

MALIN MOBJÖRK



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Förvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Malin Mobjörk

Svensk krisberedskap och klimatförändringarnas indirekta effekter

Betydelsen av en bred framtidsinriktad analys

Omslagsbild: Elledning över åkerfält, Fotoakuten

Titel	Svensk krisberedskap och klimatförändringarnas indirekta effekter
Title	Swedish crisis management and the indirect effects from climate change
Rapportnr/Report no	FOI-R--3270--SE
Rapporttyp /Report Type	Användarrapport/User report
Månad/Month	September
Utgivningsår/Year	2011
Antal sidor/Pages	44 p
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB/Swedish Civil Contingencies Agency, MSB
Projektnr/Project no	E15143
Godkänd av/Approved by	Maria Lignell Jakobsson
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Försvarsanalys	Department of Defence Analysis
164 90 Stockholm	SE-164 90 Stockholm

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden

Sammanfattning

I föreliggande studie behandlas klimatförändringarnas betydelse för svensk krisberedskap. Utgångspunkten har tagits i vilka konsekvenser som kan följa från mer omfattande klimatförändringar, dvs. utifrån ett högnivåscenario, i kombination med ett särskilt intresse för klimatförändringarnas indirekta effekter. Som exempel har två områden satts i fokus för analys: energi- och livsmedelsförsörjning. Studien har finansierats av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, och syftar ytterst till att öka kunskaperna om vilka utmaningar svensk krisberedskap står inför med avseende på klimatförändringarna.

Sverige har generellt sett en gynnsam situation vad gäller såväl energiförsörjning som livsmedelsförsörjning. Sverige har också ett gynnsamt klimatologiskt läge. De utmaningar som klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför ska däremot inte underskattas. Klimatförändringarna förväntas leda till direkta utmaningar för svensk krisberedskap genom exempelvis fler och intensivare extrema väderhändelser, vilket innebär att krisberedskapen kan behöva förbättra sin förmåga att kunna hantera flera kriser samtidigt liksom minskad återhämtningstid mellan kriser. Därutöver förväntas Sverige även ställas inför utmaningar till följd av klimatförändringarnas indirekta effekter, dvs. från de effekter som kan följa från en direkt effekt i eller utanför Sverige. Dessa indirekta effekter är än mer svåröversäglbara jämfört med klimatförändringarnas direkta effekter och är också hitintills inte lika väl analyserade.

För att kunna möta de utmaningar klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför behöver analys bedrivas som omfattar såväl direkta som indirekta effekter från klimatförändringarna. Detta analysarbete behöver utgå från olika klimatologiska scenarier så att olika utfallsrum behandlas samt inkludera konsekvenser både inom och utanför Sverige. Analysen behöver även omfatta samhällstrender och förändringsprocesser utöver klimatförändringarna såsom miljö, demografi, ekonomisk utveckling, vetenskap, teknik och politisk kontext. Ett viktigt moment i denna analys är att undersöka hur dessa olika områden interagerar med varandra och vilken betydelse dessa sammanflätande processer kan ha för svensk krisberedskap. Det handlar med andra ord om att identifiera risker sprungna ur dessa analyser och utifrån denna riskanalys utveckla strategier, beredskapsplaner och regelverk för hur dessa risker kan hanteras. I och med de osäkerheter som finns i fråga om klimatförändringarnas omfattning och dess konsekvenser såväl som samhällsutvecklingen i stort är scenarioanalys en viktig metod.

Nyckelord: svensk krisberedskap, krishantering, klimatförändringar, energiförsörjning, livsmedelsförsörjning, scenarioanalys.

Summary

This study analyses the impacts from climate change on Swedish crisis management. The starting point is the consequences following more comprehensive climate change, i.e. consequences from a high emission scenario, in combination with a special interest for the indirect effects following climate change. Two areas, supply of energy and food, have been used as cases for the analysis to focus upon. The investigation has been funded by Swedish Civil Contingencies Agency, MSB, and the study aims at increasing the knowledge about the challenges climate change pose on Swedish crisis management.

Sweden has in general a propitious situation concerning both energy supply and food supply. Sweden has, furthermore, a fortunate climatic condition. However, the challenges posed by climate change on Swedish crisis management ought not to be underestimated. Climate change is expected to lead to direct challenges on crisis management due to more frequent and intense extreme weather events, which leads to that the crisis management system needs to develop its capability to handle several crises simultaneously as well as reduced recovery time between crises. Additionally, Sweden is expected to meet challenges following indirect effects, i.e. from effects that may follow from a direct effect within Sweden or abroad. These indirect effects are, through its complex relationships and mutual dependencies, even more difficult to predict in comparison to direct effects and are hitherto not analysed to the same extent as the direct effects.

In order to meet challenges posed by climate change on Swedish crisis management analyses are needed that comprehend both direct and indirect effects following climate change. These analyses need to explore different climate scenarios so that various possible futures are considered and include consequences both within and outside Sweden. Additionally, these analyses need to comprehend societal trends and transformation processes besides climate change such as demography, economic development, environmental change, science, technology and political context. A critical moment is to explore how these different areas interact with each other and what impact these interconnected processes have for Sweden and the Swedish crisis management system. Withdrawing from these analyses one can identify what risks that might follow; risks that can lay as a foundation for developing strategies, contingency plans and regulations for how the risks can be handled. Due to the uncertainties regarding the extent of future climate change and their consequences for society as well as for societal development in large scenario analysis is an important method.

Keywords: Swedish crisis management system, crisis management, climate change, energy supply, food supply, scenario analysis.

Innehållsförteckning

Förord	6
1 INLEDNING	7
2 KLIMATFÖRÄNDRINGARNA I ETT HÖGNIVÅSCENARIO	9
2.1 Effekter från klimatförändringarna	11
2.2 Tröskeleffekter.....	12
2.3 Konsekvenser av ett högnivåscenario	13
3 UTMANINGAR FÖR SVENSK ENERGI- OCH LIVSMEDELSFÖRSÖRJNING	16
3.1 Klimatförändringarna och energiförsörjningen	16
3.1.1 Klimatförändringarnas påverkan på energiförsörjningen	17
3.1.2 Andra viktiga påverkansfaktorer för svensk energiförsörjning.....	18
3.1.3 Sammanfattande slutsatser	19
3.2 Klimatförändringarna och livsmedelsförsörjningen	19
3.2.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsförsörjningen	20
3.2.2 Andra viktiga påverkansfaktorer för svensk livsmedelsförsörjning.....	22
3.2.3 Sammanfattande slutsatser	23
4 KLIMATFÖRÄNDRINGARNAS UTMANINGAR FÖR SVENSK KRISBEREDSKAP	24
4.1 Scenario 1: Elförsörjningsproblem till följd av tinande permafrost	25
4.2 Scenario 2: Störd livsmedelsförsörjning till följd av klimatrelaterade händelser	26
4.3 Utmaningar för krisberedskapen – en workshoptdiskussion.....	28
4.3.1 Utmaningar för svensk krisberedskap kopplat till de två scenarierna.....	29
4.3.2 Utmaningar för svensk krisberedskap kopplat till klimatförändringarna i stort.....	32
4.3.3 Betydelsen av ett förebyggande arbete	33
4.3.4 Sammanfattande slutsatser	35
5 AVSLUTANDE DISKUSSION	37
5.1 Scenariorymd, interaktion och indirekta effekter	37
5.2 Betydelsen av en mångfacetterad framtidsinriktad analys.....	39
REFERENSER	42

Förord

Denna rapport är framtagen inom ramen för ett projekt vilket fokuserar på utmaningar som svensk krisberedskap står inför med avseende på klimatförändringarna. Projektet, som finansieras av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) och utförs av FOI, syftar till att identifiera möjliga händelseutvecklingar kopplade till framtida klimatförändringar inklusive mer omfattande klimatscenarier. I uppdraget ingår vidare att undersöka vilka beroendeförhållanden som finns mellan dessa händelseutvecklingar och två centrala samhällsfunktioner: livsmedelsförsörjning och energiförsörjning. Dessa två områden används således som exempel för att analysera klimatförändringarnas indirekta effekter och dessas betydelse för svensk krisberedskap.

För att genomföra denna analys togs tre kunskapsunderlag fram: *Högnivåscenarier för klimatförändringar*, *Klimatförändringarna och livsmedelsförsörjningen* och *Klimatförändringarna och energiförsörjningen*. Kunskapsunderlagen låg till grund för en workshop som hölls den 16 juni 2011 med deltagare primärt från MSB. Föreliggande rapport syntetiserar de kunskapsunderlag som workshopen utgick från och sammanställer den analys som gjordes vid workshopen.

Rapporten är i första hand tänkt att stödja MSB:s fortsatta arbete med strategisk analys i fråga om vilka utmaningar som klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför. Rapporten är därför skriven utifrån ett MSB-perspektiv, vilket innebär att fokus ligger på de behov som MSB:s strategiska analysverksamhet har. Rapporten kan dock vara av intresse även för andra, men bör läsas utifrån denna avgränsning.

En stort tack riktas dem som har varit delaktiga i detta projekt; workshopsdeltagare, forskare och granskare. Särskilt tack riktas till Emmelie Andersson, Benny Jansson och Maria Wahlberg vid MSB för fortlöpande och fruktbara samtal, till George Fischer, FOI, och Hans Spets, Länsstyrelsen i Stockholm, för konstruktiva kommentarer på slutmanus, samt till medarbetare vid FOI, däribland Henrik Carlsen, Bengt Johansson, Daniel Jonsson, Johan Lindgren, Eva Mittermaier, Ester Veibäck och Per Wikman-Svahn.

Malin Mobjörk

Projektledare

1 Inledning

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, är den myndighet i Sverige som har ett övergripande ansvar när det gäller samhällets förmåga att hantera olyckor och kriser. Att möta konsekvenserna av och anpassa samhällets skydd och beredskap till ett förändrat klimat utgör ett prioriterat arbetsområde för MSB under de närmaste åren. I detta arbete ingår bland annat att stärka samhällets förmåga att hantera olika typer av naturolyckor och andra direkta konsekvenser från klimatförändringarna, men även att öka kunskapen om de indirekta konsekvenserna för Sverige och dess närområde.¹

Föreliggande studie har genomförts i samverkan med MSB (enheten för Strategisk analys) och har tagit utgångspunkt i intresset för klimatförändringarnas indirekta effekter på svensk krisberedskap. Med krisberedskap avses, i enlighet med Förordning (2006:942) om krisberedskap och höjd beredskap, förmågan att genom utbildning, övning och andra åtgärder samt genom den organisation och de strukturer som skapas före, under och efter en kris förebygga, motstå och hantera krissituationer. Krisberedskap är en av tre delar i MSB:s verksamhetsområde, övriga två är skydd mot olyckor samt civilt försvar.²

För att komplettera hittillsvarande arbete kring klimatförändringarnas konsekvenser för Sverige står i denna studie ett högnivåscenario i fokus, dvs. ett scenario där klimatförändringarna är mer omfattande än vad hittillsvarande klimatanpassningsarbete har utgått från. För att exemplifiera vilken betydelse klimatförändringarnas indirekta effekter kan ha för svensk krisberedskap har två områden satts i fokus för analys, nämligen livsmedelsförsörjning och energiförsörjning. Dessa två områden är båda av stor betydelse för samhällets grundläggande funktionalitet och utmärks av väsentligt skilda beroendeförhållanden. Studiens centrala frågeställningar har varit:

- 1) Vilka konsekvenser från klimatförändringarna är att vänta på Sverige utifrån ett högnivåscenario?
- 2) Vilka beroendeförhållanden finns mellan den händelseutveckling som kan följa från ett högnivåscenario och livsmedelsförsörjning respektive energiförsörjning?
- 3) Vilka utmaningar står svensk krisberedskap inför särskilt med avseende på klimatförändringarnas indirekta konsekvenser och hur kan samhället hantera dessa utmaningar?

Studien har genomförts genom att först utveckla kunskapsunderlag inom områdena klimatförändringarnas effekter på Sverige i ett högnivåscenario

¹ MSB 2010.

² Förordning (2008:1002) med instruktion för Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

(frågeställning 1) samt klimatförändringarnas effekter på svensk energiförsörjning respektive livsmedelsförsörjning (frågeställning 2). Kunskapsunderlagen låg sedan till grund för framtagningen av två scenarier som handlar om två möjliga kriser vilka tänks inträffa år 2030. Kunskapsunderlagen och scenarierna låg till grund för en workshop vars huvudsakliga fokus var vilka utmaningar svensk krisberedskap står inför med avseende på klimatförändringarna och hur samhället kan hantera dessa utmaningar (frågeställning 3).

