



Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet

Slutrapportering av regeringsuppdrag

ER 2009:33



Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas via
www.energimyndigheten.se
Orderfax: 08-505 933 99
e-post: energimyndigheten@cm.se

© Statens energimyndighet

ER 2009:33

ISSN 1403-1892

Förord

Förutsägelser om stora klimatförändringar under detta sekel på grund av utsläpp av växthusgaser motiverar åtgärder för att undvika ohanterliga förändringar. Men klimatmodellerna visar också att vi behöver förbereda oss för att hantera oundvikliga förändringar i klimatet. Denna rapport är en del av dessa förberedelser, och den pekar på att många andra aktörer inom energiområdet behöver engagera sig i förberedande åtgärder.

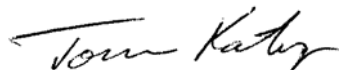
Sårbarheten i energisystemet påverkas av klimatförändringens effekter på olika sätt. Extrema väderhändelser kan komma att drabba vissa områden mer frekvent, och ett förändrat normalläge, till följd av en långsam uppvärmning av jorden, ger osäkerheter och sårbarhetsproblem. Denna rapport är en slutredovisning av regeringsuppdraget att utreda energisystemets sårbarhet inför extrema väderhändelser såsom översvämningar, stormar, ras och skred.

Rapporten är inte en generell risk- och sårbarhetsanalys, utan fokuserar på hur energiförsörjningen kan komma att påverkas av framtida extrema väderhändelser kopplat till ett förändrat klimat. En grundläggande utgångspunkt för Energimyndighetens arbete inom området *Trygg energiförsörjning* är att beakta alla typer av hot. Konsekvenser av avbrott i energiförsörjningen blir desamma oavsett orsak och måste hanteras inom det svenska krishanteringssystemet. Det är dock nödvändigt att göra djupare analyser för att bygga upp kunskapen inom specifika ämnesområden, vilket denna utredning är ett exempel på.

Kartläggningen är omfattande och har engagerat många personer inom myndigheter, organisationer och företag. Inom projektet har ett flertal delutredningar genomförts för att belysa och utreda problematiken från olika infallsvinklar. Detta är slutrapporten som sammanfattar de resultat som identifierats tidigare i processen. För den intresserade rekommenderas även läsning av projektets delrapporter (se lista i kapitel 2.2.1).

I arbetet har en arbetsgrupp på Energimyndigheten bestående av Anna Andersson, Daniel Andersson, Urban Bergström, Erik Hedar, Linn Stengård och Matti Parikka varit aktiv, samt konsulterna Ulf Arvidsson, Towe Lindqwister och Robert Nilsson, Combitech AB. Projektledare för uppdraget har från 2009-06-01 varit Ester Veibäck, dessförinnan Anna Fridén.

Eskilstuna, november 2009



Tomas Kåberger
Generaldirektör



Ester Veibäck
Projektledare

Innehåll

1	Sammanfattning	7
1.1	Energimyndighetens förslag	7
1.2	Bakgrunden till Energimyndighetens slutsatser och förslag	9
2	Inledning	13
2.1	Uppdraget	13
2.2	Genomförande	14
2.3	Läsanvisning	17
3	Det svenska energisystemet	19
3.1	Översiktlig beskrivning av dagens energisystem	19
3.2	Framtidens energisystem	23
3.3	Föränderligheten inom energisystemet	24
4	Ökad påverkan på energisystemet från klimat- och väderrelaterade fenomen	27
4.1	Utmaningar finns redan med dagens väder	27
4.2	Klimatförändringen förstärker hoten	28
5	Energibärarna och det förändrade klimatet	41
5.1	Konsekvenser av ett förändrat normalläge	41
5.2	Extrema väderhändelser kan ge stora konsekvenser	46
6	Att hantera konsekvenserna av ett förändrat klimat	69
6.1	Aktörernas och användarnas ansvar i energisystemet	69
6.2	Möjliga områden där åtgärder kan vidtas	72
7	Slutsatser och förslag till åtgärder	77
7.1	Slutsatser	77
7.2	Användarens sårbarhet	79
7.3	Anpassning av energisystemet	81
7.4	Energimyndighetens förslag till åtgärder	82
	Referenser	85
	Bilaga 1, Deltagare i projektet	89
	Bilaga 2, Definitioner av begrepp	93
	Bilaga 3, Exempel på genomförda och pågående studier	97
	Bilaga 4, Inventerade åtgärder	105

1 Sammanfattning

Oftast förknippas krishantering med att myndigheter, organisationer, företag, beslutsfattare och andra aktörer måste agera under någon form av tidsbrist. Förändringar i naturen till följd av att klimatet förändras förväntas dock ske långsamt. Klimatförändringen och dess konsekvenser ger alltså inte upphov till sådan stress som ur ett positivt perspektiv skulle medverka till att åtgärder planeras, genomförs och följs upp. Sådana aktiviteter kan behöva uppmuntras och underlättas genom samverkan och de förslag till åtgärder som Energimyndigheten lyfter fram. Vi ska använda den kunskap som finns idag för att hantera energisektorns utmaningar i det framtida klimatet.

1.1 Energimyndighetens förslag

Ansvar för en trygg energiförsörjning är delat mellan myndigheter och företag (se kapitel 6.1 och Energimyndigheten 2009m). Det innebär att flera aktörer måste ta ett större ansvar för att effekterna av klimatförändringen och dess konsekvenser för energiförsörjningen beaktas och inlemmas i det normala arbetet.

Energimyndigheten bedömer att det behövs stimulans av olika slag för att få till stånd en ökad medvetenhet kring behovet av klimatanpassning. Samtidigt måste det byggas upp ytterligare kunskap kring klimatförändringens effekter på energisystemet och en ökad samverkan måste ske mellan lokala, regionala och nationella myndigheter och marknadsaktörer.

Energimyndigheten föreslår följande

På privat nivå:

Branschorganisationer med verksamhet inom energisektorn:

- Ser över behovet av att revidera anvisningar, handböcker, allmänna råd, vägledningar m.m. med hänsyn till klimatförändringens effekter.

Privatpersoner och företag ser över sitt behov för att klara energistörningar:

- Utvärderar om material behöver införskaffas för att klara att hantera avbrott.
- Söker alternativ lösning till exempelvis el- och/eller värmeförsörjning

Aktörer som finansierar energisystemrelaterad forskning:

- Försäkras sig om att befintliga och framtida program- och projektbeskrivningar beaktar behovet av robusthet mot klimatförändringens effekter.

På kommunal nivå:

- I arbete med risk- och sårbarhetsanalyser beaktar det lokala energisystemets förutsättningar att klara hot i form av extrema väderhändelser.
- Ser till att beredskapsplaner finns uppdaterade.

Aktörer som finansierar energisystemrelaterad forskning:

- Försäkras sig om att befintliga och framtida program- och projektbeskrivningar beaktar behovet av robusthet mot klimatförändringens effekter.

På statlig nivå:

Myndigheter med verksamhet inom energisektorn:

- Ser över behovet av att revidera anvisningar, handböcker, allmänna råd, vägledningar m.m. med hänsyn till klimatförändringens effekter: till exempel vägledande föreskrifter för elnätbolagens risk- och sårbarhetsanalyser (EI), tekniska föreskrifter och lägningsföreskrifter (Svenska Kraftnät), lägningsföreskrifter för naturgas (MSB), föreskrifter för naturgasföretagens risk- och sårbarhetsanalyser (Energimyndigheten).

Regeringen:

- Beaktar situationen att plan- och bygglagstiftningen inte är utformad för att skydda befintlig bebyggelse från klimatförändringar.
- Säkerställer att arbetet med regionala scenarier avseende risker för framför allt erosion, skred, höga flöden och höga havsyttenivåer och maximal vindstyrka fortgår alternativt påbörjas.

Aktörer som finansierar energisystemrelaterad forskning:

- Försäkras sig om att befintliga och framtida program- och projektbeskrivningar beaktar behovet av robusthet mot klimatförändringens effekter.

Energimyndighetens åtaganden

Energimyndigheten arbetar generellt med sårbarheter i energisystemet, och natur- och klimatrelaterade händelser är ett hot bland många andra för energiförsörjningen. Det svenska energisystemet ska vara robust, oavsett vilka typer av hot och risker som systemen utsätts för.

Energimyndigheten avser att arbeta med följande uppgifter avseende klimatförändringens effekter på energisektorn.

- Uppmuntra det regionala och lokala klimatanpassningsarbetet, samt ge stöd i form av expertkunskaper.
- Utveckla kompletterande metodik som stöd i riskanalysarbetet på lokal och regional nivå.
- Löpande svara för omvärldsbevakning och analys av klimat- och väderrelaterade händelser i energisektorn. Löpande sammanställa aktuell forskning kring klimatförändringens effekter i energisektorn och ge exempel på möjliga lösningar.
- Fortsätta att utreda klimatförändringens effekter på energisystemet i samband med framtagande av långsiktsprognos, och vid utveckling av prognosmetodiken.

- Utredda behovet av att införa funktionskrav inom fjärrvärmeförsörjning. Funktionskrav för en säker energiförsörjning ställs i olika form på elnätsbolag och företag inom naturgas.
- Ta initiativ för att lyfta klimatanpassningsfrågan i de program där myndigheten finansierar forskning.
- Lyfta klimatanpassningsfrågan i de befintliga nätverk för kunskapsutbyte och samverkan som Energimyndigheten är verksam inom. För informations-spridning till kommuner och privatpersoner bör bland annat nätverk såsom *Uthållig kommun* användas.
- Som en del av arbetet med klimat- och sårbarhetsfrågor aktivt delta i *Plattformen för arbete med naturolyckor* och *Klimatanpassningsportalen*.

1.2 Bakgrunden till Energimyndighetens slutsatser och förslag

1.2.1 Förstärkta hot mot energiförsörjningen

Den svenska energiförsörjningen påverkas av väder och naturolyckor, och störningar i energiförsörjningen kan ge långtgående effekter i samhället. Mer än 40 procent av avbrotten i elförsörjningen beror idag på väderrelaterade händelser. Genom klimatförändringen kommer det svenska energisystemet att utsättas för större påfrestningar i form av väder- och klimatpåverkan. Förändringen medför bland annat ett varmare klimat i hela landet, inte minst under vinterhalvåret. I de södra delarna av Sverige förväntas somrarna bli torrare, i övrigt kan vi vänta oss mer nederbörd i hela landet.

De extrema väderhändelser som enligt tillgängliga klimatscenarier tydligt förstärks utgörs av:

- Erosion, ras och skred; främst ett hot mot ledningsburna system.
- Översvämning, som följd av höga flöden i åar, älvar, sjöar och hög havsytenivå.
- Häftiga regn, som kan orsaka översvämningar om dränering eller dagvattensystem inte fungerar eller om vatten kommer in bakvägen i dagvattensystem.

Stormar är en väderhändelse som, enligt de flesta av dagens klimatscenarier, inte förväntas förvärras av klimatförändringen. Men de orsakar, och kommer även i framtiden att orsaka, främst elavbrott till följd av nedfallande träd¹. Effekten av kraftiga stormar kan dock förvärras av ett mildare klimat, bland annat på grund av mindre tjäle i marken. Elavbrott får även konsekvenser för leveransförmågan i övrig energiinfrastruktur eftersom det finns inbördes beroenden.

Klimatförändringen medför inte att några nya hot kommer att uppstå. I stället kommer sannolikheten och konsekvenserna av vissa hot att öka i några eller alla

¹ Energimyndigheten har tidigare beskrivit kraftiga stormars effekter på energiförsörjningen, bland annat i [Energimyndigheten 2007a].

delar av landet och på nya platser där hotet inte funnits tidigare. Det förändrade normalläget leder också till ett ökat slitage på produktionsanläggningar och energinfrastruktur, och det påverkar och förändrar förutsättningarna för tillförsel och användning av energi.

Få väderrelaterade hot ger upphov till landsomfattande störningar, utan effekterna väntas bli störst lokalt och regionalt. Ledningsburna system är utsatta för en större risk, genom att de dras långa sträckor, även genom/över områden där marken har sämre bärighet, för att nå fram till anläggningar och bebyggelse.

Det finns elnätstationer i lokalnät och regionnät som ligger i utsatt läge vid åar och sjöar. Lokalt och regionalt kan höga flöden och översvämmande stationer medföra besvärliga elavbrott. Totalt sett är det troligen inte något stort problem, framför allt inte på de högre systemnivåerna. I olyckliga fall kan konsekvenserna bli svåra, om flera händelser sammanfaller med varandra. Varje bortfall av anläggning försvagar elnätets robusthet mot ytterligare händelser.

Klimatförändringen kommer att påverka både naturgassystemet och fjärrvärmesystem på lång sikt genom till exempel ökad korrosion på ledningar och markförskjutningar/sättningar till följd av ökade regnmängder.

Biobränslen är mycket viktiga energibärare inom industrisektorn och bostads- och servicesektorn, men det saknas forskning kring några centrala frågeställningar kring klimatförändringens effekter på biobränslets transporter, lagring och logistik. Bland annat behöver den tekniska forskningen med klimatanknytning vara systeminriktad med syfte att skapa helhetssyn och ge konsekvensanalyser.

1.2.2 Användarens sårbarhet

Energimyndigheten arbetar generellt med sårbarheter i energisystemet, och natur- och klimatrelaterade händelser är hot bland många andra för energiförsörjningen. Det svenska energisystemet ska vara robust, oavsett vilka typer av hot och risker som systemen utsätts för. Önskade händelser i energisystemet kan uppstå till följd av många olika typer av väderhot, och även i kombination med andra omvärldsfaktorer. Följdeckterna kan vara olika men leder till antingen en eller flera av nedanstående effekter för tredje man (se Figur 15):

- Begränsad tillgång till energi
- Höga priser på energi
- Avbrott i leveransen

Det är av stor vikt att aktörer samverkar och att kunskapsuppbyggnad fortlöper. Genom god planering kan ny bebyggelse skyddas, bland annat genom att inte placera betydelsefulla byggnader och viktig infrastruktur strandnära, eller på annan utsatt mark. Där bebyggelse finns krävs också olika typer av infrastruktur såsom el och kommunikationer.

Idag är tillgången till energi en förutsättning för de flesta av samhällets funktioner och med andra ord också medborgarnas vardagliga liv. Att få enskilda ha beredskap för att klara sig utan energileveranser under en period, eller söker alternativa lösningar, leder till att samhällets förmåga att hantera störningar blir sämre. I vissa fall saknas kunskaper om vad man kan göra för att mildra effekten av avbrott i energileveranser².

Inom elförsörjning och naturgasförsörjning ställs olika former av funktionskrav, vilket innebär en tydlighet mellan företagets och kundens ansvar. Ellagen ställer bland annat krav på att inga elavbrott får vara längre än 24 timmar och att skadestånd i form av avbrottsersättning schablonmässigt ska betalas till de elkunder som drabbas av elavbrott längre än 12 timmar. Funktionskraven är inte strikta utan gäller inom ramen för det så kallade kontrollansvaret. Elanvändare måste alltså minst klara av att hantera konsekvenser av elavbrott som varar 24 timmar.

Naturgasförordningen ställer bland annat krav på att ett avbrott i det nationella transmissionssystemet för naturgas inte ska medföra konsekvenser för konsumenter (spiskunder och villakunder) de 24 första timmarna. Inom fjärrvärmeförsörjningen finns inte motsvarande krav på funktion, detta är något som Energimyndigheten kommer att utreda behovet av.

1.2.3 Anpassning av energisystemet

Energisystemet utvecklas och förändras kontinuerligt både när det gäller effektiviseringar, allmän teknikutveckling, prisutveckling m.m. Detta är inte odelat positivt ur ett försörjningstrygghetsperspektiv. Det är däremot positivt att den framtida energimixen erbjuder en större flexibilitet och därmed sannolikt också en högre redundans.

Behovet av klimatanpassningsåtgärder kanske inte identifieras automatiskt eftersom till exempel reinvesteringstakten är låg i flera delar av energisystemet och att den typ av händelser som klimatförändringen förväntas öka risken för inte är speciellt vanliga i dag. Sammanvägt med det faktum att klimatförändringens effekter inte är tydliga i närtidsperspektiv och därför blir långsamt uppmärksammade, medför detta ett behov av särskilda initiativ och åtgärder för att stimulera och därmed snabba upp förloppet med att klimatanpassa energisystemet.

Detta regeringsuppdrag har genomförts i fyra faser som löpt under ett och ett halvt års tid med start i april 2008. Flera myndigheter, branschorganisationer, anläggningsägare m.fl. har varit involverade i arbetet och har löpande beretts tillfälle att avge synpunkter, både under arbetets gång men även när delrapporterna i respektive fas remitterats.

² På Energimyndighetens webbplats finns tips och råd som vänder sig bland annat till privatpersoner, fastighetsägare och kommuner: www.energimyndigheten.se/tryggenergi

2 Inledning

Den 1 oktober 2007 presenterade Klimat- och sårbarhetsutredningen sitt slutbetänkande ”Sverige inför klimatförändringarna” (SOU 2007:60). I slutbetänkandet föreslogs bland annat att Energimyndigheten skulle få i uppdrag att analysera energisektorns sårbarhet för framtida extrema väderhändelser.

I kapitel 3 beskrivs det svenska energisystemet med ett översiktligt perspektiv.

2.1 Uppdraget

Av regleringsbrevet framgår följande uppdrag:

Energisektorns sårbarhet

Energimyndigheten ska, efter samråd med Svenska Kraftnät, analysera energisektorns sårbarhet för framtida extrema väderhändelser som stormar, översvämningar, ras och skred och föreslå åtgärder att vidta på statlig, kommunal respektive privat nivå. Särskilt bör störningar för tredje man beaktas. Uppdraget ska avrapporteras senast den 30 november 2009.

Uppdraget enligt regleringsbrevet är formulerat i stort sett likadant som Klimat- och sårbarhetsutredningens föreslagna uppdrag. Energimyndigheten tillstyrkte i sitt remissvar (dnr 02-07-5396) utredningens föreslagna uppgift till myndigheten, och framhöll att uppdraget även bör omfatta energisystemets sårbarhet till följd av klimatförändringar utöver extrema väderhändelser. Underlag för att ur ett systemperspektiv bedöma energisystemets sårbarhet av att klimatförändringen kan påverka exempelvis förbrukningskurvor, tillrinningsmönster, värmeunderlag och kylvattentemperaturer behövdes också tas fram. Sett ur ett systemperspektiv kommer flera delar av energisystemet att påverkas av effekterna av ett förändrat klimat.

Mot denna bakgrund syftar Energimyndighetens redovisning i såväl den tidigare delrapporteringen som slutrapporten att belysa och klargöra fler frågor än de som formulerats i myndighetens regleringsbrev. Därmed skapas en helhetsbild när det gäller klimatförändringens effekters påverkan på energisystemet.

De väderrelaterade hot som lyfts i denna rapport avser de som förväntas *förstärkas* eller *förvärras* av ett förändrat klimat. Dessa händelser beskrivs i kapitel 4. Frekvensen av stormar har inte ökat på senare år och förväntas inte heller öka på grund av klimatförändringen. Problemen med stormar lyfts av denna anledning inte upp specifikt i denna rapport, utan endast i samband med andra hot som förväntas öka, och kan påverka konsekvenser av stormar. Att konsekvensen av stormar blir omfattande, beroende på energisystemets utsatthet i vissa områden,

och samhällets ökande beroende av energi i olika former, är sedan tidigare väl känt³.

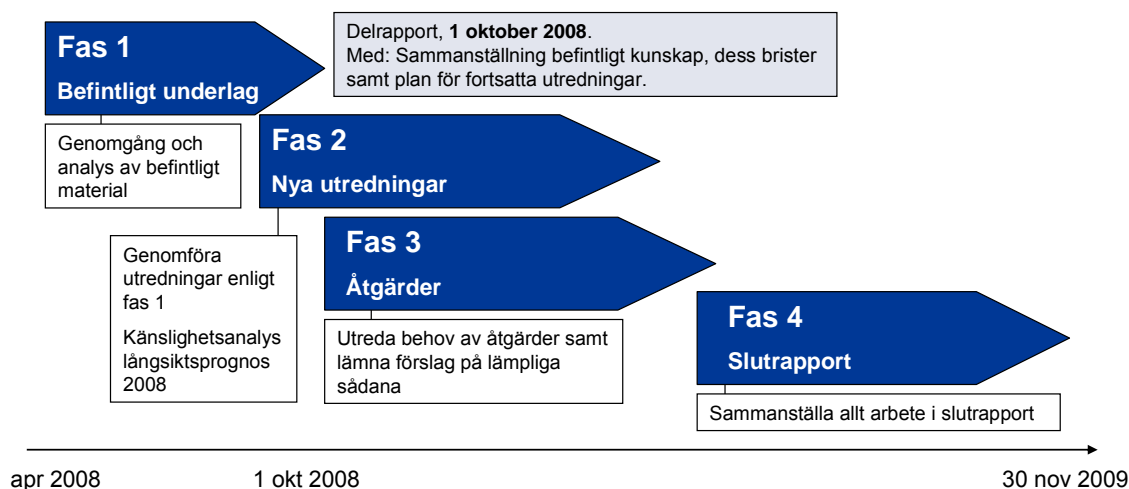
Studiens faktainsamling och analyser avser år 2050 och behandlar sårbarheterna ur ett svenskt perspektiv. Tidsperspektivet är valt med hänsyn till att energianläggningars livscyklar är 30 till 70 år, vilket innebär att en relativt stor del av de anläggningar som finns i dag även kommer att finnas år 2050. Dessutom beror klimatförändringen under de närmaste 30 till 40 åren på historiska utsläpp, vilket innebär att klimatförändringen inte går att påverka i det valda tidsperspektivet. Därför är det viktigt att kunna hantera förväntade konsekvenser som klimatförändringen kan medföra men också att arbeta med att vidta förebyggande åtgärder i syfte att minska effekter i framtiden.

Dammsäkerhet är ett viktigt område för bland annat tryggheten i elförsörjningen. Det handlar både om möjligheten att producera el i vattenkraftverk i vattendrag och aspekten att ett dammhaveri med stor säkerhet skulle rasera delar av elnätet så att överföring och tillförsel av el omöjliggörs i ett visst område. Svenska Kraftnät är den myndighet som enligt sin instruktion (SFS 2007:1119) har i uppdrag att bland annat följa klimatförändringarnas påverkan på dammsäkerheten samt följa och medverka i utvecklingen i landet. I rapporten behandlas dammsäkerhetsfrågan därför endast översiktligt (se kapitel 5.2.2 och bilaga 3).

2.2 Genomförande

2.2.1 Uppdragets huvudaktiviteter och framtagna underlagsrapporter

Studien genomförs i fyra faser enligt följande figur.



Figur 1. Översiktlig tidplan för Energimyndighetens projekt.

³ Se exempelvis utredningar efter stormarna Gudrun och Per [Energimyndigheten 2007a]

Fas 1, Befintligt underlag

I fas 1 genomfördes en genomgång av befintliga underlag och utredningar. Det befintliga underlaget sammanställdes för att skapa en bild av det aktuella kunskapsläget samt för att göra en plan för vad som behöver utredas ytterligare. Arbetet resulterade i en rapport som utgör delrapportering till Näringsdepartementet enligt regleringsbrevet. [Energimyndigheten 2008a]

Fas 2, Nya utredningar

I fas 2 genomfördes följande utredningar som, utöver befintlig kunskap, utgör underlag för slutrapporten.

- Urval och sammanställning av klimatrelaterade data och underlag i syfte att underlätta arbetet i de övriga delutredningarna. [Energimyndigheten 2009a]
- Inventering och analys av energianläggningars generella sårbarhet och hur olika klimatrelaterade hot kan påverka de olika delarna av energisystemet på lokal, regional och nationell nivå. [Energimyndigheten 2009c]
- Risk- och sårbarhetsanalys av Mälarenergis fjärrvärme- och fjärrkylennät med fokus på samhällets försörjningstrygghet. Fallstudie av ett stort fjärrvärmesystem och fjärrkylesystem. Analyserna täcker alla typer av hot, inte enbart klimat- och väderrelaterade. [Energimyndigheten 2009e]
- Känslighetsanalys av Energimyndighetens långsiktsprognos 2009 för prognosperioden 2010 till 2020 har analyserats i ett antal olika scenarier. Känslighetsanalysen har genomförts framförallt med fokus på energianvändning. Konsekvenserna bedöms påverka framförallt bostadssektorn. [Energimyndigheten 2009f]
- Framtida elproduktion från kraftvärme. En analys av kraftvärmens potential att leverera el vid minskande värmelaster, samt en prognos fram till 2050. [Energimyndigheten 2009g]
- Kartläggning av nuvarande forskning och forskningsbehov inom biobränselsektorn (råvaruproduktion) avseende det framtida förändrade klimatet med fokus på biobränslen som produceras i skogen eller på åkern. [Energimyndigheten 2009h]

Fas 3, Utforma åtgärdsförslag

I fas 3 kartlades befintliga förslag och behov av åtgärder på statlig, kommunal och privat nivå. Följande utredningar har genomförts.

- Enkätstudie avseende kommunernas syn på olika aspekter av klimatförändringens effekter på energisystemet, hur de arbetar med frågan m.m. [Energimyndigheten 2009b]
- Sammanställning av pågående åtgärder och andra initiativ, till exempel forskningsprojekt, samt utarbetande av en bruttolista av möjliga åtgärder för att hantera klimatförändringens effekter [Energimyndigheten 2009d]

Fas 4, Slutrapportering

I fas 4 sammanställs allt arbete inom Energimyndighetens projekt tillsammans med befintliga kunskaper och erfarenheter i en slutrapport. Rapporten utgör slutredovisning till Näringsdepartementet.

2.2.2 Arbetsprocess

Projektets bemanning och deltagare i möten m.m. framgår av bilaga 1.

Hela projektet

För att skaffa kunskap, föra diskussioner och genomföra samråd med berörda aktörer har en referensgrupp med representanter från andra myndigheter, kommuner, länsstyrelser och branschorganisationer skapats. Regelbundna möten har hållits med referensgruppen.

Av uppdragsbeskrivningen i regleringsbrevet framgår att analysen ska ske efter samråd med Svenska Kraftnät. Detta har genomförts dels inom ramen för referensgruppen, dels ett samrådsmöte i fas 4.

Fas 1

Faktainsamlingen i fas 1 genomfördes främst genom litteraturstudier.

Fas 2

Faktainsamling har främst skett genom litteraturstudier, intervjuer och möten med representanter från branschorganisationer, företag och myndigheter. Vid dessa möten har även sammanställt underlag presenterats och kompletterats.

Fas 3

Faktainsamling har främst skett genom litteraturstudier, intervjuer och möten med representanter från branschorganisationer, företag och myndigheter. Vid dessa möten har även ett sammanställt underlag presenterats och kompletterats.

För Energimyndigheten 2009b nyttjades en webbenkät med 18 frågor, både öppna frågor och flervalfrågor, till landets kommuner. Svarsfrekvensen var 58 procent (168 kommuner). Resultatet av enkäten diskuterades även med den nationella plattformen för arbete med naturolyckor.

Fas 4

I fas 4 genomfördes ett samrådsmöte med Svenska Kraftnät för att skaffa kunskap om deras arbete med dammsäkerhetsfrågan samt för att stämma av och komplettera innehållet i rapporterna Energimyndigheten 2009c och Energimyndigheten 2009d.

En remissutgåva av slutrapporten har diskuterats med referensgruppen, som beretts möjligheter till både muntliga och skriftliga kommentarer.

2.3 Läsanvisning

Kapitel 1 utgör rapportens sammanfattning och lyfter fram Energimyndighetens förslag till åtgärder liksom de slutsatser som dragits i samband med regeringsuppdragets genomförande.

Kapitel 2 ger bakgrunden till regeringsuppdraget och förklarar hur regeringsuppdraget utförts av Energimyndigheten tillsammans med övriga aktörer.

Kapitel 3 ger en översiktlig bild av det svenska energisystemet och tar också upp samhällets beroende av energi, energibärarnas inbördes beroenden och vad som karakteriserar framtidens energisystem.

Kapitel 4 redogör för hur den ökade påverkan från klimat- och väderrelaterade händelser medför en förstärkt hotbild för energiförsörjningen. Detta kapitel ger också information om hur vädret förväntas ändras de kommande decennierna.

Kapitel 5 omsätter informationen i de föregående kapitlen och visar vilka energibärare som påverkas av vilket väder samt på vilket sätt som denna påverkan sker. Kapitlet beskriver också det förändrade klimatets påverkan på energisystemet avseende nytt ”normalläge”.

Kapitel 6 redogör för hur ansvaret för en trygg energiförsörjning fördelas på olika aktörer, samt hur Energimyndigheten arbetat med möjliga alternativ till åtgärder för att möta den kommande klimatförändringen.

Kapitel 7 utgör de slutsatser som dragits under uppdragets genomförande och Energimyndighetens förslag till åtgärder.

3 Det svenska energisystemet

Idag är tillgången till energi en förutsättning för de flesta av samhällets funktioner. I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av dagens energisystem, dess beroenden och föränderlighet.

I kapitel 4 beskrivs den förändrade hotbilden som beror på framtidens klimatförändring. Aktörernas och användarnas ansvar i energisystemet beskrivs översiktligt i kapitel 7.

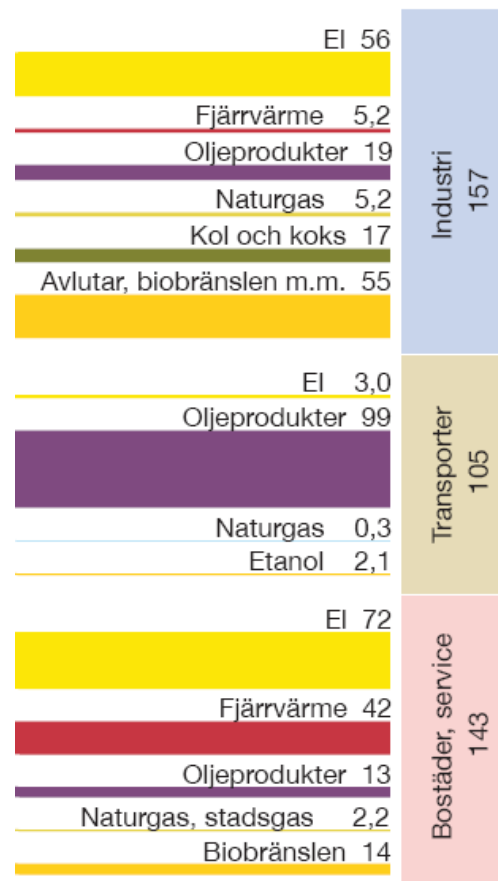
3.1 Översiktlig beskrivning av dagens energisystem

3.1.1 Energianvändningen i olika sektorer

Av Figur 2 framgår att el och biobränslen är de viktigaste energibärarna inom *industri* och sektorn *bostäder och service m.m.* (biobränsle är det dominerade bränslet i fjärrvärmeproduktionen). Inom transportsektorn används i dagsläget nästan uteslutande oljebaserade drivmedel.

