi i olika former interagerar med väder, växter, djur och människor. En viktig parameter i sambandet är olika variationer av energiflöden, allt från hur mycket solinstrålning som når jorden till hur mycket växthusgaser eller partiklar som förväntas vid olika tidpunkter i framtiden. Växthusgaser och partiklar påverkar klimatsystemet både direkt och indirekt. Såväl människan som

naturen genererar växthusgaser. Naturen har även möjlighet att absorbera växthusgaser t ex genom fotosyntesen. Flödena genom fotosyntesen kommer dock att förändras i takt med att klimatförändringarna påverkar vegetationen globalt.

4.2.3 Osäkerhet nr 3 Brister i modellerna

För att räkna på hur klimatet kan komma att utvecklas i framtiden så bygger man modeller i datorerna. Dessa beskriver jorden så gott vi nu kan parametrera den. Det är viktigt att minnas att datormodellerna bara är modeller, de är inte verkligheten utan ett försök att efterlikna verkligheten så gott det går. En modell i en dator är en god, men inte komplett avbild av naturen. En förutsättning för att den skall göra bra prognoser är att man representerat naturen på ett korrekt sätt. För att verifiera det behöver man jämföra modellens resultat med hur verkligheten utvecklar sig. Detta kan per definition bara göras med historiska data och framtida klimatförändringar är sålunda ”vita fläckar” på kartan. Det gör inte på något sätt informationen mindre värdefull, men det säger att man skall tolka den varsamt och inte bli överraskad om någon ny företeelse dyker upp i verkligheten eller om utvecklingen blir annorlunda mot vad som prognostiserades.

4.3 Osäkerheter hanteras genom scenarier

För att hantera dessa och andra osäkerheter genomför man ett stort antal beräkningar av klimatet i ett antal olika modeller. I princip gör man en prognos på vart och ett av de olika scenarierna. Man får då en spridning av resultat och vart och ett av dem är lika sannolikt eller osannolikt som de övriga. En av de viktiga slutsatserna blir att variationerna mellan de olika scenarierna är stort. Men tydligt är att större utsläpp av växthusgaser ger större klimatpåverkan. Ett annat är att ju längre bort från nuvarande balans vi kommer desto längre tid tar det innan klimatet stabiliseras i en ny balans.

4.4 Klimat är mer än medeltemperaturer

Forskarvärlden presenterar ofta klimatförändringar i form av förändringar av medeltemperaturen. Det är relevant ut ett globalt perspektiv eftersom det utgör ett mått på förändringen. Däremot kan det vara vilseledande på lokal nivå både eftersom medeltemperaturen kan röra sig signifikant mer än den globala medeltemperaturen, dels eftersom det ger en vilseledande intryck av att själva temperaturen skulle vara det som påverkar människa, natur och samhälle.

Den globala medeltemperaturen är endast ett mått på förändringen. Det som är av intresse är *konsekvenserna* av klimatet i förändring och de kommer att märkas i form av extremer och olika återkomsttider av temperaturer, nederbörd, nederbördsintensitet, luftfuktighet, vindar, vindriktningar, havsströmmar mm. Medelvärden är sällan det intressanta, men det är ofta det som presenteras när man gör statistik och jämförande

studier. Det som oftast berör oss mest är extrempunkterna och förändringar av de kan vara signifikanta utan att det återspeglas i medelvärden.

4.5 "Klimatkörning"

En viktig aspekt av klimatförändringar är att det egentligen handlar om sannolikheter för att det ena eller andra skall eller inte skall inträffa. Man kan inte göra en prognos i traditionell bemärkelse och därefter anta att den kommer att inträffa. Genom de olika scenarierna, dvs. ett stort antal "klimatkörningar", får vi information om olika skeenden som naturen kan följa. Vart och ett av dessa är lika sannolikt. Tillsammans utgör de ett kluster som man kan beräkna sannolikheter för att det ena eller andra eventuellt sker.

Det räcker alltså inte med en enskild modellberäkning, eller klimatkörning, för att beräkna vad som kan komma att ske i framtiden. Det är en bra första ansats för att få information om vilket håll det kan barka, men det är kanske inte tillräckligt som underlag för stora investeringar. Det är bland annat vetenskapen om klimatets alla osäkerheter som gör att klimatmodellerare och forskare är så försiktiga med att göra tvärsäkra utlåtanden om vad som kan komma att ske i framtiden. ATT något händer och att klimatet inte kommer att vara som idag, det vet vi. Men VAD som sker istället, det är mycket svårt att sia om. Icke desto mindre krävs det beslutsunderlag för att hantera denna osäkerhet och kunskap om framtida utveckling.