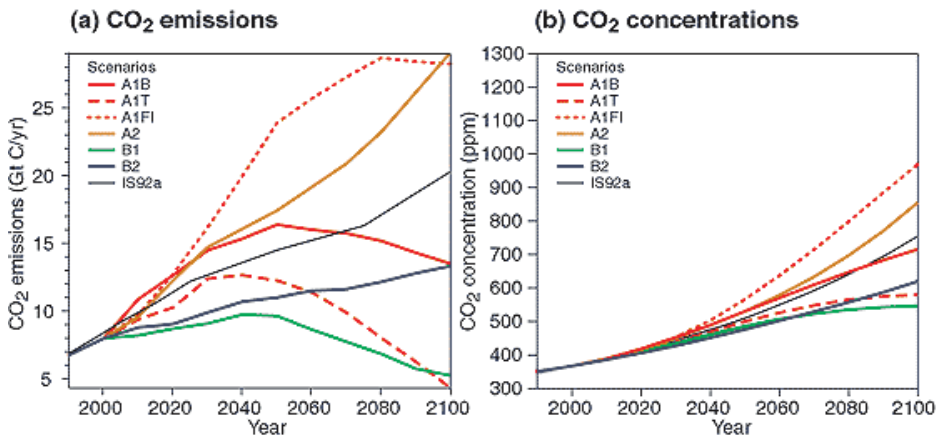
Studien syftar till att stödja MSB i sitt fortsatta arbete med klimatförändringarnas betydelse för svensk krisberedskap. Studiens primära målsättning är därmed att öka kunskapen om vad klimatförändringarna kan komma att innebära för svensk krisberedskap. Denna kunskap förväntas kunna bli använd som underlag i beslutsfattande kring framtida inriktningar av krisberedskapen och som en komponent i uppbyggandet av MSB:s process för strategisk analys. I och med att klimatförändringarna i sig är en så pass komplex utmaning, är tätt sammanflätad med andra förändringsprocesser och har betydelse för så många olika samhällssektorer är resultaten från denna studie av övergripande karaktär. En viktig del har varit att identifiera viktiga förutsättningar för det fortsatta analysarbetet.

Härnäst följer en sammanfattning av de tre kunskapsunderlag som utvecklats i projektet (kapitel 2 och 3). Därefter presenteras de två scenarierna och den analys som gjordes vid workshopen i fråga om vilka utmaningar klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför (kapitel 4). Avslutningsvis (kapitel 5) diskuteras centrala utgångspunkter för det fortsatta analysarbetet.

2 Klimatförändringarna i ett högnivåscenario³

För att studera klimatförändringarnas framtida effekter är de syntesrapporter som FN:s klimatpanel Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sammanställt ett centralt kunskapsunderlag.⁴ Redan i IPCC:s första rapport från 1990 fastslogs riskerna för storskaliga förändringar till följd av de ökande utsläppen av växthusgaser. Dessa slutsatser har förstärkts i de tre efterföljande rapporterna.

Eftersom framtida klimatförändringar till stor del beror på hur mycket växthusgaser och partiklar som släpps ut i atmosfären arbetar IPCC med ett antal utsläppsscenarioer, de s.k. SRES-scenarierna.⁵ Dessa scenarier utvecklades 1990 och bygger på olika antaganden om hur exempelvis ekonomi, teknik och demografi utvecklas. Det finns totalt sett sex scenarier – A1B, A1T, A1FI, A2, B1 och B2 – vilka varierar med avseende på totala utsläpp fram till år 2100 (se figur 1).



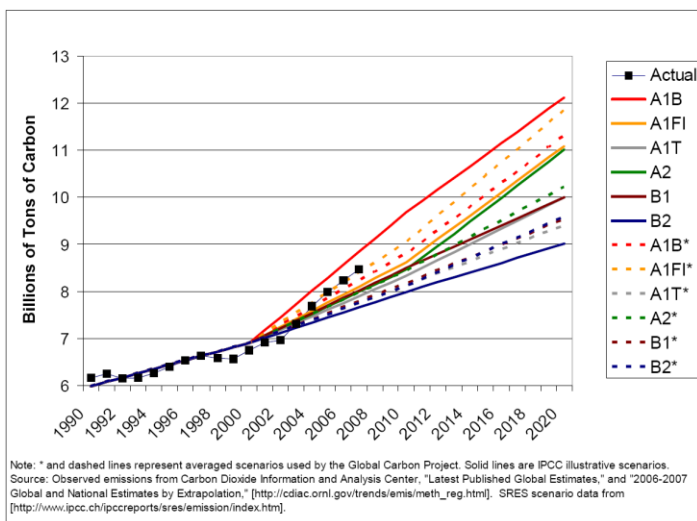
Figur 1: Olika årliga utsläpp av koldioxid i atmosfären (a) och motsvarande koncentrationnivåer (b) för de sex SRES-scenarierna samt ett scenario från tidigare IPCC-rapporter (IS92a). Modifierad från IPCC (2001), figur 5.

³ Detta kapitel tar utgångspunkt i promemorian *Högnivåscenarier för klimatförändringar* av Wikman-Svahn och Carlsen 2011. Referenser ges till de originalkällor som anges i promemorian.

⁴ IPCC etablerades 1988 och är ett mellanstatligt organ med syfte att utvärdera forskningsläget rörande klimatförändringar inducerade av människan. Hitintills har fyra utvärderingsrapporter presenterats. En femte rapport planeras till 2013.

⁵ SRES – Special Report on Emissions Scenarios, se Nakicenovic m fl. 2000.

IPCC uttalar sig inte om hur sannolika de olika scenarierna är, utan samtliga scenarier ska betraktas som rimliga och lika troliga. Trots detta kan man notera en betydande fokusering på att analyser av klimatförändringarnas effekter utgår från scenarierna A2 och B2.⁶ De uppmätningar som gjorts av faktiska utsläpp av växthusgaser visar dock att utsläppen hitintills ligger i de övre regionerna av det intervall som scenarierna omfattar (se figur 2).



Figur 2: Jämförelse mellan faktiska utsläpp av koldioxid (svarta kvadrater) och SRES-scenarier. För varje beskrivning av samhällsutvecklingen (A1B, A1FI etc.) har ett "illustrativt" utsläppsscenario valts (heldragna linjer). Från Legget och Logan (2008).

Även om kortsiktiga utsläppsförändringar inte ska tillmätas alltför stor betydelse när det gäller att avgöra sannolikheten för ett visst SRES-scenario har intresset ökat från många forskare för att studera effekterna av höga koncentrationsnivåer av växthusgaser.⁷ Dessutom hävdar alltfler forskare att målsättningen att begränsa den globala uppvärmningen till under 2 grader jämfört med förindustriell tid blir allt svårare, eller till och med i princip är omöjlig, att uppnå.⁸ Denna farhåga uttrycktes också i det internationella energiorganet IEA:s senaste rapport.⁹

⁶ Se t.ex. den svenska Klimat- och sårbarhetsutredningen, SOU 2007:60. Utredningen valde att utgå från A2 och B2 och motiverar detta med dels att dessa scenarier har störst tillgänglighet av globala och regionala modeller, dels att de flesta nationella anpassningsstudier har utgått från de två scenarierna.

⁷ Se t.ex. Betts m fl. 2011; Anderson och Bows 2011.

⁸ Anderson and Bows 2011.

⁹ IEA 2010.

Mot denna bakgrund har föreliggande studie tagit utgångspunkt i vilka effekter som kan följa från ett högnivåscenario av växthusgasutsläpp. Det valda utsläppsscenarioet utgörs av SRES-scenarioet A1FI. Detta scenario är dels det scenario där växthusgasutsläppen snabbast stiger till en hög nivå, dels det scenario som innebär högst koncentrationer av växthusgaser i atmosfären år 2100 (se figur 1). Detta scenario har också legat till grund för effektanalyser av exempelvis meteorologimyndigheten, MET-office, i Storbritannien, vilket medför att det finns data som kan ligga till grund för att göra en översiktlig effektanalys även för svenska förhållanden.

I följande avsnitt görs en översiktlig redogörelse för klimatförändringarnas effekter globalt och regionalt. Därefter presenteras ett möjligt högnivåscenario för Sverige och vilka konsekvenser detta kan tänkas få för Sverige i grova drag.

2.1 Effekter från klimatförändringarna

Klimatet är en beskrivning av vädrets genomsnittliga egenskaper under loppet av flera decennier och de egenskaper som oftast står i fokus handlar om temperatur och nederbörd. Klimatförändringarna handlar förenklat sett om att dessa egenskaper förändras, vilket innebär att man behöver ha en jämförelseperiod som förändringarna relateras till. Det är i huvudsak två referensperioder som brukar användas; dels förindustriell tid, vilket oftast innebär tidsperioden 1861-1890, dels tidsperioden 1980-1999. FN:s klimatpanel IPCC använder huvudsakligen tidsperioden 1980-1999 som referensperiod, medan man i policysammanhang brukar utgå från förindustriell tid. För att kunna jämföra dessa tidsperioder med varandra rekommenderar IPCC att man adderar 0,5°C till de temperaturangivelser som har tagit utgångspunkt i referensnivån 1980-1999 för att få angivelsen jämfört med förindustriell tid. Den hittillsvarande globala medeltemperaturökningen var under perioden 2001-2005 0,76°C jämfört med förindustriell tid.¹⁰

En stor osäkerhetsfaktor för att bedöma temperaturhöjningen relaterat till olika utsläppsscenarioer är potentiella återkopplingar i kolcykeln.¹¹ När IPCC har bedömt det *sannolika* temperaturintervallet till år 2100, och inkluderat återkopplingarna i kolcykeln, resulterar detta i en temperaturökning i intervallet 1,6-6,9°C jämfört med förindustriell tid. Det utsläppsscenario som ger högst global temperaturökning utgörs av SRES-scenarioet A1FI. Men vad betyder en global medeltemperaturökning i ett regionalt perspektiv?

¹⁰ IPCC 2007.

¹¹ Kolcykeln beskriver hur kol transporteras mellan biosfären (levande organismer), geosfären (jordmån och bergarter), hydrosfären (vatten i olika former) och atmosfären. Förändringar i kolcykeln kan innebära att upptaget av koldioxid av land och hav minskar vilket leder till ökade koldioxidnivåer i atmosfären.

En höjning av den globala medeltemperaturen innebär inte att klimatet förändras på samma sätt över hela jordklotet. Centrala utgångspunkter är i stället:

- Uppvärmningen blir störst över land och på de högsta nordliga breddgraderna och minst över den södra oceanen och delar av norra Atlanten.
- Stormbanor flyttar mot polerna, vilket leder till förändrade vind-, nederbörds- och temperaturmönster.
- Nederbörden ökar vid högre breddgrader och den årliga avrinningen till vattendrag och tillgången till vatten ökar på de höga breddgraderna.
- Nederbörden minskar i subtropiska regioner och många halvtorra områden får minskade tillgångar till vattenresurser (t.ex. Medelhavsområdet, västra USA, södra Afrika och nordöstra Brasilien).

Därutöver tillkommer att:

- Snötäcket minskar och tödjupet ökar över de flesta regioner med permafrost.
- Havsistäcket minskar i Arktis och i Antarktis under alla scenarier och i vissa projektioner försvinner sensommarisen i Arktis nästan helt under den senare delen av 2000-talet.
- Förekomsten av extremt höga temperaturer, värmeböljor och kraftiga skyfall ökar.

Dessa förändringar är av generell karaktär, vilket innebär att de är representativa för klimatförändringarnas effekter oberoende av klimatförändringens omfattning. En klimatförändring som överskrider 2°C förväntas dock leda till även andra typer av effekter, s.k. tröskeeffekter.

2.2 Tröskeeffekter

Med tröskeeffekter (eng. tipping points) avses irreversibla effekter på ett system, vilket innebär att systemet övergår från ett tillstånd till ett annat och att det är mycket svårt, eller rent av omöjligt, att återgå till det tidigare tillståndet. Tröskeeffekter behöver inte enbart medföra negativa konsekvenser, men fokus ligger oftast på dessa eftersom de medför risker för samhällen och ekosystem.

För att uppskatta risken för tröskeeffekter i det klimatologiska systemet är två parametrar viktiga att ta hänsyn till. För det första vid vilken temperaturökning som risken för att tröskeeffekten träder i kraft, för det andra hur snabbt effekten slår igenom. För att göra dessa skattningar sätts expertgrupper samman.¹²

¹² Mer om tröskeeffekter finns i Wikman-Svahn och Carlsen avsnitt 2.5.

De två tröskeffekter som har bedömts vara mest känsliga för en höjning av den globala medeltemperaturen är dels en kraftig minskning av havsisen i Arktis, dels en irreversibel avsmältning av Grönlandsisen. Båda dessa har bedömts kunna träda i kraft vid en temperaturökning på 1-2°C från nuvarande nivå (dvs. mellan 2 och 3°C från förindustriell tid).

Temperaturen över Arktis har sedan förindustriell tid stigit två till fyra gånger så mycket som det globala medelvärdet.¹³ En orsak till detta är att öppet vatten eller smältande is reflekterar mindre ljus från solen jämfört med snö eller is och på så sätt bidrar till att höja temperaturen lokalt. Havsistäcket i Arktis har minskat successivt under hela 1900-talet, men har under de senaste åren minskat betydligt snabbare än vad IPCC uppskattade i sin senaste utvärderingsrapport från 2007.¹⁴ Under sensommaren och i början av hösten 2007 var medelstäcket nästan 50 procent mindre jämfört med perioden 1950-1970.