Sverige är ett av de länder i världen som har högst elanvändning per invånare. Den höga elanvändningen beror på en stor andel elintensiv industri, en stor andel småhus med elvärme samt, historiskt sett, låga elpriser. Den förhållandevis stora andelen elvärme gör att elanvändningen varierar relativt kraftigt över året.

Sektorn *bostäder, service m.m.* står för hälften av elanvändningen i Sverige och industrin svarar för nästan 40 procent. I bostäder kan el användas för en mängd funktioner: uppvärmning, belysning, matlagning, kyl och frys, underhållning, kommunikation m.m. Naturgas och stadsgas används både för uppvärmning och för matlagning. Biobränslen kan utöver uppvärmning användas till



Figur 2. Total slutlig användning av energi [TWh] uppdelat på sektorer. Källa: Energimyndigheten 2008d.

matlagning (vedspisar). I bostads- och servicesektorn används oljeprodukter främst som drivmedel i de s.k. areella näringarna (skogs- och jordbruk m.m.).

I bostadssektorn är det oftast uppvärmningen (i detta begrepp inkluderas även varmvattenförsörjningen) som är svårast att hantera vid avbrott i energiförsörjningen. När det gäller mat, belysning m.m. finns det relativt enkla sätt att hantera problemet när det uppstår, medan alternativ till uppvärmning normalt sett inte kan lösas lika lätt. En sådan situation utan måste förberedas innan störningen inträffar – annars riskerar många att få lämna sina hem och eventuellt nyttja reservboende i kommunernas regi. Vilken energibärare som används för uppvärmning varierar emellertid kraftigt för olika typer av bostäder och lokaler.

Uppvärmning av småhus

El svarar för 40 procent av den totala användningen av energi för uppvärmning i småhus inkl. jordbruksfastigheter, tätt följt av biobränslen (ved, flis, spån och pellets) som svarar för en nästan lika stor andel. Användningen av olja för uppvärmning av småhus inkl. varmvatten har minskat med tre fjärdedelar de senare fem åren. [Energimyndigheten 2009i]

Drygt 42 procent av samtliga småhus i Sverige värms med el som enda värme-källa, inkl. hus som värms med värmepumpar. Näst vanligast är kombinerad uppvärmning med el och biobränsle och därefter kommer uppvärmning med enbart biobränsle.

Uppvärmning av flerbostadshus

I flerbostadshus värmdes 82 procent av den totala uppvärmda arean med enbart fjärrvärme år 2008, vilket var oförändrat jämfört med föregående år. Tre procent av den totala arean värms med enbart el (andelen eluppvärmda areor har varit relativt låg ända sedan 1970-talet). Andelen area som värmdes med enbart olja var en procent. För sex procent av arean svarar kombinationer med värmepump för uppvärmningen. Användningen av naturgas/stadsgas för uppvärmning är liten, endast 0,5 procent använder gas för detta ändamål. [Energimyndigheten 2009k]

Uppvärmning av lokaler

Fjärrvärmen var år 2008 det vanligaste uppvärmningssättet för lokaler och förbrukningen motsvarade 68 procent av den uppvärmda arean, vilket är en liten ökning från 2007. Knappt sex procent värmdes enbart med el och knappt två procent enbart med olja. Drygt en procent av den uppvärmda arean värmdes med biobränsle (flis/spån, pellets, ved), i kombination med el. [Energimyndigheten 2009l]

3.1.2 Beroenden mellan olika energibärare

En störning eller ett leveransavbrott i en del av energisystemet *kan* få följdverkningar på andra delar av energisystemet, några *exempel* följer nedan:

- Fjärrvärme används i vissa fjärrkylesystem för hela eller delar av kylproduktionen

- Oljebaserade drivmedel krävs för leverans av (bio)bränsle till kraft-/fjärrvärmeverk
- El behövs till pumparna på tankställen för fordonsbränsle
- El behövs för drift och övervakning av naturgasnätet
- El behövs för drift av oljedepåer och därmed för distribution av drivmedel till tankställen
- Nästan alla former av uppvärmning av bostäder och lokaler är mer eller mindre beroende av el:
 - El behövs för att driva pumpar i fjärrvärmenät, även om distributionen inte avstannar för att pumpar i nätet står stilla
 - El behövs för att driva cirkulationspumpar i bostäder och lokaler för att fördela den distribuerade värmen.⁴
 - Många hushåll, framför allt i en- och tvåfamiljshus, har elvärme eller värmepump, vilket innebär att värmesystemet blir helt utslaget vid elavbrott
 - Berg- och jordvärme kräver el för att driva värmepumpen
 - Den som eldar med ved, pellets eller olja i sitt värmesystem eller är ansluten till fjärrvärmenät är beroende av el för att bränsle-/värmematning och pumpar ska fungera
 - Kakelugnar, kaminer och liknande kräver normalt sett ingen el för att fungera, undantaget är vissa pelletskaminer.
 - Hur länge det dröjer innan huset blir utkyllt beror, utöver eventuell självcirkulation m.m., till stor del på husets konstruktion (hur väl isolerat huset är m.m.). Mest utsatta är de som bor i dåligt isolerade hus med enbart elvärme.

3.1.3 Energiförsörjningens beroende av annan infrastruktur

På motsvarande sätt *kan* en störning eller ett avbrott i en annan infrastruktur medföra att en del av energiförsörjningen slås ut, exempelvis:

- Om en väg rasar eller svämvas över kan eventuellt inte bränsle transporteras till kraft-/fjärrvärmeverken.
- Om en väg rasar eller svämvas över kan eventuellt inte bränsle levereras från oljedepåerna.
- Om en telestation slås ut, till exempel som en följd av en naturrelaterad händelse, bryts tele- och datakommunikationerna till tankställen, depåer, mät- och reglerstationer i naturgasnätet, elproduktionsanläggningar och elnätstationer⁵ (elanläggningarna och naturgasstationerna fortsätter dock fungera, men går inte att fjärrövervaka eller manövrera).

⁴ Det finns dock studier som visar att med rätt förutsättningar är möjligheten till självcirkulation i en byggnads värmesystem goda, se [Lauenburg och Johansson 2008].

⁵ Stamnätet för el är oberoende av externa tele- och datakommunikationssystem, men region- och lokalnätstationer i framför allt stora nät som övervakas från central plats är beroende av externa tele- och datakommunikationssystem.

- Om en hamn eller slussanläggning skadas kan inte produkter levereras till oljedepå.
- Om de kommunala dagvattensystemen inte kan hantera nederbördsmängderna kan många olika typer av energianläggningar slås ut och därmed riskerar den lokala energiförsörjningen att stoppas.

3.1.4 Samhällets beroende av energi

Energi behövs för att lösa en lång rad av medborgarnas behov, till exempel uppvärmning, matlagning, kommunikation och transporter. Störningar i energiförsörjningen kan därmed påverka en stor del av samhället och befolkningen.

Eftersom el oftast också är en förutsättning för i stort sett all annan energiförsörjning intar den en särställning inom energisystemet. Tillgången på el är också i många fall en förutsättning för att andra tekniska system ska fungera. Störningar i elsystemet får ofta omedelbart konsekvenser eftersom det krävs att tillförsel och användning av el hela tiden måste hållas i balans (effektbalans). Även sammankoppling av energisystemet med grannländernas elsystem kan ha stor betydelse för försörjningstryggheten eftersom elen kan importeras eller exporteras beroende på var brist uppstår.

Ett annat exempel är transportsektorn som i stort sett är helt beroende av oljebaserade bränslen, främst bensin och diesel. Det finns inget bränsle som på kort sikt kan ersätta eller märkbart komplettera denna oljebaserade användning inom transport.

Flera andra sektorer är beroende av transportmöjligheter på landsväg. Till exempel kräver användningen av bioenergi transporter av materialet till förbränningsanläggningar och fjärrvärmeverk. Uppstår en akut oljebrist får det följder för transportmöjligheterna och därmed också användningen av andra bränslen. Distribution av drivmedel är också i stor utsträckning beroende av en trygg elförsörjning eftersom det till exempel krävs el för att använda pumpar på bensinstationen.⁶

Krisberedskapsmyndigheten och senare Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har studerat samhällets beroenden [MSB 2009a]. En central slutsats i studien är att samtliga verksamheter och samhället i stort är beroende av elförsörjning och elektroniska kommunikationer och *att beroendet dessutom successivt har fördjupats och blivit mer komplext*. En annan tänkvärd slutsats är att det är nödvändigt att analysera både direkta och indirekta konsekvenser för att få en korrekt bild av påfrestningen under en kris.

⁶ Reservkraftsomkopplare (anslutningsdon för reservverk) installerades för ca 15 år sedan på vissa tankställen med utgångspunkt från det civila försvarets behov. Dock är det oklart hur många av dessa som finns kvar i dag, men en inventering pågår. Även batteridrivna pumpar anskaffades och fördelades ut via länsstyrelserna.

3.2 Framtidens energisystem

Fokus för denna rapport är år 2050. Energisystemet är inte ett statiskt system, utan genomgår ständigt förändringar. Sveriges energisystem kommer tidsperioden fram till 2050 inte bara att påverkas av klimatförändringens effekter, utan faktorer som ekonomisk utveckling, teknikutveckling, efterfrågan, krav på begränsade utsläpp, styrmedel, bränslepriser etc. inverkar också starkt på utvecklingen.

Detta kapitel avser ge exempel på förändringar som energisystemet kan komma att genomgå, med utgångspunkt från olika typer av långsiktiga mål och strategier. De energipolitiska målen enligt regeringens proposition 2008/09:163 *En sammanhållen klimat- och energipolitik* gäller framförallt tre områden:

- förnybar energi
- förnybar energi i transporter
- energieffektivisering.

Senast 2020 ska andelen förnybar energi i den svenska energimixen vara minst 50 procent. Inom transportsektorn ska motsvarande andel vara minst 10 procent. Energianvändningen ska vara 20 procent effektivare år 2020 än jämför med 2008. Målet om effektivisering omfattar varje steg av energitillförseln: omvandling/förädling, distribution och slutlig användning.

Den europeiska energipolitiken är också inriktad mot tydliga mål för förnybar elproduktion och effektivare energianvändning. Med olika former av stöd, som till exempel det svenska elcertifikatsystemet, kan en omfattande utbyggnad av exempelvis vindkraft och kraftvärme förväntas. På längre sikt kan även andra former av förnybar elproduktion bli aktuella.

I Energimyndighetens långsiktsprognos [Energimyndigheten 2009j], som sträcker sig till år 2020 och 2030, studeras energisystemets långsiktiga utveckling utifrån beslutade styrmedel och givna förutsättningar med avseende på bland annat tillväxt och bränslepriser. Därmed kan inte långsiktsprognosen betraktas som en regelrätt prognos, utan som en konsekvensanalys av gällande lagstiftning och övriga inledande antaganden. I samtliga av långsiktsprognosens scenarier ökar den totala energianvändningen. Endast inom sektorn bostäder och service m.m. minskar energianvändningen, dels till följd av övergång från olja till värmepumpar och fjärrvärme, dels den ökade användningen av värmepumpar.

Energianvändningen inom transportsektorn ökar främst på grund av att efterfrågan på transporter troligtvis kommer att fortsätta öka. Regeringens mål är att 10 procent av energin i transportsektorn ska vara förnybar till 2020, och att transportsektorn 2030 är oberoende av fossila bränslen. El- och hybriddrift är tekniker som kan komma att utgöra en växande marknad framöver, liksom biodrivmedel såsom etanol, biogas eller biodiesel. En expansion av elbilar förutsätter en utbyggnad av laddningsinfrastrukturen som också kan kombineras med exempelvis dynamiska priser.

Nettoproduktionen av el ökar genom ökad elproduktion från kraftvärme, vind och kärnkraft. Den totala energianvändningen i sektorn *bostäder och service m.m.* ska enligt de politiska målen vid år 2050 vara 50 procent av energianvändningen så som den såg ut år 1995. Effektivisering, bland annat inom uppvärmning av små- och flerbostadshus, ska minska elanvändningen.

Omfattande vindkraftutbyggnader förväntas ske i norra Sverige samtidigt som detta sannolikt också sker i norra Finland och Norge. Det finns också stora vågkraftpotentialer längs ishavskusten i norr. Det betyder att stamnätets överföringsförmåga i nord-sydlig riktning måste förstärkas för att bibehålla en hög driftsäkerhet. De lokala elnäten behöver också anpassas för att kunna hantera nya former av småskalig produktion exempelvis i form av småskalig biokraft eller solenergi. Därmed finns även behov av att kunna hantera dubbelriktade elflöden. Således kommer elsystemet att fortlöpande anpassas, inte bara i form av förstärkning av elnätens kapacitet utan också ökning av styrbarheten av elproduktion och användning som är ansluten till elnäten.⁷

Yttre faktorer, såsom klimat och väder samt vilka anpassningar som efterhand görs med hänsyn till dessa, har givetvis en stor betydelse för hur energisystemet ser ut år 2050. Huruvida kärnkraften är avvecklad eller ej är också en osäkerhet i sammanhanget. Utgångspunkten i denna rapport har varit att utgå från dagens läge i energisystemet och ta hänsyn till sannolika framtida förändringar som kan påverka sårbarheten

I följande kapitel redogörs för olika infrastrukturers tekniska livslängder och reinvesteringstider i syfte att beskriva vilka delar av energisystemet som fortfarande kommer att användas inom en 40-årsperiod, och vilka system som successivt byts ut och uppgraderas.

3.3 Föränderligheten inom energisystemet

Energisystemet utvecklas och förändras löpande. Det handlar till exempel om:

- Effektivisering av produktion och överföring/distribution, såsom minskat antal driftcentraler, vissa delar av verksamheten sköts av annan part (out-sourcing), ökad internationalisering och minskade bränslelager.
- Allmän teknikutveckling ger bättre lösningar (effektivitet och eventuellt också ökad leveranssäkerhet), men skapar samtidigt allt fler beroenden mellan olika verksamheter, till exempel mellan energiförsörjning och elektroniska kommunikationer.
- Verksamhetsglidning mellan olika branscher (företag i oljebranschen säljer el, fastighetsbolag driver fjärr-/närvarmeverksamhet, nya företag uppstår som erbjuder funktionella tjänster såsom till exempel viss inomhustemperatur)

⁷ Den teknik som ska kunna hantera detta sammanfattas ofta under begreppet Smart Grids, som utöver elteknisk utrustning också omfattar IT-system, telekommunikationer och kundhanterings-system.

- Ekonomisk styrning från regering och riksdag (elcertifikatsystemet, skatter, konverteringsbidrag, stimulans till energieffektivisering, mål avseende vindkraftutbyggnad, m.m.)
- Ändrade författningar (till exempel funktionskrav inom elförsörjningen).
- Prisutvecklingen på energimarknaderna (höga oljepriser leder till övergång till annan energibärare för uppvärmning).

Ur strikt försörjningstrygghetssynpunkt är den ovan beskrivna utvecklingen inte odelat positiv.

Om reinvesteringstakten är hög eller om ett system eller delsystem har kort teknisk livslängd kommer anpassningen till klimatförändringens effekter att kunna ske löpande. Om reinvesteringstakten däremot är låg kan särskilda insatser behöva göras. Reinvesteringstakten varierar väldigt mycket mellan olika delar av energisystemet.

- Naturgassystemet är förhållandevis nytt, merparten är cirka 25 år gammalt, och livslängden på många anläggningsdelar är åtskilliga tiotals år, kanske över 100 år på vissa ställen. Detta medför ett lågt reinvesteringsbehov många år framöver.
- Reinvesteringstakten i *befintliga* fjärrvärmenät ligger i dagsläget rent teoretiskt på 300–1000 år (det investeras relativt mycket i nya eller utbyggnad av befintliga fjärrvärmenät). Investeringstakten i befintliga nät varierar stort beroende på hur gammalt nätet är, var i landet nätet finns och vilket företag som äger nätet. Den låga reinvesteringstakten kan förklaras med att många fjärrvärmenät är relativt nya (byggda på 1980-talet och framåt).
- Fjärrkylennäten är generellt sett betydligt nyare än fjärrvärmenäten, det första fjärrkylennätet togs i drift 1992 i Västerås.
- Den ”storskaliga” vattenkraften byggdes under 1950- och 60-talen. Många anläggningar är således 50 år och äldre, men de har löpande moderniserats. Generellt bedöms livslängden på en vattenkraftanläggning till minst 60 år.
- Det är cirka 40 år sedan de senaste kondenskraftverken för elproduktion byggdes, men å andra sidan används de endast ett fåtal timmar om året i samband med stora effektbehov (är reservkraft). Kraftverken kan därmed ha lång återstående *teknisk* livslängd beroende på hur användningen ser ut.
- Vad gäller kärnkraftverken pågår förberedelser och arbeten för att öka anläggningarnas tekniska livslängd från 40 år till 60 år. Detta innebär att om planerna genomförs kommer kärnkraftverk att finnas kvar minst till 2040-talet.
- För elnätets stamnätstationer och dess olika anläggningsdelar varierar livslängden mellan 15 till 50 år och ca två stationer förnyas per år. Livslängden på ledningsnätet i stamnätet bedöms till 80 till 100 år. För regionnätstationernas olika anläggningsdelar varierar livslängden mellan 15 till 50 år.
- Antalet tankställen för drivmedel minskar för varje år. På 1960-talet fanns det cirka 6000 tankställen, nu finns cirka 3000. Det senaste året minskade antalet tankställen med cirka 300 st. Det byggs ett fåtal nya tankställen varje år, oftast i

anslutning till nya vägar och handelsområden. Livslängden för ett tankställe beräknas till cirka 20 år.

Föränderligheten för anläggningar, ledningar och rör kan sägas vara liten. Det finns en större flexibilitet, och möjlighet till förändring, med avseende på Sveriges framtida energimix, genom effektivisering, olika bränslen och drivmedel, vilket beskrevs i kapitel 3.2.

4 Ökad påverkan på energisystemet från klimat- och väderrelaterade fenomen

Klimatförändringarna de kommande 40 åren innebär att Sverige kommer att utsättas för fler extrema vädersituationer samtidigt som vissa klimatfaktorer påverkar grundförutsättningarna för energisystemet som helhet. Av denna anledning är det viktigt att visa hur dessa, för energisystemet viktiga, väder- och klimatparametrar förändras i framtiden. En del klimatförändringar medför positiva förändringar för energisystemet men dessa redovisas inte i denna rapport.

Sammantaget kan förändringarna innebära att robustheten i den svenska energiförsörjningen försvagas vilket redovisas i kapitel 5.

4.1 Utmaningar finns redan med dagens väder

Det svenska energisystemet är idag beroende av vädret både när det gäller tillförsel och användning av energi. Till exempel så varierar energianvändningen för uppvärmning av bostäder och lokaler mellan årstiderna, samtidigt som vattenkraftens och vindkraftens möjligheter att producera el varierar beroende på nederbörds mängd och vindens energiinnehåll. Tryggheten i energiförsörjningen kan även påverkas av förändringar i det årliga mönstret för energianvändning, tillrinningsmönster för vattenkraften, högre kylvattentemperaturer och förändringar i biobränslehanteringen.

Nuvarande årliga variationer hanteras av energisektorns aktörer inom ramen för de mål och medel som de förfogar över idag. Var för sig utgör inte någon av dessa förändringar en uppenbart stor sårbarhet i energiförsörjningen, men i kombination med varandra kan de medföra att robustheten i den svenska energiförsörjningen försvagas.

Mer än 40 procent av avbrotten i elförsörjningen beror på väderrelaterade händelser. Forskning visar att frekvensen av stormar inte har ökat på senare år, men konsekvensen av dem blir mer omfattande beroende på energisystemets utsatthet i vissa områden, och samhällets beroende av energi i olika former.

Med dagens kunskap om kommande klimatförändringar går det att säga att hotbilden för energisystemet kommer att förändras.

4.2 Klimatförändringen förstärker hoten

4.2.1 Introduktion

De flesta klimatscenarier visar att klimatet håller på att förändras. Förändringarna innebär inte enbart att antalet extrema vädersituationer kommer att öka. För Sveriges del handlar det också om att klimatet blir mildare med varmare och mer regniga vintrar och torrare somrar. Detta kommer att påverka och förändra förutsättningarna för tillförsel och användning av energi, med risk för att robustheten som byggts in i systemet inte klarar av att stå emot konsekvenserna av dessa förändringar. Detta gäller energisystemet som helhet, men även de enskilda logistiksystemen och produktionsanläggningarna. När det gäller framtida extrema väderhändelser så är hoten inte nya, redan idag utsätts energiförsörjningen för prövningar i form av extremt väder. Ett framtida förändrat klimat förväntas öka kraften och förekomsten utav vissa av dessa väderrelaterade hot. Detta kommer att ställa allt högre krav på samhällets samlade förmåga att förhindra och hantera störningar i energiförsörjningen. Det är med andra ord inte någon ny hotbild som tornar upp sig, snarare handlar det om krafterna i, och förekomsterna av, att de befintliga hoten ökar.

Energiförsörjningen påverkas till exempel av förändringar i energianvändning, tillrinningsmönster för vattenkraften och biobränsletillväxt. Var för sig utgör ingen av dessa förändringar en uppenbart större sårbarhet i energiförsörjningen, men sammankopplat kan de medföra att robustheten i den svenska energiförsörjningen försvagas.

Klimatförändringarna kommer också att leda till ett förändrat normalläge. När det gäller vind och stormar samt åska finns det idag ingen forskning som tyder på att förekomsten av dessa väderfenomen skulle öka. Däremot bli förändringarna märkbara inom ett flertal andra områden som kan påverka energiförsörjningen (de väder- och klimatvariabler som totalt sett har hanterats i projektet framgår av Tabell 1 på sida 37):

- Temperaturförändringar (luft och vatten)
- Nederbörd (årsnederbörd, skurar, regnperioder, torrperioder)
- Översvämningar och höga flöden
- Högre havsvattennivåer
- Ras och skred
- Erosion

Enskilda förändringar inom något av ovanstående områden kan också leda till ökad förekomst av problem inom andra väderrelaterade områden. Den ökade nederbörden och de kraftigare skyfallen leder till exempel till att risken för ras, skred och översvämningar ökar. Förändringarna ”föder” med andra ord varandra vilket i sin tur kan leda till ökade problem.

Framtidens energisystem kommer också att bli allt mer beroende av väder, dels genom att klimatförändringen kommer att leda till en förändring av normalläget för till exempel temperatur och nederbörd, dels genom att det byggs allt mer väderberoende energibärare, t.ex. sol och vindkraft.

I kapitel 4.2.2–4.2.10 redogörs för förändringarna inom de områden som listades ovan. SMHI (Rossby Centre) är källan för de resultat, kartor m.m. som presenteras om inte annan källhänvisning framgår av löp-/figur-/bildtexter.

Om klimatmodeller och valda scenarier

En klimatmodell liknar i sin grund de vädermodeller som dagligen används för att bestämma väderutvecklingen de närmaste dagarna. En klimatmodell beskriver atmosfärens och havens cirkulation samt växelverkan mellan dessa och jordens landytor. Till modellen kopplas olika utsläppsscenarioer som beskriver atmosfärens sammansättning och dess förändring. Utsläppsscenarioerna baseras på antaganden om befolkningsutveckling och teknisk utveckling, som kan begränsa och minska utsläpp av bland annat växthusgaser. Utvecklingen av den mänskliga aktiviteten är dock osäker varför olika utsläppsscenarioer ha tagits fram för att få en uppfattning om dess inverkan på klimatförändringen. [Energimyndigheten 2009a]

Klimatmodellerna utvecklas kontinuerligt och blir allt mer sofistikerade med ett förfinat och mer detaljerat resultat. Men precis som det föreligger en osäkerhet i de traditionella vädermodellerna som används för ”nutidsvädret” så finns det en osäkerhetsrisk i klimatmodellerna. Dessutom tillkommer osäkerheten i utsläppsscenarioerna. Sammanfattningsvis föreligger alltså en osäkerhet i resultatet från klimatmodellerna, men tendenserna är tydliga: det pågår en global uppvärmning.

I samråd med SMHI valdes att använda den modellen ECHAM5 avseende den globala utvecklingen. För att de regionala variationerna i klimatet används regionala modeller som är mer detaljerade. De regionala modellerna simuleras med data från den globala modellen. I den här studien har RCA3 valts. Det utsläppsscenario som valts kallas A1B och är ett medelscenario avseende koldioxidutsläpp. Som referensperiod för differensresultat används en klimatdatabas ERA40 som hänförs till perioden 1961–1990. De kartor och resultat som redovisas nedan producerades inför eller i anslutning till klimat- och sårbarhetsutredningen [SOU 2007:60], dvs. inga nya scenarier har tagits fram inom denna studies ram.

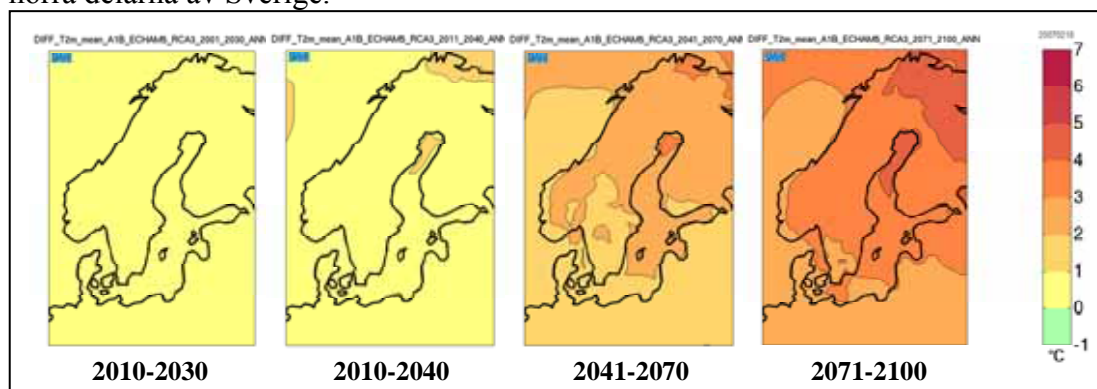
Varken modeller eller utsläppsscenarioer är på något vis hundra procentiga och kommer sannolikt att förändras. Underlaget ska därför inte tolkas bokstavligt utan betraktas som tendenser. Till osäkerheten hör även att utveckling av klimatmodeller och scenarier pågår kontinuerligt. Trots osäkerheten är med all sannolikhet tendenserna på de belysta parametrarnas förändring riktiga. Däremot är storleken på förändringen osäker.

4.2.2 Temperaturförändringar för luft och vatten

De framtida förändringarna kommer att leda till att det blir fler varma dagar och längre perioder med sammanhängande varma dagar. Konsekvensen av detta kommer att resultera i större avdunstning och mer torka, vilket också leder till ökad brandrisk. När temperaturen ökar får detta följande effekter:

- Längre torra och varma perioder.
- Ökad nederbördsmängd.
- Säsongen för snötäckt mark förkortas eller till och med försvinner i södra Sverige.
- Snösmältningen kommer tidigare på våren.
- Avrinningssäsongen blir längre.
- Gränser för tjäle förskjuts norrut.
- Vattentemperaturen i Östersjön, Öresund och Kattegatt ökar och havsnivån stiger.

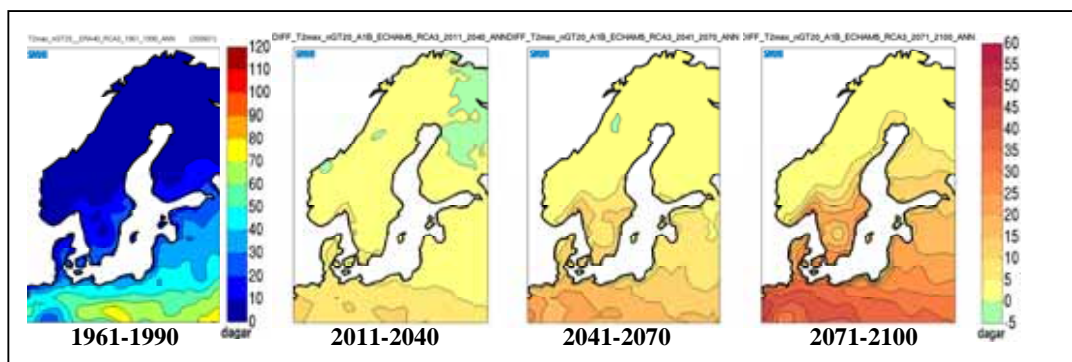
Av Figur 3 framgår att temperaturen kommer att stiga i hela landet och mest i de norra delarna av Sverige.



Figur 3. Förändring av årsmedeltemperatur jämfört med perioden 1960–1991.

Utbredningen av tjäle kommer att minska med stigande årsmedeltemperaturer och tjälgränsen flyttas därför norrut. I områden där tjälen finns kvar blir tjäldjupet mindre. Den minskade utbredningen och tjäldjup påverkar markens bärighet och hållfasthet, vilket i sin tur påverkar skogsnäringen.

Det blir fler varma dagar och längre perioder med sammanhängande varma dagar vilket medför ökat kylbehov. Konsekvensen av långa varma perioder med blir stor avdunstning och mer torka, vilket leder till ökad brandrisk. Högsommardagar definieras som dagar då maxtemperaturen når 25 grader eller mer och dessa kommer att bli påtagligt fler i Götaland och Svealand, se Figur 4.