4.6 Två resultat av global medeltemperatur

Vid Hadley Centre i England (Jenkins 2005) har man beräknat den globala medeltemperaturens utveckling kommande två hundra år. För två olika utsläppsscenarier visar den på radikalt skilda resultat. Det ena ger en ökning av den globala medeltemperaturen på ca två grader, den andra en ökning med drygt fyra grader inom hundra år. B1 i bild 2 (nedan) motsvarar måttliga utsläpp av växthusgaser, medan A1 motsvarar kraftigare utsläpp.

Vid måttliga utsläpp (B1, den undre kurvan i diagrammet) erhåller man en mindre förändring av medeltemperaturen vid en given tidpunkt, t ex ca 2 grader år 2100. Vid kraftigare utsläpp (A1FI, den övre kurvan) blir förändringen kraftigare för en given tidpunkt (och vi erhåller två graders förändring ca år 2060 istället för 2100).

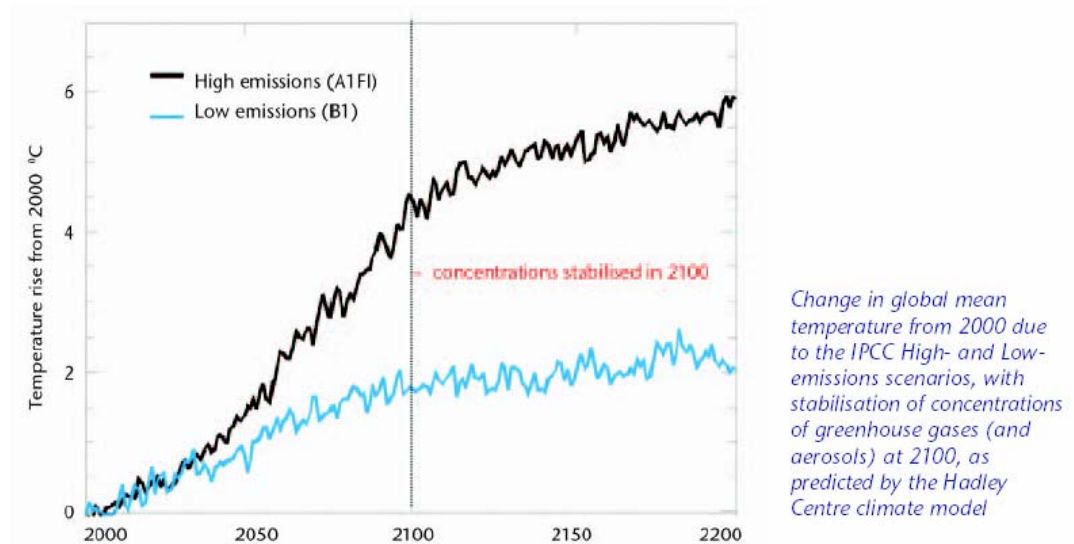


Bild 2. Modellresultat av global medeltemperatur från Hadley Centre i England. (Jenkins 2005).

Vidare sker stabiliseringen av klimatet senare. I det första fallet beräknas vi få en stabilisering av klimatförändringarna år 2100, i det andra har det inte skett ens år 2200.

Kurvorna sammanfaller relativt väl de första trettio åren. Man kan därför föranledas tro att vi har en viktig valsituation år 2030, men valet sker egentligen kontinuerligt från och med år 2000! Fördröjningar i klimatsystemet gör att skillnaderna i utsläpp som representeras av B1 och A1 inte syns förrän ca 30 år senare. År 2030 kommer vi redan att vara predestinerade att färdas långs med någon av linjerna eller mellan dem. För att följa den undre linjen (vi förutsätter att man anser att det vore till mänsklighetens gagn med så små klimatförändringar som möjligt) så måste man genomföra kontinuerliga minskningar av utsläppen (B1) från och med nys och kontinuerligt över tiden.

4.7 Exempel på modellresultat

Vid Rossby Centre lokaliserat vid SMHI i Norrköping, genomför man regional klimatmodellering. Exempel på grafisk presentation av resultat kan ses nedan. (Rossby Centre hette tidigare Sweclim).