Det är troligt att trenden med minskande havsis i Arktis kommer att fortsätta i takt med den globala uppvärmningen. Det är dock osäkert hur snabbt det kommer att gå. Det finns flera studier som tyder på att Arktis kan bli isfritt under delar av året under 2040-talet, vissa modeller anger dock att det kan ske så tidigt som under 2020-talet.¹⁵

En konsekvens av minskad havsis i Arktis är en ytterligare lokal uppvärmning över Arktis och över Europa. Detta skulle i sin tur kunna leda till att andra tröskeffekter passeras, särskilt en avsmältning av Grönlandsisen och upptining av permafrostområden. Den förra har stor betydelse för hur omfattande havsyttnivåhöjningen kan bli, den senare har dels indirekta effekter i form av förstärkt global uppvärmning då upptining av permafrosten innebär att stora mängder koldioxid frigörs, dels direkta effekter på exempelvis infrastruktur.

2.3 Konsekvenser av ett högnivåscenario

Med utgångspunkt i SRES-scenariot A1FI har en forskargrupp i England nyligen beräknat vad scenariot skulle innebära för klimatförändringar om man dessutom inkluderar återkopplingar i kolcykeln.¹⁶ Denna klimatprojektion ligger till grund för utvecklingen av ett högnivåscenario och dess effekter för Sverige. Inom ramen för denna studie har detta begränsats till grova skattningar vilka ligger till grund för en explorativ analys av tänkbara konsekvenser för krisberedskap i stort. För detaljerad analys krävs mer omfattande arbete som inkluderar lokala effekter såväl som konsekvenser för enskilda samhällssektorer.

¹³ Levermann m fl. 2010.

¹⁴ Wang och Overland 2009.

¹⁵ Polyak m fl. 2010; Wang och Overland 2009.

¹⁶ Betts m fl. 2011.

Den beräkning som gjorts av A1FI-scenariot resulterar i att temperaturökningen under 2090-talet skulle vara 7,2°C relativt förindustriell tid. Eftersom föreliggande projekt intresserar sig för kortare tidsperspektiv har Wikman-Svahn och Carlsen uppskattat vilken temperaturökning detta skulle innebära till år 2030 och 2060. Denna uppskattning resulterar i en temperaturökning om knappa 2°C globalt sett till år 2030 och dryga 4°C till år 2060. För att uppskatta vad detta innebär för förväntade regionala klimatförändringar kan man jämföra detta klimatscenario med resultaten från klimatmodeller som har en liknande global temperaturökning fast i ett längre tidsperspektiv. IPCC:s A2-scenariot har en knapp 2-gradig temperaturökning i tidsperspektivet 2046-2065. De effektanalyser som är gjorda på A2-scenariot för denna tidsperiod kan följaktligen användas som estimering för det högnivåscenario som föreliggande studie utgår från och som omfattar tidsperioden 2020-2040.

För att åskådliggöra effekterna från detta högnivåscenario presenterar Wikman-Svahn och Carlsen ett scenario för Sverige och närområdet som utspelar sig år 2030.¹⁷ Scenariot inkluderar även en framåtblick till år 2060 vilket bottnar i att 20 år innebär en kort tidsrymd för att analysera effekter från klimatförändringarna och att trögheterna i klimatsystemet innebär att de olika klimatscenerierna inte har särskilt stor påverkan i ett så pass kort tidsperspektiv. Centrala aspekter i detta scenario utgörs av:

- Den globala medeltemperaturen har till år 2030 ökat med nästan 2°C jämfört med förindustriell tid och medeltemperaturen på landområdena har höjts ännu mer. Över Arktis är temperaturen i genomsnitt cirka 4°C högre jämfört med förindustriell tid.
- Istäcket i Arktis har minskat i en accelererande takt och anses år 2030 vara ett exempel på en så kallad tröskeffekt. Det finns en utbredd oro att avsmältningen av Grönlandsisen också är på väg att passera en kritisk tröskel. Ännu har inte effekterna av avsmältningen märkts så mycket på havsytenivån, men en oro finns för framtiden eftersom observationer tyder på att avsmältningen tilltar. Det är dock omtvistat hur snabbt denna kan gå. Allt fler forskare hävdar att det är möjligt med en havsytenivåhöjning om 150-200 centimeter fram till år 2100.¹⁸
- I Sverige har klimatzonerna flyttats norrut jämfört med för 20 år sedan. Den medeltemperatur som Skåne hade 2010 återfinns nu i Mälardalen. Medeltemperaturen har ökat mer på vintern än på sommaren.
- När det gäller nederbörd skiljer sig effekterna tydligt mellan sommar och vinter. Generellt har vintrarna blivit blötare medan somrarna är torrare,

¹⁷ Wikman-Svahn och Carlsen 2011.

¹⁸ Den samlade volym vatten som är bundet i inlandsisarna i Arktis och Antarktis motsvarar 7 respektive 62 meters havsnivåhöjning, SOU 2007:60.

speciellt i de södra delarna av landet. För landet som helhet har januarinederbörden ökat med 50 procent och nederbörden vintertid sker i allt högre utsträckning i form av regn. Antalet dagar med kraftig nederbörd vintertid (mer än 10 millimeter) har ökat, särskilt i de sydvästra delarna av landet. Även intensiteten (millimeter per timme) i regnen har ökat.

- I Skåne har havsytanivån stigit med 10 centimeter, i Stockholm är den i stort oförändrad medan Norrlandskusten istället haft en landhöjning på 20 centimeter. Skillnaderna beror på landhöjningen.
- År 2030 pekar klimatvetenskapen mot att temperaturökningen kommer att passera 4°C någon gång under 2060-talet och att detta inte går att undvika på grund av trögheterna i klimatsystemet. Detta kommer att innebära stora utmaningar runt om i världen. Som tidigare kommer vintermånaderna (december, januari och februari) att få störst temperaturhöjningar. I Nordamerika norr om de stora sjöarna förväntas en uppvärmning på 6°C. Liknande ökning förväntas i Skandinavien och hela Ryssland norr om 50:e breddgraden. Men även Mexiko och västra Sahara förväntas få liknande kraftiga temperaturökningar under vintermånaderna. Under sommarmånaderna (juni, juli, augusti) förväntas särskilt landområdena kring Medelhavet få en kraftig uppvärmning med cirka 6°C. Medeltemperaturen under sommaren i Skandinavien förväntas öka med 4°C.
- År 2030 ser man framför sig att havsytanivån kommer att påverkas kraftigt under de kommande årtiondena. År 2060 kan det handla om en global havsytanivåhöjning på 60 centimeter. Detta kommer främst att påverka södra delarna av Sverige. Från Strömstad till Gotland kan höjningen bli cirka 40-60 centimeter, medan den i Stockholm förväntas ligga på 20 centimeter. Skillnaderna beror på landhöjningen. Man befärdar också att Grönlandsisen och den Västantarktiska isen kommer att bidra till en ytterligare förstärkt havsytanivåhöjning på upp emot 100-150 centimeter i slutet av århundradet, vilket skulle innebära cirka 40-90 centimeters höjning i Stockholmsområdet.

3 Utmaningar för svensk energi- och livsmedelsförsörjning

För att analysera klimatförändringarnas framtida utmaningar på svensk krisberedskap behövs exempel som analysen kan fokusera på. I föreliggande studie har två områden valts, nämligen energi- och livsmedelsförsörjning. I Sverige präglas dessa två områden – utifrån dagens förhållanden – av väsentligt olika förutsättningar och beroendeförhållanden. De två områdena kan också sägas vara kritiska samhällsfunktioner, eftersom de är centrala för samhällets grundläggande funktionalitet.¹⁹ Vilka direkta och indirekta effekter klimatförändringarna kan få på energi- och livsmedelsförsörjningen är därvidlag av stort intresse.

Nedan presenteras kärnan i de två kunskapsunderlag som togs fram inför den workshop som hölls i juni 2011. Dessa underlag syftar till att ge en kunskapsgrund för dagens villkor, vilka trender som kan påverka respektive område samt klimatförändringarnas effekter på utvecklingen. Ett särskilt intresse ligger på hur indirekta effekter kan komma att påverka områdets utveckling. De båda analyserna har utgått från befintlig forskning och utredningar i fråga om områdets utveckling i stort samt klimatförändringarnas effekter. Tidsperspektivet är 20 år.

Tonvikten i den sammanfattande redovisning som presenteras härnäst ligger på att beskriva vilka trender som kan tänkas få stor betydelse för områdets utveckling samt vilka konsekvenser klimatförändringarna kan få i grova drag. Centralt i båda fallen, dvs. både inom energi- och livsmedelsområdet, är de indirekta effekternas betydelse. Detta innebär ett intresse även för klimatförändringarnas konsekvenser på andra områden vilka sedan kan förstärka *eller* mildra klimatförändringarnas effekter för energi- eller livsmedelsområdet.

3.1 Klimatförändringarna och energiförsörjningen²⁰

Sverige har generellt sett en mycket gynnsam energisituation. Svensk energiförsörjning består av en mix av energislag producerade inom landet där vattenkraft och kärnkraft dominerar. El intar dock en särställning i det svenska energisystemet eftersom distribution och användning av andra energislag i de flesta fall är beroende av en fungerande elförsörjning. Likaså är andra funktioner

¹⁹ De två områdena har därför också varit prioriterade i MSB:s nuvarande arbete med resultatmål för krisberedskapssystemet, se MSB 2011a.

²⁰ Detta kapitel tar utgångspunkt i promemorian *Klimatförändringarna och energiförsörjningen* av Veibäck och Jonsson 2011. Referenser ges till de originalkällor som anges i promemorian.

i samhället, såsom kommunikation, industriella processer och handel, också beroende av att elförsörjningen fungerar. Detta beroende gör att elförsörjningen utgör en kritisk funktion i samhället och att den därmed är central för att kunna upprätthålla ett fungerande samhälle.

Globalt sett står energiförsörjningen inför stora förändringar, framförallt beroende på ambitionen att minska klimatpåverkan, men också beroende på medvetenheten om oljan som en ändlig resurs. Även om Sverige har en förmånlig energisituation påverkas vi av förändringar på den globala marknaden. Dessa förändringar handlar i grova drag om:

- tillväxt av den framtida globala energiefterfrågan, vilket främst kommer att ske i länder utanför OECD-länderna,
- ökad andel förnybar energi,
- ökad elanvändning,
- ökad internationell integration av såväl marknader som tekniska system.

Osäkerheter i den globala energiförsörjningen omfattar särskilt fyra områden: geopolitiska förhållanden, den globala oljeproduktionen, kärnkraftens utveckling och utvecklingen av transportdrivmedel.

3.1.1 Klimatförändringarnas påverkan på energiförsörjningen

Klimatförändringarnas direkta påverkan på svensk energiförsörjning bedöms vara förhållandevis begränsad men däremot mångfacetterad. Den elproduktionsform som sannolikt påverkas mest är vattenkraften. Detta beror på att nederbörd vintertid i allt högre utsträckning kommer att vara i form av regn vilket innebär att ett jämnare flöde förväntas. Likaså förväntas energiefterfrågan sett över året också utjämnas då vintrarna blir mildare medan somrarna blir varmare, vilket kan kräva fler kylanläggningar och därmed öka efterfrågan på energi.

För bioenergins utveckling kan klimatförändringarna vara både positiva och negativa. Temperaturhöjningen kan leda till ökad tillväxt av bioenergi, samtidigt som detta förändrade klimatläge – med värmeböljor, skadeinsekter, förändrade markförhållanden, förändrad vattenföring i mark och påverkan på väderhändelser – kan påverka bioenergitillgången negativt.

Den förväntade ökade frekvensen och styrkan i väderhändelser kommer att påverka såväl ledningsbunden som transportberoende energiförsörjning. Redan idag beror cirka 40 procent av avbrotten i elförsörjning på väderrelaterade händelser.²¹ I ett förändrat klimat kan, förvärrade eller mer frekventa, väderhändelser komma att få betydande konsekvenser för flera energisystem och

²¹ Energimyndigheten 2009, baserat på bedömningar av Svenska Kraftnät.

stödsystem (såsom transporter). Stormar, häftiga regn och snöoväder kan ha direkt påverkan på både produktionsanläggningar och distributionslänkar (t.ex. elledningar och farleder). Vidare tillkommer följdverkningar genom översvämningar och höga flöden i åar, älvar, sjöar samt hög havsyt nivå liksom erosion, ras och skred. Detta påverkar främst ledningsbundna system.

Värmeböljor är en annan väderhändelse med potentiell påverkan på energisystemet. Perioder av extrem värme kan öka kylningsbehovet markant. På produktionssidan påverkas i första hand vattenkraften på grund av eventuella låga flöden. Kraftproduktion beroende av vattenkylning, däribland kärnkraft, påverkas även av höjda vattentemperaturer vilket resulterar i minskad effektivitet.²² I detta sammanhang kan också nämnas problem som uppstår vid kustnära anläggningar som påverkas av höjd havsnivå, erosion och ökad risk för extremväderhändelser.

3.1.2 Andra viktiga påverkansfaktorer för svensk energiförsörjning

En viktig förändring är kopplad till en fortsatt ökad integration av marknader såväl som tekniska system. Globalt sett förväntas klimatförändringarnas påverkan på primärproduktionen inte vara särskilt stor. Detta gäller även distributionen. Däremot kan extrema väderhändelser ge kännbara följdverkningar i hela energikedjan. Avbrott i produktions- eller distributionskedjan för ett energislag får ofta följdverkningar även på andra energislag. Detta kan uttrycka sig genom prisstegringar men också genom sekundärbrist om exempelvis olja prioriteras till elproduktion snarare än till transporter.