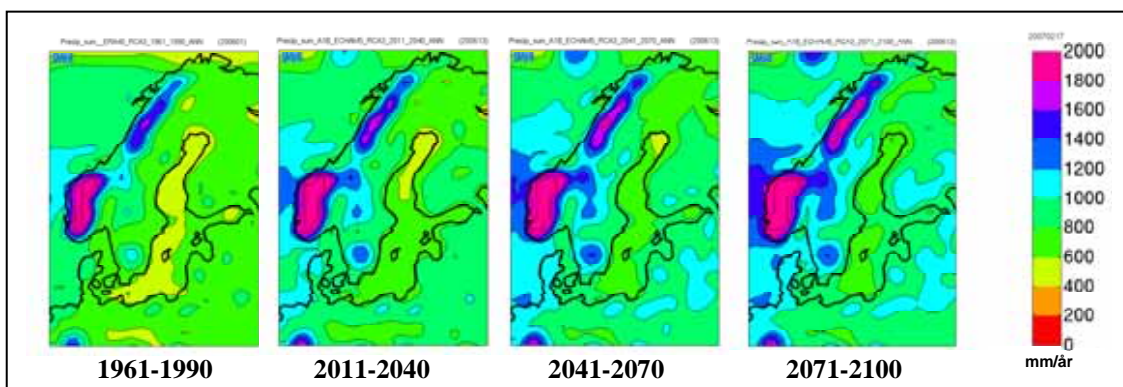


Figur 4. Antalet högsomrardagar för 1961–1990. För övriga tidsperioder redovisas förändringen av antalet högsomrardagar relativt 1961–1990.

Ytvattentemperaturen i havet stiger, enligt beräkningarna med mellan 2 och 4 grader i genomsnitt under 2000-talet. Det innebär att isläggningen förväntas minska kraftigt, både vad avser geografisk utbredning och issäsongens längd. I slutet av seklet förväntas havsis endast förekomma under någon månad i Bottniska viken och i Bottenhavets skärgårdar (SOU 2007:60). För Skagerrak finns ingen uppgift om beräknad temperaturförändring, men ett rimligt antagande bör vara att anta samma ändring som i övriga vatten.

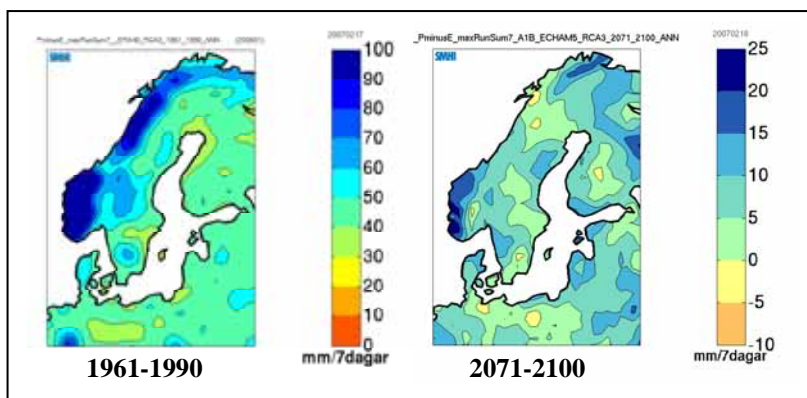
4.2.3 Nederbörd

Årsnederbörden ökar i princip i hela landet med upp till ca 200 mm, se Figur 5. Största ökningen sker i inre Götaland, västra Svealand och sydvästra Norrland. Andelen nederbörd som faller som snö minskar framförallt i Götaland och i södra och östra Svealand. En kombination av ökad nederbördsmängd och högre temperatur medför mindre frost och att marken sannolikt oftare blir vattenmättad under höst, vinter och vår.



Figur 5. Årsnederbörden för olika tidsperioder.

Maximal nederbörd under 7 efterföljande dagar väntas öka mest i Västra Götaland, Halland, Västernorrland och östra Västerbotten, se Figur 6.



Figur 6. Maximal nederbörd under 7 efterföljande dagar för tidsperioden 1961–1990. För tidsperioden 2071–2100 anges förändringen i den maximala nederbördsmängden relativt 1961–1990.

Den maximala nederbörden under 14 efterföljande dagar väntas öka mest i Västra Götaland, Halland, Västernorrland och östra Västerbotten.

Eftersom temperaturen i atmosfären ökar är det rimligt att anta att skurnederbörden ökar i mängd och intensitet. Stor dygnsnederbörd kan ge lokala eller regionala översvämningar om vattnet inte hinner rinna undan, antingen som följd av att marken redan är vattenmättad eller att dräneringar eller avloppssystem inte har kapacitet att ta hand om nederbörden. Dagar med mer nederbörd än 10 mm kommer att öka mest i västra Götaland, västra Svealand och Norrland och under andra halvan av 2000-talet.

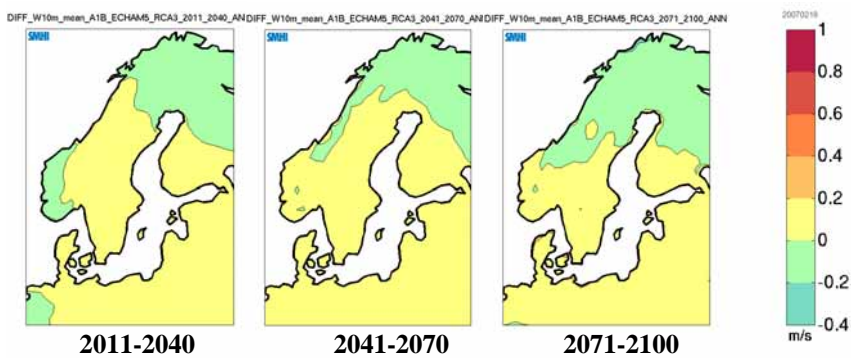
4.2.4 Vind, stormar

Medelvind definieras som medelvind under 10 minuter mätt på 10 meters höjd. Ihållande kraftiga vindar är förknippade med fronter och lågtryck vilka styrs av den storskaliga cirkulationen. Det finns inga tendenser till omläggning eller ändring i den storskaliga cirkulationen. Därför finns det inga tydliga tendenser till ändring i vare sig den genomsnittliga vindriktningen eller hastigheten.

I samband med kraftig skuraktivitet kan kortvariga men mycket kraftiga vindar och vindbyar förekomma. Möjligen kan skuraktiviteten öka och bli kraftfullare varför vindfenomen i samband därmed skulle kunna förekomma oftare.

Medelvind

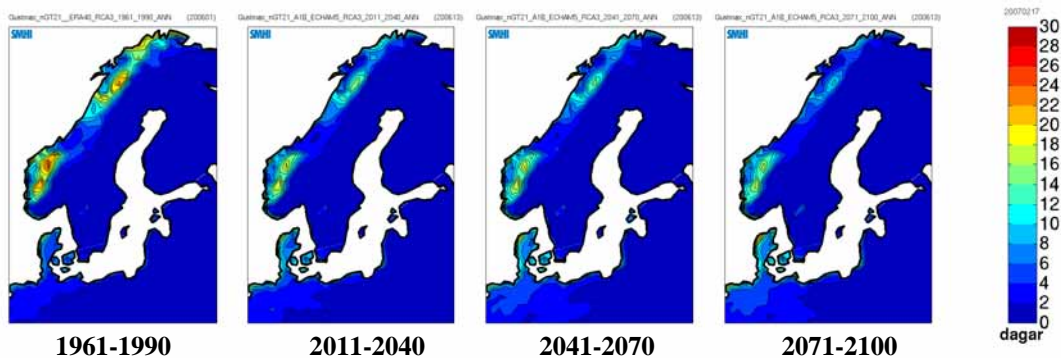
Det finns ingen tendens att medelvinden skall ändras. Underlaget för hela 2000-talet visar på en variation av medelvinden på $\pm 0,2$ m/s.



Figur 7. Förändring av medelvinden jämfört med referensperioden 1961–1990.

Vindbyar

Det finns en tendens att förekomsten av vindbyar mer än 21 m/s minskar i västra delarna av Västerbotten och Norrbotten (i fjälltrakterna). Förekomsten av byar med mer än 21 m/s ökar på norra Själland. Det bör innebära att förekomsten av vindbyar även bör öka i västra delen av Skåne, Halland och Västra Götaland.



Figur 8. Antal dagar med vindbyar mer än 21 m/s.

Saltstorm

I samband med kraftig vind till havs rivs vågtopparna sönder och atmosfären tillförs påtagliga mängder salt. I vår närhet gäller det Skagerrak och Kattegatt som har den största salthalten. I samband med en västlig komponent på vinden, vilket är vanligt vid kraftig vind, förs den saltbemängda luften in över kustnära område och saltbelägger det mesta i sin väg.

Det finns inte någon tydlig tendens till ändring i vare sig vindriktning eller hastighet. Det finns därför inga skäl till att s.k. saltstormar skulle bli mer frekventa eller drabba områden längre inåt landet från kusten räknat.

4.2.5 Åska

Atmosfären blir varmare och kan därmed innehålla mer fuktighet. Detta är gynnsamt för bildning av skurar och åska. Tendensen är inte säker men möjligen kan åskfrekvensen öka. Det finns inget skäl till att förvänta sig att blixarna skall bli kraftigare men som sagt möjligen fler.

4.2.6 Översvämningar och höga flöden

I samband med ökad nederbördsmängd ökar också risken för översvämningar i vattendragen. Eftersom nederbörden väntas öka framförallt i västra Götaland visar figuren följdriktigt att vattendrag i detta område oftare kommer att drabbas av översvämning.

Scenarier över lokal avrinning och extrema flöden finns inte att tillgå för tidsperspektivet 2050. Dock visar scenarier för slutet av seklet att avrinningen kommer att öka i hela landet, men mest i de norra och västra delarna av landet.

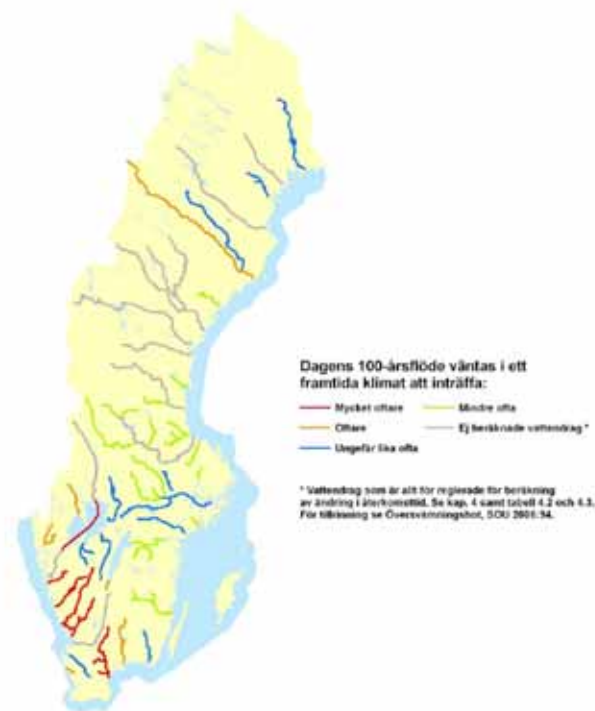
Extrema flöden kan uppskattas i så kallade 100-årsflöden. Ett 100-årsflöde innebär att sannolikheten för ett sådant flöde är 1 på 100 för varje enskilt år. Den ackumulerade risken blir avsevärt högre; risken att drabbas av ett 100-årsflöde under en 100-årsperiod är 63 procent. (SOU 2007:60)

En markant ökning av lokala 100-årsflöden förväntas i västra Götaland, sydvästra Svealand och nordvästra Norrland. Dagens 100-årsflöde väntas i dessa områden vid slutet av seklet att ha en återkomsttid på mellan 20 och 80 år⁸. I övriga delar av landet kan återkomsttiden i stället bli längre. Höga flöden i nordvästra Norrland kan dock fortplanta sig längs med vattendragen och orsaka översvämningar nedströms.

4.2.7 Högre havsvattennivå

En global ökning av havsvattenståndet är att förvänta (SOU 2007:60, s.183), vilket också leder till ett högre vattenstånd i Östersjön. Ökningen motverkas av landhöjning, men förstärks av att frekvensen av västvindar förväntas öka. Spridningen av modellresultaten är stora: i slutet av seklet förväntas medelvattenståndet ha ökat med allt från några centimeter till 80 cm. I studerat underlagsmaterial finns ingen information om situationen vid 2050, vilket är "slutåret" för denna studie.

⁸ Om frekvensen av 100-årsflödet ändras så att det istället blir ett 20-årsflöde innebär det att sannolikheten för ett sådant flöde under en 100-årsperiod ändras från 63 procent till 99 procent. (SOU 2007:60)



Figur 9. Förväntad förändring av översvämning i vattendragen under 2000-talet. Källa: SOU 2007:60.

Den havsnivåhöjning som kommer att ske på grund av klimatförändringen väntas fortsätta under flera hundra år, nästan oavsett framtida begränsningar av växthusgasutsläppen. Orsaken till detta är havens inneboende tröghet (SOU 2007:60, s.185).

I övrigt väntas klimatförändringen få följande effekter på havsvattnet:

- Nivån på extrema högvatten förväntas öka mer än medelvattenståndet.
- Havsisen i Östersjön förväntas minska kraftigt.
- Salthalten minskar.

4.2.8 Ras och skred

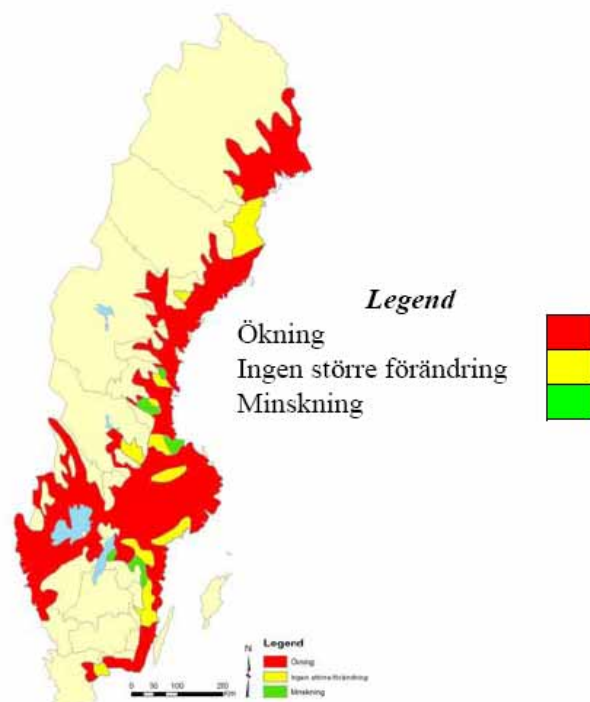
I Figur 10 visas den förändrade benägenheten för skred och ras beroende på klimatförändringen. Figuren visar förändringen i perioden 2071–2100 i förhållande till dagens situation (1961–1990). Bedömningen omfattar de områden som tidigare varit klassade som erosionskänsliga eller områden med jordlager av lera och silt.

I Figur 11 visas den förändrade benägenheten för moränskred och slamströmmar på grund av klimatförändring. Figuren visar förändringen i perioden 2071–2100 i förhållande till dagens situation (1961–1990). Bedömningarna omfattar områden som har topografiska förutsättningar för moränskred och slamströmmar.

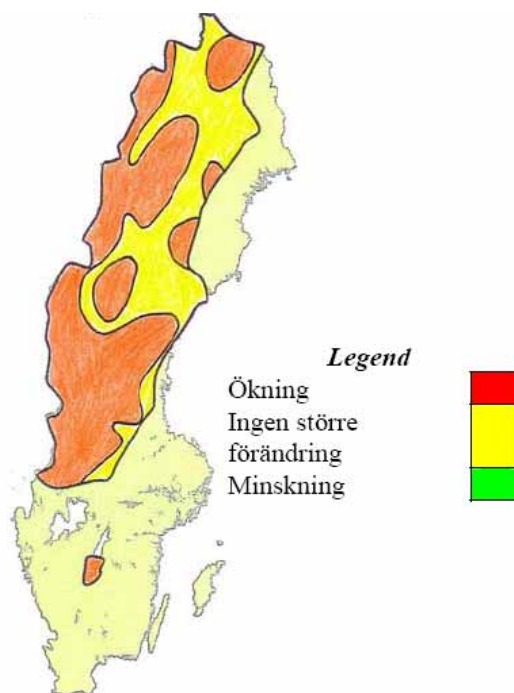
4.2.9 Erosion

Stranderosion förekommer såväl längs kuster som längs sjöar och vattendrag. Kusterosion drabbar områden som består av lätttrölig jord eller sand. De mest utsatta kuststräckorna finns i Skåne, Blekinge samt på Öland och Gotland. (SOU 2007:60)

Höga flöden i vattendrag, till exempel vid stora nederbördsmängder, vid tappning av exempelvis dammar eller dämningsskatastrofer kan orsaka erosion. De förväntade ökande



Figur 10. Förändring av benägenheten för skred och ras på grund av klimatförändringen avseende perioden 2071–2100. Källa: SOU 2007:60.



Figur 11. Förändring av benägenheten för moränskred och slamströmmar på grund av klimatförändringen avseende perioden 2071–2100. Källa: SOU 2007:60.

nederbörds mängderna och intensiteten i dem, kan komma att förvärra problemen.

I Figur 12 visas den förändrade benägenheten för erosion längs vattendrag och sjöar på grund av förändring av hundraårsflöden respektive intensiva regn beroende på klimatförändring. Figuren visar förändringen för perioden 2071–2100 i förhållande till dagens situation (1961–1990). Bedömningen omfattar de områden som tidigare varit klassade som erosionskänsliga områden.

4.2.10 Nedisning

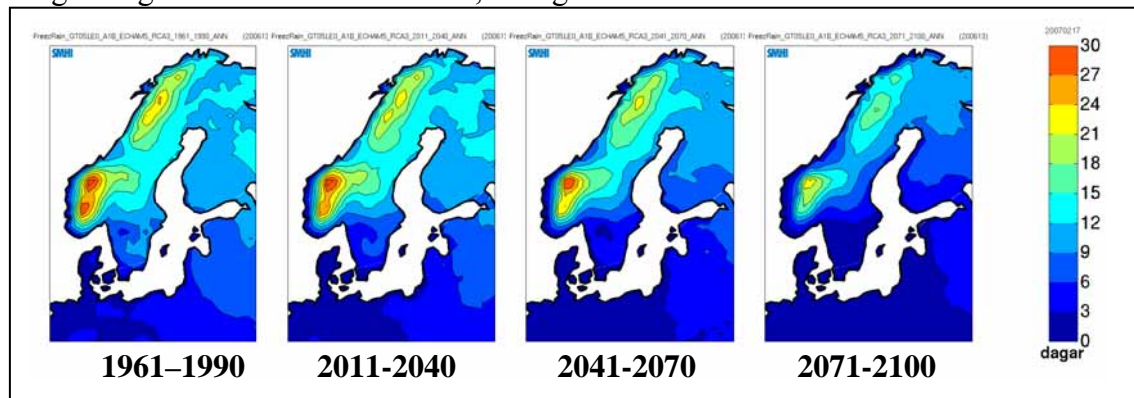
Isavlagring på konstruktioner och underlag kan ske på olika sätt:

- **Underkylda moln som är marknära.** Kan ge stor ispåläggning eftersom fenomenet kan pågå under lång tid (jämför skidliftsystem på fjälltoppar). Ingen förändring förväntas av detta fenomen.
- **Underkyld nederbörd.** Flytande nederbörd (som kan ha temperatur mindre 0°, underkyld) fryser då den träffar ett föremål eller markytan. Fenomenet kan förekomma över stora området oberoende av höjden över havet och kan pågå under några timmar.

I den använda modellen har endast beräkning av underkyld nederbörd gjorts. En svagt avtagande tendens kan noteras, se Figur 13.



Figur 12. Förändring av benägenheten för erosion p.g.a. klimatförändringen, avseende perioden 2071–2100. Källa: SGI 2007a (del av figur 6.1).



Figur 13. Antalet dagar per år med underkyld nederbörd för olika tidsperioder.

4.2.11 Klimataspekternas utbredning

Flera problem bedöms öka bortom år 2050 i förhållande till dagens klimat vilket redovisats. Det är däremot långt ifrån alla klimataspekter som bedöms ge upphov till problem i energisektorn. Förändringarna i klimatet ger upphov till effekter som uppträder lokalt, regionalt eller nationellt på olika sätt vilket framgår av tabellen

nedan (två prickar betyder att klimataspekten normalt inte uppträder enbart på den nivån).

Tabell 1. Bedömd förändring av klimataspekternas utbredning.

KLIMATASPEKT	UTBREDNING		
	Lokalt	Regionalt	Nationellt
TEMPERATUR			
Medeltemperatur	Ökar, mest vintertid i Norrland (5–6 grader)
Varma perioder	Ökar, mest i Götaland och Svealand
Varmt och fuktigt väder	Ökar sommar och höst.
Tjäle (frostdagar)	Minskar
Soltimmar	Minskar
NEDERBÖRD			
Årsnederbörd	Ökar
Stor dygnsnederbörd	..	Ökar	..
Maximal nederbörd under flera dagar	..	Ökar	..
Nederbördsintensitet	..	Ökar	..
Snödagar	Minskar
Snömängd	Minskar
Underkyld nederbörd	Minskar något
Torrperioder	Oförändrat
Avrinning	..	Minskar/oförändrat/ökar beroende på plats	..
VIND			
Medelvindhastighet	..	Oförändrat	..
Byvindhastighet	..	Minskar/oförändrat/ökar beroende på plats	..
Vindbyar >21 m/s	..	Minskar/oförändrat/ökar beroende på plats	..
ÖVRIGA			
Åska	Frekvensen kan möjligen öka	..	..
Saltstormar	..	Oförändrat	..
SPECIFIKT FÖR ÖSTERSJÖN, ÖRESUND OCH KATTEGATT			
Ytvattentemperatur	Ökar 2–4 grader
Medelvattenstånd	..	Sjunker/oförändrat/ökar beroende på plats	..
100-årsvattenstånd	ökar 0,5–2 m
SPECIFIKT FÖR PÅVERKAN PÅ LANDSKAPET			
Erosion	Ökad risk	..	..
Skred och ras	Ökad risk	..	..
Ravinutveckling	Ökad risk	..	..
Moränskred och slamströmmar	Ökad risk	..	..
Höga flöden	..	Ökad risk	..

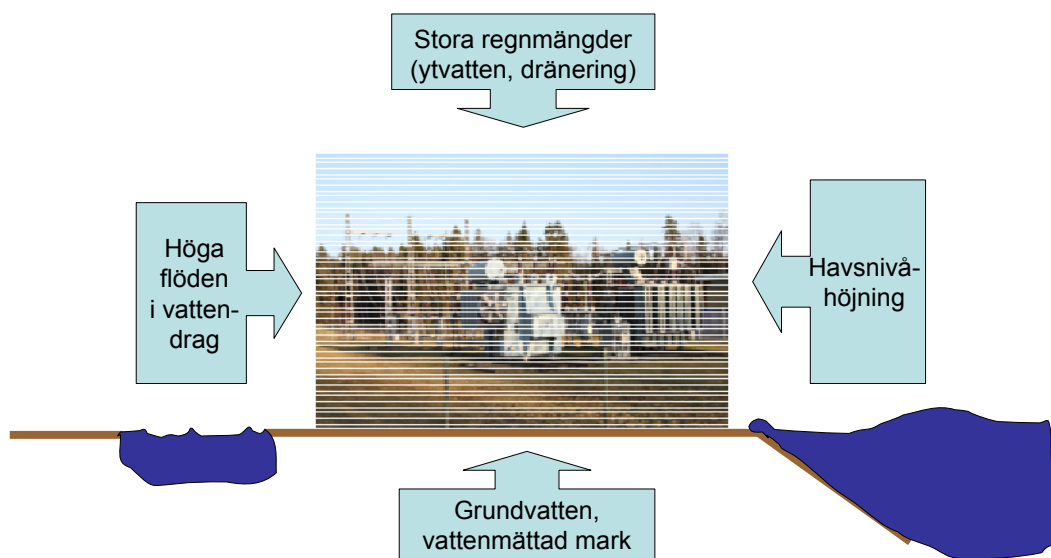
4.2.12 Särskilt om översvämningar

Regeringsuppdraget exemplifierar extrema väderhändelser med:

- Stormar
- Översvämningar
- Ras och skred

Av de ovan identifierade extrema väderhändelserna förväntas klimatförändringen medföra att förekomsten av och/eller styrkan i dem ökar i framtiden med undantag för stormar där det är osäkert om de blir kraftigare eller inte. Men stormar kan redan i dagens klimat orsaka förödande skador på energiinfrastruktur och ge svåra följdverkningar för tredje man (stormen Gudrun 2005, stormen Per 2007).

Denna studie har utgått från dessa händelsetyper, men i arbetet har samlingsnamnet översvämningar delats upp i olika och delvis alternativa händelser eftersom en översvämning av till exempel en energianläggning kan uppstå av flera skäl, se Figur 14. För någon energibärare finns även kommentarer kring andra extrema väderhändelser.



Figur 14. Översvämning av anläggning kan ske av olika orsaker. Bilden på anläggningen är tagen i annat sammanhang.

Direktivet om bedömning och hantering av översvänningsrisker, det så kallade översvänningsdirektivet, har införts i den svenska lagstiftningen. MSB har därmed möjlighet att utfärda föreskrifter utifrån detta direktiv som syftar till att minska ogynnsamma följder av översvämningar för människors hälsa, på miljö, kulturarv och ekonomisk verksamhet.

Höga flöden

Långvarigt och/eller intensivt regnväder kan medföra höga flöden i älvar, åar och sjöar (vattendrag). Värt att noteras är att flöden i små vattendrag ofta kan vara mer problematiska att hantera än flöden i de stora vattendragen, eftersom de senare

oftast har fler och större reglermagasin. I små vattendrag (och mindre reglerade) kan det uppstå snabbare förlopp vilket kan vara svårare att hantera eftersom hänsyn kan behöva tas till att industrier och bostäder ligger nära strandlinjen. Vid vattensystem med vattenkraftanläggningar sker regelmässiga kontroller av vattennivåerna m.m. till skillnad från de oreglerade vattendragen. För de reglerade vattendragen finns också upparbetade informationskanaler för kontakter med intressenter.

Ytvatten

Vid långvarigt och/eller intensivt regnväder kan en eventuell underdimensionering eller brister i dräneringar och dagvattensystem medföra problem genom att anläggningen riskerar att översvämmas. Detta kan i sin tur leda till kortslutningar i el- och reglerutrustning/anslutningspunkter. Vatten kan under vissa omständigheter även komma bakvägen in i anläggningar via dagvattensystemen.

Grundvatten

Om marken är vattenmättad kan vatten även tränga igenom betongkonstruktioner och medföra att de delar av anläggningen som ligger under marknivå vattenfylls. Ofta är pumpar och el- och reglerutrustning placerade längst ner i anläggningar och riskerar i sådant fall att slås ut.

Hög havsytenivå

Högre havsytenivå till följd av smältande polarisar och/eller stormar kan översvämma anläggningar främst i de västra och södra delarna av landet vilket riskerar att göra de drabbade anläggningarna obrukbara för lång tid framöver.

5 Energibärarna och det förändrade klimatet

Kapitlet redovisar inledningsvis hur klimatförändringen förändrar några grundläggande förutsättningar för energisystemet, dvs. det kommer att bli ett nytt normalläge att ta hänsyn till i produktions-, distributions- och användarleden. Därefter följer en introduktion till hur extrema väderhändelser principiellt kan störa energiförsörjningen. Slutligen följer redovisningar med kortare analyser om hur olika energibärare kan påverkas av extrema väderhändelser.

När det gäller elförsörjningen är redovisningen uppdelad på elproduktion och elöverföring eftersom elförsörjningen är ett stort system och är mer komplext och mindre homogent system än övriga energibärare. Samtidigt är de övriga energibärarna mer eller mindre beroende av en fungerande elförsörjning, se kapitel 3.1.2.

5.1 Konsekvenser av ett förändrat normalläge

5.1.1 Ökat underhålls- eller reinvesteringsbehov

Elöverföring

Ett varmare och blötare klimat medför att träd i ledningsgator växer snabbare och faller lättare vid blåst. Intervallen för trädröjning för att säkerställa att elnätet är ”trädsäkert” måste därför löpande anpassas. Det kan också uppstå ett ökat behov av kablifiering av lokalnät även i norra Sverige, på samma sätt som nu sker i södra delen av landet.

Alla jordkabeltyper är inte vattentäta och i samband med en högre vattenmättnad i marken kommer det att tränga in vatten i jordkablar vilket på sikt ger problem med korrosion på både skärmar och ledare. Det kommer därmed att bli viktigare att välja jordkabeltyper som är vattentäta och att skydda jordkablar mot vatten under förläggning.

Mer nederbörd ger ökad vattenmättnad i marken och detta, tillsammans med mindre tjäle, kommer att öka risken för röta eller rostangrepp. Detta kan därmed ge kortare livslängd på ledningsstolpar. Det är dock skillnad mellan norra och södra Sverige vad avser till exempel förekomsten av tjäle, men tjälen kommer att minska i det framtida klimatet. Detta borde inte innebära en ökad risk för elavbrott (stolparna blir direkt eller indirekt mer känsliga för vind) eftersom stolpar ska bytas efter hand de blir dåliga. Det förutsätter att elnätföretagen är uppmärksamma på situationen. Särskild uppmärksamhet bör riktas på detta i områden där andelen luftledning är hög i lokal- och regionnät.

Vid längre perioder med vattenmättad mark kan även sättningsskador uppkomma, vilket kan medföra stolpras. Detta kan uppstå i såväl stamnät, regionnät som lokalnät.

Högre temperaturer medför sämre kylning av apparater som ger förlustvärme, vilket ger ökat slitage och att befintliga ledningar och kablar får lägre överföringsförmåga.

Kombinationen av hög luftfuktighet och varmt väder gör att mossa, mögel och svampar växer och försämrar eller förstör apparater. Exempelvis minskar isolationsavstånd eller material oxiderar som en effekt av angrepp.

Högre temperaturer medför lägre överföringsförmåga på ledningar med risk för överbelastning och elavbrott, vilket berör lokalnät och regionnät på lägre spänningsnivåer. Högre temperaturer kan även leda till överbelastning av främst transformatorer placerade inomhus (berör främst stationer på regionnätetsnivå).