Det bör noteras att mängden data som finns tillgänglig är mycket stor och att man bör fråga sig vilken sorts information man är i behov av innan man frågar ”hur blir klimatet i framtiden?”. Är det medeltemperaturen, variationer i återkomsttider mellan kraftig nederbörd, sommarnätternas maximala temperatur, sannolikheter för två veckor utan regn i augusti... (osv.) man frågar efter.

Vintertemperatur

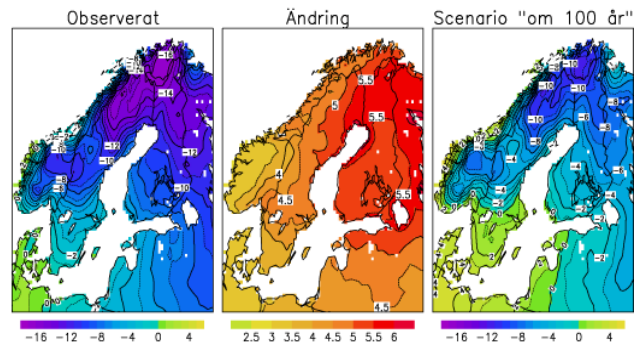


Bild 3. Exempel på grafisk presentation av klimatförändringar. Observerade vintertemperaturer och dess förändring om hundra år. (Sweclim 2003).

Förmodligen är det dessutom mer komplext än så. Naturen och samhället påverkas av oftast av extrempunkter i väder och dessa är svåra att modellera, de syns inte så tydligt i klimatkörningar. Vidare så är det inte otänkbart att det är kombinationer av väderhändelser som är av stor vikt. Liten nederbörd i maj i kombination med två veckor med temperaturer över 30 grader i juni, tjälfri mark i januari i kombination med kraftiga vindar. Osv.

4.8 Status quo?

Vi har i många sammanhang poängterat att klimatet varierar, att det finns både naturliga och antropogena orsaker och att det är svårt att ge entydiga svar om hur framtiden ser ut. Det är i det sammanhanget viktigt att poängtera att vi vet att det i alla fall inte kommer att vara status quo, det blir förändringar, men det är omöjligt att göra exakta prognoser. Osäkerheter skall inte tolkas som att man gör bäst i att anta att saker kommer att vara som de alltid har varit, man måste anta en viss förändring. Processen att göra scenarier och handlingsplaner för dessa är en nyttig läxa som kommer att göra det enklare att anpassa samhället i framtiden.

4.9 Sannolikheter och ansvar över tiden

Det är i dessa sammanhang viktigt att vara medveten om hur man avser hantera storheter som sannolikheter. Om en viss händelse går från att vara något som sker vart 10 000 år idag till att ha en sannolikhet på 1 på 1 000 år –hur skall vi skydda oss mot det då?

Därtill kan man addera aspekten av att dessa sannolikheter, eller återkomsttider, varierar. Det som idag är en 10 000 års händelse kan vara en 5 000 års händelse om 30 år och en 1 000 års händelse om 70 år. Man kan då fråga sig om det verkligen är relevant att tala om att det är en 10 000 års händelse idag. I detta sammanhang måste man föra in aspekten av hur lång tidshorisont vi vill arbeta med. Hur länge tänker vi oss att samhället skall fungera, vilken bortre tidshorisont vill vi att våra handlingar skall vara giltiga? ”Så länge som möjligt” eller ”för all framtid”

kanske någon svara. Men det kanske är förmätet (men inte orimligt) att idag ta höjd för det som kan drabba Stockholm i ett 100 000 års perspektiv. Men å andra sidan är tio år alldeles för kort tid. Var går gränsen för ansvaret för våra handlingar?

5 Klimatförändringars påverkan på samhällsfunktioner

5.1 Väderextremer i befintligt klimat

Klimatet förändras och det påverkar såväl ekosystemen som samhällsfunktioner. Men det finns, och har alltid funnits, ett visst mått av variationer i klimatet och extremer i vädret. Dessa har alltid utgjort en osäkerhetsfaktor över vilken människan alltid varit tvungen att värdera samhällsinsats för skydd gentemot risken för påverkan. Det är svårt, för att inte säga omöjligt, att dra någon exakt skiljelinje mellan samhällets påverkan från naturliga väderhändelser och väderhändelser inducerade av klimatförändringar.