Integrationen av marknader har även betydelse för den svenska vattenkraftens roll i Europa. I takt med att många europeiska länder ökar sitt beroende av intermittent energi som sol- och vindenergi ökar deras behov av reglerkraft, dvs. energi som kan produceras när energibehovet finns. Vattenkraft utgör en sådan källa för reglerkraft. Detta innebär således goda exportmöjligheter av energi till Europa men kan också innebära att Sverige åtar sig vissa leveransnivåer, vilket medför att Sverige inte kan prioritera det egna behovet först och endast exportera eventuellt överskott. Vidare innebär en ökad integration med Europa också att Sverige påverkas av det beroende Europa har av främst rysk gas, men i viss mån även av olja.

En trend som kan leda till potentiellt stora förändringar för den globala energiförsörjningen är vad som förefaller vara en försvagning av frihandel och marknadsliberala värden som präglat energiområdet under de senaste

²² Höjda kylvattentemperaturer är ett problem som man på de svenska kärnkraftverken hanterar genom att anlägga djupvattenintag för kylvattnet. I Frankrike däremot används flodvatten för att kyla anläggningarna och då floder snabbare värms upp kan kylsystemen behöva förändras på sikt.

decennierna. Även om Sverige och EU har fortsatt att gå i en marknadsliberal riktning finns tydliga tendenser till ökad nationalisering, politisering och militarisering av energitillgångar i åtskilliga länder, däribland i Ryssland och Kina. Omfattande klimatförändringar har potential att förstärka denna utveckling eftersom tillgängligheten kan komma att minska samtidigt som efterfrågan ökar i och med befolknings- och välståndsökning. Detta kan sätta marknaderna – som den svenska energipolitiken förlitar sig på – ur spel till förmån för olika former av maktutövning.²³

3.1.3 Sammanfattande slutsatser

Som konstaterades ovan har Sverige en förhållandevis gynnsam position inför framtida förändringar men ska nog inte förvänta sig kunna maximera den egna energiförsörjningstryggheten på grund av solidaritet med övriga EU. Vidare kan en eventuell framtida internationell stark klimatregim indirekt leda till ökade svenska sårbarheter då energipolitiska mål med främst nationella syften måste nedprioriteras. Arktis närhet till Sverige och Europas beroende av rysk naturgas är ytterligare aspekter som kan komma att få stor indirekt påverkan på svensk energiförsörjning.

3.2 Klimatförändringarna och livsmedelsförsörjningen²⁴

Dagens svenska livsmedelspolitik baserar sig på ett i huvudsak avreglerat och marknadsbaserat jordbruk. Ursprunget till de livsmedel som konsumeras i Sverige utgörs av en kombination av inhemsk produktion och import. Sverige har en förhållandevis hög självförsörjningsgrad på spannmål, mejeriprodukter och kött, medan självförsörjningsgraden är relativt låg för exempelvis frukt och grönsaker. Importen till Sverige utgörs såväl av primärproducerade råvaror som konsumtionsfärdiga livsmedel. Importen domineras av frukt och grönsaker samt te och kaffe, men importen av kött och fisk är också betydande.²⁵ Konsumenternas preferenser styr i hög utsträckning vilka livsmedel som finns i handeln och därmed vilket ursprung dessa har.

För att kunna producera och distribuera livsmedel krävs en löpande tillförsel av insatsvaror och andra produktionsfaktorer. Det krävs också att en mängd tekniska system fungerar och att människor kan utföra sina arbetsuppgifter. På en generell nivå kan man därmed konstatera att livsmedelsförsörjningen är beroende av

²³ Se vidare i Jonsson m fl. 2009.

²⁴ Detta kapitel tar utgångspunkt i promemorian *Klimatförändringarna och livsmedelsförsörjningen* av Johansson, Carlsson-Kanyama och Lindgren 2011. Referenser ges till de originalkällor som anges i promemorian.

²⁵ Lindgren och Fischer 2011.

samhällets grundläggande infrastruktur, däribland el- och dricksvattentillförsel. Beroendet av personal varierar mellan olika livsmedel, aktörer och delar av livsmedelskedjan. Vissa verksamheter förutsätter specialistkunskaper, medan andra kräver ett stort antal personer.

Stordriftsfördelar inom livsmedelsindustrin har medfört en ökad geografisk koncentration av lagercentraler och distributionsenheter. År 2009 fanns det i Sverige omkring 25 enheter²⁶ som skulle kunna klassas som större lagercentraler och distributionsenheter för livsmedel. Dessa drivs av livsmedelskedjorna. Centraliseringen har lett till att beroendet av säkra och pålitliga transporter har ökat. Utvecklingen har också gått mot minskad lagerhållning, både inom livsmedelsindustrin och -distributionen. De livsmedel som lagras i livsmedelskedjornas centrallager uppskattas exempelvis räcka cirka 3-8 dagar om de fortsätter att distribueras som vanligt och att inga nya livsmedel tillförs lagret.²⁷

Sammantaget kan man konstatera att den svenska livsmedelsförsörjningen har blivit alltmer beroende av inflöden från andra länder och regioner. Både tillgång och priser styrs av efterfrågan och produktion i länder utanför Sveriges gränser, vilket gör att livsmedelskedjan är beroende av utvecklingen i andra länder. Dessutom kan man konstatera att den svenska livsmedelsberedskapen har gått från statliga lösningar till att man i större grad förlitar sig på handel och privata aktörer. Samtidigt har en utveckling skett som karakteriseras av centralisering i fråga om produktion och distribution såväl som att livsmedelskedjan utmärks av minimerad lagerhållning.

3.2.1 Klimatförändringarnas påverkan på livsmedelsförsörjningen

Den svenska livsmedelsförsörjningen är beroende av inflöden från andra länder. Att undersöka hur den svenska livsmedelsförsörjningen påverkas av klimatförändringarna kräver därför att man beaktar klimatförändringarnas effekter i Sverige såväl som i de länder som producerar jordbruks- och livsmedelsprodukter. Kunskapen om hur den globala jordbruksproduktionen kan komma att förändras med ett förändrat klimat har successivt förbättrats. Fortfarande råder dock stora osäkerheter och ibland visar olika modelleringsstudier motstridiga resultat. Trots dessa osäkerheter finns vissa tydliga tendenser.

²⁶ COOP uppger att man har 11 distributionsenheter spridda över landet, ICA 6 centrallager/distributionsenheter och Axfood/Dagab 5 lagercentraler/distributionsenheter. Lidl har två centrallager och Netto har ett centrallager. Olika typer av lager (kolonialvaror, färskvaror och frysvaror) kan vara placerade inom samma anläggning, i direkt anslutning till varandra eller vara geografiskt separerade enheter.

²⁷ Lindgren och Fischer 2011.

I IPCC:s fjärde utvärderingsrapport gjordes bedömningen att en global medeltemperaturhöjning jämfört med 1990 års nivå på upp till cirka 3°C sannolikt kan leda till en globalt sett ökad livsmedelsproduktion, medan produktionen mycket sannolikt kommer att minska vid en större global temperaturökning. Klimatförändringarnas effekter på livsmedelsproduktionen kommer dock att variera mellan olika grödor och mellan olika regioner där temperade regioner är mer gynnade.

Inom EU-området förväntas störst produktionsminskningar ske till följd av klimatförändringarna i Medelhavsområdet, sydvästra Balkan och i södra delen av den europeiska delen av Ryssland. Produktionsminskningarna varierar och en studie över södra Europa visar på produktionsminskningar på uppemot 12 till 30 procent beroende på gröda.²⁸ Samtidigt ökar behovet av bevattning i detta område. De norra delarna av Europa kan däremot förväntas få produktivitetsökningar. För vete uppskattas denna ökning vara uppemot 30 procent till år 2080.²⁹ Även för andra regioner i världen bedöms motsvarande regionala skillnader finnas, med undantag för Afrika där slutsatsen är att jordbruket på det stora hela kommer att drabbas negativt av klimatförändringarna, särskilt till följd av minskad nederbörd.³⁰

Klimatförändringarna förväntas leda till en ökad frekvens av skördeförkluster på grund av extrema händelser såsom värme, torka och kraftig nederbörd. Osäkerheterna kring omfattningen på dessa effekter är dock mycket stora.³¹ Som ett exempel på vilken effekt en värmebölja kan få på jordbruksproduktionen uppskattades exempelvis majsskörden ha minskats med 30-36 procent i Frankrike och Italien som en följd av värmeböljan 2003.³²

Fisktillgångarna påverkas också av klimatförändringar, men här finns motstridiga bedömningar i fråga om utvecklingen globalt sett är positiv eller negativ. Vad som däremot råder enighet om är att klimatförändringarna kommer att innebära en förskjutning av fisket från ekvatorn till högre latituder. Minskningen vid ekvatorn uppskattas till 40 procent medan ökningen i högre latituder motsvarar 30-70 procent.³³ Fiskepotentialen vid Nordatlanten kan emellertid påverkas negativt av en försvagning av Golfströmmen eftersom detta historiskt visat sig leda till en minskad produktion av bland annat plankton.³⁴

Ett förändrat klimat påverkar också förekomsten av skadegörare och ogräs, liksom kan påverka förekomsten av invasiva, dvs. främmande, arter. Vilka

²⁸ Alcamo m fl. 2007. Skattningar för år 2050, med en snabbare klimatförändring kan de inträffa tidigare.

²⁹ Alcamo m fl. 2007

³⁰ För mer detaljerade beskrivningar av de olika regionerna, se Johansson m fl. 2011.

³¹ Easterling m fl. 2007.

³² Easterling m fl. 2007.

³³ Easterling m fl. 2007; Perry 2011.

³⁴ Easterling m fl. 2007.

konsekvenser dessa kan få råder stor osäkerhet kring. Ett varmare klimat påverkar även spridning av djursjukdomar och höga temperaturer kan också påverka fruktsamheten negativt samt leda till minskad avkastning.³⁵ Ett förändrat klimat kommer därmed även att ställa nya krav på säkerställandet av livsmedelssäkerheten.

3.2.2 Andra viktiga påverkansfaktorer för svensk livsmedelsförsörjning

Den framtida balansen mellan produktion och efterfrågan på livsmedel beror bland annat på befolkningsökning, diet, tillgänglig jordbruksareal, produktivitet samt konkurrens med andra produkter om tillgängliga produktionsresurser. De brister på livsmedel som uppkommer i olika länder beror idag, och förmodligen även i framtiden, lika mycket på brist på ekonomiska resurser som på för liten total global produktion. Fördelningsaspekter och den ekonomiska utvecklingen, särskilt i fattigare länder, är med andra ord av central betydelse för hur och i vilken grad störningar i livsmedelsproduktionen kan förväntas leda till försörjningsproblem.

En fortsatt befolkningsökning kommer, allt annat lika, att leda till ökad efterfrågan på livsmedel och därmed till en ökad belastning på försörjningssystemen. Ökade genomsnittliga per capita inkomster tenderar också att leda till en förskjutning i dieten från vegetabilier till animaliska produkter. Animalisk kost innebär förutom en direkt ökning av växthusgasutsläppen också till omfattande förluster i näringskedjan.³⁶ Förutsättningarna för att öka produktionen av jordbruksprodukter för att möta befolkningsstillväxt och högre grad av animalisk diet kan ske dels genom att öka arealen tillgänglig för odling, dels genom att öka produktiviteten genom förbättrade odlingsmetoder och växtmaterial. Utöver att öka produktionen kan minskade förluster längs livsmedelskedjan också bidra till en förbättrad försörjningssituation.

Arealen odlingsbar mark kan ökas genom exempelvis återvinning av degraderad mark. Detta måste dock vägas mot huruvida marken är lämplig som odlingsmark och kan även stå i konflikt med att begränsa klimatpåverkan i och med att utsläppen är större från brukad mark än från betes-, stäpp- eller skogsmark. Möjligheten att öka produktiviteten från jordbruksmark beror på hur framgångsrik växtförädlingen är, vilket inkluderar ställningstaganden i fråga om genetiskt modifierade grödor likväl som avvägningar i fråga om biologisk mångfald. Vidare har vattenbrist samt tillgången på näringsämnen, framförallt fosfor, stor betydelse.³⁷

³⁵ Se t.ex. Carlsson-Kanyama m fl. 2011; Easterling m fl. 2007.

³⁶ Godfray m fl. 2010.

³⁷ Cordell m fl. 2009.

Efterfrågan på förnyelsebara energiresurser förväntas öka, vilket innebär en ökad konkurrens om produktiv jordbruksmark. Utvecklingen av biomassaproduktionen är starkt avhängig den politik som förs.

3.2.3 Sammanfattande slutsatser

Sammantaget kan man konstatera att livsmedelsproduktionen står inför en divergerande utveckling i olika delar av världen, vilket kan skapa spänningar i livsmedelsförsörjningen även om den totala globala livsmedelsproduktionen vid en måttlig klimatförändring bedöms vara positiv. En alltmer globaliserad livsmedelshandel innebär också att konsekvenser kan bli kännbara även i områden som ligger långt från den aktuella platsen där en livsmedelskris uppstår exempelvis som följd av en extrem väderhändelse. Anpassningsåtgärder kan också generellt sett leda till såväl att de negativa effekterna mildras som att de positiva effekterna förstärks. Det handlar härvidlag bl.a. om odlingsätt, val av grödor och bevattningsteknik.