Stam- och regionnäten är byggda för att för att klara åska. En eventuell ökning av åskfrekvensen kan medföra behov av att öka anläggningsskyddet. Detta arbete bedöms i så fall kunna genomföras i samband med underhålls- och förnyels-earbete.

Naturgas

Klimatförändringen kommer att påverka naturgassystemet på lång sikt genom till exempel ökad korrosion och markförskjutningar/sättningar till följd av ökade regnmängder. Omfattande nederbörd kan även, i likhet med fjärrvärmerören, påverka fixeringen av rören då trycket omkring rören förändras av en högre vattenmättnad. Om fixeringen förändras kan detta på sikt medföra läckage och risk för leveransavbrott till följd av brand- och explosionsrisk. Problemet med hur friktionsfixeringen påverkas av vattenmättnad i marken är förhållandevis lite utrett, vilket är en kunskapslucka som skulle behöva fyllas.

Förändrade och/eller fler höga flöden i vattendrag kräver en anpassning av naturgasledningar, till exempel genom ändrad dragning av ledningar, att större redundans byggs in i systemet och att förstärkningsåtgärder vidtas vid passage av vattendrag.

Ett varmare klimat kan komma att påverka livslängden på de plastledningar som används för anslutning av bostäder, men problemet är troligen marginellt eftersom livslängden med dagens klimat bedöms vara 350 år.

Fjärrvärme

Ökande regnmängder kommer att påverka fjärrvärmenäten, i likhet med naturgasnätet och fjärrkylennät. På sikt kan till exempel korrosion, markförskjutningar och sättningar komma att öka. Ändrade flöden och fler höga flöden i vattendrag kräver anpassning av ledningsnäten, till exempel genom

ändrad dragning av ledningar, att större redundans byggs in i systemet och att förstärkningsåtgärder vidtas vid passage av vattendrag.

Den naturliga fixeringen av rören i moderna fjärrvärmenät kan försvinna vid höga grundvattennivåer eller i blöt/illa dränerad mark. Detta kan leda till stora förskjutningar och mekaniska påfrestningar som följd. Detta är samma problembild som för naturgasnäten.

Fjärrkyla

Ökande regnmängder kommer att påverka fjärrkylennäten, till viss del på samma sätt som det påverkar naturgasnätet och fjärrvärmenät. Det handlar om korrosion på rören i de fall där ledningarnas yttermantlar inte har varit helt täta, vilket leder till försämrad isolering. Däremot är friktionsfixeringen inte ett problem för fjärrkyledistributionen eftersom fjärrkylesystemen inte använder denna förläggningsmetod.

Höjs vattentemperaturen i det vattendrag där frikylan hämtas minskar det möjligheten att nyttja vattnet för kyländamål. Även små förändringar i temperatur kan leda till att cirkulationen i vattendraget förändras och kylningen blir sämre.

5.1.2 Förändrade produktionsmöjligheter och användning av energi

Elproduktion

Klimatförändringen medför ökande ytvattentemperaturer. Vattentemperaturen har en avgörande betydelse för verkningsgraden vid kärnkraftverk och oljekondenskraftverk – högre temperatur ger sämre verkningsgrad och lägre tillgänglighet. Detta har inneburit att kärnkraftverksföretagen har investerat i ombyggnad av kärnkraftverken avseende förmåga att hantera höga kylvattentemperaturer. Dessa investeringar är både säkerhetsmässigt och ekonomiskt motiverade då de kan ge högre årsproduktion till en relativt låg kostnad. För de befintliga oljekondensverken är en högre ytvattentemperatur inte något bekymmer.

Klimatförändringen väntas få följande konsekvenser relaterat till den vattenkraftbaserade elproduktionen:

- Årsnederbörden ökar
- Den maximala mängden nederbörd under 7- och 14-dagarsperioder ökar
- Ett varmare klimat medför kortare och mindre stabila vintrar samt att den totala snömängden minskar, vilket medför att vårfloden minskar och kommer tidigare och blir inte lika tydlig
- Risk för så kallad negativ avrinning (uttorkning) under våren och sommaren i nordvästra Svealand och hela Norrland.
- Ökad avrinning (nederbörd minus avdunstning) under juli till september i fjällområden.

Områden där det i dag är problem med stora regnflöden riskerar att drabbas hårdare och/eller oftare. Däremot kan vattendrag som drabbas av kraftigt vårflöde få det lindrigare. Förmågan att ta hand om fluktuationer i tillrinning är ”relativt stor” med dagens kapacitet och tillstånd för vattenkraften. När det uppstår höga flöden blir dock alla vattendrag mer eller mindre oreglerade, dvs. det finns ingen möjlighet att dämpa det vatten som kommer. När fjällmagasinen är fyllda (framåt hösten) är de extra känsliga för stora nederbördsmängder över stora områden. Då finns risk för att de behöver tappa vatten för att kunna hantera hög vattenföring. Kort sagt ändras förutsättningarna för vattenkraften och dess utnyttjande under året, men den samlade årsproduktionen bör kunna bli större.

Långa perioder med lite nederbörd utsätter det nordiska elsystemet för påfrestningar. Så kallade torrår inträffar emellanåt och när detta sker tillsammans med andra större störningar i elproduktionssystemet kan elenergi-brist uppstå. Men även förhållandevis korta torrperioder påverkar vattenhushållningen och kan därmed vara ett hot för främst små och medelstora vattendrag. Korta torrperioder påverkar definitivt elproduktionsmöjligheterna i de små och medelstora vattendragen, men eventuellt även i de större. Dock finns det inget i klimat-scenarierna som tydligt pekar på att torrperioderna blir längre eller kommer att förekommer oftare i framtiden. Den väntade utvecklingen av energisystemet, se kapitel 3.2, medför emellertid ett allt större behov av reglerkraft och då är vattenkraftens tillgänglighet även i små och medelstora vattendrag väsentlig.

I Europa har höjda temperaturer i vattendrag lyfts som ett problem för kondenskylda kraftverk såsom kärnkraftverk. I Energimyndigheten 2009c konstateras att motsvarande problem för svenska kärnkraftverk är av övergående karaktär, då det är en fråga som hanteras och planeras för. I flera fall är byggnation av djupvattenintag för kylvatten initierade.

Elproduktionen vid kraftvärmeverk påverkas av hur mycket fjärrvärme som används. När vintertemperaturen stiger kommer det att användas mindre fjärrvärme, vilket ger minskade möjligheter att producera el. Värmelasterna påverkas också av effektiviseringar hos slutanvändare av fjärrvärme. Beräkningar har visat att en minskning av värmelasten ger en närmast proportionell minskning av elproduktionen från kraftvärme, se Energimyndigheten 2009g.

För kraftvärme har, utöver värmebehovet, även styrmedel (elcertifikatsystemet) och teknikutveckling avgörande betydelse för hur stor den framtida elproduktionen i kraftvärmeverk kan bli. Kraftvärme begränsas i många fjärrvärmenät dels av billigare och mer prioriterad värmeproduktion (exempelvis industriell spillvärme eller avfallsförbränning som ger ett lågt elutbyte), dels att topplasten i fjärrvärmesystemen ofta möts av annan värmeproduktion.

Fjärrvärme

När temperaturen ökar kommer, förutsatt att alla andra faktorer är oförändrade, användningen av fjärrvärme att minska, Temperaturökningen förväntas bli störst

under den så kallade uppvärmningssäsongen. Detta medför att temperaturskillnaden mellan inomhus och utomhus minskar och att uppvärmningssäsongen blir kortare. Effekten kan avläsas ur tabellverk för gradtimmar som funktion av en Orts medeltemperatur. Minskningen i antal gradtimmar för en ort med 7 grader årsmedeltemperatur jämfört med en som ligger på 6 grader ligger mellan 8 och 9 procent räknat på det totala fjärrvärmebehovet. Med hänsyn till att varmvattenförbrukningen inte ändras så mycket med klimatet så blir den totala minskningen för en fjärrvärmeproducent inte riktigt lika stor men större än 5 procent. Klimatförändringar kan således slå mot fjärrvärmeföretagens ekonomi.

En uppskattning av hur fjärrvärmeleveranserna kan utvecklas fram till år 2050, med tanke på klimatförändringen, effektiviseringar och en ökad användning av fjärrvärmepumpar, hamnar på mellan en svag ökning av leveranser till en minskning med nästan 50 procent, se Energimyndigheten 2009g. Beroende på hur stort värde elproduktion respektive värmeproduktion tillmäts genom bränslepriser och styrmedel i framtiden kan elproduktionen från kraftvärme, med dessa förutsättningar, hamna mellan 7 och 32 TWh, vilket ska ses som extremvärden. Prognostisering är dock svårt, osäkerheterna är många. Störst betydelse för hur stor produktionen kan bli har dock värmelastens eventuella förändring.

Fjärrkyla

Högre temperaturer i sjöar kan medföra sämre möjligheter att nyttja frikyla, vilket leder till ett större beroende av andra tekniker för att producera kyla, till exempel fjärrvärme och el.

Ett varmare klimat leder troligtvis till att behovet och betydelsen av att kunna kyla lokaler ökar. Regeringen klargör i Klimatpropositionen (prop. 2008/09:162) följande:

Det är väsentligt att möjligheter till kylning finns på sjukhus, sjukhem och andra lokaler där sjuka eller äldre vistas, så att inomhus-temperaturen kan hållas inom rimliga värden även om det blir en värmebölja.

5.1.3 Ändrade förutsättningar för biobränsleproduktion

Energimyndighetens studie har, vad avser biobränslen, avgränsats till inhemska biobränsleråvaror och biobränslen.

Med stor sannolikhet kommer nederbörds mängden att öka i hela landet i framtiden. Det kommer sannolikt att medföra större skador på mark och träd. Blötare markförhållanden ställer stora krav på planering av logistik och förarnas skicklighet vid avverkning och terrängtransport. Även valet av maskiner påverkas – det kommer att krävas lättare maskiner med mindre marktryck i framtiden. Anpassningar, till exempel i form av förändrad avverkningstidpunkt och var och hur materialet lagras längs den logistiska kedjan, kan också behövas. Detta gäller såväl rundvirke som trädbiomassa för energiändamål, till exempel grenar och toppar (GROT). På lång sikt kan även valet av träslag påverkas. Med största

sannolikhet skulle detta innebära en större andel gran och olika lövträd i skogarna i framtiden.

Odling av Salix gynnas av mer nederbörd vilket ger en högre tillväxt. Men att skörda Salix skulle bli svårare eftersom Salix alltid skördas avlövad det vill säga på vinterhalvåret då marken oftast är i tjäle. Om det inte blir tjäle kan skördeoperationen orsaka stora markskador och även skada trädens rötter m.m. Den logistiska kedjan inklusive lagring vid olika tillfällen längs kedjan kommer också att påverkas.

I det studerade underlagsmaterialet, som redovisas i delrapporten Energimyndigheten 2008a, saknas till stor del beskrivningar av klimatförändringens effekter vad avser skörd, lagring och logistik av biobränslen. Underlagsmaterialet har mest behandlat de ändrade förutsättningarna för skogs- och jordbruket, dvs. val av grödor, skötsel, avverkning och terrängtransporter. I rapporten Energimyndigheten 2009h redovisas därför aktuellt forskningsläge och behov av ny forskning inom området. Detta med tanke på att biobränslen är en viktig energibärare el och värmeproduktion och biobränslen betydelse i energisystemet och i svensk ekonomi förväntas öka ytterligare.

5.2 Extrema väderhändelser kan ge stora konsekvenser

Följande underkapitel utgör sammanställningar av de klimat- och vädervariabler som utgör ett hot för leveranssäkerheten i energisystemet (se Energimyndigheten 2009c för mer detaljer).

De väder- och klimatvariabler som totalt sett har hanterats i projektet framgår av Tabell 1 på sida 37. De hot/vädervariabler som visas i följande tabeller är de hot som är identifierade i regeringsuppdraget och i vissa fall andra hot som kan komma att *öka* eller *bli allvarligare* till följd av klimatförändringen. De klimatscenarier som projektet har haft tillgång till visar inte att stormar kommer att öka i frekvens eller styrka, varför konsekvensen av storm inte har utretts ytterligare mer än undantagsvis i denna utredning. Dock är stormar ett högst påtagligt och allvarligt hot i både dagens och framtidens elförsörjning, vilket flera av Energimyndighetens studier efter stormarna Gudrun och Per visat, se till exempel Energimyndigheten 2007a.

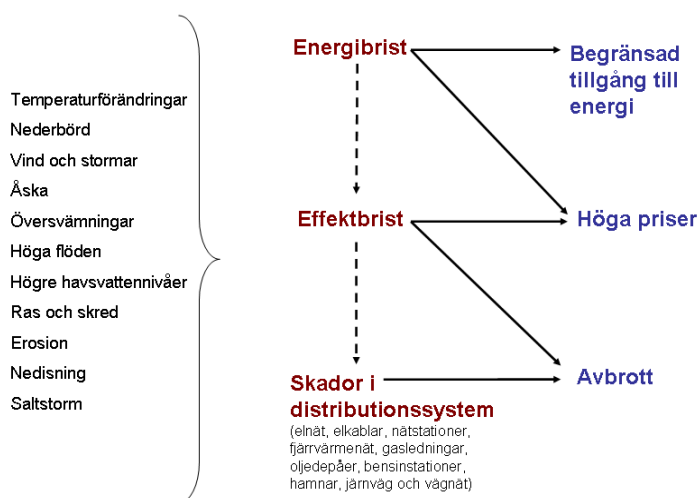
Varje delkapitel inleds med en kort genomgång av grundläggande fakta om respektive energibärare. Därefter beskrivs konsekvenser av ett urval extrema väderhändelser, vilket följs av en sammanfattande analys avseende hur hoten, om de blir verklighet, geografiskt drabbar landet.

I tabellerna används pilar för att visa att samma typ av problem finns även för nästa systemnivå. Två prickar betyder att hotet inte är relevant eller tillämpligt på aktuell systemnivå.

5.2.1 Principiella konsekvenser av extrema väderhändelser

Flera olika väderrelaterade händelser kan leda till samma principiella konsekvens för slutanvändaren, nämligen begränsad tillgång till energi, höga priser eller avbrott i energiförsörjningen. Hur många användare som drabbas och hur länge ett avbrott eller en störning varar beror bland annat på vilken typ av händelse som har inträffat, var och när den inträffar samt vilken krisberedskap som energiföretag, samhället och individer har.

Vissa händelser är mer allvarliga och påverkar, eller hade under andra betingelser kunnat påverka, hela eller stora delar av nationen. Klimatförändringen medför också att vissa händelser kommer att inträffa oftare eller kraftigare än vad vi är vana vid. Figur 15 visar hur olika händelser principiellt påverkar energiförsörjningen för användarna.



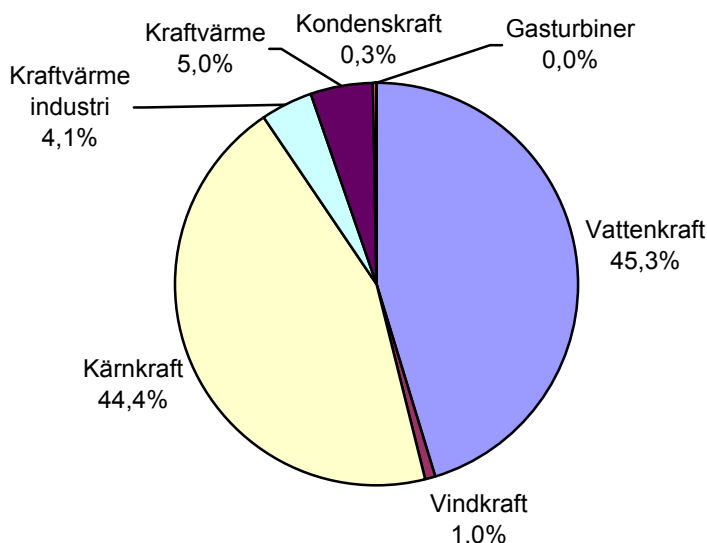
Figur 15. Exempel på väderrelaterade hot och hur de kan störa energiförsörjningen samt konsekvenser för slutanvändaren.

Energisystemet är komplext och är på många sätt sammankopplat. Händelser som inträffar kan i kombination, eller i vissa fall enskilt, leda till energibrist, effektbrist eller skador i distributionssystemen. Bakomliggande orsaker till störningar i energiförsörjningen kan vara av olika karaktär, men problemen som uppstår för slutanvändaren kan i princip sammanfattas med höga priser, begränsad tillgång till energi eller avbrott. Höga priser uppstår om tillgången på energi är knapp och efterfrågan stor, alternativt att osäkerheter på marknaden ger höga spekulativa priser. Begränsad tillgång på energi kan vara en följd av långvarig brist som måste mötas med minskad användning eller ransoneringar. Den tredje följden, regelrätt avbrott, kan exempelvis bero på skador i ledningar eller tillförselsvägar, alternativt avbrott som beror på bortkoppling vid eleffektbrist.

5.2.2 Elproduktion

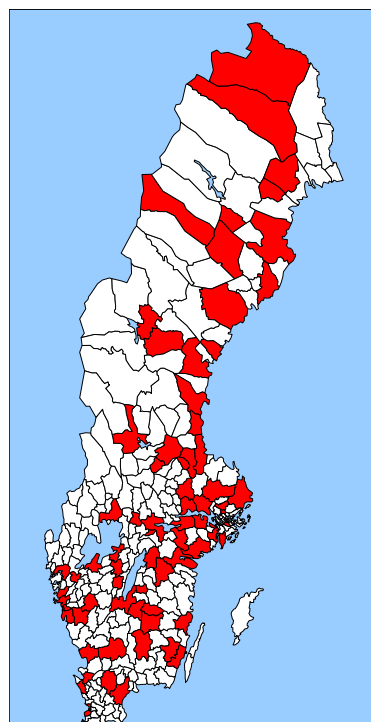
Grundläggande fakta om elproduktionen i Sverige

Elproduktionens fördelning mellan olika kraftslag framgår av Figur 16. Sveriges elproduktion baseras i huvudsak på kärnkraft och vattenkraft – endast en mindre del utgörs av förbränningsbaserad produktion. Idag är biobränslen det mest dominerande bränslet för den förbränningsbaserade elproduktionen. Oljebaserade bränslen används i begränsad utsträckning som bränsle i kraftvärmeanläggningar och i de elproduktionsanläggningar som nyttjas vid hög elanvändning och vid allvarliga störningar i det svenska elnätet.



Figur 16. Sveriges elproduktion per kraftslag år 2007. Källa: Energimyndigheten 2008e.

- Vattenkraftverk finns i hela landet, de största anläggningarna finns i Norrland, medan de flesta finns i södra Sverige. Det vattendrag som producerar mest energi är Luleälven, vars totala elproduktion motsvarar drygt 10 procent av den svenska årliga elanvändningen.
- Sverige har tre kärnkraftverk med sammanlagt 10 reaktorer i drift; i Varbergs, Oskarshamns respektive Östhammars kommun.
- Det fanns vid 2007 års slut 1022 vindkraftverk i drift, varav Lillgrund är störst med en produktionskapacitet på 110 MW.
- Elproduktion sker även vid 100-talet kraftvärmeverk, som utöver el även producerar fjärrvärme i drygt 70 kommuner. Kraftvärmeverken använder mest biobränslen, men det finns två stora naturgaseldade kraftvärmeverk i Göteborg



Figur 17. Kommuner med kraftvärmeverk.

respektive Malmö.

- I övriga industrin (övervägande skogsindustrin) finns ytterligare minst 50-talet kraftvärmeverk (mottryck), som utöver el även producerar processånga eller värme. De flesta anläggningarna är placerade längs kusten samt vid sjöar och andra vattendrag i Götaland och Svealand.
- Oljeeldade kondenskraftverken finns i Karlshamns, Gävle, Norrköpings, Stenungssunds och Gotlands kommun. I Västerås finns ett värmekraftblock som även kan användas i kondensdrift.
- Gasturbiner, som är oljeeldade, används mest som reservaggregat och vid mycket högt elbehov i landet. De flesta ligger kustnära i södra Sverige, ingen finns norr om Forsmark i Östhammars kommun.

Sverige är direkt sammankopplat med elsystemen i Danmark, Finland, Norge, Tyskland och Polen och har därmed möjlighet att nyttja produktionskapacitet i de länderna. Indirekt hänger Sverige dessutom samman med andra länder i Europa genom att de länderna har förbindelser till de uppräknade länderna. Den totala överföringskapaciteten i förbindelserna med grannländerna motsvarar drygt en fjärdedel av den totala installerade produktionseffekten inom landet. Nyttjandet av förbindelserna sker enligt strikt marknadsmässiga villkor.

Stormar

Stormar är generellt inget problem för en elproduktionsanläggning, men plåtar som rivs loss av vinden kan i olyckliga fall skada anläggningens utrustning för distribution av elkraft.

Erosion, ras, skred

Alla stora oljekondensverk och kärnkraftverk är uppförda på berggrund, dvs. utan risk för erosion, ras och skred. För kraftvärmeverk är problemen desamma som för fjärrvärme – möjlig elproduktion begränsas av hur mycket fjärrvärme som distribueras/används.

En gasturbinanläggning står nära Göta älv. Skredrisker i Göta Älvdalen kartläggs av Statens Geotekniska institut, som genom regleringsbrev för 2009 (ramanslag för klimatanpassning) fick detta uppdrag.

Översvämning

Det är oklart om vindkraftverken har marginaler mot kraftigt högt vattenstånd i haven eller vid höga flöden i åar, älvar och sjöar.

Strålskyddsmyndigheten, SSM, har beslutat om ny föreskrift för konstruktion och utförande av kärnkraftsreaktorer. I § 14 fastställs att kärnkraftverken bland annat ska vara dimensionerade att motstå naturfenomen. I föreskrifternas allmänna råd till § 14 klargörs att dimensionerande naturfenomen inkluderar extremt klimat, till exempel:

- Extrem vattennivå

- Extrema havsvågor
- Extrem nederbörd

Enligt SSM innebär dessa skärpta krav att alla kärnkraftverk måste genomgå en ny analys för att se vad de befintliga anläggningarna klarar och vad som måste förstärkas. Analyser och åtgärder ska vara avklarade cirka någon gång 2012 till 2013. Genom detta bedömer SSM att kärnkraftverken kommer att ha en god beredskap mot klimatförändringen, men redan i dagsläget bedömer SSM att många klimathot klaras av kärnkraftverken i befintligt utförande.

Gasturbiner finns ovan mark, dvs. det finns inga nedgrävda delar. Möjligen kan några anläggningar stå för nära havsytan och därmed vara utsatta för översvämningsrisk.

I bilaga 8 till SOU 2007:60 bedöms extrema flöden vara den klimatkraftfaktor som helt överskuggar de övriga väder-/klimatrelaterade faktorerna vad avser risker kopplat till dammsäkerhet. Dammarna är dimensionerade för extrema flöden och indelade i två flödesdimensioneringsklasser med avseende på konsekvenserna av ett dammbrott⁹. Om avbördningskapaciteten inte är tillräcklig kan detta leda till att dammen överströmmas vilket i sin tur kan leda till dammbrott, vilket skedde i Noppikoski 1985 (en klass II-damm). Ett dammbrott skulle, oavsett orsaken till varför det inträffar, utöver att elproduktion omöjliggörs i det aktuella vattendraget medföra skador på miljö, annan infrastruktur (till exempel vägar och viktiga anläggningar i elnätet) och närliggande bebyggelse nedströms. Om elnätstationer skadas medför det i sin tur att det inte heller går att distribuera el från andra produktionsanläggningar även om de i sig inte skadades vid dammbrottet.

Sammanfattande analys

Elproduktionsanläggningar finns över hela landet och det finns anläggningar som kan påverkas av extrema väderhändelser så att elproduktionen helt slås ut vid anläggningen. Störningar i enskilda produktionsanläggningar förväntas dock inte ge konsekvenser lokalt eller regionalt, eftersom det svenska elnätet är sammanbundet och det finns redundans även för bortfall av stora anläggningar.

Långa torrperioder blir allvarligt för landet först i kombination med andra typer av problem i elproduktionen, till exempel stort bortfall av kärnkraftsproduktion, eller ett samtidigt haveri på elöverföringsledningarna. Klimatförändringen förväntas däremot inte medföra att torrperioderna blir fler eller längre.

⁹ Flödesdimensioneringsklass I innebär att det är risk för förlust av människoliv, allvarlig skada på viktig infrastruktur eller miljövärde, stor ekonomisk skada. Det finns ca 130 anläggningar i klass I, vilka ska vara dimensionerade för 10 000-årsflöden. Sannolikheten att ett sådant flöde inträffar under en hundraårsperiod är 1 procent. Klass I-dammar har små marginaler i förhållande till 10000-årsflödet.

Flödesdimensioneringsklass II innebär risk för skada på infrastruktur, miljövärde eller egendom tillhörig annan än dammägaren. Klass II-anläggningar dimensioneras för 100-årsflöden, dvs. sannolikheten är 63 procent för att ett sådant flöde inträffar under en hundraårsperiod. Klass II-dammar har stora marginaler i förhållande till 100-årsflödet.

Tabell 2. Sammanställning av klimat- och väderhot mot elproduktionen vilka i *sämsta* fall kan leda till lokala, regionala eller landsomfattande avbrott i elleveranser.

Hot	Omfattning		
	Lokal störning (tätort, kommun)	Regional störning (flera kommuner)	Landsomfattande
Stormar
Erosion, ras, skred
Översvämningar
Torrperioder	Påfrestningar i elförsörjningen. Ev. elbrist om händelsen sammanfaller med problem i annan typ av elproduktion.

5.2.3 Elöverföring

Grundläggande fakta om det svenska elnätet

Det svenska elnätet kan principiellt delas in i tre nivåer:

- **Stamnät**; utgörs av ledningar med spänningsnivåerna 220 000 och 400 000 volt. Stamnätet ägs av staten genom Svenska Kraftnät. Till stamnätet är kärnkraftverk och de största vattenkraftverken anslutna samt förbindelser till utlandet. Stamnätet består av ca 130 ställverk, varav Svenska Kraftnät är huvudman för 35 stycken, och 15 000 km luftledningar samt en obetydlig mängd markförlagd kabel.
- **Regionnät**; ansluter till stamnätet och har en lägre spänningsnivå, vanligtvis 40 000–130 000 volt. Regionnäten transporterar el från stamnätet till lokalnäten och i vissa fall direkt till större förbrukare. Till regionnätet är många stora produktionsanläggningar anslutna, till exempel kraftvärmeverk, gasturbiner, oljekondensverk, vattenkraftverk och stora vindkraftverk anslutna. Regionnätet består av ”några tusen” (max 5000) nätstationer och 33 000 km ledningslängd. Cirka fem företag driver regionnät.
- **Lokalnät**; ansluter till regionnäten och transporterar el till hushåll och de flesta industrier. I de lokala näten omvandlas elen bland annat till den normala hushållsspänningen 400/230 volt. Till lokalnäten är till exempel små vattenkraftverk och vindkraftverk anslutna. Lokalnäten är uppbyggda med 168 000 stolp- och nätstationer och ca 480 000 km ledningar. I tätorter består lokalnäten uteslutande av jordkabel. På landsbygden består lokalnäten av en blandning av oisolerad luftledning, isolerad luftledning, hängkabel och jordkabel. Det finns cirka 170 lokalnätsföretag, vars ledningsnät varierar mellan 3 km och 115 000 km.

Det finns cirka 5,2 miljoner s.k. uttagspunkter, vilket är ungefär detsamma som kunder eller det som i denna rapport benämns elanvändare, i det svenska elnätet (SCB 2009a). Av dem är cirka 4,0 miljoner permanentbostäder, dvs. småhus eller lägenheter.

För stamnätet och delar av regionnätet finns normalt en omedelbar alternativ väg vid till exempel ett ledningsfel. För andra delar av regionnätet och för stora delar av lokalnätet krävs i bästa fall omkopplingar för att få fram el i nätet. Kunder med liten energianvändning i glesbygd kan drabbas av långvariga elavbrott eftersom det oftast saknas omkopplingsmöjligheter på låg systemnivå (spänningsnivå).

Stormar

Det främsta hotet med stormar är att träd fällt av vinden och kan rasa över ledningar, vilket kan leda till elavbrott. Stamnätet byggs ”trädsäkert”, dvs. inga träd ska kunna falla ner på kraftledningen. Stamnätet dimensionerades fram till 1993 för belastningsfallet *samtidig vind- och islast*. Därefter infördes även belastningsfallet *hög vind utan islast*. Hänsyn tas också till att kraftledningar i fjällkedjan och på västkusten utsätts för högre vindtryck (läs vindhastighet) och i vissa fall för större islast. Även regionnäten ska vara trädsäkra. Emellertid har inte alltid underhållet av regionnäten skötts enligt plan. Enligt Svensk Energis redovisning av det s.k. NÄTKIC-projektet [Svensk Energi 2008a] återstod 12 procent av regionnätet att trädsäkra vid ingången av 2008.

Lokalnäten och delar av regionnäten kan lida stor skada till följd av stormar, vilket stormarna Gudrun respektive Per med stor tydlighet påvisade. Även om stormarna i framtiden kanske inte blir fler eller kraftigare kan vind-/stormrelaterade störningar ändå bli omfattande även i framtiden. En orsak till detta är att nederbörden kommer att öka och tjälen kommer att minska, vilket gör att stolpar faller lättare.

Erosion, ras, skred

Ras och skred är inget påtagligt hot i dag, men i till exempel norra Halland genomförs ombyggnadsprojekt på grund av skredrisk. På lokalnätetsnivå är risken större att anläggningar slås ut jämfört med övriga systemnivåer. Erosion är heller inte något påtagligt problem i dag, men i Skellefteå har en 130 kV-stolpe rasat på grund av erosion i en bäck.

Svenska Kraftnät bedömer att i Västra Götaland, där det finns många områden med stor risk för skred, finns ett fåtal stolpar och två stamnätstationer som är utsatta för skredrisk.

Det förekommer ledningsstolpar i region- och lokalnät på skredbenägen mark i hela Sverige, oklart hur många och hur långa sträckor det handlar om.

Av de några tusen regionnätstationer som finns utspridda i landet finns det stationer, det är dock oklart hur många, som ligger på mark där det finns risk för skred.