5.2 SMHI rapport

SMHI:s rapport (Nr 2006-14) presenterar olika vädersituationer som sedan 1900-talets början kraftigt påverkat samhällsfunktionerna i Stockholms närområde. Det är relevant att studera historiskt klimat för att förstå framtiden och kommande risker. SMHI trycker också hårt på vikten av insikten att dagens samhälle på intet sätt är tillräckligt anpassat för dagens klimat, än mindre ett framtida klimat.

Dock är det viktigt att påpeka att den stora bedriften ligger i att tolka och analysera *kommande* risker och risker förknippade med *helt nya situationer* som inte upplevts tidigare. Men inte bara klimatet förändras, än snabbare går förändringarna i samhället¹. Det som innebar risker förr i tiden kanske inte gör det i framtiden (om än att de av SMHI framförda exemplen med alla sannolikhet skulle innebära påfrestningar även på ett framtida samhälle). Man bör lägga stor vikt vid att finna de nya väder- och klimatsituationerna som kommer att innebära påfrestningar på samhället. Det är inte lätt eftersom vi som tidigare påpekats har en hel del osäkerheter att hantera. Men icke desto mindre så är det just de nya klimaten som kommer att påverka samhället. Storleksordningen av de förväntade klimatförändringarna är avsevärt större än de uppmätta riskerna i det ”gamla” klimatet.

5.3 Metodik för att finna samhällets påverkan av klimat i förändring

Det finns många olika sätt att angripa problematiken kring klimatförändringar och hur samhället på lämpligt sätt bör/kan anpassas. Det kommer dock alla att handla om en iterering av bedömningar av risker

¹ Även om förändringar och teknisk utveckling går snabbt i dagen samhälle så skall man inte låta sig villfaras av att det med automatik kommer att lösa problem med förändringar i klimat och ekosystem. Förändringar i klimat och ekosystem har mycket stort momentum vilket gör att det som påbörjats har mycket lång ”bromssträcka”. Samhällsutveckling och teknisk utveckling är istället mycket volatil eller lättroblig och kan svänga eller stanna av med kort varsel.

för olika samhällsfunktioner i relation till vad som framkommer från analyser av olika klimatscenarier.

Det är av stor vikt att finna ut de väderrelaterade parametrar som verkligen påverkar samhället. Är det extremtemperaturer, solinstrålning, höga flöden i vattendrag, låga flöden, vindar...? Är det kombinationer av väderhändelser eller är det kombinationer av väderhändelser och samhällets reaktioner på dessa?

5.4 Minska sårbarhet och öka flexibilitet

Många av de tidigare väderhändelser som haft stor påverkan på samhället måste sättas i sitt sammanhang. En del av dem fick stora konsekvenser eftersom samhället inte var rustat för händelsen eller hanterade den på ett felaktigt sätt. Ett exempel från närtiden är orkanen Katrina som drog in över New Orleans i augusti 2005. Stormen var kraftig, men dåligt underhållna skyddsvallar i kombination med stormen och underlåtenhet att evakuera människor på ett effektivt sätt bidrog till ett stort mänskligt lidande. Andra väderhändelser kanske borde finnas med i historiken, men genom att samhället hanterat dem på ett korrekt sätt har dess konsekvenser kunnat reduceras. Det betyder inte att en liknande situation i framtiden kommer att hanteras på samma föredömliga sätt.

Nyckelord i sammanhanget med klimatanpassning bör vara ”minska sårbarhet” och ”öka flexibilitet”. Det går inte att säga tvärsäkert när eller om något kommer att inträffa, men genom att minska samhällets sårbarhet och öka dess flexibilitet inför olika eventualiteter så hanterar vi osäkerheter och risker på ett korrekt sätt.

6 Arbetsmetodik

6.1 Överblick av konsekvenser av väder och klimat

Först behöver man finna någon form av överblick över hur samhället kan påverkas av vädersituationer både i det befintliga klimatet och i kommande situationer relaterade till klimat i förändring. Här kan delar av historiska analyser lämpligen fogas in, t ex den rapport (Nr 2006-14) som SMHI nyligen presenterat för Stockholm miljöförvaltning.

Det bör poängteras att naturen och samhället kommer att uppleva både positiva och negativa konsekvenser av ett klimat i förändring. De negativa kommer dock att vara dominerande och i synnerhet med tiden övervägande. Huruvida en konsekvens av klimatförändringar kommer att upplevas som positiv eller negativ kommer till stor del att handla om hur väl samhället har lyckats förutse den och förbereda sig för den.