Även om livsmedelsmarknaden har gått mot en ökad globalisering finns mottrender. Dessa är än så länge förhållandevis begränsade, men det är möjligt att tänka sig en utveckling där värdet i närodlat ökar. Detta skulle påverka livsmedelsförsörjningen och dess känslighet för klimatförändringar. Vidare kan förändrade dietval få stor betydelse där en högre andel vegetabilisk kost innebär minskad klimatpåverkan från jordbruket såväl som att fler människor kan få sin livsmedelsförsörjning tillgodosedd från en minskad areal.

4 Klimatförändringarnas utmaningar för svensk krisberedskap

Att analysera klimatförändringarnas utmaningar för svensk krisberedskap är en komplex uppgift. Förutom att vi inte med säkerhet kan veta vilket klimat vi kommer att ha i framtiden är klimatförändringarna dessutom tätt sammanflätade med andra förändringsprocesser varpå det specifikt klimatförändringsgenererade sällan kan urskiljas i den händelseutveckling som studeras. En följd av detta är därför att vi behöver ta utgångspunkt i olika klimatförändringsscenarier och införliva dessa andra förändringsprocesser i den händelseutveckling som studeras. Ett sätt att göra detta på är att använda sig av scenariometodik.³⁸

Inom ramen för denna studie har vi tagit utgångspunkt i att dels utgå från ett mer omfattande klimatscenario, dels intresserat oss för klimatförändringarnas indirekta effekter. Detta har gjorts genom att fokusera på två områden – energi- respektive livsmedelsförsörjning – och inom ramen för dessa beakta olika trender som påverkar utvecklingen såväl som vilka direkta och indirekta effekter som kan härröra från klimatförändringarna. Dessa tre studier låg till grund för en workshop. Som inspirationsmaterial till workshopen utvecklades två scenarier. Dessa scenarier utspelar sig år 2030 och fokuserar på energi- respektive livsmedelsområdet, men inkluderar också beröringspunkter mellan de två områdena.

Workshopens syfte var att analysera vilka utmaningar klimatförändringarna innebär för svensk krisberedskap. På workshopen deltog ett 15-tal personer, varav de flesta kom från MSB. Två deltagare kom dock från två olika länsstyrelser och en deltagare kom från Kansliet för krishantering vid Statsrådsberedningen. Valet av deltagare tog sin utgångspunkt i att analysen ämnade ha en övergripande karaktär. Detta medförde att aktörer verksamma inom sektorerna livsmedel och energi inte bjöds in. Att diskutera utmaningar för krisberedskapen med deltagare även från dessa sektorer är däremot i högsta grad relevant och kan förväntas ge mer detaljerade analyser av utmaningar inom respektive område, vilket också ger kunskap om utmaningar på den övergripande nivån. Analysen är därvidlag långt ifrån avslutad genom denna studie, utan studien bör ses som ett första steg i arbetet med att analysera utmaningar från mer omfattande klimatförändringar för svensk krisberedskap liksom med ett särskilt intresse för klimatförändringarnas indirekta effekter.

I följande två avsnitt återger vi de två scenarier som presenterades på workshopen för att i det tredje avsnittet behandla den diskussion som följde såväl från scenarierna som friare utifrån workshopens syfte, dvs. vilka utmaningar svensk krisberedskap står inför med avseende på klimatförändringarna.

³⁸ Se t.ex. Gilman m fl. 2007: Mobjörk 2011.

4.1 Scenario 1: Elförsörjningsproblem till följd av tinande permafrost

Bakgrund

Mer omfattande klimatförändringar gjorde att EU under 2010- och 2020-talen intensifierade sina klimatansträngningar med tyngdpunkt på effektivisering och förnybara energislag. Vissa länder, med Tyskland i spetsen, fasade ut kärnkraften medan planerad utbyggnad i andra länder gick i stå p.g.a. fördröjda beslut och fördyringar. En viktig hörnsten i EU:s nya energi- och klimatpolitik var utfasningen av kol, vilket gjorde det kontinentala Europa ännu mera beroende av rysk naturgas.

Den omfattande europeiska energiomställningen krävde avsevärd reglerkapacitet för att kunna balansera det ökade inslaget av intermittent energi som sol- och vindenergi – eftersom det i varje ögonblick måste produceras lika mycket el som det konsumeras. Den skandinaviska vattenkraften kom därför att spela en betydande roll. Samtidigt ökade reglerbehovet även i Sverige främst på grund av vindkraftsutbyggnaden.

Nya elledningar anlades under Östersjön och svensk kraftindustri fick ett uppsving. Samtidigt blev den inhemska elförsörjningen alltmer ansträngd. Antalet reservaggregat i stand-by minskade markant under senare delen av 2010-talet som en del i strategin att balansera effektbrist i första hand med förbrukningsreduktioner. Trots det ingick Sverige 2018 ett avtal om garanterad minimumleverans av reglerkraft till Tyskland och Polen, vilket indirekt bidrog till att även Sverige 2023 anslöt sig till den rysk-tyska gasledningen North Stream.

I slutet av 2020-talet kunde man med viss hoppfullhet betrakta en sammanflätad europeisk energiförsörjning som för varje år minskar sin klimatpåverkan – som förväntas minska ytterligare eftersom elektrifieringen av transportsektorn äntligen tagit fart.

Händelse

Sensommaren 2030 kollapsar en betydande del av gasinfrastrukturen i Ryssland i samband med en långvarig värmebölja. Permafrosten tinar och då marken förlorar sin bärlighet följer omfattande ledningsavbrott. Tidigare fast mark har blivit myrmark och lera. Konsekvenserna är trots allt begränsade till en början tack vare en relativt liten gasefterfrågan på grund av sommar och industrisemester.

Då även väginfrastrukturen i regionen har raserats kompliceras reparationsarbetet. EU utövar påtryckningar på Ryssland att snabbt reparera ledningsnätet inför den kommande vintern men man fastnar i förhandlingar om i vilken omfattning EU-länderna ska vara med och betala. Det finns indikationer

på att ryssarna planerar för att rikta om de fungerande gasflödena för att i första hand tillgodose inhemsk efterfrågan.

I samband med en tidig köldknäpp i oktober 2030 havererar den europeiska energiförsörjningen. Efterfrågan ökar drastiskt i Ryssland, EU och i angränsande länder. Dessutom uppstår tjälskjutningar som knäcker både tidigare oskadda och nyligen reparerade rörledningar. I Viborg stängs North Stream av. Gasflödet från Ryssland till EU upphör helt och hållet.

Det kontinentala Europa lider akut av energibrist inför vintern. Eftersom systemet är sammankopplat är Sverige också drabbat. Den redan ansträngda situationen i Sverige gör att man inte klarar av att exportera avtalad reglerkraft till Tyskland och Polen och även här väntar långvarig elenergiebrist som kommer att drabba hushållens uppvärmning och elanvändning, samhällsviktiga funktioner, industrin och transporter.

Energiebristen visar sig först i kraftiga prisökningar, som slår hårt mot såväl konsumenter som företag, varpå prisökningar även sker i produktionsledet av många varor. De sammantagna prisökningarna leder till att många hushåll, men också små- och medelstora företag, får betalningssvårigheter. En intensiv debatt blossar upp om vilket stöd enskilda medborgare ska få vid denna extraordinära situation, men diskussionerna handlar också om vad som är att betrakta som en acceptabel lägsta inomhustemperatur liksom om myndigheterna temporärt kan besluta om maximinivåer för förbrukning av el för olika ändamål.

Då Svenska Kraftnät bedömer att det finns risk att hela elsystemet ska kollapsa beslutas att för första gången i skarpt läge fränkoppla 30 procent av elförsörjningen till alla kommuner i södra Sverige, enligt principerna för Styrel (prioritering av samhällsviktiga elanvändare vid elbrist).

I flera kommuner har uppdateringen av prioriteringarna blivit lidande på grund av resursbrist och bristande rutiner, vilket gör att även samhällsviktiga verksamheter som (nybyggda) sjukhus blir bortkopplade. Den starka kylan gör också att bostadsområden utan el snabbt kyls ut, och skapar ett behov av att tillfälligt evakuera människor till uppvärmda lokaler med möjlighet att laga mat.

4.2 Scenario 2: Störd livsmedelsförsörjning till följd av klimatrelaterade händelser

Bakgrund

Under inledningen av 2000-talet skedde stora förändringar i förutsättningarna för den internationella jordbruksproduktionen. Under 2020-talet drabbades inte minst södra Europa och norra Afrika av en tilltagande minskning av produktionen av jordbruksprodukter. Klimatförändringarna, som bland annat ledde till återkommande perioder av torka och vattenbrist, utgjorde här en viktig

orsak tillsammans med utarmning av jordbruksmark, miljöförstöring och ökad konkurrens om markresurserna.

Produktionen av frukt och grönsaker i Spanien, Italien och Frankrike har nästan halverats jämfört med slutet av 1990-talet. Under 2020-talet reducerades också stora delar av sommarturismen i södra Europa markant. Denna utveckling förstärkte den klyfta mellan norra och södra Europa som kunde skönjas redan i slutet av 2010-talet.

Priserna på jordbruksprodukter varierade under 2020-talet kraftigt från år till år på grund av fluktuerande produktionsnivåer vilket skapade en ökad oro på marknaden. Kombinationen höga priser på importerade livsmedel och avvecklingen av personalintensiva jordbruk i lågproduktiva områden skapade spänningar på flera platser. I Grekland, Italien och Frankrike förekom omfattande protester både 2025 och 2027 till följd av de förändrade förutsättningarna för jordbruksproduktion och livsmedelshandel. Detta låg till grund för en debatt inom EU kring behovet att införa gemensamma mekanismer inom EU i syfte att skapa bättre beredskap inför kommande oroligheter på den globala livsmedelsmarknaden.

De svenska jordbruksförhållandena har överlag främjats av klimatförändringarna även om störningar inträffat till följd av extrema väderhändelser, exempelvis de omfattande översvämningarna 2023 och 2029. Priset på insatsvaror till det svenska jordbruket ökade dock kraftigt under 2020-talet vilket påverkade priserna på de livsmedel som produceras i Sverige. Grupper i samhället med små ekonomiska marginaler upplevde att de inte längre hade tillgång till de livsmedel de behövde.

Händelse

Våren 2030 drabbas Medelhavsområdet av en omfattande värmebölja. Förutom att skördarna förväntas minska radikalt i Medelhavsregionen drabbas bland annat Grekland och Italien av omfattande skogsbränder. Kombinationen av torka, bränder och en akut flyktingsström från norra Afrika leder till en rad extraordinära beslut. Dels begär och erhåller Grekland och Italien hjälp från nordeuropeiska länder med katastrofbekämpning av bränder enligt Lissabonfördragets artikel 222. Dels beslutar de sydeuropeiska länderna gemensamt att under resten av året upphöra med export av livsmedel.

För norra Europas och Sveriges del innebär det att tillförseln av framförallt frukt och grönsaker störs allvarligt. Många svenskar reagerar med bestörtning över att inte ha tillgång till det varuutbud som under decennier har varit väl etablerat. Kritiken från tongivande medieaktörer är hård mot att Sveriges regering accepterar de sydeuropeiska ländernas begäran om katastrofhjälp samtidigt som exporten från dessa länder upphör.

Under sommaren, när värmeböljan även når norra Europa, drabbas till råga på allt en större lagercentral i Skåne av allvarliga tekniska problem med

kylsystemet. Efter två dygn tvingas lagercentralen upphöra med all distribution eftersom de tekniska problemen med kylsystemet består och reservlösningar saknas. Förutom lagercentralen drabbas också ett mejeri och ett flertal större åkerier av liknande problem. Mejeriet stänger under några dagar ner sin produktion i väntan på att de tekniska felen ska åtgärdas. Eftersom hanteringen av livsmedel kräver temperaturreglerad produktion och distribution kasseras omgående mycket stora mängder livsmedel hos alla de drabbade aktörerna. I de cirka 500 butikerna från Skåne och ända upp till Mälardalen som är direkt beroende av varor från lagercentralen uppstår brister på livsmedel efter ett dygn.

Innan livsmedelsaktörerna organiserat en alternativ distribution åker konsumenter och företag själva runt och letar efter livsmedel. Framförallt är det mycket stor brist på färskvaror i butikerna. Alternativa lösningar för distribution av livsmedel från regioner som inte drabbats uppstår spontant. Både företag och privatpersoner agerar på egen hand. I flera fall saknas möjlighet att hålla livsmedel kylda enligt gällande föreskrifter. Redan efter tre till fem dagar kan man på vårdcentraler konstatera att antalet fall av matförgiftningar har ökat.