Översvämning

Regn ska normalt inte vara något problem för nätstationer, men det har hänt att det läckt in vatten i kabelkällare trots att byggnader varit högt placerade på väl

dränerad mark. Om det blir kraftig nederbörd kan vattnet ta nya vägar. Den totala regnmängden under året spelar mindre roll i detta sammanhang.

Två av de stamnätsstationer som Svenska Kraftnät äger ligger nära havet och kan behöva åtgärdas.

Regionnätstationer ligger oftast en bit in från kusten eller med avstånd till sjöar och andra vattendrag, men även om stationerna oftast ligger högt, kan höga flöden i åar, älvar och sjöar medföra problem. Vad gäller mellanspanningsnätet (lokalnät) finns det chans att en anläggning klarar sig trots höga flöden. Detta beror på att anläggningarna i lokalnäten oftast inte innehåller någon övervaknings- och styrutrustning och de är därmed inte så känsliga för att anläggningsdelar översvämmas. Det händer att kabelkällare då och då vattenfylls på grund av dålig dränering, men det ger inte några drastiska följder. Det är oftast grus kring transformatorstationer, vilket ger bra dränering. Transformatorgropen måste i bland pumpas för att fungera som avsett (sker mest under vår och höst).

Redan nu planeras för, eller pågår, ombyggnad av nästan 20 fördelningsstationer i Göteborgsområdet. Där finns till exempel en station som ligger under havsytan, den byggs om så att den hamnar 4 m över och en annan station vallas in. Den högsta vattennivå som uppmäts i Göteborg är +1,7 meter över normalvattenståndet – vid 2 meter över normalvattenstånd kommer det att bli riktigt besvärligt enligt bedömning från Göteborg Energi. Sett till hela Göteborgsområdet ligger flera nätstationer under den nuvarande normala havsnivån.



Figur 18. Exempel på nätstation som ligger nära havsytan. Bilden tagen den 31 juli 2009. Vinden var på denna plats västsydvästlig till västlig med medelvind på mellan 17 och 19 m/s och med byar upp till 26 m/s. Havsvattenståndet varierade mellan 46–62 cm över normalen under dagen. Foto: Energimyndigheten/Anna Fridén.

Passage av vattendrag sker för stamnät med luftledning över vattendraget. För region- och lokalnät sker passage av vattendrag antingen med luftledning över, på botten av eller nedgrävd under vattendraget. Den bottenliggande kabeln kan utsättas för ökade flöden och kabeln riskerar därmed att flyttas med vattenströmmen – kabeln är emellertid relativt tålig mot denna typ av nötning.

Andra extrema väderhändelser

Risken för överslag till följd av saltbemängd nederbörd blir ett allt mindre problem eftersom elnätanläggningar byggs om och placeras i inomhusliknade miljöer.

Vad gäller lokalnät kan temperaturer nära noll och nederbörd innebära blötsnö och nedtyngda ledningar och träd, som kan falla på ledning så att den går av. Detta fenomen ”flyttar norrut” i takt med klimatförändringen (högre vintertemperaturer, mer nederbörd).

Det kan uppstå problem med kabel förlagd på botten (sjökabel) vid strandkanter till följd av ”isskrivning”, vilket sker när isen rör sig och detta sliter på kabeln.

Sammanfattande analys

När det gäller överföring av el är bedömningen att många av de undersökta hoten kan ge störningar lokalt och regionalt. Långvariga elavbrott kan till exempel leda till allvarliga störningar i viktiga samhällsfunktioner, vara ett hot mot psykisk och fysisk hälsa och innebära stora kostnader för individer, näringsliv etc. Detta finns väl dokumenterat efter bland annat stormarna Gudrun och Per [Energimyndigheten 2007a]. Hur omfattande en störning blir är starkt förknippat med nätets utformning, hur goda omkopplingsmöjligheter som finns, hur elnätsföretagens beredskap är, m.m. Generellt är omkopplingsmöjligheterna sämre vid lägre systemnivåer (lokalnät och regionnät med lägre spänningsnivåer) och bättre på högre systemnivåer (regionnät med höga spänningsnivåer och stamnätet). De allra flesta elanvändare/kunder är anslutna på lokalnätsnivå, som generellt sett är minst robust mot olika typer av händelser.

De klimatscenarier som projektet har haft tillgång till visar inte att stormar kommer att öka i frekvens eller styrka. Stormar är emellertid ett högst påtagligt och allvarligt hot i både dagens och framtidens elförsörjning. Stormar kan täcka mycket stora geografiska områden och därmed medföra att många användare drabbas av långvariga elavbrott. Under 2000-talet har därför elbranschens och samhällets fokus avseende elnätens sårbarhet till stor del varit kopplat till om ledningarna i region- och lokalnät hänger i luften eller är nergrävda i marken. Det finns logik i detta, eftersom många av de långvariga elavbrotten som drabbar många användare är en följd av stormar som medför att träd faller på ledningar som går sönder. De vädertyper som nedgrävningen skyddar mot är hårda vindar, blötsnö och i stor utsträckning även åska. Detta är bra och viktigt eftersom åtgärderna kommer att minska frekvensen och omfattningen av elavbrott orsakade av denna typ av väderhändelser.

Att ersätta luftledningarna med nedgrävda kablar alternativt att ersätta så kallad blanktråd med plastbelagd ledning samt elnätsföretagen kommer i fatt med eftersatt röjning av ledningsgatorna beskrivs ofta av såväl branschföreträdare som en del samhällsföreträdare som att elnäten ”vädersäkras”. Begreppet vädersäkring är i det sammanhanget olämpligt eftersom det finns flera väder- och klimateffekter som nedgrävning av kablar inte skyddar mot, till exempel höga flöden, kraftigt regn, erosion och skred – det vill säga de hot som kommer att öka i takt med klimatförändringen. Dessutom sker vädersäkringen främst i områden som tidigare visat sig vara särskilt känsliga för stormrelaterade störningar, det vill säga vädersäkringen sker enbart i delar av elnätet och i vissa delar av landet.

Händelser med erosion, ras och skred skulle kunna påverka stamnätet och ge landsomfattande följder, om händelsen sammanfaller med annan betydande störning i systemet. Erosion, ras och skred kan lokalt och eventuellt regionalt förstöra viktiga anläggningar och ledningar, men bör inte leda till några omfattande störningar i elförsörjningen.

Ledningar till produktionsanläggningar går ibland över erosions- eller skredbenägen mark och är därmed ett indirekt hot mot driften vid produktionsanläggningen även om den i övrigt är skyddad mot denna typ av naturrelaterade händelser, oftast är de byggda på eller förankrade i berg.

Utan att ha genomfört en systematisk inventering kan det konstateras att det finns nätstationer i lokalnät och regionnät som ligger dåligt till vid år och sjöar vilket vid översvämning kan medföra lokala och regionala störningar i elförsörjningen, eller i olyckliga fall värre problem om flera händelser sammanfaller med varandra. Totalt sett är detta troligen inte något stort problem, framför allt inte på de högre systemnivåerna, men lokalt och regionalt kan höga flöden och översvämmade stationer medföra besvärliga elavbrott. Det pågår arbeten kring dessa hot också eftersom de i viss utsträckning finns redan idag. Det kommer att behövas mer klimatanpassningsåtgärder i region- och lokalnät med avseende på höga havsvattennivåer (västkusten) och höga flöden i åar, älvar och sjöar i hela landet. Vad gäller regionnätet bör fokus vara på de lägre spänningsnivåerna, eftersom det där finns färre och kanske inga alternativa försörjningsvägar, till exempel till en tätort.

Varje bortfall av enskilda anläggningar försvagar dock elnätets robusthet mot ytterligare händelser. Vid bedömning om det behövs vidtas förstärkningsåtgärder eller inte, och i så fall i vilken ordning, bör det vägas in:

- vilka omkopplingsmöjligheter som den aktuella nätstrukturen medger
- hur viktig anläggningen är, dvs. hur många kunder som anläggningen försörjer med el alternativt hur mycket effekt som stationer ”hanterar”.

Tabell 3. Sammanställning av klimat- och väderhot mot elnätet vilka i *sämsta* fall kan leda till lokala, regionala eller landsomfattande avbrott i elleveranser.

Hot	Omfattning		
	Lokal störning (tätort, kommun)	Regional störning (flera kommuner)	Landsomfattande
<i>Stormar</i>	Trädpåfall på ledningar eller stolprisar om dåliga markförhållanden. Ökat trädpåfall p.g.a. ökad årsnederbörd och mindre tjäle. Vid bristande underhåll ger den ökade årsnederbörden mer röta resp. rostangrepp på stolpar som därmed tål stormar sämre.	Trädpåfall på ledningar vid bristande underhåll ("trädsäkring")	..
<i>Erosion, ras, skred</i>	Stationer och ledningar förstörs.	→	Stationer och ledningar förstörs. Kan ge störningar om händelsen sammanfaller med annan händelse.
<i>Höga flöden</i>	Utslagna stationer om de är olämpligt placerade eller har brister i konstruktion (otillräcklig invallning m.m.)	→	..
<i>Stora regnmängder</i>	Utslagna stationer om dålig dränering, brister i dagvattensystem eller otät betong.	→	..
<i>Hög havsytenivå</i>	Utslagna stationer om de är olämpligt placerade eller har brister i konstruktion (otillräcklig invallning m.m.)	→	..

5.2.4 Oljebaserade bränslen

Grundläggande fakta om oljeförsörjningen i Sverige

Framställning av bränsle från råolja sker i Sverige i Lysekil (ett raffinaderi) och Göteborg (två raffinaderier). Färdiga oljeprodukter, vare sig de kommer från ett inhemskt raffinaderi eller från utländska leverantörer, lagras i allmänhet till att börja med i oljedepåer. Merparten av oljedepåerna är belägna längs kusten, en stor sjö eller annat stort vattendrag. Transporten till oljedepåerna sker till allra största delen med tankfartyg. En viss del transporteras med järnvägstankvagnar (till

Karlstad, Jönköping) och en liten del med tankbil till små inlandsdepåer. Efter lagring i oljedepåer transporteras produkterna huvudsakligen med tankbil till bensinstationer, villaägare och andra slutkunder. Till viss del transporteras oljeprodukterna på järnväg, bland annat flygbränsle till Arlanda.

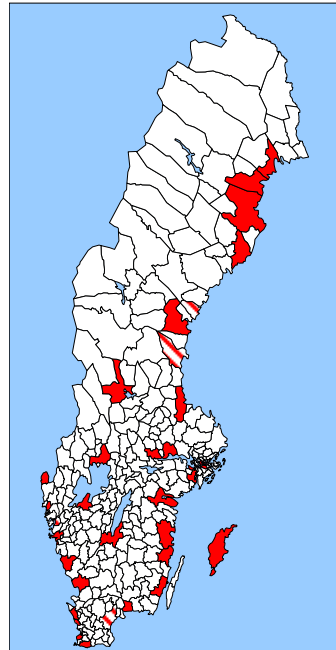
Stormar

Hamnarna har restriktioner för under vilka väderförhållande som fartyg tas emot. Det innebär att vid dåligt väder får fartygen avvakta lossning. De relativt små förseningar det ger upphov till medför normalt ingen risk för att det kan skapa stillestånd i produktionen, eftersom det ofta finns tillräckligt med råolja i lagren för att invänta bättre väder. Men det har hänt att processen har hotats av stillestånd på grund av väderförsenade leveranser. I händelse av en storm eller orkan kan det vid cirka 35 m/s orsaka skador på raffinaderiers anläggningsdelar och isolering som kan vålla personskador och skador på övrig utrustning. Kraftigare vindar på uppemot 45 m/s kan ge upphov till stora skador och vid risk för dessa vindstyrkor skulle anläggningarna troligen stängas eller åtminstone dra ner produktionen till minimum för att därefter snabbt ha möjligheten att stoppa driften vid behov. Produktionen drevs emellertid vidare i normal produktion vid stormarna Gudrun och Per där byvindarna uppmättes till cirka 40 m/s.

Erosion, ras, skred

Ingen av råoljehamnarna ligger i ett rasområde eller är känsliga för översvämning. Markförhållandena som Preems anläggningar är byggda på skiljer sig till viss del: anläggningen i Lysekil är byggd direkt på berget, medan Preems Göteborgsraffinaderi är pålat ner i urberget. Riskerna för skred eller ras i närområdet bedömer Preem som osannolik. Det är dock oklart hur exempelvis vattenförsörjningen och övrig infrastruktur klarar ett skred utanför närområdet och därmed indirekt kan komma att störa raffinaderiernas försörjning och därmed produktionsförmågan av oljebaserade bränslen.

Många depåer ligger på eller är förankrade i urberg och är därmed inte hotade av erosion, men en del depåer är pålade. Markundersökningar gjordes i samband med att depåerna byggdes på 1960- och 70-talen. Man har sett till att marken är stabil för den konstruktion som valdes – cisternerna ligger inte i slänter utan att vara förankrade. Några depåer kan dock behöva se över riskbilden till följd av den förväntat ökade frekvensen av höga flöden i sjöar och andra vattendrag och höjningen av havsyttnivån.



Figur 19. Kommuner med aktiva oljedepåer (fyllda med rött). De rödrandiga kommuner har depå där det råder någon form av oklarhet kring nyttjandet, bränsleslag osv.

Några depåer har bara en möjlig väg fram till depå (samma väg till och från depån) – ett vägras kan därmed stoppa utlastningen från en sådan depå. Exempelvis har Norrköpingsdepån bara en möjlig väg. Även depåerna i Västervik och Berg har vägsträcka som bara leder till depån.

Ett rimligt antagande är att det bland dagens cirka 3000 tankställen finns de som kan vara hotade av erosion, ras och skred.

Översvämning

Vad gäller de tre drivmedels-/bränsleraffinaderierna på Västkusten skulle stora mängder regn eller snö genom sin tyngd kunna trycka ner ”flytande tak” på bränslecisterner och därmed pressa upp petroleumprodukter som kan antändas av exempelvis blixtnedslag. Ett annat scenario är om regnvattnet, vid bristande dräneringar, inte rann undan och steg med över en halvmeter skulle eventuellt tomma cisterner kunna rubbas och skada andra cisterner och därmed riskera en större olycka.

Översvämning är generellt sett inget påtagligt hot mot depåerna idag, men kan naturligtvis ställa till problem, till exempel genom sättningar i marken som kan påverka materialet och cisternen – området runt depån i Karlstad har visat sig kunna bli sankt när det regnar ovanligt mycket. En eventuellt högre grundvattennivå påverkar riskbilden. Problemet omfattning beror på hur cisternerna står – på grus, betongringar eller pålade. Upprepande översvämningar kan påverka byggkonstruktionerna långsiktigt avseende till exempel korrosion m.m.

Inget av de tre drivmedels-/bränsleraffinaderierna kommer att påverkas av de havsyttenivåer som kan vara aktuella. Däremot kan eventuellt utskeppning av oljeprodukter från hamnen i Göteborg påverkas av hög havsnivå. Majoriteten av oljedepåerna ligger vid kusten eller de stora insjöarna, vilket medför att de kan vara i riskzonen för översvämning. Det saknas en samlad bild över hur högt över normalvattenståndet som anläggningarna ligger, men en 2 m högre havsytta skulle troligen ställa till problem på flera ställen. Vissa depåer ligger högt men andra ligger i höjd med kajkanten. En hög havsytta kan påverka lossning i hamnarna, dvs. påfyllning av depå, vilket sker ca 1–2 gånger per vecka.

Dagvattensystemen och oljeavskiljare för raffinaderier, depåer och tankställen är dimensionerade enligt dagens normer baserat på de regnmängder som i dagsläget kan uppträda på respektive plats.

Bland dagens cirka 3000 tankställen finns det ett okänt antal som är direkt hotade vid översvämningar – bilder från översvämningen i t.ex. Stödesjön år 2000 visar exempel på detta.

Sammanfattande analys

Klimat- och väderhoten i Sverige bedöms inte utgöra någon större risk för att få landsomfattande störningar i försörjningen av oljebaserade bränslen. Däremot

skulle hot på global nivå kunna utgöra ett hot mot till exempel oljeplattformar, vilket i sin tur kan leda till råoljebrist i världen och en efterföljande brissituation på oljebaserade bränslen på världsmarknaden. Detta ligger dock utanför denna studie att analysera.

Klimatförändringen väntas inte medföra att hotbilden mot landets raffinaderier förändras. De väderrelaterade hot som skulle kunna stoppa driften vid raffinaderi, till exempel isstorm, skulle ändå inte medföra stopp i försörjningen av oljebaserade bränslen i landet eftersom de kan skaffas på världsmarknaden och levereras till depåerna, se Energimyndigheten 2008b.

Regionalt och lokalt kan tillförsel och distribution av oljebaserade bränslen påverkas av olika klimathot. Att tankställen slås ut genom översvämning, skred eller erosion gör enskilda stationer obrukbara. Regionalt och nationellt sett utgör det inget hot, eftersom det (ännu) finns ett förhållandevis stort antal tankställen i landet. Fördelningen av dessa är förvisso ojämn i landet, vilket gör att vissa områden under en period kan få långt till nästa tankställe.

Om en depå drabbas av extrem väderhändelse kan de konsekvenserna bli större och medföra regional störning, i vart fall innan branschen har hunnit anpassa logistiken så att problemet kan hanteras eller åtminstone dämpas.¹⁰ När det gäller landets oljedepåer så ligger dessa oftast vid kusten eller vid stor insjö och kan därmed löpa risk att svämmas över vid höga havsvattenstånd eller vid höga flöden. Ett haveri kan utöver störningar i bränsleförsörjningen även orsaka stora skador på miljön. Även dräneringen runt cisterner för att kunna hantera intensiva och/eller långvariga regnperioder kan behöva ses över.

Tabell 4. Sammanställning av klimat- och väderhot vilka i *sämsta fall* kan leda till lokala, regionala eller landsomfattande störningar i försörjningen av oljebaserade bränslen.

Hot	Omfattning		
	Lokal störning (tätort, kommun)	Regional störning (flera kommuner)	Landsomfattande
Stormar	..	..	..
Erosion, ras, skred	Tankställe(n) förstörs	Depå skadas eller skada på transportväg till/från depå	..
Höga flöden	Tankställe(n) översvämmas	Depå(er) översvämmas	..
Kraftigt regn	Tankställe(n) översvämmas om dålig dränering	Depå översvämmas om dålig dränering	..
Hög havsytenivå	Tankställe(n) översvämmas	Depå(er) översvämmas	..

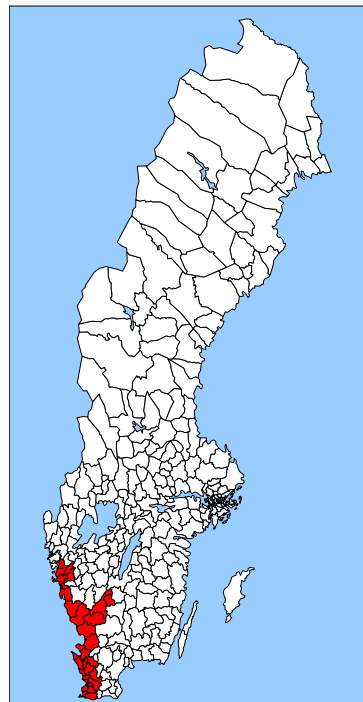
¹⁰ För att drivmedelsdistributionen ska fungera även i allvarliga störningssituationer finns nätverket "poolorganisationen", som organiseras av oljebolagen och Energimyndigheten. Genom poolorganisationen samarbetar oljebolagen vid t.ex. störningar i en depå (oavsett orsaken till störningen) för att lösa det logistikproblem som uppstår om en depå slås ut.

5.2.5 Energigas

Av energigaserna har denna studie främst fokuserat på naturgasen.

Grundläggande fakta om den svenska gasförsörjningen

Naturgasnätet omfattar i nuläget västkusten och Skåne med en högtrycksledning in i Småland och når 34 kommuner. I Kungsbacka är naturgas enbart tillgänglig som fordonsgas i ett publikt tankställe. Enligt en sammanställning från Svenska Gasföreningen finns totalt cirka 47 000 naturgas-kunder, varav 42 000 är hushållskunder (inklusive 23 000 s.k. spiskunder). Sverige saknar egen produktion av naturgas och i nuläget sker tillförsel via en enda tillförselledning från Danmark. Tillförselledningen från Danmark går under Öresund och ansluter till det svenska naturgasnätet i Klagshamn strax söder om Malmö. Naturgasen som levereras i denna tillförselledning kommer uteslutande från det danska naturgasfältet Tyra i Nordsjön. I transmissionsnätets (högtrycksnätet) på ca 600 km ingår stamledning, grenledningar och mät- och reglerstationer. I distributionsnätet omfattande ca 2600 km ingår reglerstationer och servisledningar. Lagring av naturgas kan dels ske i ett långtids-/säsongslager i närheten av Halmstad, dels i transmissionsledning (korttidslagring, line-pack).



Figur 20. Kommuner med naturgasledning-/användning. Källa: Svenska Gasföreningen, Swedegas och E.ON.

Stadsgas i traditionell mening (naftabaserad, distribution med lågt tryck) används endast i Stockholm och berörs inte i denna rapport eftersom stadsgasen i Stockholm de närmaste åren kommer att bli ersatt av flytande naturgas (LNG) som tas in med båt till Nynäshamn, transporteras med bil till Stockholm, förgasas, blandas med luft och trycks in på stadsgasnätet. Naturgas/luft-gasen kan användas i samma apparater som nuvarande naftabaserad stadsgas.

Gasol, som är en oljeprodukt, har stora likheter med naturgas, men överförs inte till slutanvändarna i rörbundna system utan levereras med sjö-, järnvägs- och vägtransporter. Eventuella sårbarheter i gasolförsörjningen till följd av klimatförändringens effekter hanteras implicit i kap. 5.2.4 eftersom det är en oljebaserad produkt.

Biogas bildas vid nedbrytning av organiskt material. Biogas används i el- och värmeproduktion och i transportsektorn. Biogas kan överföras via naturgasnätet eller levereras med tankfordon till slutanvändare. Eventuella sårbarheter i

biogasproduktionen till följd av klimatförändringens effekter hanteras inte i denna rapport. Eventuella sårbarheter vid överföring av biogas i naturgasnätet hanteras implicit i de följande texterna.

Stormar

Till följd av att klimatförändringen kan medföra starkare vind och större vågor i Nordsjön blir produktionsplattformarna för naturgas mer sårbara. Det första och hittills enda stoppet i naturgasleveranserna från den aktuella plattformen i Nordsjön inträffade i november 2007, vilket emellertid inte medförde några direkta konsekvenser för konsumenterna. Men om stoppet hade blivit mer långvarigt hade det kunna bli leveransstörningar.

Övriga delar av naturgasförsörjningen bedöms inte påverkas av stormar.

Erosion, ras, skred

Både rör i transmissionsnät och distributionsnäten för naturgas kan skadas till följd av de starka skjuvningskrafter som uppstår om röret blir frilagt till följd av till exempel erosion eller skred i samband med översvämningar eller höga flöden. Detta kan i sin tur leda till sprickor i rören eller i extrema fall rörbrott. Rören i transmissionsnätet är grövre och är gjorda i stål och därmed känsligare för skjuvningskrafter än vad distributionsrören är, vilka oftast är gjorda i plastmaterial. Vid ett tillfälle har en gasledning blivit frilagd på grund av ett ras vid ett vägbygge, men detta ledde den gången inte till några störningar i leveranserna. Motsvarande problem uppstår om det blir sättningar i marken till följd av mycket nederbörd, känsligast är passage av vägar eller våtmarker eftersom rören kan sitta fast förankrat i en punkt, till exempel vägbanken, medan marken utanför sjunker.

Risken för skred och erosion i sluttande plan kan bli ett problem vid ökade nederbördsmängder. En mät- och reglerstation i naturgasnätet söder om Göteborg, vid Mölndalsån, flyttades för cirka 10 år sedan på grund av att den till följd av erosion höll på att rasa. Stationer i distributionsnätet kan avseende erosion, ras och skred stå sämre till än mät- och reglerstationer.

Naturgasledningen från Malmö till Göteborg har schaktats ned i vattendragen och är känslig för förändringar av och i vattendragen eftersom ledningen går neråt först nära strandkanten. Som förebyggande åtgärd finns erosionsskydd på sidorna där gasledningen korsar vattendraget. Ledningen i och norr om Göteborg har lagts med en nyare förläggningsmetod och har en betydligt fördelaktigare profil i detta avseende.

Ledningarna i stadsgasnät finns närmare åar och andra vattendrag än naturgasledningarna och är därmed mer utsatta för erosion, ras och skred.

Översvämning

Mät- och reglerstationer i naturgasnätet klarar att stå med ett par decimeter vatten i stationen utan att driften störs. Står vattnet upp emot en halvmeter eller högre slås el- och kommunikationsutrustningen ut vilket gör att möjligheten till

fjärrövervakning och styrningen av stationen försvinner. Dessutom slutar värmesystemet, för att få rätt temperatur och tryck på gasen, att fungera. Själva gasutrustningen kan i princip stå under vatten. Reglerstationer är mindre känsliga än mät- och reglerstationerna eftersom de inte innehåller till exempel fjärrmanöverutrustning.

Generellt sett har traditionella stadsgassystem, liknande det i Stockholm, en betydligt högre riskbild än naturgassystemet, till exempel vid kraftiga regn tränger vatten in i ledningar på grund av det låga trycket. Dagens problem kan komma att öka i takt med att det förväntas regna mer och intensivare.

Sammanfattande analys

Transmissions- och distributionsnät för naturgas finns endast regionalt i sydvästra Sverige. De störningar som påverkar hela systemet sorteras i Tabell 5 under ”landsomfattande störning”. Två händelser har identifierats kunna få så omfattande störningar att hela försörjningen av naturgas påverkas. Dessa två händelser, erosion, ras eller skred nära Malmö/Köpenhamn och kraftig storm på Nordsjön, påverkar Sveriges import av naturgas vilket därmed kan ge så pass omfattande störningar.

Naturgasbranschen försöker minska risken för att sådana svåra konsekvenser skall uppstå genom att dels söka få till stånd ytterligare en tillförselväg från Norge (koncessionsansökan behandlas, men projektet vilar f.n.), dels bygga anläggningar för import av flytande naturgas som ansluts till naturgasnätet, dels uppföra produktionsanläggningar för biogas som kopplas till naturgasnätet. Tidsperspektivet och den möjliga kapaciteten för de senare alternativen är oklar.

En översvämmad mät- och reglerstation slutar normalt inte att fungera för att den blir vattenfylld, men manöver- och reglermöjligheterna försvinner.

Tabell 5. Sammanställning av klimat- och väderhot vilka i *sämsta* fall kan leda till lokala, regionala eller landsomfattande avbrott i försörjningen av naturgas.

Hot	Omfattning		
	Lokal störning (tätort, kommun)	Regional störning (flera kommuner)	Landsomfattande
Storm	..	..	Långvarigt stopp i produktionen i Nordsjön kan leda till störningar.
Erosion, ras, skred	Ledning(ar) eller anläggning(ar) förstörs, kan medföra långa avbrott	→	Händelse nära Malmö/Köpenhamn kan leda till avbrott i hela systemet
Höga flöden	Mät- och reglerstation översvämmas, kan medföra avbrott	→	..

5.2.6 Värme

I detta kapitel behandlas främst fjärrvärme. En översikt över uppvärmningsformer för bostäder och lokaler finns i kapitel 3.1.1.

Grundläggande fakta om värmeförsörjningen

I princip all värmeförsörjning är beroende av att elförsörjningen fungerar, se kapitel 3.1.2. El är den vanligaste uppvärmningsformen för småhus, medan fjärrvärme är i särklass den vanligaste uppvärmningsformen i flerbostadshus men även det mesta av lokalytorna (kontor, affärer, offentliga lokaler) värms med fjärrvärme. Fjärrvärme är huvuduppvärmningsform för ca 4,5 miljoner boende, dvs. halva Sveriges befolkning.

Det finns minst ett fjärrvärmenät i nästan alla kommuner, endast ca tio kommuner har ännu inte fjärrvärmenät.

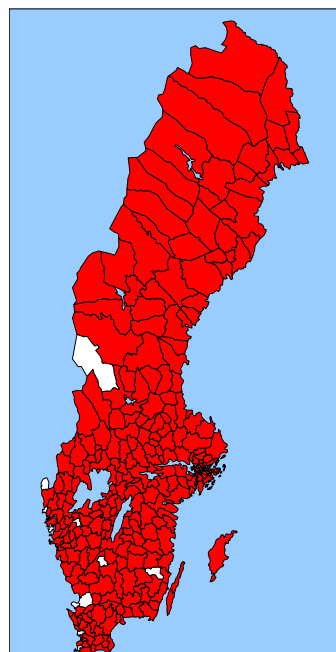
Biobränslen inkl. torv och avfall är den dominerande bränslekällan (ca 70 procent) vid fjärrvärmeproduktion. Olja, kol, naturgas, elpannor, värmepumpar och spillvärme från industri är andra ”bränslen”. 57 kommuner nyttjar spillvärme från industrier m.fl.

Distributionsnäten för fjärrvärme har en sammanlagd längd på cirka 18 000 km (med parallella rör). Näten är till allra största delen helt fristående från varandra, men i till exempel Stockholm är näten ihopkopplade för att möjliggöra värmeleveranser dem mellan. Tendensen är att allt fler nät kopplas samman och därmed täcker allt större geografiska ytor och blir därmed allt mindre grad rent lokala (ortsbundna nät).

Inom ett fjärrvärmenät finns det normalt, men i varierande grad, möjligheter till sektioneringar och förbikopplingar. I små nät är dessa kopplingsmöjligheter små eller obefintliga. Även i stora nät med många sektionerings- eller omkopplingsmöjligheter finns det vissa delar av nätet som är viktigare än andra där ett avbrott kan få stora konsekvenser för hela nätet. Naturligt nog är ledningarna närmast produktionsanläggningen de mest viktiga i distributionsnäten.