6.1.1 Exempel på väder & klimathändelser

- Torka (främst sommartid)
- Skogsbränder

- Kraftigare nederbörd (främst vintertid)
- Högre flöden i vattendrag
- Lägre flöden i vattendrag
- Lägre grundvattennivåer
- Värmeböljor
- Ökade temperaturer i hav, sjöar och vattendrag
- Mindre isläggning
- Kraftigare vindar
- Mer frekvent slagregn och/eller hagel
- Ökad frekvens av blixtnedslag

6.1.2 Exempel på negativa konsekvenser

- Ökad risk för översvämningar och erosion
- Läckage från förorenad industrimark genom vattentäckning
- Ökad belastning på avloppssystem
- Sämre dricksvattenkvalitet
- Förlust av ekosystem, växter eller djur
- Introduktion av nya djur och växter (kanske främst insekter)
- Algblomning
- Ökat behov av bekämpningsmedel mot skadeinsekter
- Ökade resurser för konstbevattning
- Sättningar i marker
- Ökade behov av artificiell kyla (luftkonditionering e dyl)
- Ökat obehag av dåligt inomhusklimat
- Hälsorelaterade frågor som värmestress, uttorkning, spridning av smitta och sjukdomar som tidigare varit (är) obekanta för den lokala sjukvården
- ”Värmekurvor” och liknande problem för spårbunden trafik
- Förändringar av byggnormer
- Förändringar av försäkringsvillkor
- Klimatflyktingar eller människor som flyr undan problem relaterade till väder och klimat i deras naturliga hemmiljö

6.1.3 Exempel på positiva konsekvenser

- På sikt mindre snöfall och problem relaterade till snöröjning
- Mindre energiåtgång för uppvärmning
- Färre köldskador

6.1.4 Exempel på Möjligheter som kan tas tillvara

- Ökad produktion inom skogs- och jordbruket
- Ökad turism

6.2 Kvantifiera konsekvenserna

Efter att man listat olika konsekvenser bör man försöka kvantifiera hur de påverkar olika sektorer. Exempel på olika sektorer som kan beaktas är:

- Dricksvattenförsörjning
- Kommunikation
- Försäkringsbranschen
- Ekologisk mångfald
- Jordbruk
- Skogsbruk
- Sjönäring
- Byggnormer
- Hälso- och sjukvård
- Kustmiljön
- Kulturarv
- Transportsektorn
- Energi
- Turism
- Rumslig planering
- Näringslivet
- Räddningstjänsten
- Samordning mellan myndigheter.

6.3 Anpassning/omställning till klimat i förändring

För att klara av att anpassa samhället till klimatförändringar måste vi förbereda oss genom forskning och ökad allmän kännedom om klimatförändringar och dess konsekvenser. Detta bör inkludera så många samhällsfunktioner. Men diskussionen bör även inkludera allmänheten dels eftersom den oundvikligen kommer att bli påverkad av klimatförändringar och åtgärder för att anpassa samhället, dels för att individer i samhället kan besitta värdefull information som annars ej kommer samhället tillgodo.

6.3.1 Skapa kapacitet för anpassning/omställning

- Skapa kunskapsbas
- Skapa regler och policys
- Ändra regelverk
- Förändra attityder

6.3.2 Anpassning till klimatförändringar i verkligheten

- Förändra verksamheter i relation till resultat efter analyser
- Utveckla nya marknader
- Instifta tydliga och långsiktiga incitament
- Skapa resurser för hantering av oförutsedda händelser

6.4 Systemägande

Det är naturligtvis lätt att påstå att samhället bör/skall anpassas till förväntat kommande klimat. Men dessa förändringar kan komma att ”trilla mellan stolarna” eftersom det kanske inte är givet vem eller vilka samhällsfunktioner som äger de olika, *eller nya*, systemen som kommer att/borde påverkas.

Vidare kommer det med all sannolikhet att uppstå situationer där olika intressen ställs emot varandra. Detta kan i sin tur skapa ytterligare konflikter och kontraproduktivitet. Det är i alla sammanhang viktigt att i än större utsträckning än i dag samla samhället kring problemformuleringen och vissa grundläggande intressen. Ett sådant begrepp kan vara ”Hållbar utveckling”.