Livsmedelsaktörerna har svårt att snabbt ställa om till import från geografiska områden som inte är drabbade av problemen i Medelhavsregionen. Detta i kombination med konsekvenserna av den utslagna lagercentralen gör att det i framförallt södra Sverige blir en akut brist på flera vanliga livsmedel, främst färskvaror. Den psykologiska effekten hos befolkningen av de allvarliga störningarna i livsmedelsdistributionen underskattas till en början av myndigheterna. Befolkningens efterfrågan på information ökar hela tiden. Medierna fylls av mer eller mindre välgrundad information om hur utvecklingen kan förväntas fortsätta. Dessutom uppmärksammas hur framförallt äldre har svårt att klara av sina livsmedelsinköp. Ministrar och myndigheter manar till lugn men lyckas inte fullt ut med detta eftersom man har svårt att få fram information om hur länge problemen kommer att fortgå. Bristen på varor leder till en upprörd stämning i landet och ett hamstringsbeteende växer snabbt fram.

4.3 Utmaningar för krisberedskapen – en workshopdiskussion

I följande avsnitt återges de diskussioner som hölls under workshopen, vilka tog utgångspunkt i scenarierna såväl som friare utifrån workshopens syfte, dvs. vilka utmaningar svensk krisberedskap står inför med avseende på klimatförändringarna. Först behandlas vilka utmaningar de två scenarierna uppfattades ställa svensk krisberedskap inför. Därefter presenteras vilka andra typer av utmaningar som klimatförändringarna kan komma att medföra för svensk krisberedskap. I det tredje avsnittet sätts fokus på hur dessa olika utmaningar kan hanteras där vikten av ett förebyggande arbete står centralt. Avslutningsvis sammanfattas

kärnan i de diskussioner som hölls om klimatförändringarnas utmaningar för svensk krisberedskap.

4.3.1 Utmaningar för svensk krisberedskap kopplat till de två scenarierna

De scenarier som återges ovan beskriver klimatförändringarnas konsekvenser för två kritiska samhällsfunktioner: energi- och livsmedelsförsörjning. Vilka konsekvenser kan de två händelserna som presenterades i scenarierna leda till och vilka utmaningar ställer de krisberedskapen i Sverige inför?

Under workshopen diskuterades olika slags konsekvenser och utmaningar. Dessa handlade i hög utsträckning om generella utmaningar för krisberedskapen och som därmed inte nödvändigtvis är unika för de händelser som beskrivs i scenarierna. Tre trender befanns av workshopdeltagarna vara särskilt utmanande: Individens roll och ansvar i den akuta krissituationen, vilket handlar om vilka krav samhället bör och kan ställa på individen; Samhällets ökande beroende av omvärlden; samt Det offentliga samhällets förändrade roll i och med förekomsten av allt fler privata aktörer inom samhällsviktiga verksamheter. I det följande granskas dessa tre trender närmare utifrån den diskussion som hölls på workshopen.

När det gäller individens ansvar uppfattades svensk krisberedskap stå i behov av att definiera och förtydliga vilket ansvar individer har. Utgångspunkten i svensk krisberedskap är att individen har ett stort ansvar vid kris och en positiv aspekt av detta är att individers kreativitet bättre kan tas tillvara och att egna initiativ främjas. I livsmedelsscenariot befanns detta bli åskådliggjort genom att individer etablerade nya kanaler för livsmedelsdistribution. Under workshopen kompletterades detta med att även produktion kan förändras där jägare och bönder kan åta sig nya typer av roller i samband med en störning i livsmedelsförsörjningen. En negativ aspekt av samma fenomen är att samhället inte åtar sig att vara garanterat för att alla får samma möjligheter. Detta medför en risk att krisberedskapen och krishanteringens kan innebära skillnader mellan regioner i landet såväl som mellan grupper i samhället.

En central utmaning kopplad till individens ansvar som diskuterades vid workshopen handlar om kunskap. Det handlar om kunskap om den förväntade roll som samhället har på individen i krissituationer, t.ex. i fråga om hur individen förväntas agera och vilka informationskanaler olika aktörer har, såväl som kunskap som stärker individens kapacitet att klara sig under krissituationer. Att individen på förhand har kunskap om förväntningar, roller och ansvarsfördelning uppfattades vara grundläggande för att krisberedskapen ska kunna åtnjuta förtroende i samhället.

Betydelsen av individens mentala beredskap för att möta kriser samt risken för irrationella riskbeteenden diskuterades också under workshopen. Härvidlag sågs

två diametralt olika trender i samhället, den ena utvecklingstrenden går mot att var och en sköter sig själv, vilket kan utgöra ett riskbeteende i en kris, den andra trenden går åt motsatt håll, vilket stärker den sociala sammanhållningen. Under workshopen konstaterades att stora ojämlikheter mellan grupper förstärker riskerna för social oro liksom minskar förtroendet för det offentliga, dvs. för stat och myndigheter, vilket anses utgöra en viktig del i krisberedskapen. En överensstämmelse behöver således finnas mellan individens förväntningar och det offentligas åtaganden och denna överensstämmelse måste finnas innan en krissituation uppstår.

Den tvetydighet som präglar individens roll i den akuta krishanteringen återspeglas också i samhällets utveckling mot att vara alltmer beroende av omvärlden. Ett ökat beroende av andra länder innebär bättre förutsättningar att kunna få stöd från andra vid en kris samtidigt som det också innebär att kriser i omvärlden lättare kan påverka Sverige. EU-samarbetet utgör härvidlag ett tydligt exempel på detta. En viktig framtidsfråga är således hur Artikel 222 i Lissabonfördraget, den så kallade Solidaritetsklausulen, kommer att tillämpas.

Den tredje generella utvecklingstrenden som diskuterades handlar om det offentliga samhällets roll och särskilt tendensen av att allt fler verksamheter sköts av privata aktörer varpå krisberedskapen inte längre enkom ligger inom ramen för det offentliga. Detta förhållande med fler aktörer med olika huvudmannaskap förändrar förutsättningarna för hur akut krishantering kan utformas exempelvis i fråga om kommunikation, ansvar och styrning. Denna utveckling diskuterades särskilt i anslutning till scenariot om en störning i livsmedelsförsörjningen och gjordes mot bakgrund av de förhållandevis stora förändringar som sektorn har genomgått under senare år och som genomförts i produktions- och distributionsleden utan att motsvarande förändringar har utformats för samhällets krisberedskap.

I livsmedelssektorn såväl som i energisektorn finns idag en kombination av privata och offentliga aktörer. Utvecklingen av relationerna dem emellan i form av ansvar och åtaganden i anslutning till en krissituation skiljer sig dock väsentligt. Inom livsmedelskedjan finns idag en bristande redundans och livsmedelskedjan drivs i dag med begränsad lagerhållning. Dessutom saknas beredskapslager av livsmedel. Sammantaget innebär detta att en störning i produktion eller leveranskapacitet snabbt får stor effekt (oavsett orsaken till störningen). Vilka psykologiska effekter en livsmedelskris skulle få hos befolkningen är mycket svåra att förutsäga, men flera workshopdeltagare gav uttryck för att Sverige har flera försvårande faktorer i form av att vi har förhållandevis lite vana av kriser, har höga förväntningar om vad som är normaltillstånd och att många invånare har förhållandevis små egna lager samt bristfälliga kunskaper ifråga om vad som är tjänlig föda. En konsekvens från störningar i livsmedelsförsörjningen befanns därför vara ökade hälsorisker, t.ex. matförgiftningar, vilket i sin tur leder till ökade resurskrav på sjukvården. När det

gällde beredskapslager gjordes jämförelser med både Finland och Tyskland, vilka också har många privata aktörer, men ändå behållit olika former av beredskapslager. Workshopdeltagarna diskuterade också olikheter i hur en störning i försörjningen av livsmedel kan slå såväl mellan olika grupper i samhället som mellan olika regioner i landet.

Energisektorn utmärks också av en mångfacetterad organisation och av många olika slags aktörer. Däremot uppfattade många av workshopdeltagarna att sektorn är bättre organiserad jämfört med livsmedelssektorn i form av utpekade ansvar och roller. Att detta finns tycks böttna i de kriser som inträffade under 2000-talet till följd av flera extrema väderhändelser, t.ex. stormarna Gudrun och Per. En framtida trend i energiområdet utgörs av att Sverige tycks bli alltmer sammankopplad med EU. I och med att energiförsörjning utgör en förutsättning för i princip samtliga verksamheter i samhället blir störningar häri särskilt allvarliga. I princip all uppvärmning i Sverige är beroende av el, likaså är kommunikation, transporter, dricksvatten, avloppshantering och livsmedel också starkt avhängiga el. I diskussionerna under workshopen framhölls att det svenska samhället präglas av en elförsörjningsnaivitet, vilken handlar om att i princip all verksamhet förutsätter tillgång till el samt att få räknar med att avbrott kan ske och kommer att ske. Även om ansvar och roller mellan olika aktörer uppfattas vara, åtminstone i jämförelse med livsmedelsområdet, väl utarbetade står samhället i stort inför en omfattande sårbarhet genom sitt sammantaget stora beroende av el.

I de två scenarierna identifierades några utmaningar som gäller både livsmedels- och energiområdet. Det handlar om konsekvenser från generella samhällstrender i form av en ökad andel äldre i samhället, fortsatt ökad befolkningstäthet i de tre storstadsregionerna och avfolkning av glesbygd samt en heterogener befolkning i stort, vilket särskilt återspeglas i vilka kommunikationskanaler som olika befolkningsgrupper använder sig av.

När det gäller en ökad andel äldre i samhället så är dessa generellt sett mer känsliga för kriser i stort, exempelvis när det gäller både extrem värme och kyla. Äldre kan därmed förväntas vara mer utsatta för olika slags kriser såväl som ha större hjälpbehov under kriser; detta gäller särskilt de som är sjuka eller har rörelsehinder. I dagens samhälle har dock många äldre även bättre förberedelse för en kris med större lagerhållning i hemmet av såväl livsmedel som pengar; huruvida detta förhållande även gäller framgent är ovisst. Krisberedskap, krishantering och risken för kriser ser också olika ut för stad och landsbygd. För att analysera vilka konsekvenser dessa olikheter har och vilka utmaningar krisberedskapen därmed står inför utifrån de två scenarierna behövs mer detaljerade kunskaper om såväl hur samhället kan antas vara sammansatt som kunskaper om skillnader i förutsättningar och villkor. Utgångspunkten vad gäller skillnader mellan stad och landsbygd är dock att ingendera har bättre eller sämre

förutsättningar generellt sett, utan de utmärks just av olika förutsättningar och kriser för med sig olika slags konsekvenser beroende på dessa förutsättningar.

4.3.2 Utmaningar för svensk krisberedskap kopplat till klimatförändringarna i stort

Denna studie intresserar sig för klimatförändringarnas utmaningar för svensk krisberedskap, särskilt kopplat till klimatförändringarnas indirekta effekter. Energi- och livsmedelsförsörjning valdes ut för att kunna exemplifiera vilka slags direkta såväl som indirekta effekter som kan följa från klimatförändringarna. Ett högnivåscenario valdes också för att kunna åskådliggöra vilka skillnader mer omfattande klimatförändringar kan komma att få. På workshopen diskuterades först vilka utmaningar som uppfattades vara särskilt kopplade till energi- och livsmedelsförsörjning. Denna diskussion följdes av en bredare diskussion om andra typer av konsekvenser som klimatförändringarna kan leda till med betydelse för svensk krisberedskap i stort. Dessa har kategoriserats till sex olika grupper:

Den första gruppen konsekvenser handlar om att klimatförändringarna leder till *ett varmare klimat*, vilket medför nya typer av situationer och förutsättningar. Det handlar om både direkta och indirekta konsekvenser av värmeböljor och torka på människor, djur och natur. Direkta effekter är primärt inriktade mot förändringar som uppstår som direkt följd av klimatförändringarna i Sverige, exempelvis i form av extrema väderhändelser eller nya sjukdomar, medan indirekta effekter är relaterade till sekundära effekter från klimatförändringarnas direkta effekter antingen inom eller utanför Sveriges gränser. Dessa indirekta effekter påverkar Sverige genom olika former av sambandsförhållanden exempelvis i form av förändrade produktionsförhållanden för livsmedel eller förändrade relationer mellan nationer.

Den andra gruppen konsekvenser handlar om *havsytenivåhöjning och förändringar i vattendrag* både kopplat till vattenmängder och vattentemperaturer. En ökad havsytenivå är i sig en unik typ av händelse och även om vi i dagsläget inte känner till omfattningen på en framtida havsytenivåhöjning så är dess konsekvenser så genomgripande och fundamentala att samhället behöver reagera och agera i tid för att kunna möta denna risk.

Den tredje gruppen konsekvenser handlar om *regionala och sociala skillnader*. Klimatförändringarnas konsekvenser är avhängiga det lokala samhällets naturgeografiska villkor, markanvändning och socio-ekonomiska förutsättningar. Konsekvensanalyser behöver därför ta utgångspunkt i lokala och regionala förutsättningar. Exempelvis ser riskerna för erosion väsentligt olika ut i norra och södra Sverige. Dricksvattenförsörjningen skiljer sig också väsentligt. Klimatförändringarnas påverkan på Östersjön och de stora sjöarna Väner,

Vättern och Mälaren uppfattades även stå inför stora förändringar. Därutöver finns också olika slags sårbarheter som olika grupper i samhället har.

Den fjärde gruppen konsekvenser sätter fokus på *människors reaktioner* på vetenskapen om storskaliga och/eller hastiga förändringar. Det handlar här om den mentala kapacitet som finns för att möta allvarliga störningar och kriser såväl inom som utanför landet.