Stormar

De mest vindutsatta delarna på ett kraft-/fjärrvärmeverk är tak, väggar och skorsten, men detta behöver inte innebära att produktionen av värme måste upphöra om något av dessa skadas. Plåtar eller andra föremål som lossnar vid starka vindar kan emellertid skada värmeverkets utrustning för mottagning och/eller distribution av elkraft. Skorstenen är den allra mest vindutsatta delen av



Figur 21. Kommuner med minst ett fjärrvärmesystem (rödfyllda). Källa: Svensk Fjärrvärme m.fl.

en fjärrvärmeproduktionsanläggning och en del där det inte nödvändigtvis är den starkaste vindstöten som ger den största skaderisken.

Stormar påverkar inte direkt fjärrvärmedistributionen, men genom att stormar kan leda till långvariga elavbrott är stormar ett uppenbart hot mot värmeförsörjningen eftersom i stort all värmeförsörjning är elberoende, se kapitel 3.1.2.

Något tillspetsat kan sägas att alla värmesystem, såväl fjärrvärmesystem som lokala, fastighetsknutna värmesystem, är känsliga för stormar eftersom den vanligaste orsaken till långvariga elavbrott är just stormar...

Erosion, ras, skred

Ingen produktionsanläggning för fjärrvärme verkar vara direkt hotad av erosion, ras och skred, däremot kan erosion till följd av höga flöden eller ras och skred ge stora skador i fjärrvärmenät. För stora nät som täcker stora geografiska ytor över långa sträckor ökar den samlade risken för störningar orsakade av erosion, ras och skred.

Översvämning

Översvämning av produktionsanläggningar för fjärrvärme kan uppstå på grund av häftigare regn som gör att dräneringar, som samlar vattnen från hårdgjorda ytor, inte har tillräcklig kapacitet. Många fjärrvärmeproduktionsanläggningar har under senare år gått över till att elda bibränslen. Biobränslen hanteras och lagras på stora ytor som vanligen är hårdgjorda, till exempel asfaltering. Det förekommer att lager av spån och flis är lagrade öppet och det är vanligt att man i hanteringen av biobränslen spillar spån och flis på dessa ytor och på vägar. Vid häftiga regn kan sådana material flyta med och sätta igen dräneringsledningar. Intensiva skurar kan överlasta dränagesystemen.

En hel del av Sveriges städer och tätorter ligger vid kuster, stora sjöar och vattendrag där klimatförändringarna kan öka översvämningseffekten. Baserat på intervjuundersökning med fjärrvärmeföretag synes ca $\frac{1}{3}$ av alla utvalda fjärrvärmeverk (53 stycken) kunna få någon form av problem med översvämningar på grund av höjda vattenstånd längs kuster, åar och älvar¹¹ eller otillräcklig dränering i händelse av häftiga regn. Det senare problemet gäller bara ett enda fjärrvärmeverk och deras problem är lösbart. Man kan dock *inte* dra slutsatsen att en tredjedel av alla fjärrvärmesystem verkligen kommer att få problem vid en förstärkt växthuseffekt.

Värt att notera är att byggnader kan få problem även vid måttligt högre vattennivåer eftersom det finns anläggningsdelar som kan ligga under markytan, till exempel pumpar, el- och manöverutrustning m.m. Bränsleförsörjningen till

¹¹ Bedömningarna av om risk föreligger eller inte baseras på verkliga förhållanden som redan nu råder eller på att vattenytan kan komma att stiga så mycket som anges av 100-årsnivån för scenariot "hög" i Energimyndigheten 2009a. För enkelhets skull har den tänkta vattenyttehöjningen för Västerhavet och Östersjön och Bottenviken då satts till 2 m.

värmeverket kan hotas om infartsväg(ar) till orten eller vägen till produktionsanläggningen drabbas av högt flöde, erosion eller ras.

Det finns problem med många av de ventilkammare som finns i äldre fjärrvärmenät, oftast på grund av bristande underhåll. Mer inträngning av vatten är sannolikt. Det behövs noggrannare bedömning av detta problem eftersom den lokala miljön (markförhållanden, den övriga omgivningen ovan mark, ventilkammarens utformning m.m.) påverkar riskbilden.

Sammanfattande analys

Eftersom infrastrukturen som distribuerar värme endast är lokalt eller regionalt utbyggt så får en störning, ur energiperspektiv, inte nationella konsekvenser. Den regionala utbyggnaden av fjärrvärme handlar framförallt om att närliggande orter eller städer kopplas in på ett större fjärrvärmenät. Konsekvenser av utebliven värmeförsörjning kan för en stad eller samhälle ge svårhanterade följder vid låga utomhustemperaturer, t.ex. behov av evakuering.

På många orter med fjärrvärmesystem är relativt många produktionsanläggningar placerade nära vattendrag, sjöar och hav. Fjärrvärmesystemen har i många fall begränsade redundanser, både vad avser värmeproduktion och omkopplingsmöjligheter i fjärrvärmenätet. Skador på fjärrvärmeanläggningar kan få konsekvenser för hela det lokala systemet i form av långvariga leveransavbrott om det inte finns alternativa (stationära eller mobila) produktionsanläggningar med tillräcklig kapacitet i det drabbade fjärrvärmenätet.

Bland de vanligaste händelserna som medför störningar fjärrvärmeproduktionen finns brand i biobränslelager. Risken för bränder beror flera faktorer: bränslets fuktighet, utomhustemperatur, bränslelagrets/högens storlek, om bränslet utsätts för nederbörd m.m. Klimatförändringen medför att temperatur och nederbördsparametrarna förändras och därmed påverkas risken för bränder. Det går emellertid inte att dra några generella slutsatser om risken ökar eller minskar eftersom de andra faktorerna också spelar en stor roll avseende brandrisken.

Skorstensbrott är en allvarlig händelse som kan orsakas av till exempel hårda vindar, kraftig snöpåbyggnad och underkyllt regn. Denna riskbild förväntas inte förvärras till följd av klimatförändringen, men eventuella problem med skorstenen leder till produktionsstopp i anläggningen.

Tabell 6. Sammanställning av klimat- och väderhot mot fjärrvärmesystem vilka i *sämsta* fall kan leda till lokala, regionala eller landsomfattande störningar i fjärrvärmeleveranser.

Hot	Omfattning		
	Lokal störning (tätort, kommun)	Regional störning (flera kommuner)	Landsomfattande
Stormar	Skorsten kan rasa om olycklig konstruktion (produktionsstopp) Elavbrott minskar eller stoppar värmedistributionen.	→	..
Erosion, ras, skred	Ledningsnät förstörs.	→	..
Höga flöden	Produktionsanläggning översvämmas.	→	..
Kraftigt regn	Biobränsle spolat ner i dagvattensystem, vilket kan leda till produktionsstopp.	→	..
Hög havsytenivå	Produktionsanläggning översvämmas	→	..

5.2.7 Kyla

Grundläggande fakta om system för kyla

Ett fjärrkylennät har en omvänd funktion jämfört med fjärrvärmennätet. Fjärrkylennät ska i stället för värme distribuera och förse kunder med kyla. Främst används kylan till att skapa ett behagligt inomhusklimat via kontorslokaler och andra lokalers ventilationssystem, men också för kylning av olika industriprocesser. Antalet fjärrkylesystem i landet är än så länge inte så stort. Fjärrkyla är i Sverige i regel så kallad frikyla, där man utnyttjar kallt vatten från hav, sjö eller älv eller samutnyttjar värmepumpar i fjärrvärmesystem.

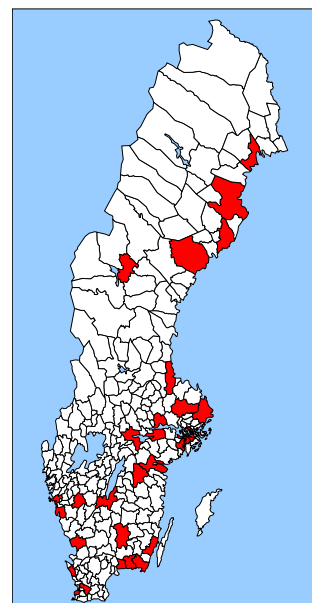
Det saknas samlad statistik över fjärrkyleleveranser, men med stor sannolikhet är i dagsläget leveranserna av kyla till småhus och flerbostadshus försumbara.

Värmepumpar i hushåll och lokaler kan utöver ”värmeproduktion” oftast även användas för kylproduktion.

Stormar

Stormar påverkar inte direkt produktion och distribution av kyla, men genom att stormar kan leda till långvariga elavbrott är stormar ett uppenbart hot mot kylförsörjningen eftersom all kylförsörjning är elberoende:

- El behövs för att driva pumpar i fjärrkylennät, även om distributionen inte avstannar för att pumpar ute i nätet står still (själv-cirkulation)



Figur 22. Rödfyllda kommuner har fjärrkylesystem i kommersiell drift eller i provdrift. Källa: Energimyndigheten 2008d m.fl.

- Värmepumpar i hushåll och lokaler blir helt obrukbara vid elavbrott.
- Kylanläggningar som är anslutna till fjärrvärmenät är beroende av el för att kylutvinningen ska fungera.

Erosion, ras, skred

Ingen produktionsanläggning för fjärrkyla synes direkt hotas erosion, ras och skred. Inte heller har studien funnit att distributionen av fjärrkyla i de nuvarande systemen direkt hotas av denna typ av händelser.

Översvämning

Orter med frikyla sammanfaller med de orter där fjärrvärme kan råka ut för översvämningar. Skador på ledningssystem som varit översvämmade är likartade för fjärrkyla och fjärrvärme.

Sammanfattande analys

Trenden är att kylanvändningen ökar. Följderna av störningar i leveranserna av fjärrkyla medför i dagsläget primärt endast lokala konsekvenser, men detta kan vara allvarligt nog för vård- och omsorgssektorn och centraler för tele- och datakommunikation. I det senare fallet kan detta indirekt medföra omfattande störningar i tele- och datakommunikationsnät.

Produktionsanläggningar för frikyla är, naturligt nog, placerade nära sjöar och vattendrag, vilket gör att höga flöden kan leda till att de översvämmas. Den kylning som strukturellt bygger på fjärrvärmeleveranser (absorptionskylmaskin hos kunden), utsätts för samma hot som fjärrvärmen.

Tabell 7. Sammanställning av klimat- och väderhot vilka i *sämsta* fall kan leda till lokala, regionala eller landsomfattande störningar i fjärrkyleförsörjningen.

Hot	Omfattning		
	Lokal störning (tätort, kommun)	Regional störning (flera kommuner)	Landsomfattande
Stormar	..	..	..
Erosion, ras, skred	Ledningsnät förstörs.	..	..
Höga flöden	Produktionsanläggning översvämmas.	..	..
Kraftigt regn (gäller fjärrvärme-baserad fjärrkyla)	Biobränsle spolas ner i dagvattensystem, vilket leder till produktionsstopp.	→	..
Hög havsyttnivå	Produktionsanläggning översvämmas.	..	..

6 Att hantera konsekvenserna av ett förändrat klimat

Energisektorn är minst sagt ett komplext system. Det finns alltifrån statliga affärsverk, statliga företag, kommunala företag, privata företag till små elföreningar. Några företag är börsnoterade, några har utländska ägare. Detta kapitel tar upp ansvarsfrågorna för energisektorn och presenterar en kartläggning av möjliga åtgärder, oavsett ägarfrågan, för att hantera framtidens väder- och klimatrelaterade hotbild.

I kapitel 7 presenterar Energimyndigheten sina slutsatser och rekommendationer för att möta denna hotbild.

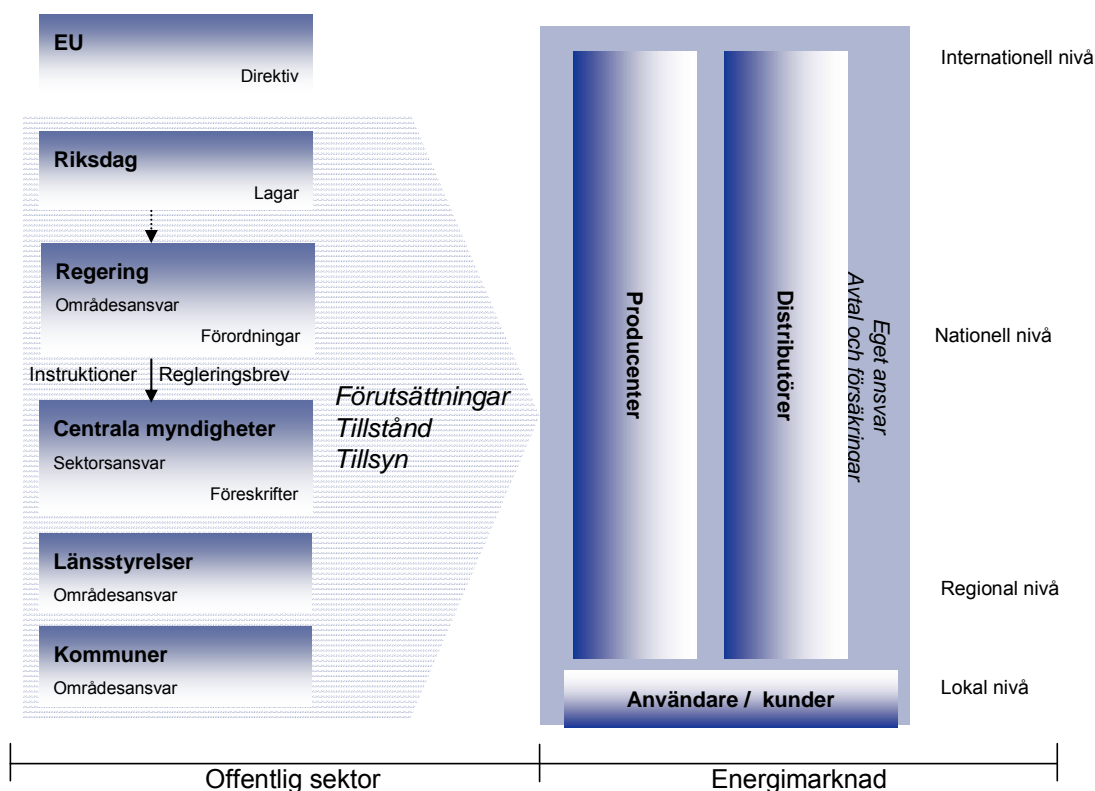
6.1 Aktörernas och användarnas ansvar i energisystemet

Detta kapitel baseras i stort på innehåll i referens Energimyndigheten 2009m, där ansvar och roller beskrivs och analyseras utförligare.

6.1.1 Aktörer och roller

Den offentliga sektorn sätter villkoren och ramarna för marknadens agerande. Genom lagar och förordningar ges myndigheter, länsstyrelser och kommuner ansvar för till exempel tillsyn och tillståndsprövning för den verksamhet som energiföretagen bedriver på marknaden.

Figur 23 illustrerar den principiella rollfördelningen mellan energimarknaden och den offentliga sektorn. Som beskrivning av verkligheten är bilden naturligtvis inte fullständig. Pilarna kan i vissa situationer likväl vara omkastade – marknadens aktörer kan påverka den offentliga sektorns samhällsstyrning.



Figur 23. Principiell rollfördelning mellan den offentliga sektorn och energimarknaden.

Den offentliga sektorn utövar en direkt påverkan på marknaden i tre nivåer och har även ett geografiskt områdesansvar i tre nivåer: nationellt, regionalt och lokalt. Områdesansvaret innebär att det inom ett geografiskt område finns ett organ som verkar för inriktning, samordning och prioritering av tvärsektoriella uppgifter som behöver utföras före, under och efter en krissituation.

Formella och informella samarbetsorgan och avtal på nordisk, europeisk och övrig internationell nivå står direkt eller indirekt för en ökande del av det regelverk som påverkar den offentliga förvaltningen och samhällsstyrningen i Sverige samt marknadens interna konkurrensvillkor.

Marknadens aktörer utgörs främst av producenter, distributörer och användare. Utöver dessa aktörer finns för vissa energibärare råvarubörser och handlare/mäklare. Producenter ägs av både statliga, kommunala och privata företag, men de verkar på marknaden under samma villkor och drivs av samma vinstintresse. I distributionsledet återfinns alltifrån statligt affärsverk, statliga företag, kommunala företag, privata företag till små elföreningar. Några företag är börsnoterade, några har utländska ägare. Delar av energidistributionen är monopolverksamhet (fjärrvärme, naturgas och elnät), men i övrigt verkar energimarknaden under såväl inhemsk som utländsk konkurrens.

6.1.2 Ansvarsprincipen med mera

De grundläggande principerna för krisberedskapen är enligt prop. 2005/06:133 följande.

- *Ansvarsprincipen*; den som har ansvar för en verksamhet under normala förhållanden, har motsvarande ansvar för verksamheten under kris- och krigssituationer.
- *Likhetsprincipen*; en verksamhets organisation och lokalisering så långt det är möjligt ska vara den samma såväl under fredstida förhållanden som under kris eller krig.
- *Närhetsprincipen*; en kris ska hanteras där den inträffar och av dem som är närmast berörda och ansvariga.

I prop. 2007/08:92 gör regeringen ett förtydligande av och tillägg till ansvarsprincipen. Enligt regeringen ingår det i ansvarsprincipen också att initiera och bedriva sektorsövergripande samverkan. Ansvarsprincipen innebär därmed att varje myndighet ska samverka med andra berörda aktörer, såväl inom sin sektor som utanför sektorn, för att lösa sina uppgifter.

Till dessa principer ska också läggas det geografiska områdesansvaret och sektorsansvaret samt inriktningen att beredskapen och krishanteringsförmågan ska byggas med utgångspunkt från den lokala nivån, det s.k. underifrånperspektivet. Det sistnämnda innebär också att planeringen för att möta kriser, och förmågan att hantera dem, i första hand är en uppgift för den kommun, den myndighet eller det företag där krisen inträffar. Aktörer på regional och nationell nivå tillför resurser till den lokala nivån, om behov uppstår, och stödjer genom regionala och nationella åtgärder.

Sektorsansvaret är varje myndighets och organisations ansvar inom sitt eget verksamhetsområde. Med utgångspunkt i sektorsspecifika författningar agerar varje aktör utifrån sin roll, uppgift och befogenheter.

De grundläggande principerna för krisberedskap gäller även hanteringen inför/av extrema väderhändelser och effekterna av klimatförändringen.

6.1.3 Producenters och distributörers ansvar

Producenters och distributörers ansvar för en trygg energitillförsel regleras eller begränsas genom avtal mellan kunden (till exempel energianvändaren) och berört företag. Producenterna och distributörerna måste också uppfylla de formella krav som samhället ställer på dem i form av lagar, förordningar och föreskrifter.

De författningar som ställer krav på producenter och distributörer avseende leveranssäkerhet, gör för de flesta delar av energiförsörjningen ingen åtskillnad mellan olika användar-/kundkategorier, hur mycket energi som levereras, var kunden befinner sig, osv. I de fall författningarna gör åtskillnad mellan olika

kunder gäller generellt att konsumenter (hushåll) ”skyddas” något mer än näringsidkare.

Elnätföretagens ansvar för elleveranser regleras genom lagar, förordningar och föreskrifter, men i övrigt fungerar elnätföretagen enligt marknadsekonomiska principer. Funktionskrav för elleveranser och krav på avbrottsersättning infördes i ellagen (1997:857) den 1 januari 2006. Numera gäller att elnätföretagen ska betala ett schabloniserat skadestånd (avbrottsersättning) till elanvändare som drabbas av elavbrott som överstiger 12 timmar. Från 1 januari 2011 får inga oplanerade elavbrott, med vissa undantag, överstiga 24 timmar¹².

Naturgaslagen och naturgasförordningen ställer krav på att ett avbrott i det nationella transmissionssystemet inte ska medföra några konsekvenser för hushållskunder de 24 första timmarna. Konsumenters (spiskunder och villakunder) försörjning av naturgas ska säkras åtminstone

- vid ett partiellt avbrott i den nationella naturgasförsörjningen som inte överstiger 24 timmar,
- årligen under vinterperioden från och med december till och med februari,
- och under perioder med en temperatur som understiger normal vintertemperatur med 4-5 grader. Detta enligt naturgasförordningen (2006:1043).

6.1.4 Användarens ansvar

Energianvändarna har ansvar för att själva klara konsekvenser av energikriser. Energianvändare som ur en bedriver samhällsviktig verksamhet är de som i första hand behöver vidta krisberedskapsåtgärder. Regeringen betonar de enskildas ansvar för krisberedskapen, men också att den enskilde behöver få information om vilka egna säkerhetsåtgärder som kan vidtas för att kunna klara en kris, t.ex. långvariga avbrott i el- och värmeförsörjningen. Detta stöd ska den enskilde framförallt få från kommunerna, men också från statliga myndigheter, se t.ex. prop. 2005/06:133 (s. 71–75).

Det finns inget lagstöd för att en myndighet eller kommun i fredstid ska kunna prioritera vissa (samhällsviktiga) verksamheters energiförsörjning. Däremot har energikunder alltid en möjlighet att genom särskilda avtal med distributörer komma överens om högre leveranssäkerhet utöver de minimikrav som lagar, förordningar, föreskrifter och generella avtalsvillkor anger. Energimyndighet driver dock, på regeringens uppdrag, utveckling av en process och ett planeringssystem för att kunna prioritera samhällsviktiga elanvändare vid bortkoppling (Styrel). Planeringssystemet kan tidigast komma att införas från 2011.

6.2 Möjliga områden där åtgärder kan vidtas

Klimatförändringen medför inte att några nya hot kommer att uppstå. I stället kommer sannolikheten och konsekvenserna av vissa hot att öka i några, eller alla,

¹² Detta gäller inom det så kallade kontrollansvaret.

delar av landet och på nya platser där hotet inte funnits tidigare. Att förändringen sker långsamt och på nya platser innebär att aktörer kanske inte agerar på den, eller ens uppfattar den, och är oförberedda på de konsekvenser som kan uppkomma. Energimyndigheten bedömer att det behövs stimulans av olika slag för att få till stånd en ökad medvetenhet kring behovet av klimatanpassning.

Med utgångspunkt från de i kapitel 3–5 redovisade fakta, scenarier och tolkningar samt aktörernas grundläggande ansvar enligt föregående avsnitt, utarbetades initialt drygt tjugo förslag till åtgärder för att motverka eller hantera klimatförändringens effekter på energisystemet. Idégrunden var dels enkäten till samtliga kommuner [Energimyndigheten 2009b], dels arbetsmöten med referensgruppen och branschföreträdare. En översiktlig beskrivning av åtgärdsförslagen återfinns i Bilaga 4 och en mer detaljerad beskrivning av dem finns i Energimyndigheten 2009d.

Åtgärderna bidrar främst till att *förebygga* effekterna av ett förändrat klimat. Förslagen är av olika karaktär, vilket beskrivs av Tabell 8, nedan. Informativa, ekonomiska och administrativa åtgärder initieras främst av den offentliga sektorn (huvudsakligen myndigheter), för att påverka kommuner och privata aktörer att agera på ett visst sätt. Inom kategorin ”Människa, teknik och organisation” rymms åtgärder som främst marknadens aktörer förväntas vidta inom ramen för det ansvar de redan har med de befintliga ramarna och styrmedel som gäller för respektive energimarknad. Forskning och utveckling sker med såväl offentlig som marknadsmässig finansiering.

Tabell 8. Kategorier för olika åtgärdsförslag i syfte att anpassa energisystemet till klimatförändringens effekter

Kategori	Avsikt, intention	Kommentar
Informativa (I)	Utredande, klarläggande, upplysande	Informationsinsatser är ett verktyg som kan vara kraftfullt och som har en bred inriktning. Verktøget utgör ett nödvändigt komplement till ekonomiska och administrativa styrmedel.
Ekonomiska (E)	Påskyndande	Har ett högt symbolvärde som visar att området är prioriterat. Verktøget kan ge snabb effekt och stimulera till handling. Ekonomiska styrmedel riskerar dock att medföra problem som exempelvis konkurrensproblem.
Administrativa (A)	Tvingande	Administrativa åtgärder används för att styrning av myndigheter, för tillståndsprövning och tillståndsgivning och samordning av politiken på central nivå.
Människa, teknik, organisation (MTO)	Normgivande, standardiserande	Åtgärderna omfattar initiativ och åtgärder som naturligt bör göras av marknadens aktörer. Åtgärderna syftar till att stärka en eller flera av delarna i samspelet mellan människa, teknologi/teknik och organisation som energisystemet grundas på.

Kategori	Avsikt, intention	Kommentar
Forskning och Utveckling (FoU)	Prövande	Forskning och utveckling för att stimulera till ny kunskap och tillgängliggöra kunskap om energisystemets sårbarhet för klimatförändringens effekter och tillgängliggöra lösningar.

Efter bearbetning/bedömning av åtgärderna i referensgruppen och Energimyndighetens arbetsgrupp och styrgrupp har åtgärderna samlats i tre grupper:

- I grupp A ingår åtgärder som direkt eller indirekt täcks av Energimyndighetens slutliga förslag i kapitel 7.4. Åtgärderna i denna kategori har en tydlig koppling till klimatförändringens effekter på energisystemet och är ett naturligt komplement till, eller är ett tydliggörande, av redan pågående arbete och ansvarsfördelning. Många av åtgärderna bygger på önskemål från kommuner.
- I grupp B ingår åtgärder av mer generell karaktär. De kan oftast inte direkt kopplas till det förändrade klimatets påverkan på energisystemet alternativt är behovet inte lika tydligt som för de åtgärder som ingår i kategori A. Åtgärderna bör i de flesta fall hanteras av andra än Energimyndigheten.
- I grupp C ingår åtgärder som efter prövning av referensgrupp och Energimyndighetens styrgrupp och arbetsgrupp inte bedömts vara lämpliga eller är onödiga på grund av de inte fyller någon funktion eller kommer inte ha någon effekt eftersom de redan hanteras i olika ramverk, modeller eller principer. Denna grupp omfattar främst ekonomiska åtgärder eftersom väder- och klimatrelaterade hot, enligt ansvarsprincipen, ska hanteras av den som har ett ansvar för en verksamhet under normala förhållanden. Några extra bidrag eller annan ekonomisk stimulans bör därför inte införas.

I grupp A ingår (se bilaga 4) främst åtgärder som är av informativ karaktär, och som leder till kunskapsuppbyggnad.

Det bedöms vara av stor vikt att det finns expertkompetens på nationell nivå som kan bistå olika aktörer, främst i det regionala och lokala klimatanpassningsarbetet. En nationell samordning kan behöva inrättas för att lösa vissa klimathot i speciellt utsatta områden på lokal nivå. För Energimyndighetens del handlar det om att i första hand identifiera hotade energianläggningar och medverka i att upprätta åtgärdsstrategier. Exempelvis i sydvästra delen av landet, eftersom de kraftigaste förändringarna i de klimatrelaterade hoten verkar uppstå där.

Genom att sammanställa forskningsöversikter kan forskningsresultat tillgängliggöras och spridas. Klimatanpassningsforskning med mer eller mindre bäring på energisystemet görs på många svenska universitet och högskolor, branschvis forskningsorgan, FOI med flera. Det verkar saknas en helhetsbild över vilken kunskap och forskning som finns tillgänglig avseende klimatförändringens effekter på energisektorn och förevarande projekt har inte haft möjlighet att skapa denna översikt. En inventering och sammanställning över dessa områden bör därför göras. Inom *Nationella plattformen för arbete med naturolyckor* görs en

översikt över vilka initiativ som vidtagits på olika myndigheter och instanser som en följd av Klimat och sårbarhetsutredningen.

För att skapa förutsättningar för samhällsaktörer att ta hänsyn till klimatförändringens effekter i beredningsplaneringen är det viktigt att centrala myndigheter och branschorganisationer tar fram och sprider dokument, handböcker och metoder som stödjer aktörernas arbete. Det kan vara i form av att belysa klimatförändringens effekter, tipsa om lämpliga åtgärder, dimensioneringsförslag, goda exempel m.m. och därmed vara till stor nytta vid t.ex. genomförandet av risk- och sårbarhetsanalyser och annan risk- och beredningsplanering.

Som stöd för lokal och regional nivå kan en metodik för genomgång och riskbedömning av energinfrastruktur vid extrema väderhändelser utarbetas. Metodiken bör utformas så att den är transparent mellan olika energisektorer och bör fungera i samklang med befintliga riskanalysmodeller, också de som tillämpas på nationell och internationell nivå.

Vissa klimatrelaterade problem kan förebyggas genom uppdatering av projekteringsanvisningar och handböcker för anläggningar, drift- och underhållsanvisningar, samt uppdatering av vägledning, föreskrifter. Detta bör främst ske genom branschorganisationer, men även vissa myndigheter bör se över sina vägledningar, föreskrifter och allmänna råd kopplat till den ändrade hotbilden av klimatförändringen. Exempelvis har MSB lägningsföreskrifter för naturgasledningar (MSB naturgasföreskrifter (MSBFS 2009:7) och Naturgassystemanvisningarna (NGSA)). EI tar fram föreskrifter som vägledning i elnätsföretagens risk- och sårbarhetsanalyser. Svensk Energi har handledningar och råd för energiproducenter, Svenska Kraftnäts tekniska föreskrifter.

EU-kommissionen har lagt ett förslag på revidering av rådsförordning 736/96 som rör notifiering av investeringsprojekt i el-, gas- och oljesektorn. Detta syftar till att ge möjligheter att bevaka investeringsutvecklingen och förbättra EU institutionernas beredskap. Inom ramen för EPCIP (European Programme for Critical Infrastructure Protection) sker en kartläggning av kritisk infrastruktur, i syfte att bättre kunna skydda denna.

Eftersom energianläggningars livscyklar är långa, ibland uppemot 100 år, är det viktigt att de uppförs på mark som klarar de påfrestningar som det förändrade klimatet medför, samt att anläggningarna i sig klarar de förändrade förutsättningarna. Noggrannare och mer regionala karteringar av riskområden, väderscenarier, höjddata efterfrågas av många kommuner. Sådana förutsättningar är nödvändiga för det lokala och regionala arbetet med riskinventeringar. SMHI arbetar kontinuerligt med att förfina klimatscenarier, implementeringen av översvämningdirektivet kommer att resultera i kartläggning av riskområden vid vattendrag. Lantmäteriet arbetar med framtagande av en ny höjddatamodell. Dessa insatser välkomnas. En samlad bedömning över riskområden bör också

göras avseende främst ras/skred, erosion, höga flöden och höga havsvattennivåer. Även den framtida maximala vindstyrkan bör undersökas närmare. Ju större regional prägel denna kartläggning kan ges, desto bättre bedömningar kommer aktörerna att kunna göras avseende bland annat energianläggningars utsatthet.