6.5 Anpassningen med osäkerheter

Det är naturligtvis svårt att anpassa ett helt samhälle om man inte har några fasta riktlinjer att hålla sig i skinnet kring. Men som tidigare nämnts så innebär inte osäkerheter det samma som okunskap. Trots att det är mycket vi inte vet så måste vi ta vara på det vi vet. Till osäkerheterna om klimatutvecklingen skall vi addera att den tekniska utvecklingen visserligen kommer att göra nya landvinningar. Men samtidigt kommer detta och vår förmåga till framtida anpassning att minska genom högre priser och sämre tillgänglighet på energi. Det ena gör att man kanske vill vänta med anpassningen, det andra att man kanske bör skynda på anpassningen ytterligare.

6.6 Exempel på strukturförslag

På uppdrag av Naturvårdsverket genomförde Viehhauser (2005) en rapport om hur strukturer och arbetsgrupper kan se ut för att möta anpassningsbehov och de möjligheter som förväntas i samband med klimat i förändring. Rapporten beskriver principerna för en metodisk genomgång av effekter och anpassning. Utgångspunkten är nationell, men den kan även tillämpas på regional/lokal nivå. En viktig aspekt är att den beskriver ett förutsättningslöst förhållningssätt till hur samhället påverkas av väder och klimatförändringar. Det är troligen nya skeendena i naturen som kommer att överraska och påverka mest.

7 Slutsatser

7.1 Slutsatser

Klimatförändringar spelar roll. Det är omöjligt att ge säkra besked om vad som kommer att ske i framtiden eftersom klimatet och naturen har inbyggda osäkerheter, människan har inte kontroll på framtida utsläpp av klimatpåverkande gaser och eftersom naturen är extremt svår att modellera i datorerna. Men vi vet att förändringar kommer att ske och vi vet ”åt vilket håll det drar”. Det är viktigt att förbereda samhället både avseende organisatoriska och infrastrukturella förändringar såväl som med en ökad medvetenhet. Vi föreslår en process, som i mångt och mycket redan startat, där klimatresultat presenteras för samhällsfunktioner som får reagera och iterera fram hur man bör förbereda sig på förändringar.

Stockholm stad (och många andra aktörer i det svenska samhället) behöver göra sårbarhetsanalyser och beräkna sannolikheter för olika klimatrelaterade händelser. Dessa bör i stor utsträckning även inkludera samhällsutveckling till följd av klimathändelser utanför Sveriges gränser. Med kännedom om den senaste forskningens resultat och sannolikheter för olika händelser kan man vidta förebyggande åtgärder för att anpassa samhället för klimat i förändring. Man skall vara medveten om att det aldrig kommer att komma ett slutgiltigt besked om t ex vattennivåer utan att man får vara beredd på att omvärdera sina beslut. Man bör *inte* anamma en ”vänta och se” mentalitet.

Man bör sträva efter att bygga kapacitet, flexibilitet och anpassningsförmåga för att hantera de eventualiteter som kan inträffa. Det gäller såväl infrastruktur som energisystem, livsmedel, hälsosystem och juridiska system t ex vattendomar, försäkringssystem, ersättningar för skada eller förlorad egendom mm. Det är lämpligt att studera historiska väderhändelser som påverkat samhället och också ha i medvetande att dagens samhälle inte ens är anpassat till *dagens* väderrisker. Men det är också väsentligt att ha ett mycket öppet sinne för att nya, tidigare otänkbara, väderrelaterade händelser.

Martin Hedberg

Meteorolog, Swedish Weather Center AB

8 Referenser

Füssel, H.-M and Klein, R. J. T.: 2002, "Assessing Vulnerability and Adaptation to Climate Change: An Evolution of Conceptual Thinking" Paper presented at the UNDP Expert Group Meeting on "*Integrating Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change*", Havana, Cuba 17-19 June 2002.

Jenkins G., Betts R., Collins M., Griggs D., Lowe J., Wood R. 2005, "Stabilising climate to avoid dangerous climate change –a summary of relevant research at the Hadley Centre." *Hadley Centre*.

Kates, R. W.: 1997, "Climate Change 1995 – Impacts Adaptation and Mitigation" *Environment* **39**(9), 29-33.

Klein, R. J. T and D. C. MacIver: 1999, "Adaptation to Climate Change and Variability: Metodological Issues" *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **4**, 189-198.

Viehhauser M. och Johansson J.: 2005, "Strukturförslag: Klimatförändringarnas effekter –Anpassningsbehov och möjligheter". *Inregia AB* 230-006686-04.

West C. and Gawith M.: 2005, "Measuring progress, Preparing for climate change through the UK Climate Impacts programme" *UK Climate Impacts Programme*.