Den femte gruppen konsekvenser uppmärksammar *riskerna med storskaliga klimatförändringar* och att samhället på sikt kan komma att ställas inför drastiska åtgärder för att exempelvis snabbt och kraftigt reducera koldioxidutsläpp. I anslutning till detta finns också utvecklingen av ”planetär ingenjörskonst” (eng. geoen지니어ing) som kan användas för att förändra solens instrålning eller för koldioxidlagring. Planetär ingenjörskonst är behäftad med stora osäkerheter och även risker, men kan aktualiseras om världen ställs inför akuta åtgärder för att exempelvis förhindra en avsmältning av Grönlandsisen.

Avslutningsvis, den sjätte gruppen konsekvenser handlar om klimatförändringarnas påverkan på *omfattningen av antalet naturolyckor* till följd av en ökad frekvens och intensitet av extrema väderhändelser. Trots att dessa konsekvenser delvis behandlades i anslutning till diskussionerna som tog utgångspunkt i scenarierna befanns de ha så pass betydande konsekvenser på samhället i stort att det motiverar att särskilja den som en egen punkt. Förutom risken för översvämningar, ras och skred så har extrema väderhändelser även stor betydelse för infrastruktur och skador här har många gånger långtgående bieffekter.

4.3.3 Betydelsen av ett förebyggande arbete

Hur kan samhället möta de utmaningar som klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför? På workshopen sattes stort fokus på betydelsen av ett förebyggande arbete. Krisberedskapens funktion under den akuta krisfasen diskuterades inte, vilket bottnar i att workshopen handlade om krisberedskapen i stort (dess funktion) och inte utformningen av krisberedskap (själva systemet).

I det förebyggande arbetet ingår en lång rad olika faktorer som sammantaget lägger grunden för en god krisberedskap. De mest betydelsefulla faktorerna uppfattades vara:

- Långsiktig analys av olika samhällstrender och dessas möjliga betydelse för krisberedskapen.
- Långsiktig analys av klimatförändringarnas konsekvenser såväl inom som utanför Sverige liksom vilka skillnader i konsekvenser som kan förväntas mellan olika regioner, grupper och samhällsfunktioner. Denna analys behöver göras utifrån olika utfallsrum, både med avseende på klimatologiska scenarier och utifrån olika scenarier för samhällets utveckling.

- Beredskapsplaner för hur prioriteringar mellan olika verksamheter vid kris ska göras och att dessa görs med hänsyn till vilka organisatoriska förutsättningar som råder för respektive område, exempelvis utifrån samverkansform. Styrel befanns här utgöra ett exempel på ett sådant arbete.³⁹ Motsvarande arbete befanns vara viktigt även för andra områden, däribland livsmedelsförsörjning och transporter.
- Aktiv och fortlöpande kommunikation ifråga om hur krisberedskapen fungerar, vilka roller och ansvar olika aktörer har – inklusive individens roll och ansvar – och väl kommunicerade principer för hur prioriteringar kommer att göras vid en kris samt vilka kommunikationskanaler som används vid elbortfall. Den fortlöpande kommunikationen behöver ske med anpassade och inarbetade informationskanaler för att nå olika befolkningsgrupper.
- Beredskap för hur samhällets regelverk ska kunna modifieras temporärt i samband med en kris. Detta diskuterades utifrån den lagstiftning som gäller livsmedel och som ställer höga krav på livsmedelssäkerheten; krav som kan tänkas vara onödigt höga i samband med en försörjningskris. Exempel på lagstiftningsområden som skulle kunna omfattas av undantagsregler ansågs vara vilka som får producera, transportera och sälja livsmedel samt vilka krav som ska ställas på transporter och lagerhållning.
- En mer proaktiv krisberedskap. Workshopdeltagarna ansåg att ett förebyggande arbete i grunden handlar om att utveckla krisberedskapen till att bli mer proaktiv. För att realisera detta befanns fortlöpande analys av hur framtiden kan te sig i fråga om såväl samhällsutveckling som vilka slags kriser samhället kan ställas inför som betydelsefullt. Vidare ansågs exempelvis övningsverksamhet vara ett viktigt område, vilket prövar den operativa krishanteringsförmågan och som därigenom kan ge erfarenheter att ta hänsyn till i utformningen av krisberedskapssystemet.

En sammantagen bild som växte fram under workshoppediskussionen handlade om att en väl fungerande krisberedskap idag utgör bästa förberedelsen inför en framtida god krisberedskap. Detta bottnar i att en god krisberedskap utmärks av flexibilitet, långsiktighet och framsyn, liksom vetskap om att organisationen fungerar i praktiken och att förtroende finns. Genom att analysera samtida och framtida utmaningar och tillämpa de på dagens krisberedskapssystem kan således brister identifieras och åtgärder vidtas. En framtidsinriktad och proaktiv analysverksamhet liksom samverkan, samordning, utbildning och övning utgör därvidlag grundläggande aspekter för utvecklingen av en god krisberedskap.

³⁹ Styrel är ett nytt landsomfattande planeringssystem för hur förutsedd eller plötslig elbrist ska hanteras. Styrel infördes 2011 och ansvarig myndighet är Energimyndigheten.

4.3.4 Sammanfattande slutsatser

Som konstaterades ovan (kapitel 2 och 3) har Sverige en gynnsam position. Klimatförändringarna innebär i stort förbättrade förutsättningar för jordbruk, ett jämnare flöde till den vattenkraftsbaserade energiproduktionen och ett utjämnat behov av energi över året. De negativa konsekvenser som primärt identifierades är kopplade till förändringar i omvärlden till följd av exempelvis politisk utveckling och befolkningstillväxt liksom till förändrade vädermönster med fler extrema väderhändelser med konsekvenser såväl inom som utanför Sverige. Dessa väderhändelser kan vara av olika karaktär; nederbörd, värme, kyla, och vindhastigheter. Förutom att dessa händelser leder till påfrestningar på samhällets funktionalitet innebär de också ökad risk för exempelvis ras och skred.

Extrema väderhändelser har redan i dag stor påverkan på samhället med konsekvenser på infrastruktur, bebyggelse och byggnader, markanvändning (t.ex. jordbruk, skogsbruk och fiske), liksom på naturmiljön och människors hälsa. I och med att klimatförändringarna förväntas förstärka dessa extrema väderhändelser såväl i frekvens som i intensitet innebär de betydande utmaningar för krisberedskapen att hantera. En utmaning krisberedskapen står inför kopplat till dessa väderrelaterade händelser är att kunna hantera flera kriser samtidigt. Likaså ska man förvänta sig minskad återhämtningstid mellan kriser. Båda dessa faktorer pekar på behovet av att se över krisberedskapens dimensionering. Samtidigt måste man även beakta betydelsen av de generella trenderna för krisberedskapen, dvs. demografiska förändringar, skillnader mellan stad och landsbygd samt hur organisationen ser ut. När det gäller organisationen utgör samverkan offentligt-privat en viktig aspekt. Denna samverkan ser dock olika ut inom olika sektorer varpå det inte finns en enskild modell att tillämpa för hela krisberedskapsområdet. Härvidlag uppfattade workshopsdeltagarna att mycket utvecklingsarbete återstår.

I och med att klimatförändringarna för med sig olika slags konsekvenser inom landet och att dess konsekvenser skiljer sig beroende på exempelvis naturgeografiska förutsättningar och markanvändning behövs mer detaljerade studier av vilka konsekvenser klimatförändringarna får i landet – i olika regioner och för olika sektorer. Betydelsen av hur marken nyttjas är en viktig aspekt i dessa analyser eftersom människan själv kan påverka hur marken används. Vidare behöver analyserna omfatta skillnader mellan befolkningsgrupper där vissa grupper generellt sett är mer sårbara än andra liksom att olika grupper kan vara sårbara för olika slags extremsituationer som kan följa på klimatförändringarna. För värmeböljor är exempelvis spädbarn och äldre särskilt sårbara, medan elbortfall oftast ger större konsekvenser i stad än på landsbygd.

Workshopsdeltagarna framhöll att dagens krisberedskapsorganisation har relativt god beredskap för att hantera konsekvenser från klimatförändringarna i form av enskilda naturolyckor, men att beredskapen för att hantera samtidighet i olyckor har betydligt sämre förutsättningar. Vidare befanns klimatförändringarnas

indirekta konsekvenser vara ett stort och outforskat område, vilket omfattar hur klimatförändringarna förändrar förutsättningarna i länder som Sverige står i ett beroendeförhållande till såväl som konsekvenser i regioner vilka Sverige har reglerade eller önskvärda åtaganden att bistå vid kris. Som ett led i att utveckla och dimensionera en framtida krisberedskapsorganisation befanns förbättrade kunskaper om de indirekta konsekvenserna från klimatförändringarna vara av stor betydelse vid sidan om att också beakta effekter från mer omfattande klimatförändringar.

5 Avslutande diskussion

Föreliggande studie har genomförts för att stödja MSB:s strategiska analys i fråga om vilka utmaningar klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför. Ett centralt syfte med studien är således att identifiera vilka slags konsekvenser som kan följa från klimatförändringarna med relevans för svensk krisberedskap liksom att identifiera viktiga utgångspunkter för analysverksamheten. I och med att analysen av klimatförändringarnas konsekvenser utgjorde en central fråga för workshopen ligger tonvikten i detta avslutande kapitel på att diskutera vilka de viktiga utgångspunkterna är för att kunna analysera klimatförändringarnas utmaningar för svensk krisberedskap. För att identifiera dessa utgångspunkter behöver först själva problemområdet beaktas, därefter kan centrala utgångspunkter utkristalliseras.

5.1 Scenariorymd, interaktion och indirekta effekter

För att kunna uppskatta framtida klimatförändringar utgår klimatvetenskapen från ett antal olika utsläppsscenarier, huvudsakligen de sex SRES-scenarierna, vilka i sin tur ligger till grund för effektstudier, dvs. studier av vilka konsekvenser dessa olika scenarier får på natur och samhälle. De scenarier som ligger till grund för analys blir därmed styrande för vilka konsekvenser som identifieras varpå de antaganden som ligger till grund för dessa scenarier är mycket betydelsefulla. Mot bakgrund av att de sex SRES-scenarierna (se kapitel 2) har relativt lika grundvillkor i fråga om ekonomins utveckling och energieffektivitet finns anledning att ompröva själva scenariorymden som klimatforskningen utgår från.⁴⁰ Att effektanalyserna dessutom primärt utgår från två av de sex SRES-scenarierna – A2 och B2 – begränsar ytterligare den scenariorymd som studeras. Denna omprövning tycks nu vara för handen och allt fler forskare intresserar sig såväl för andra scenarier som för behovet av att inkludera andra antaganden än de som SRES-scenarierna vilar på. Detta återspeglas också i IPCC vilka är i stånd att revidera sina scenarier.⁴¹

Mot bakgrund av denna diskussion om scenariorymd och att analysarbetet i Sverige hitintills har fokuserat på A2- och B2-scenarierna har denna studie utgått från ett högnivåscenario. Detta val har även gjorts utifrån att denna studie fokuserar på utmaningar för krisberedskapen. Ytterst handlar krisberedskap om att förbereda sig för det oväntade och allvarliga. Utgångspunkten har tagits i att olika verksamheter kan behöva utgå från olika klimatscenarier. Verksamheter med långa planeringshorisonter och/eller omfattar samhällets grundläggande

⁴⁰ Mobjörk 2010.

⁴¹ Moss m.fl. 2010.

funktioner, exempelvis krisberedskap, långsiktig samhällsplanering och försvarsplanering, kan behöva ta höjd i fråga om vilka effekter som kan följa från klimatförändringarna.⁴² Det handlar med andra ord om att dessa verksamheter kan behöva utgå från mer omfattande klimatscenarier än vad daglig, operativ verksamhet behöver göra.

Det finns följaktligen flera skäl till varför klimatscenariorymden bör vidgas i en framtidsinriktad analys av klimatförändringarnas konsekvenser. Men eftersom klimatförändringarnas konsekvenser för krisberedskapen inte enbart är avhängigt klimatförändringens omfattning, dvs. på den globala medeltemperaturökningen, behöver olika samspelande faktorer också införlivas i analysen. En analys av klimatförändringarnas konsekvenser för krisberedskapen bör därför även inkludera analys av andra typer av förändringsprocesser som har betydelse för krisberedskapen däribland demografi, teknik, ekonomi och politik. Dessa olika förändringsprocesser samspelar med varandra och kan på olika sätt förstärka eller mildra klimatförändringarnas effekter. Exempelvis kan markanvändning utformas så att en ökad robusthet främjas mot exempelvis extremväder likaså kan negativa effekter mildras genom en strategisk och framtidsinriktad samhällsplanering. Effektanalyser av klimatförändringarna behöver följaktligen även inkludera detta samspel, vilket inte enbart är relaterade till förändringar inom Sverige, utan även till förändringar som sker utanför Sveriges gränser. Eftersom dessa samspelande förändringsprocesser är dynamiska och står i olika slags beroendeförhållanden till varandra så är det högst relevant att denna analys också inbegriper olika möjliga scenarier för hur dessa olika processer kan komma att utveckla sig. Det räcker såtillvida inte att enbart laborera med olika klimatförändringsscenarier, utan analysen bör även inkludera olika slags scenarier för demografiska förändringar, teknisk utveckling, ekonomi och politik.