Klimatförändringarna ställer nya krav på lokalisering och planering av ny bebyggelse och infrastruktur, bland annat på grund av risk för översvämningar, erosion och skred. Ändrade eller nya normer bör därför skapas för att i möjligaste mån i samhällsplaneringen säkerställa att byggandet anpassas till klimatförändringens effekter. Energiinfrastruktur måste byggas även till byggnader som av klimatrelaterade skäl placerats ”olämpligt”, varpå risken för framtida problem i dessa områden kan bli betydlig.

Vid nybyggnation av energianläggningar bör också hänsyn tas till de krav som ett ändrat klimat för med sig. Även underhållsarbete av befintliga äldre byggnader måste anpassas till denna nya kravbild. Av denna anledning bör ansvariga aktörer se över och ändra byggnadsnormer, handböcker och anvisningar i syfte att påverka utförandet av byggnader i energisystemet.

7 Slutsatser och förslag till åtgärder

7.1 Slutsatser

Denna rapport lyfter fram de hot mot energiförsörjningen som *förstärks* eller *tillkommer* som en följd av ett förändrat klimat. Initialt kan dock konstateras att Energisystemet i de flesta avseenden är robust såväl avseende enskilda anläggningars utförande som de i systemet inbyggda redundanser, omkopplingsmöjligheter, alternativa bränslen med mera. I sak innebär inte klimatförändringen att några nya hot tillkommer, utan att vissa förstärks, dvs. väderrelaterade extrema händelser riskerar att komma oftare eller med större styrka. En utgångspunkt i arbetet har varit att dagens regelverk, arbetsmetoder, konstruktioner m.m. rimligen är anpassade till dagens klimat.

De extrema väderhändelser som enligt tillgängliga klimatscenarier tydligt förstärks utgörs av:

- Erosion, ras och skred; främst ett hot mot ledningsburna system.
- Översvämning, som följd av höga flöden i åar, älvar, sjöar och hög havsyttnivå.
- Häftiga regn, som kan orsaka översvämningar om dränering eller dagvattensystem inte fungerar eller om vatten kommer in bakvägen i dagvattensystem.

Stormar är en väderhändelse som, enligt de flesta av dagens klimatscenarier, inte förväntas förvärras av klimatförändringen, men de orsakar, och kommer även i framtiden att orsaka, främst elavbrott till följd av nedfallande träd¹³. Elavbrott får även konsekvenser för leveransförmågan i övrig energiinfrastruktur eftersom det finns inbördes beroenden.

Ledningsburna system är utsatta för en större risk, kopplat till klimatförändringens effekter. Ledningar dras långa sträckor, även genom/över områden där marken har sämre bärighet, för att nå fram till anläggningar och bebyggelse. En sårbarhet är också energiförsörjningens beroende av andra system som på motsvarande sätt kan drabbas av extremväder och klimatförändringens effekter, exempelvis det kommunala systemet för vatten- och avlopp, vägar och elektroniska kommunikationer. I vissa tätorter är kommunikationsledningar, fjärrvärmeledningar och el även samlokaliserade geografiskt.

Mer nederbörd ger ökad vattenmättnad i marken, och detta, tillsammans med mindre tjäle, kommer att öka risken för röta eller rostangrepp. Det kan ge kortare livslängd på ledningsstolpar, samt ökad känslighet för exempelvis hårda vindar. Alla jordkabeltyper är inte vattentäta och i samband med en högre vattenmättnad i

¹³ Energimyndigheten har tidigare beskrivit kraftiga stormars effekter på energiförsörjningen, bland annat i [Energimyndigheten 2007a].

marken kan det att tränga in vatten i jordkablar och på sikt ge problem med korrosion på både skärm och ledare. Den här typen av problem ställer högre krav på elnätföretag att vara uppmärksamma under sin regelbundna bevakning av elnätet för att förekomma problemen.

Klimatförändringen kommer att påverka både naturgassystemet och fjärrvärmesystem på lång sikt genom till exempel ökad korrosion och markförskjutningar/sättningar till följd av ökade regnmängder. Omfattande nederbörd kan även påverka fixeringen av rören, på grund av att trycket från marken omkring förändras av en högre vattenmättnad. Om fixeringen förändras kan detta på sikt kan medföra läckage och risk för leveransavbrott. Problemet med hur friktionsfixeringen påverkas av vattenmättnad i marken är förhållandevis lite utrett, en kunskapslucka som skulle behöva fyllas.

Den förändrade vattentillrinningen till vattenkraftverken bedöms inte i sig ge sårbarhetsproblem för energiförsörjningen. Dock kan detta ge osäkerheter för produktionsbolagen. Ökad användning av kyla bidrar till att öka användningen av energi främst sommartid. Effekttoppen för el kommer förmodligen även fortsättningsvis ligga under vintertid, eftersom den påverkas starkt av att mycket el används till uppvärmning.

El och biobränslen är de viktigaste energibärarna inom industrisektorn och bostads- och servicesektorn. Av dessa två energibärare innebär ett avbrott i elförsörjningen direkta konsekvenser för slutanvändaren, medan störningar i biobränsleförsörjningen har ett betydligt långsammare förlopp innan det påverkar slutanvändaren.

Elproduktionsanläggningar finns över hela landet och det finns anläggningar som kan påverkas av extrema väderhändelser så att elproduktionen helt slås ut vid anläggningen. Störningar i enskilda elproduktionsanläggningar förväntas dock inte ge konsekvenser lokalt eller regionalt, eftersom det svenska elnätet är sammanbundet och det finns redundans även för bortfall av stora anläggningar.

Det finns elnätstationer i lokalnät och regionnät som ligger i utsatt läge vid åar och sjöar. Lokalt och regionalt kan höga flöden och översvämmade stationer medföra besvärliga elavbrott. Totalt sett är det troligen inte något stort problem, framför allt inte på de högre systemnivåerna. I olyckliga fall kan konsekvenserna bli svåra, om flera händelser sammanfaller med varandra. Varje bortfall av anläggning försvagar elnätets robusthet mot ytterligare händelser. Vid bedömning om det behöver vidtas förstärkningsåtgärder eller inte, och i så fall i vilken ordning, bör det vägas in:

- vilka omkopplingsmöjligheter som den aktuella nätstrukturen medger
- hur viktig anläggningen är, dvs. hur många kunder som anläggningen försörjer med el alternativt hur mycket effekt som stationer ”hanterar”.

Begreppet ”vädersäkring” används ofta för att beskriva att elledningar grävs ner, eller att blanktråd byts ut till plastbelagd tråd. Det finns dock flera väder- och klimateffekter som nedgrävning av kablar inte skyddar mot, till exempel höga flöden, hög havsyttnivå, fler och kraftiga regnväder och erosion m.m. – det vill säga de flesta hot som kommer att öka i takt med klimatförändringen.

Problemen med att träd faller över elledningar flyttar norrut i takt med att vintrarna blir mildare i dessa områden. Idag sker nedgrävning av kabel i störst utsträckning i områden som tidigare varit drabbade av kraftiga stormar.

De förstärkta klimat- och väderhoten i Sverige bedöms inte utgöra någon större risk för att få landsomfattande störningar i försörjningen av oljebaserade bränslen. Regionalt och lokalt kan tillförsel och distribution av olja och drivmedel påverkas av olika klimathot. Att tankställen slås ut genom översvämning, skred eller erosion gör att det i vissa områden under en period kan bli långt till nästa tankställe. Om en depå drabbas av extrem väderhändelse kan konsekvenserna bli större och medföra regional störning, i vart fall innan branschen har hunnit anpassa logistiken så att problemet kan hanteras eller åtminstone dämpas.

Biobränslen är mycket viktiga energibärare inom industrisektorn och bostads- och servicesektorn, men det saknas forskning kring några centrala frågeställningar kring klimatförändringens effekter på biobränslets transporter, lagring och logistik. Bland annat att den tekniska forskningen med klimatanknytning behöver vara systeminriktad med syfte att skapa helhetssyn och ge konsekvensanalyser. Den jordbrukstekniska forskningen kopplad till klimataspekter behöver stödjas i framtiden, speciellt med hänsyn till klimatförändringens effekter.

Två händelser har identifierats kunna få omfattande störningar så att hela försörjningen av naturgas påverkas. Dessa två händelser, erosion, ras eller skred nära Malmö/Köpenhamn och kraftig storm på Nordsjön, påverkar Sveriges import av naturgas vilket därmed kan ge så pass omfattande störningar.

På många orter med fjärrvärmesystem finns det produktionsanläggningar placerade nära vattendrag, sjöar och hav. Fjärrvärmesystemen har i många fall begränsade redundanser. Skador på fjärrvärmeanläggningar kan få konsekvenser för hela det lokala systemet i form av långvariga leveransavbrott om det inte finns alternativa (stationära eller mobila) produktionsanläggningar med tillräcklig kapacitet i det drabbade fjärrvärmenätet.

7.2 Användarens sårbarhet

Ett avbrott i energileveranserna får allt större praktiska och ekonomiska konsekvenser för såväl samhället som den enskilde. Många viktiga samhällsfunktioner är beroende av tillgång på energi dygnet runt, året om. För hushållen ökar beroendet av energi på grund av ett ökat användande av allt fler sätt att lösa uppvärmning, hushållsarbete och hantering av information är beroende av el.

De risker som kan uppstå som en följd av ett förändrat klimat är många. Oönskade händelser i energisystemet kan uppstå till följd av många olika typer av väderhot, och även i kombination med andra omvärldsfaktorer. Händelserna leder oftast till en eller flera av nedanstående konsekvenser (se Figur 15) i energisystemet:

- Energibrist
- Effektbrist
- Skador i distributionssystemet

Följdeflekterna kan vara olika men leder till antingen en eller flera av nedanstående effekter för tredje man:

- Begränsad tillgång till energi
- Höga priser
- Avbrott

Alla energianvändare har ett eget ansvar att förebygga och lindra konsekvenser av ett avbrott i bland annat energileveranserna. Men för en trygg energiförsörjning behöver alla – både offentlig sektor, energibolag och användare – ta ansvar och genomföra förberedelser. Den svenska lagstiftningen innebär bland annat att den som i normala fall har ansvar för en verksamhet har det även i händelse av en kris.

En sårbarhet när det gäller den enskildes energianvändning är att personen, organisationen eller företaget i fråga inte alltid är förberedd för långvariga avbrott. Kännedomen om att de själva, i stor utsträckning, ansvarar för att kunna hantera konsekvenserna av ett avbrott i energileveranserna kan behöva ökas. Att få enskilda söka alternativa lösningar, alternativt ha beredskap för att klara sig utan energileveranser under en period, leder till att samhällets förmåga att hantera störningar blir sämre. I vissa fall saknas kunskaper om vad man kan göra för att mildra effekten av sådana händelser¹⁴.

En fundamental sårbarhet för den enskilde är att många bostäder och lokaler är beroende av el från elnätet för att producera värme. Detta gäller oavsett om värmen produceras i elradiatorer i fastigheten eller om fastigheten är ansluten till fjärrvärmnät (el behövs för att sprida värmen) eller om fastigheten får värme genom förbränning i egna pannor, genom jord-/sjö-/bergvärmeanläggningar osv. (el behövs för att mata fram bränsle och/eller för att sprida värmen). Utkylningen av småhus som saknar uppvärmningsmöjlighet är snabb – hälften kyls ut på mindre än ett dygn (inomhustemperaturen sjunker till +5 grader vid en utomhustemperatur på -20 grader).

Inom elförsörjning och naturgasförsörjning ställs olika former av funktionskrav, vilket innebär en tydlighet mellan företagets och kundens ansvar. Ellagen ställer bland annat krav på att inga elavbrott får vara längre än 24 timmar och att

¹⁴ På Energimyndighetens webbplats finns tips och råd som vänder sig bland annat till privatpersoner, fastighetsägare och kommuner: [www.energimyndigheten.se/tryggenegi](http://www.energimyndigheten.se/tryggenergi)

skadestånd i form av avbrottsersättning schablonmässigt ska betalas till de elkunder som drabbas av elavbrott längre än 12 timmar. Funktionskraven är inte strikta utan gäller inom ramen för det så kallade kontrollansvaret. Elanvändare måste alltså minst klara av att hantera konsekvenser av elavbrott som varar 24 timmar.

Naturgasförordningen ställer bland annat krav på att ett avbrott i det nationella transmissionssystemet för naturgas inte ska medföra konsekvenser för konsumenter (piskunder och villakunder) de 24 första timmarna.

7.3 Anpassning av energisystemet

Oftast förknippas krishantering med att myndigheter, organisationer, företag, beslutsfattare och andra aktörer måste agera under någon form av tidsbrist. Förändringar i naturen till följd av att klimatet förändras förväntas dock ske långsamt. Klimatförändringen och dess konsekvenser ger alltså inte upphov till sådan stress som ur ett positivt perspektiv skulle medverka till att åtgärder planeras, genomförs och följs upp. Sådana aktiviteter kan behöva uppmuntras och underlättas genom samverkan och de förslag till åtgärder som Energimyndigheten lyfter fram. Vi ska använda den kunskap som finns idag för att hantera energisektorns utmaningar i det framtida klimatet.

Denna kunskap måste också omsättas så att den når de som är beroende av energi, från största till minsta användare. I princip alla är beroende av el, även de som vid första tanken inte tror att de är det. Bilden kompliceras också av att infrastrukturer inom energiområdet är beroende av varandra, och även av andra infrastrukturer.

Eftersom stora delar av fjärrvärmesystemen är byggda under och efter 1980-talet är reinvesteringstakten generellt sett låg. Det medför att successiv anpassning av infrastrukturen till det förändrade klimatet inte sker i någon stor utsträckning de närmaste ca 30–40 åren. Det första fjärrkylesystemet togs i drift i början på 1990-talet och reinvesteringarna är därmed i princip lika med noll i befintliga nät. Det innebär att inte heller där sker det, i nuläget, någon successiv anpassning till det förändrade klimatet.

Även om naturgasen på nationell nivå endast står för en liten del av energi-användningen, så betyder den mycket i de kommuner som använder naturgas. Naturgasnätet byggdes huvudsakligen i mitten av 1980-talet, vilket medför att reinvesteringstakten är mycket låg. Den successiva anpassningen av infrastrukturen till det förändrade klimatet kommer de närmaste ca 30–40 åren vara mycket låg.

Oljedepåerna, varifrån drivmedel distribueras till tankställen, är utspridda över landet, främst längst kusterna och de stora sjöarna. Oljedepåerna byggdes på 1960- och 70-talen. Några depåer behöver se över riskbilden till följd av den förväntat ökade frekvensen av höga flöden i sjöar och andra vattendrag och höjningen av havsyttnivån.

Av ovanstående framgår att behovet av klimatanpassningsåtgärder kanske inte identifieras och åtgärdas ”automatiskt” eftersom reinvesteringstakten är låg i flera delar av energisystemet, och den typ av händelser som klimatförändringen förväntas öka risken för är inte speciellt vanliga i dag. Sammanvägt med det faktum att klimatförändringens effekter inte är tydliga i närtidsperspektiv, och därför blir långsamt uppmärksammade, medför detta ett behov av särskilda initiativ och åtgärder för att stimulera och därmed snabba upp förloppet med att klimatanpassa energisystemet.

För att motverka problemen, och att främja hanteringen av konsekvenser som dessa kan leda till, behövs åtgärder vidtas, vilket beskrivs i det följande.

7.4 Energimyndighetens förslag till åtgärder

Energimyndigheten är både oroad och ser samtidigt med tillförsikt på kommande förändringar i klimatet ur ett energisystemperspektiv. Hoten mot energiförsörjningen, i form av extrema väderhändelser, kommer att förekomma både oftare och på fler platser, eller andra delar av landet, än vi tidigare är vana vid. Detta kan innebära att konsekvenser i form av avbrott för tredje man blir vanligare förekommande om inte åtgärder och kunskapsuppbyggande sker.

Energimyndigheten anser att hanteringen av de problem som klimatförändringen och extrema väderhändelser kan leda till ska hanteras inom det ansvar som myndigheter, privatpersoner, företag och kommuner har inom dagens lagstiftning och det svenska krishanteringssystemet. Samtidigt måste det byggas upp ytterligare kunskap kring klimatförändringens effekter på energisystemet och en ökad samverkan måste ske mellan lokala, regionala och nationella myndigheter och marknadsaktörer.

Ansvar för en trygg energiförsörjning är delat mellan myndigheter och företag (se kapitel 6.1 och Energimyndigheten 2009m). Det innebär att flera aktörer måste ta ett större ansvar för att effekterna av klimatförändringen och dess konsekvenser för energiförsörjningen beaktas och inlemmas i det normala arbetet.

Energimyndigheten föreslår följande

På privat nivå:

Branschorganisationer med verksamhet inom energisektorn:

- Ser över behovet av att revidera anvisningar, handböcker, allmänna råd, vägledning m.m. med hänsyn till klimatförändringens effekter.

Privatpersoner och företag ser över sitt behov för att klara energistörningar:

- Utvärderar om material behöver införskaffas för att klara att hantera avbrott.
- Söker alternativ lösning till exempelvis el- och eller värmeförsörjning

Aktörer som finansierar energisystemrelaterad forskning:

- Försäkras sig om att befintliga och framtida program- och projektbeskrivningar beaktar behovet av robusthet mot klimatförändringens effekter.

På kommunal nivå:

- I arbete med risk- och sårbarhetsanalyser beaktar det lokala energisystemets förutsättningar att klara hot i form av extrema väderhändelser.
- Ser till att beredskapsplaner finns uppdaterade.

Aktörer som finansierar energisystemrelaterad forskning:

- Försäkras sig om att befintliga och framtida program- och projektbeskrivningar beaktar behovet av robusthet mot klimatförändringens effekter.

På statlig nivå:

Myndigheter med verksamhet inom energisektorn:

- Ser över behovet av att revidera anvisningar, handböcker, allmänna råd, vägledningar m.m. med hänsyn till klimatförändringens effekter: till exempel vägledande föreskrifter för elnätbolagens risk- och sårbarhetsanalyser (EI), tekniska föreskrifter och lägningsföreskrifter (Svenska Kraftnät), lägningsföreskrifter för naturgas (MSB), föreskrifter för naturgasföretagens risk- och sårbarhetsanalyser (Energimyndigheten).

Regeringen:

- Beaktar situationen att plan- och bygglagstiftningen inte är utformad för att skydda befintlig bebyggelse från klimatförändringar. Det mesta av dagens energisystem kommer att finnas kvar i åtskilliga år och därför finns det inga starka instrument för att initiera åtgärder för att möta behovet av eventuella förbättringar. Det vore önskvärt att till exempel kommuner på något sätt skulle kunna påverka energiföretagens initiativ och prioriteringar avseende robust-
höjande åtgärder inom energiförsörjningen (flytta byggnader, invallningar eller andra förstärkningar m.m.).
- Säkerställer att arbetet med regionala scenarier avseende risker för framför allt erosion, skred, höga flöden och höga havsyttenivåer och maximal vindstyrka fortgår alternativt påbörjas. Sådana scenarier är ett mycket efterfrågat underlag av kommuner, länsstyrelser och energiföretag.

Aktörer som finansierar energisystemrelaterad forskning:

- Försäkras sig om att befintliga och framtida program- och projektbeskrivningar beaktar behovet av robusthet mot klimatförändringens effekter.

Energimyndighetens åtaganden

Energimyndigheten arbetar generellt med sårbarheter i energisystemet, och natur- och klimatrelaterade händelser är ett hot bland många andra för energiförsörjningen. Det svenska energisystemet ska vara robust, oavsett vilka typer av hot och risker som systemen utsätts för.

Energimyndigheten bedömer emellertid att det behövs stimulans av olika slag för att få till stånd en ökad medvetenhet kring behovet av klimatanpassning. Energimyndigheten avser att arbeta med följande uppgifter avseende klimatförändringens effekter på energisektorn. (Se även Bilaga 4, grupp A.) Aktiviteterna har i flera fall bäring på privata och kommunala verksamheter. Energimyndigheten anser att detta ligger i linje med myndighetens nuvarande uppgifter, och att det därför bör rymmas inom ordinarie anslag.

Energimyndigheten ska

- Uppmuntra det regionala och lokala klimatanpassningsarbetet, samt ge stöd i form av expertkunskaper.
- Utveckla kompletterande metodik som stöd i riskanalyserna på lokal och regional nivå.
- Löpande svara för omvärldsbevakning och analys av klimat- och väderrelaterade händelser i energisektorn. Löpande sammanställa aktuell forskning kring klimatförändringens effekter i energisektorn och ge exempel på möjliga lösningar.
- Fortsätta att utreda klimatförändringens effekter på energisystemet i samband med framtagande av långsiktsprognoiser, och vid utveckling av prognosmetodiken.
- Utreda behovet av att införa funktionskrav inom fjärrvärmeförsörjning. Funktionskrav för en säker energiförsörjning ställs i olika form på elnätsbolag och företag inom naturgas.
- Ta initiativ för att lyfta klimatanpassningsfrågan i de program där myndigheten finansierar forskning.
- Lyfta klimatanpassningsfrågan i de befintliga nätverk för kunskapsutbyte och samverkan som Energimyndigheten är verksam inom. För informations-spridning till kommuner och privatpersoner bör bland annat nätverk såsom *Uthållig kommun* användas.
- Som en del av arbetet med klimat- och sårbarhetsfrågor aktivt delta i *Plattformen för arbete med naturolyckor* och *Klimatanpassningsportalen*.

Referenser

- Boverket, 2009a: *Bygg för morgondagens klimat. Anpassning av planering och byggande*. Boverket, ISBN 978-91-86342-06-7, dnr 1299-3364/2008.
- Energimyndigheten 2000a, *Vision för en långsiktig svensk klimatpolitik*, ER5:2000
- Energimyndigheten, 2007a: *Utvärdering av stormen Per – Konsekvenser och lärdomar för en tryggare energiförsörjning*, Energimyndigheten, ER 2007:37
- Energimyndigheten, 2008a: *Energisystemets sårbarhet inför effekterna av ett förändrat klimat – Delrapportering av regeringsuppdrag*. Energimyndigheten, ER 2008:20.
- Energimyndigheten, 2008b: *Risk- och sårbarhetsanalys avseende raffinaderier och depåer – med fokus på samhällets försörjningstrygghet*. Energimyndigheten, dnr 17-07-3471.
- Energimyndigheten 2008d: *Energiläget 2008*. Energimyndigheten ET 2008:15.
- Energimyndigheten 2008e: *Energiläget 2008 i siffror*. Energimyndigheten ET 2008:20.
- Energimyndigheten, 2009a: *Klimatet och dess inverkan på landskapet under 2000-talet*. Konsultrapport L1-09:0047 1.0 från Combitech AB, Energimyndighetens dnr 17-08-1416.
- Energimyndigheten, 2009b: *Kommunernas syn på energisystemets sårbarhet inför klimatförändringens effekter m.m.* Konsultrapport L1-09:0081 1.0 från Combitech AB, Energimyndighetens dnr 17-08-1416.
- Energimyndigheten, 2009c: *Inventering och översiktlig analys av energianläggningars sårbarhet för klimatförändringens effekter*. Konsultrapport L1-09:0115 1.0 från Combitech AB, Energimyndighetens dnr 17-08-1416.
- Energimyndigheten, 2009d: *Förslag till åtgärder inom energisektorn för att hantera klimatförändringens effekter*. Konsultrapport L1-09:0096 1.0 från Combitech AB, Energimyndighetens dnr 17-08-1416.

- Energimyndigheten, 2009e: *Risk- och sårbarhetsanalys avseende kraftvärme och fjärrkyla hos Mälarenergi – med fokus på samhällets försörjningstrygghet*. Energimyndigheten, dnr 17-08-1416.
- Energimyndigheten, 2009f: *Känslighetsanalys av Energimyndighetens långsiktsprogno*s. Energimyndigheten, dnr 60-08-1300.
- Energimyndigheten, 2009g: *Framtida elproduktion från kraftvärme*. Konsultrapport från Profu AB, dnr 17-09-2113.
- Energimyndigheten, 2009h: *Projekt Klimat och sårbarhet steg II – Biobränslesystemets forskningsläge idag och forskningsbehov i framtiden*. Energimyndigheten, dnr 60-08-1300, arbetsmaterial, Manus II, 2009-08-26.
- Energimyndigheten, 2009i: *Energistatistik för småhus 2008*. Energimyndigheten ES 2009:07.
- Energimyndigheten, 2009j: *Långsiktsprogno*s 2008. Energimyndigheten, ER 2009:14.
- Energimyndigheten, 2009k: *Energistatistik för flerbostadshus 2008*. Energimyndigheten, ES 2009:08.
- Energimyndigheten, 2009l: *Energistatistik för lokaler 2008*. Energimyndigheten, ES 2009:09, preliminär (utgåva 2009-10-15).
- Energimyndigheten, 2009m: *Ansvar och roller för en trygg energiförsörjning – Energimyndighetens analys*. Energimyndigheten, Dnr 60-07-1248, version 3.1, 2009-1005.
- Energimyndigheten, 2009n: *Trygg energiförsörjning 2009 – En översiktlig analys av risker och sårbarheter i energiförsörjningen*. Energimyndigheten, ER 2009:31.
- Lauenburg, Patrick och Johansson, Per-Olof, 2008: *Fjärrvärme vid elavbrott – slutrapport*. Lunds Universitet, Avdelningen för Energihushållning, Institutionen för Energivetenskaper, ISRN LUTMDN/TMHP--08/3037--SE.
- MSB, 2009a: *Faller en – faller då alla? En slutredovisning av KBM:s arbete med samhällskritiska beroenden*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB 0001-09.
- Prop. 2005/06:133, Samverkan vid kris – för ett säkrare samhälle.*
- Prop. 2007/08:92, Stärkt krisberedskap – för säkerhets skull.*

Prop. 2008/09:163, En sammanhållen klimat- och energipolitik – energi.

Regleringsbrev för budgetåret 2009 avseende anslag 1:10.

SCB, 2009a: *El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2007, Definitiva uppgifter.*
Statistiska centralbyrån, EN 11 SM 0901.

SOU 2007:60: *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.* Klimat- och sårbarhetsutredningen, inklusive bilagor.

Svensk Energi, 2008a: *NÄTKIC 2007.* Svensk Energi 2008-06-24. (MS Excel-fil)

Bilaga 1, Deltagare i projektet

Energimyndighetens styrgrupp

Andres Muld
Paul Westin
Peter Rohlin
Sara Winnfors
Tony Abaji
Anna Fridén (från 1 juni 2009)

Energimyndighetens arbetsgrupp

Anna Andersson
Anna Fridén (projektledare till och med den 31 maj 2009, därefter i styrgruppen)
Daniel Andersson
Erik Hedar
Ester Veibäck (projektledare från den 1 juni 2009)
Linn Stengård
Matti Parikka
Mikael Toll
Urban Bergström

Andra från Energimyndigheten som bidragit med underlag

Malin Lagerquist
Helen Lindblom

Referensgrupp

Bo Ruthberg, Sveriges kommuner och landsting
Charlotta Abrahamsson, Svensk Fjärrvärme
Folke Sjöbohm, Svensk Energi
Gun Åhrling-Rundström, Svensk Energi
Göran Lindell, Svenska Petroleum Institutet
Hans Åkesson, Svenska Gasföreningen
Kjell Andersson, Svebio
Lars Skånberg, Strålsäkerhetsmyndigheten
Lennart Olofsson, Länsstyrelsen Västra Götaland
Maria Sandqvist, Teknikföretagen
Martin Valleskog, Svenska Gasföreningen
Remy Kolessar, Energimarknadsinspektionen
Sture Larsson, Svenska Kraftnät
Ulrika Postgård, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Deltagare vid arbetsmöten

Natur- och stadsgas

Anna Berggren, Swedegas AB
Claes-Göran Johansson, Stockholm Gas AB
Kaj Rydberg, Varberg Energi AB
Martin Valleskog, Svenska Gasföreningen
Sigvard Trönell, E.ON Gas Sverige AB

Fjärrvärme, fjärrkyla

Charlotta Abrahamsson, Svensk Fjärrvärme
Eva-Katrin Lindman, AB Fortum Värme
Erik Larsson, Svensk Fjärrvärme
Lars Olin, Norrenergi AB
Rolf Siwertz, Telge Nät AB
Ture Nordenswan, Svensk Fjärrvärme

Olja, drivmedel

Göran Lindell, Svenska Petroleum Institutet
Rolf Canarp, OK/Q8

Eldistribution

Donald Sundvall, Göteborg Energi Nät AB
Kjell Ove Oberger, Fortum Distribution
Magnus Brodin, Skellefteå Kraft Elnät AB
Matz Tapper, Svensk Energi

Elproduktion

Folke Sjöbohm, Svensk Energi
Gun Åhrling Rundström, Svensk Energi
Johan Hillstedt, E.ON Värmekraft AB
Mats Lindberg, Mälarenergi AB

Klimatförändring

Elin Löwendahl, SMHI
Lars Barring, SMHI
Lennart Larsson, SMHI
Sten Bergström, SMHI

Samråd i fas 4 (Svenska Kraftnäts deltagare)

Bo Krantz
Lillemor Carlshem
Maria Bartsch
Sture Larsson

Telefonintervjuer (utöver de som ingår under övriga rubriker)

Under projektets genomförande har telefonintervjuer genomförts med ett 60-tal personer från ett 45-tal företag inom energisektorn, SMHI, länsstyrelsen i Halland och konsultföretag.

Anlitade konsulter

Combitech AB inkl. underkonsulter

Anders Eliasson, Rejlers Ingenjörer AB
Björn Dahlroth, Fjärrvärmeutveckling FVU AB
Carina Forslind, Combitech AB
Hans Karlsson, Rejlers Ingenjörer AB
Jone Johnsson, Combitech AB
Karin Dyberg, Combitech AB
Lennart Bragd, Fjärrvärmeutveckling FVU AB
Rebecka Bjurle, Combitech AB
Robert Dahlberg, Saab Security
Robert Nilsson, Combitech AB
Sandy Olsson, Combitech AB
Towe Lindqwister, Combitech AB
Ulf Arvidsson, Combitech AB, uppdragsledare

Profu

Daniel Stridsman, Profu AB
Håkan Sköldberg, Profu AB

Bilaga 2, Definitioner av begrepp

I följande tabell är några av rapportens termer och begrepp definierade.