Ett kritiskt moment i att analysera framtida utmaningar för krisberedskapen utgörs av betydelsen av de indirekta effekterna. Dessa indirekta effekter handlar dels om vilken betydelse förändringar i omvärlden kan få på Sverige, dels om vilka följd effekter som kan inträffa vid exempelvis en störning på en viss samhällsfunktion. Extremväderhändelser, oavsett var de sker, kan många gånger innebära just omfattande bieffekter, vilka på olika sätt kan komma beröra Sverige och då inte enbart svensk krisberedskap. Det kan handla om ett brett spektrum av konsekvenser däribland behov av katastrofhjälp, hälsoeffekter, produktionsbortfall och störningar i infrastruktur.

Sammantaget visar ovanstående resonemang på betydelsen av att en framtidsinriktad analys av klimatförändringarnas utmaningar bör göras utifrån en mer omfattande scenariorymd. Detta förutsätter exempelvis att man inte enbart

⁴² Mabey m.fl. 2011. Mabey m.fl. föreslår tre nivåer i en riskanalys för klimatförändringarna: (1) målsättning om att ligga under 2°C i uppvärmning, (2) bedriva samhällsplanering och anpassning utifrån 3-4°C uppvärmning, och (3) krisberedskapsplanera utifrån 5-7°C uppvärmning.

gör effektstudier utifrån genomsnittliga klimatförändringar, utan även inkluderar klimatets variabilitet samt lokala variationer. Klimatförändringarna är dock långt ifrån den enda storskaliga förändringsprocessen med betydelse för samhällets framtida krisberedskap. Många av dessa olika förändringsprocesser – demografi, teknisk utveckling, markanvändning för att nämna några – kan också ha både förstärkande och förmildrande konsekvenser på klimatförändringarna. Följaktligen är det ytterst betydelsefullt att samspelet mellan dessa olika slags förändringsprocesser analyseras och att de indirekta händelsekedjor som kan finnas införlivas i analysen. Eftersom villkoren och förutsättningarna för dessa olika förändringsprocesser kan skilja sig lokalt – utifrån samhällets organisation, socio-ekonomiska villkor, klimatologiska förhållanden etc. – är det viktigt att analyser görs utifrån en lokal kontext. Dessa kunskaper kan sedan syntetiseras och bli tillämpliga på mer övergripande nivå.

5.2 Betydelsen av en mångfacetterad framtidssinriktad analys

Klimatförändringarnas påverkan på samhället kännetecknas av komplexitet och samspel med olika slags förändringsprocesser. Påverkan sker också genom olika slags sambandsförhållanden. Grovt sett kan två olika slags förhållanden urskiljas, dels faktiska, fysiska förändringar, dels förändringar i föreställningar om vilka risker och hot som följer på dessa fysiska förändringar.⁴³ De fysiska förändringarna som följer från klimatförändringarna kan dessutom vara av väsentligt olika karaktär; å ena sidan i form av gradvisa (naturresurs-)förändringar, å den andra sidan ökad förekomst av extrema (väder-)händelser. Beroende på hur vi människor uppfattar och reagerar på dessa förändringar kommer vi att vidta olika slags åtgärder. En analys av klimatförändringarnas konsekvenser behöver således inkludera dessa olika former av förändringsprocesser eftersom de innebär olika former av utmaningar samt förändrar villkoren för krisberedskap på olika sätt.

En generell tendens i samhällets hantering av klimatförändringarna är dess fokus på de gradvisa effekterna. En aspekt i detta utgörs av föreställningen om att samhället successivt kan anpassa sig för de nya villkor som råder. Denna föreställning är problematisk eftersom den kan leda till att riskerna för abrupta förändringar inte blir uppmärksammade, åtminstone inte i tillräcklig omfattning. Fokus på gradvisa förändringar innebär dessutom en risk för att man inte uppmärksammar att normaltillståndet har förändrats. Sammantaget innebär detta att beredskap – mental, fysisk och organisatorisk – saknas för samhällets sårbarheter inför klimatförändringarnas variabilitet och för det plötsliga,

⁴³ Se t.ex. Mobjörk och Carlsen 2011: Mobjörk 2011.

oväntade eller abrupta.⁴⁴ Betydelsen av människors föreställningsvärldar om hot och risker ska inte underskattas. Historiskt sett tycks omfattande kriser i samhällen ofta ha föregåtts av omfattande skiften i just den mentala föreställningsvärlden.⁴⁵

En konsekvens av ovanstående resonemang utgörs av att även de stater som idag betraktas som stabila och väl rustade för olika slags kriser mycket väl kan ställas inför stora utmaningar till följd av klimatförändringarna. Exempel är de omfattande konsekvenser som följde från värmeböljan i södra Europa 2003 liksom från orkanen Katrina i New Orleans 2005. Detta förstärker betydelsen av att samhället i sitt förebyggande arbete gentemot klimatförändringar inkluderar ett bredare spektrum av klimatscenarier såväl som beaktar de olika förändringsprocesser som följer från klimatförändringarna; gradvisa såväl som abrupta, direkta såväl som indirekta. Detta arbete är ännu i sin linda. Vad som tycks utgöra den enskilt mest betydelsefulla faktorn för en proaktiv krisberedskap är att stå mentalt rustad inför ett brett spektrum av tänkbara händelser. För att komma dit behövs analys både ifråga om olika klimatscenarier och olika trender i samhället samt att samspelet mellan dessa olika förändringsprocesser behandlas. Härvidlag behövs åtskilligt arbete göras vilket kommer att stärka den svenska krisberedskapen och detta såväl gentemot klimatförändringarnas konsekvenser som mot konsekvenser från andra förändringsprocesser som präglar samhället. Tre centrala moment kan urskiljas vilka bör präglade detta arbete:

1. Analysera klimatförändringarnas konsekvenser utifrån en bredare scenariorymd i fråga om klimatförändringarna och bryta ner analyserna av dessa klimatscenarier så att de omfattar variabilitet och lokala skillnader inom landet liksom hur klimatförändringarnas konsekvenser i omvärlden kan påverka Sverige genom direkta såväl som indirekta händelseförlopp.
2. Analysera olika samhällstrender och förändringsprocesser utöver klimatförändringar, däribland miljöförändringar, demografi, ekonomisk utveckling, information och kommunikation, vetenskap och teknik, samt politisk kontext,⁴⁶ samt hur dessa förändringsprocesser samspelar med varandra.
3. Identifiera möjliga risker sprungna ur dessa analyser, bedöma förmågan att hantera dessa risker och anpassa – alternativt utveckla – strategier, regelverk och planer för hur riskerna kan hanteras. Denna riskanalys behöver vara adekvat i förhållande till den komplexitet som klimatförändringarna innebär och ta hänsyn till vilken slags verksamhet som står i fokus. När det gäller

⁴⁴ En del forskare har också uppmärksammat skillnaderna mellan att anpassa samhället till 2°C uppvärmning och till 4°C och poängterat att det inte handlar om mer av samma sak, utan att en anpassning till 4°C innebär kvalitativt sett andra villkor, se Stafford m fl. 2010.

⁴⁵ Walzer 2008.

⁴⁶ Dessa analysområden ingår i MSB:s långsiktiga strategiska analys, se MSB 2011b.

verksamheter som rör samhällets grundläggande funktionalitet bör försiktighetsprincipen tillämpas.

Dessa tre moment visar att en framtidsinriktad analys av klimatförändringarnas utmaningar för svensk krisberedskap inte är unik, utan denna analys omfattar även andra förändringsprocesser och samhällstrender. Likaså visar momenten på den mångfald aktörer som behöver inkluderas för att kunna analysera vilka utmaningar klimatförändringarna ställer svensk krisberedskap inför där MSB kan fungera som ett nav i det fortsatta arbetet. Vad som dessutom framträder med emfas är betydelsen av att inkludera klimatförändringarna i en (framtidsinriktad) analys av samhällets utveckling och vilka utmaningar Sverige och svensk krisberedskap står inför. Med andra ord, en framtidsinriktad analys av hur samhället kan komma att utvecklas och vilka utmaningar krisberedskapen kan ställas inför som inte tar hänsyn till klimatförändringarna åsidosätter en av vår tids största, och kanske mest genomgripande, förändringsprocesser.

Referenser

- Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B. m fl. 2007. Europe, in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry m fl. (red.) Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Anderson och Bows 2011. Beyond “dangerous” climate change: emission scenarios for a new world. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, vol. 369, s. 20-44.
- Betts R a, Collins M, Hemming DL, m fl. 2011. When could global warming reach 4{degrees}C? *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, vol. 369, s. 67-84.
- Carlsson-Kanyama A., Mossberg-Sonnek K. Harriman D. 2011. *Konsekvenser av värmeböljan i juli 2010*, FOI-R--3150--SE.
- Cordell D., Drangert J-O., White S. 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought, *Global Environmental Change*, vol. 19, s. 292-305.
- Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P. m fl. 2007. Food, fibre and forest products, in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M. L. Parry m fl. (red.) Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Energimyndigheten 2009. *Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet*. Slutrapportering av regeringsuppdrag, ER 2009:33. Eskilstuna.
- Förordning (2006:942) om krisberedskap och höjd beredskap.
- Förordning (2008:1002) med instruktion för Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Gilman, N. Randall, D. och Schwartz, P. 2007. *Impacts of Climate Change*, GBN Global Business Network, January 2007.
- Godfray H. C. J , Beddington J. R., Crute I. R., m fl. 2010. Food Security: The challenge of feeding 9 billion people, *Science*, vol. 327, s. 812-818.
- IEA 2010. *World Energy Outlook 2010*. IEA/OECD, Paris.
- IPCC, 2007. Summary for Policymakers, in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon m fl (red.), Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Johansson, B., Carlsson-Kanyama, A. och Lindgren, J. 2011. *Klimatförändringarna och livsmedelsförsörjningen*, FOI Memo 3580: Stockholm.
- Jonsson, D., Östenson, M., Dreborg, K.H., Magnusson, R. 2009. Energy and Security in Long-Term Defence Planning: Scenario Analysis for the Swedish Armed Forces, *Journal of European Security*, vol. 18, s. 33-54.

- Levermann A, Bamber J, Drijfhout S, m fl. 2010. *Climatic Tipping Elements with potential impact on Europe. Technical Paper No. 3 to the "State Of the Environment Report 2010" of the European Environmental Agency.* European Environmental Agency.
- Lindgren J. och Fischer G. 2011. *Livsmedelsförsörjning i ett krisperspektiv*, Livsmedelsverket.
- Mabey, N., Gullede J., Finel, B. och Silverthorne, K. 2011. *Degrees of Risk: Defining a Risk Management Framework for Climate Security*, Third Generation Environmentalism (E3G), London: UK.
- Mobjörk, M., Eriksson, M. och Carlsen, H. 2010. *On Connecting Climate Change with Security and Armed Conflict: Investigating knowledge from the scientific community.* FOI-R--3021--SE.
- Mobjörk, M. 2011. *Klimatförändringar och säkerhet: ett komplext område med betydelse för framtiden*, FOI-R--3123--SE.
- Mobjörk, M. och Carlsen, H. 2011. Klimatförändringar och säkerhet: Nya villkor för svensk krisberedskap, red. Hellström m fl. *Strategisk utblick 2011*, FOI-R--3208--SE.
- Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., m.fl. 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment, *Nature* 463(7282):747–756.
- MSB 2010. *Inriktning för planering 2011-2014 och anvisningar för verksamhetsplanering*, Dnr 2010-8227.
- MSB 2011a. *Förslag till resultatmål för samhällets krisberedskap för försörjningen av dricksvatten, livsmedel och värme: Redovisning av regeringsuppdrag FÖ2010/697/SSK.*
- MSB 2011b. *MSB:s långsiktiga strategiska analys – genomfört och planerat arbete, redovisning av uppdrag i MSB:s regleringsbrev för år 2011*, Dnr 2009-8495.
- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., m fl. 2000. *Special Report on Emissions Scenarios*, Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Perry R. I. 2011. Potential impacts of climate change on marine wild capture fisheries: An update, *Journal of Agricultural Science*, vol. 149, s. 63-75.
- Polyak, L., Alley, R.B., Andrews, J.T. m fl. 2010. History of sea ice in the Arctic, *Quaternary Science Reviews* DOI: 10.1016/j.quascirev.2010.02.010.
- SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.
- Stafford S., Horrocks, L., Harvey A. och Hamilton C. 2010. Rethinking adaptation for a 4°C world, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 369, s. 196-216.
- Walzer, H. 2008. *Klimatkrig: Varför människor dödar varande på 2000-talet*, Göteborg: Daidalos.
- Wang, M. och Overland, J.E. 2009. A sea ice free summer Arctic within 30 years?, *Geophysical Research Letters*, vol. 36, s. 2-6.

Veibäck, E. och Jonsson D. K. 2011. *Klimatförändringarna och energiförsörjningen*,
FOI Memo 3581.

Wikman-Svahn, P. och Carlsen, H. 2011. *Högnivåscenarier för klimatförändringar*,
FOI Memo 3579.