Begrepp	Förklaring	Källa
<i>Klimat- och väderrelaterade begrepp</i>		
Bränsle	Ämne eller material med kemiskt eller på annat sätt bunden energi. Oftast avses ett organiskt eller fossilt material som vid oxidation med luftens syre (förbränning) avger värme. Viktiga bränslen i naturen är råolja, stenkol, naturgas och torv samt ved och andra biobränslen. Gengas, stadsgas, metanol och etanol produceras ur naturliga bränslen. Vätgas fås från naturliga bränslen genom elektrolys av vatten. Det finns även kärnbränsle, som avger värme vid klyvning eller sammanslagning av atomkärnor.	NE (2009-11-03)
Drivmedel	Ämne som vid förbränning ger energi och som är möjligt att utnyttja i motorer o.d.; särskilt om olja, bensin o.d.	NE (2009-11-03)
Erosion	Nötning och skulptering av berggrund och jordtäcke genom rinnande vatten, vind, vågor eller glaciäris.	NE (Internet, 2008-06-05)
Extrem väderhändelse	Väderrelaterad händelse som medför mycket stora störningar i energiförsörjningen och därmed sätter samhällets förmåga att hantera den uppkomna situationen på svåra prov.	Definierat inom denna studie.
Jordskred	Snabb massrörelse i jordtäcket över en eller flera glidytor. Kända exempel i Sverige är de s.k. rotationsskreden i Götaälv-dalen vid Surte (1950), Göta (1957) och Tuve (1977). Små, ytliga jordskred i fjällen utlöses av stark genomdränkning av vatten. De når ca 1 m djupt, är ca 3–20 m breda och övergår till snabbt flytande slamströmmar. Stora lerskred kan dämna älvar och bilda flodvågor som dränker hus och människor. Ras är till skillnad från skred massrörelser av sten eller jord som faller i luftfärd utför en bergvägg eller rasbrant.	NE (Internet, 2008-06-05)
Klimat	Genomsnittliga väderleksförhållanden inom ett större område. (NE Ordbok) De meteorologiska elementens statistiska egenskaper, såsom medelvärden, standardavvikelse, högsta och lägsta uppmätta värden m.m. De viktigaste klimatelementen är nederbörd och lufttemperatur samt luftfuktighet, lufttryck och vind. Molnigheten och förekomsten av dimma, frost, åska och stormar räknas också till klimatet, liksom temperaturen på olika djup i marken. Ibland räknas även atmosfärkemiska variabler, till exempel halten av stoft och luftföroreningar, som klimatelement. (NE)	NE (Internet, 2008-09-04)

Begrepp	Förklaring	Källa
Klimatscenario	Ordet scenario reflekterar att resultatet innehåller osäkerheter om den framtida utvecklingen. Klimatscenarier är beskrivningar av möjliga utvecklingar och klimatlägen. De baseras på fysikalisk-matematisk-numeriska beskrivningar av jordens klimatsystem (atmosfär, hav, land, ismassorna, vegetation) och de processer som styr klimatets natur och naturlig variabilitet (väder, havens processer, naturliga kretslopp, kopplingar mellan delarna av klimatsystemet). I studier om den förstärkta växthuseffekten behövs det också antaganden av de externa påverkansfaktorernas framtida utveckling, d.v.s. utsläpp av växthusgaser.	SMHI (http://www.smhi.se/sgn0106/if/rc/faq.htm , 2009-11-03)
Prognos	En förutsägelse som bygger på det man redan vet och på det man antar ska ske. Mycket korta prognoser är de som gäller från två timmar framåt och upp till 12 timmar. Korta prognoser avser vädret mellan 12 timmar och upp till två dygn framåt. Medellånga prognoser görs för två dygn till 10 dygn framåt. Månadsutsikter, det vill säga temperaturutveckling för 30 dagar fram i tiden, finns och forskning pågår också med att utveckla säsongsprognoser för upp till ett år framåt. De längre prognoserna är mer översiktliga och har mindre detaljnoggrannhet.	NE (2009-11-03), SMHI (http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=6530&l=sv , 2009-11-03)
Skjuvning	Relativ förskjutning utan volymändring mellan två parallella, närliggande ytor i ett stycke material (fast, granulärt eller av en viskös vätska). Skjuvning motverkas av skjuvspänningar p.g.a. (intern) friktion	NE (Internet, 2009-09-23)
Skred	Släntrörelse huvudsakligen i silt- och lerjordar men även i annat jord- och bergmaterial där rörelsen sker utefter ett eller flera glidplan inne i slutningen. En rörelse av material i fritt fall kallas ras.	NE (Internet, 2008-06-05)
Väder	Rådande tillstånd i fråga om vind, nederbörd, temperatur och liknande naturföreteelser i den närmast omgivande atmosfären; på viss plats, vid visst tillfälle el. under viss tidrymd. (NE Ordbok) Atmosfärens tillstånd vad gäller förekomsten av vatten i olika former, Till exempel ånga, moln och nederbörd, samt luftens fysiska egenskaper som tryck, temperatur och rörelse, till exempel vind. Vädret förändras ständigt på ett sätt som är delvis regelbundet, delvis oregelbundet; ordet väder används därför även om växlingarna i atmosfärens tillstånd. (NE)	NE (Internet, 2008-09-04)
<i>Energirelaterade begrepp</i>		
Energislag	Används i bland synonymt med energibärare.	

Begrepp	Förklaring	Källa
Energibärare	Ämne eller fysikalisk process som används för att transportera eller lagra energi. Exempelvis medför omvandlingen till energibäraren el i ett vattenkraftverk att fallets energi kan transporteras och utnyttjas av avlägsna konsumenter. Varmt vatten är energibärare som till exempel kan distribuera värme inom en byggnad eller i ett fjärrvärmesystem i en tätort. Kol, olja, naturgas och andra bränslen är energibärare som kan transporteras till kraftverk och fjärrvärmeverk eller direkt till konsumenterna.	NE (Internet, 2009-10-06)
<i>Övriga begrepp</i>		
Krisberedskap	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.	Prop. 2007/08:92.
Trygg energiförsörjning	Energisystemets kapacitet, flexibilitet och robusthet att leverera energi i önskad omfattning i tid och rum enligt användarnas behov och till en accepterad kostnad samt marknadens, offentlig sektors och användarnas samlade krishanteringsförmåga.	Energimyndigheten 2009n

Bilaga 3, Exempel på genomförda och pågående studier

Klimatförändringen kommer att ge effekter på samhället oavsett om och hur mycket de framtida utsläppen av växthusgaser begränsas. Den förväntade klimatförändringen de närmaste 40–50 åren hänger samman med redan gjorda utsläpp. Därför pågår det en hel del arbete kring att hantera klimatförändringens effekter, *ett litet urval* av detta arbete beskrivs översiktligt nedan tillsammans med några andra relevanta studier inom området försörjningstrygghet inom energisektorn. En mer systematisk genomgång finns i Energimyndigheten 2009d.

Ansvar för trygg energiförsörjning

Utifrån Energimyndighetens femåriga strategier utarbetas årligen en ettårig verksamhetsplan, som avseende krishanteringsområdet dokumenteras i form av en överenskommelse med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Verksamhetsplanen bygger på en årlig risk- och sårbarhetsanalys av den nationella energiförsörjningen samt det formella ansvar som Energimyndigheten har för en trygg energiförsörjning. Det senare finns senast beskrivet i Energimyndigheten 2009n (uppdateras med viss regelbundenhet), som även syftar till att klargöra det principiella ansvarsförhållandet dels mellan den offentliga sektorn och energimarknaderna, dels mellan några av den offentliga sektorns aktörer.

Dokumentet används internt av Energimyndigheten som underlag vid analys av bland annat måluppfyllelse, vid utformning av strategi och verksamhetsplanering samt vid intern och extern informationsspridning om Energimyndighetens och andra aktörers ansvar avseende trygg energiförsörjning.

Dokumentet ger för andra intressenter en översikt över ansvarsförhållandet mellan offentlig sektor och energimarknad samt en introduktion till det regelverk som styr aktörerna på energimarknaden inom området trygg energiförsörjning.

Förstärkt klimatinformationsfunktion

SMHI, Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Boverket, MSB, SGI och Lantmäteriet har satt upp en gemensam klimatanpassningsportal¹⁵ på SMHI:s webbplats. Syftet med portalen är att förmedla den samlade kunskap som finns om sårbarhet och anpassning till klimatförändringen. Myndigheterna vill sprida information till stöd för dem som arbetar med att anpassa samhället till konsekvenserna av ett förändrat klimat, både på kort och på lång sikt. Portalen utgör ett stöd för främst kommuner och länsstyrelser inom verksamheter som rör

¹⁵ <http://www.klimatanpassning.se>

bl.a. fysisk planering, räddningstjänst, beredskap, energiförsörjning, jordbruk, skogsbruk, m.m.

På SMHI:s webbplats¹⁶ finns länsvisa historiska data och scenarier för klimatvariablerna temperatur och nederbörd avseende helår, vinter, vår, sommar och höst.

Anpassning av byggnader till klimatförändringens effekter

Boverket fick i regleringsbrevet för 2008 i uppdrag att redovisa exempel och metoder för hur planering och byggande kan anpassas för att förebygga, undvika och minimera negativa effekter av klimatförändringar. I rapporten Boverket 2009a analyserar Boverket hur plan- och bygglagstiftningen kan användas för att anpassa planering och byggande till kommande klimatförändringar.

Bland slutsatserna i rapporten finns att plan- och bygglagstiftningen¹⁷ kan användas som ett *effektivt redskap för klimatanpassning av ny bebyggelse på oexploaterad mark*, men för tillkommande bebyggelse på exploaterad mark kan lagstiftningen användas i varierande utsträckning. Den kanske för energiförsörjningen viktigaste av Boverkets slutsatser är att *plan- och bygglagstiftningen inte är utformad för att skydda befintlig bebyggelse från klimatförändringar*. Detta hänger samman med att plan- och bygglagstiftningen i första hand är en genomförandelagstiftning som förutsätter att någon har en ambition och möjlighet att genomföra en åtgärd. Om det inte finns någon som vill och kan utföra en skyddsåtgärd så kan inte en motsvarande skyldighet skapas genom plan- och bygglagstiftningen. Boverket pekar i det sammanhanget på att risken dessutom är stor att miljölagstiftningen förhindrar just de önskade åtgärderna på grund av att miljölagstiftningen är en skyddslagstiftning som syftar till att skydda miljön och vår hälsa mot åtgärder som påverkar miljön negativt – inte att skydda befintlig bebyggelse eller samhällsekonomiska intressen. Detta exemplifieras med att till exempel invallning av befintligt område kan kräva att strandskyddet behöver upphävas. Invallningsåtgärder riskerar också att skada växt-, natur- och havsmiljön i strandzonen och kan därför även på den grunden nekas tillstånd enligt miljöbalken. Boverket konstaterar därför följande.

Möjligheterna i dagens plan- och bygglagstiftning begränsar sig till att på ett inte bindande sätt i översiktsplan identifiera områden som är i riskzonen för till exempel översvämning. Den inrymmer inte några möjligheter att trygga genomförandet av nödvändiga åtgärder för att skydda utpekade områden.

¹⁶ <http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=11804&l=sv>

¹⁷ Med ”plan- och bygglagstiftningen” avser Boverket i den rapporten Plan- och bygglagen (1987:10), PBL, och Lagen (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m., BVL, samt förordningar och föreskrifter som utfärdats med stöd av dessa lagar.

Boverket konstaterar även att statliga myndigheter, länsstyrelser och kommuner behöver bli bättre på att tillhandahålla och utnyttja kunskapsunderlag om klimatförändringar som kan användas vid planering och byggande.

Klimatförändringens betydelse för dammsäkerheten

Extrema flöden bedöms vara den klimatfaktor som helt överskuggar de övriga väder-/klimatrelaterade faktorerna vad avser risker kopplat till dammsäkerhet. Dammarna är dimensionerade för extrema flöden enligt utgivna riktlinjer, med det pågår ombyggnad vid ett antal dammar för att möta de senast överenskomna riktlinjerna.

I regleringsbrevet för 2008 fick Svenska Kraftnät i uppdrag att fortlöpande följa klimatförändringens betydelse för dammsäkerheten. Eftersom deluppdragen hänger ihop arbetar en kommitté bestående av Svenska Kraftnät, Svensk Energi och SveMin (dessa tre är huvudmän för riktlinjerna för dimensionerande flöden) samt SMHI med uppdragen enligt nedan.

Utveckla metoder i samarbete med SMHI

I samarbete med SMHI utvecklas metoder för beräkning av flöden i framtida klimat. Bland annat genomförs en genomräkning av utvalda testområden¹⁸ och resultatet kommer att redovisas i en delrapport hösten 2009 med slutrapport under 2010. Vidare kommer en vägledning att utarbetas under 2010–2011 avseende flödesdimensionering med hänsyn till klimatfrågan.

Förändrade tillrinningsförhållandens påverkan på dammsäkerheten

I arbetet har inledningsvis konstaterats att framtidens regleringsstrategier, förutom påverkan av klimatet, även påverkas av energibalans på års- och säsongsbasis, effektbalans, förändring i produktionens sammansättning och lokalisering, m.m. I arbetet som genomförs under 2009 analyseras bland annat i vilken utsträckning som ändrade reglerings- och driftförhållanden behöver beaktas vid dimensioneringsberäkningar.

Metoder för kartläggning av sårbarheter

I arbetet utarbetas under 2009 en metodik för att beskriva dammars befintliga marginaler för flödesökning, varefter en kartläggning kommer att ske under 2009–2010. Efter kartläggningen och med hänsyn till bedömningen av flödesförändringarna (se ovan) gör Svenska Kraftnät under 2010 en kartläggning av dammbestandets sårbarhet.

¹⁸ En systematisk genomräkning av flödesdimensioneringen av det svenska dammbeståndet är en uppgift för respektive dammägare.

Att planera för klimatanpassning

Centrum för klimatpolitisk forskning, CSPR, vid Linköpings Universitet slutförs under 2009 bland annat projektet "Att planera för klimatanpassning - Anpassningskapacitet och villkor för förändring", som fokuserar på städernas och kommunernas roll i arbetet med att planera och fatta beslut som tar hänsyn till klimataspekter. Projektet genomför kvalitativa fallstudier av tre svenska kommuners arbete med planering, riskhantering och klimatanpassning. De valda kommunerna har sedan länge och på olika sätt utsatts för klimatrelaterade risker. I två av kommunerna är den stora frågan översvämningsriskerna, i den tredje stranderosionen. Två är lokaliserade i södra Sverige och en norr om Dalälven, två är medelstora och en är liten. Två är kustkommuner och en är inlandskommun. Det empiriska materialet utgörs av dels av intervjuer med tjänstemän och politiker i nyckelpositioner på lokal och regional nivå, dels kommunala och regionala dokument (policies, strategier, utredningsunderlag och plandokument). Vidare har representanter för nationella myndigheter med ansvar för planering, riskhantering och klimatfrågor intervjuats.

De preliminära slutsatserna avseende hur en mer robust hantering av kommunernas sårbarhet för klimatets förändringar ska uppnås är:

- Det krävs en kombination av nyckelaktörer med vilja, engagemang, mandat och kompetens att driva förändring.
- Det krävs en organisatorisk spridning över förvaltningsgränser där sektorskulturer, intresseanspråk och revirstrider kan överbryggas till förmån för ett gemensamt ägande av riskfrågorna.
- Ett ökat hänsynstagande behöver genomsyra vardagens avvägningar. I dagsläget tenderar olika intressen, prioriteringar och perspektiv att kollidera, exempelvis i kompromissandet mellan det klimatsäkra och det strandnära.
- Det krävs en kontinuitet i riskhanteringen som motverkar dagens händelsestyrda tendenser.
- Det behövs en ökad samverkan mellan lokala, regionala och nationella myndigheter och aktörer utifrån deras respektive erfarenheter och kompetens.

Klimatrelaterade projekt inom ras- och skredområdet

I projektet "Kostnadsnyttoanalys för förebyggande åtgärder mot skred och ras till följd av förändrat klimat" utvecklar Statens geotekniska institut (SGI) en risk-kostnad-nytta-metod av förebyggande åtgärder mot jordskred i identifierade bebyggda riskområden. Fallstudier genomförs i Partille, Lidköping och Borlänge. I kostnadsnyttoanalysen vägs kostnaderna för att genomföra preventiva åtgärder (beräknade med schablonvärden) mot skadekostnaden för liv om egendom. Projektets resultat kommer att redovisas hösten 2009.

Ett annat projekt är "Bedömningar av sårbarhet, risk och anpassning inför klimatförändringar i städer och kommuner" som SGI genomför i samverkan med Centrum för klimatpolitisk forskning vid Linköpings universitet. Syftet med

projektet är att öka kunskapen om hur kritiska faktorer kan identifieras och ge en samlad bedömning för beslutsfattare och övriga som verkar inom stadsplanering i kommunal och regional förvaltning. I en fallstudie av Göta älvdalen analyseras kriterier för robust beslutsfattande. Projektets resultat kommer att redovisas hösten 2009.

Långsiktsprognois för energisektorn

Energimyndigheten har i uppdrag att genomföra prognoser för energisektorn. Den senaste långsiktsprognoisen (Energimyndigheten 2009j) avser tiden fram till och med år 2030 och innehåller ett antal olika känslighetsscenarier. Prognosen utgår från gällande styrmedel, vilket innebär att rapportens resultat inte ska betraktas som en regelrätt prognos över den framtida energianvändningen utan som *en konsekvensanalys* av gällande styrmedel givet olika förutsättningar som exempelvis ekonomisk tillväxt och bränslepriser.

Energimyndighetens långsiktsprognoiser är konsekvensanalyser med tidsperspektiv på 10–25 år som syftar till att beskriva energisystemets framtida utveckling förutsatt en rad givna förutsättningar. Om någon av dessa förutsättningar förändras ändras också prognosresultatet. Den ekonomiska utvecklingen är en viktig förutsättning i bedömningen av det framtida energibehovet. De indirekta effekterna genom ett förändrat beteende hos konsumenter, ändrade villkor genom lagstiftning och energiskatter kan ha stor genomslagskraft på samtliga användarsektorer, speciellt industri- och transportsektorerna.

Energimyndigheten har låtit genomföra en analys av hur långsiktsprognoisen påverkas av den förestående klimatförändringen (Energimyndigheten 2009f). Därvid konstateras att de direkta effekterna av klimatförändringen på energianvändningen i de flesta fall är små, men avseende uppvärmning av bostäder och lokaler har dock en temperaturhöjning en stor inverkan. Beräkningarna visar att en ökning av temperaturen på 20 procent skulle ge en märkbar minskning – ungefär 10 TWh av totalt cirka 150 TWh/år årligen i energianvändning inom sektorn bostäder och service m.m. Scenariot tar dock inte hänsyn till att energianvändningen samtidigt kan påverkas genom en ökad användning av ventilation och komfortkyla.

För att kunna göra prognoser över hur kylbehovet i framtiden kommer att påverka energianvändningen i sektorn bostäder och service m.m. behöver kunskapen om komfortkyla förbättras. Ökad energianvändning för komfortkyla och ventilation sommartid tillsammans med minskad energianvändning för uppvärmning vintertid kan innebära att variationerna i energianvändning över året minskar. Det finns också en möjlighet att energimixen påverkas om elanvändningen för komfortkyla ökar.

Risikanalysprogrammet

Programmet avser att finna harmoniserade och effektiva riskanalysmetoder för elnätverksamheten i Sverige, som skall svara mot de krav som ställs av alla parter både från myndigheter och från nätägare. Ett väl genomfört riskanalysarbete i elnätsföretagen kommer att medverka till att elnäten i framtiden blir mer robusta och kan motstå påfrestningar som är utöver det vanliga. Anläggningarna som i allra största del finns utomhus åldras, korroderas, utsätts för åverkan och slits av att de används, blir alltmera sårbara i och med att tiden går.

Risken finns alltid för att anläggningarna brinner upp eller släpper ut miljöförstörande gaser eller vätskor mm. Detta kan inte uteslutas även om ett gediget riskanalysarbete genomförs, men riskerna för att detta kan inträffa skall minska. Risker finns också för att personskador sker vid reparationer och driftomkopplingar. Risker finns även alltid för haverier i anläggningarna, vilket kan ge avsevärda materiella förluster för nätägare och även långa leveransavbrott för elkunderna. Målgrupperna för uppdraget är främst Elnätsföretag, myndigheter (Elsäkerhetsverket, MSB) och FIE (Föreningen för industriell elteknik)

Projektet Roadmap för elsystemets utveckling

Ett exempel på projekt inom Elforsks programområden är *Roadmap för elsystemets utveckling*. Projektet har i huvudsak bestått av att analysera ett antal framtidsbilder och från dessa identifiera strategiska frågor för företagen inom Elforsk. Från de strategiska frågorna har ett antal forskningsområden i olika tidsperspektiv i sin tur identifierats. Framtidsbilderna har baserats på EU:s s.k. 20 mål till år 2020 och ett antal scenarier byggda på dessa har analyserats med avseende på konsekvenser för det stationära nordiska elsystemet.

Några viktiga lärdomar av projektet, vilka också ställer nya forskningsfrågor är:

- Forskning om styrmedel är viktig. Bredare analyser än med hjälp av enbart energisystemmodeller krävs, särskilt av ekonomiska förhållanden. Nya affärsmodeller aktualiseras.
- Nätfrågornas stora betydelse för att nå EU-målen och att utnyttja möjligheter till elexport. Stora investeringar kommer att krävas i näten på alla spänningsnivåer för att hantera stora mängder elproduktion från förnybara källor särskilt vindkraft. Djupare analyser krävs av betingelserna för elexport.
- Reglerkraft för spec. vindkraft och hur denna fråga skall lösas om inte nuvarande kärnkraft på sikt ersätts med ny kärnkraft i samma lägen som den gamla.
- Hur nuvarande kärnkraft skall ersättas är en nyckelfråga. Två av de äldsta aggregaten kan komma att avställas av ekonomiska skäl redan i perioden 2020-2025.

- Det finns tak för biobränsleanvändning i t ex fjärrvärmesystemen. Nya konkurrensförhållanden om bioråvara kan uppstå vid en ev. storskalig introduktion av andra generationens drivmedel.
- Intresset för laddhybrider har ökat kraftigt liksom intresset för s.k. SmartGrids. En fråga gäller hur SmartGrids skall kunna hanteras inom ramen för en avreglerad marknad.
- Intresset för CCS för särskilt i kraftverk har ökat kraftigt internationellt, inte minst inom EU-programmet, men är inte så aktuellt i Sverige. CCS för energiintensiv industri kan dock bli en möjlighet. CCS kan via internationella elmarknader få en väsentlig indirekt betydelse för Sverige.

Utvärdering av stormen Per – Konsekvenser och lärdomar för en tryggare energiförsörjning

Stormen Per drabbade stora delar av Götaland och östra Svealand den 14 januari 2007. Många av de kommuner, elnätföretag och elanvändare som drabbades av Gudrun drabbades också av Per. Till följd av stormen beräknas sammanlagt 440 000 elanvändare ha blivit utan el under kortare eller längre period (upp till ca 10 dygn). Följderna av elavbrottet blev de vanliga: belysningen slocknade, det gick inte att laga mat, värmen försvann för många, bensinstationer slutade fungera, industrier fick stopp i produktionen, telekommunikationerna upphörde i stora områden, tåg kunde inte rulla trots att rälsen var röjd från nedfallna träd etc.

Energimyndigheten har tagit fram rubricerad rapport [Energimyndigheten 2007a] i syfte att samla och sprida kunskap om hur de olika aktörerna i och omkring energiförsörjningskedjan agerat i krisen efter stormen Per samt för att utvärdera de störningar och konsekvenser i samhället som stormen Per medförde. Studien genomförde bland annat en analys av följande:

- Hur erfarenheterna från Gudrun har kommit till nytta
- Vad stormen Per kostade samhället
- Vilka lärdomar som kan dras utifrån en analys av förberedande och lindrande åtgärder i regioner som drabbats av stormen Per, stormen Gudrun eller båda stormarna

Resultatet från studien visar bland annat att få aktörer har dokumenterat erfarenheterna från Per varför kunskaperna i stort sitter hos individer och inte i organisationer. Studien visar vidare många exempel på att erfarenheterna från Gudrun-stormen har kommit till nytta vid hanteringen av stormen Pers konsekvenser, delvis beroende på att berörd krishanteringspersonal i stor utsträckning var densamma vid båda stormarna.

Stormen Per medförde stora kostnader för samhället. Några av de uppskattningar som gjorts är elnätföretagens kostnad som slutade på cirka 1 400 miljoner kr och kostnaden för elkunderna som beräknas ha varit 180-1 800 miljoner kronor. I rapporten redovisas också nyvunna lärdomar och erfarenheter liksom rekommendationer avseende beredskapsåtgärder för långvarigt elavbrott.

Faller en faller då alla? – rapport om kritiska beroendeförhållanden

Regeringen gav i 2006, 2007 och 2008 års regleringsbrev Krisberedskapsmyndigheten (KBM) i uppdrag att identifiera och analysera kritiska beroendeförhållanden i samhället, vilket finns redovisat i referens MSB 2009a. Den inledande beroendeanalysen baserades på följande *urval* av 9 samhällsviktiga sektorer och 36 verksamheter:

- Elektroniska kommunikationer – Fast telefoni; Mobil telefoni; Datakommunikation
- Energiförsörjning – **Elförsörjning; Drivmedelsförsörjning**
- Finansiella tjänster – Kontantförsörjning; Kortbetalning; Grundläggande försörjning; Överföring, girering och avveckling; Värdepappershandel
- Inre skydd och säkerhet – Polis; Räddningstjänst; SOS Alarm; Bevakning
- Kommunalteknisk försörjning – Avfallshantering; Avlopp; Dricksvattenförsörjning; **Fjärrvärme**
- Livsmedel – Livsmedelsproduktion; Livsmedelslager; Dagligvaruhandel; Restaurang och storkök
- Medier – Tv; Radio; Tidningar; Internetpublicering
- Vård och omsorg – Sjukvårdsrådgivning; Akutsjukvård; Primärvård; Äldreomsorg; Läkemedelsdistribution; Ledning och information på regional nivå; Smittskydd
- Transporter – Vägtransporter; Järnvägstransporter; Sjötransporter

En viktig slutsats i studien är att samtliga verksamheter och samhället i stort är beroende av elförsörjning och elektroniska kommunikationer och *att beroendet dessutom successivt har fördjupats och blivit mer komplext.*

Bilaga 4, Inventerade åtgärder

Betydelsen av ”Åtgärden initieras av” i nedanstående tabellformat ska uppfattas som att ansvaret för att se till att en förändring kommer till stånd vilar på aktörer inom de angivna nivåerna. Ansvaret kan vara delat, där en aktör måste initiera förändringen genom att ge ett uppdrag (till exempel regeringen), en annan aktör planerar, genomför och följer upp denna uppgift (till exempel en myndighet) som utförs av en annan aktör (till exempel en kommun).

Betydelsen av ”Engageras/påverkas av åtgärden” i nedanstående tabellformat ska uppfattas som de angivna aktörerna blir ”objekt” vid genomförandet av åtgärden.

Grupp A, Åtgärder som ingår i Energimyndighetens förslag

A1. Beredskapsplanering

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig, kommunal och privat nivå	Statlig, kommunal och privat nivå

Ett viktigt ingångsvärde för en förbättrad beredskapsplanering i samhället är att centrala myndigheter och branschorganisationer tar fram dokument, handböcker, metoder m.m. som stödjer aktörernas arbete och är ett komplement till föreskrifter och förordningar. Sådana nya publikationer kan belysa klimatförändringens effekter, tipsa om lämpliga åtgärder, dimensioneringsförslag, goda exempel m.m. och därmed vara till stor nytta vid t.ex. genomförandet av risk- och sårbarhetsanalyser och annan risk- och beredskapsplanering. Det handlar således att utarbeta kompletterande dokumentation och information och på andra sett skapa förutsättningar så att klimatförändringens effekter beaktas i de befintliga risk- och beredskapsprocesserna.

A5. Expertkompetens

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå (centrala myndigheter)	Statlig, kommunal och privat nivå

Innebär etablering av expertkompetens på nationell nivå som kan bistå olika aktörer i främst det regionala och lokala klimatanpassningsarbetet som exempelvis risk- och sårbarhetsanalyser eller utarbetande av klimat- och energiplaner.

A6. Nationell samordning

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå (centrala myndigheter)	Statlig, kommunal och privat nivå

Nationell samordning syftar till att hantera de utmaningar som omgärdar klimatrelaterade hot i särskilt utsatta geografiska områden eller särskilt utsatta eller viktiga delar av energisystemet. Energimyndigheten kan ta initiativ till att identifiera hotade energianläggningar och medverka i upprättandet av åtgärdsstrategier/-planer.

A8. Metodik för genomgång av energianläggningar

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå (centrala myndigheter)	Statlig och kommunal nivå

Utarbeta en metodik för genomgång och riskbedömning av energinfrastruktur vid extrema väderhändelser. Denna metodik är främst avsett som stöd för lokal och regional nivå. Metodiken bör utformas så att den är transparent mellan olika energisektorer och bör fungera i samklang med befintliga riskanalysmodeller, helst även de som tillämpas på nationell och internationell nivå.

A14. Byggnaders placering

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
A	Statlig nivå	Statlig och kommunal nivå

Klimatförändringarna ställer nya krav på lokalisering och planering av ny bebyggelse och infrastruktur, bland annat på grund av risk för översvämningar, erosion och skred. Ändrade eller nya normer bör därför skapas för att i möjligaste mån i samhällsplaneringen säkerställa att byggandet anpassas till klimatförändringens effekter.

A15. Byggnaders utförande

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
A	Statlig nivå och/eller privat nivå	Kommunal och privat nivå

Vid nybyggnation av energianläggningar bör hänsyn tas till de krav som ett ändrat klimat för med sig. Även underhållsarbete av befintliga äldre byggnader måste anpassas till denna nya kravbild. Av denna anledning bör ansvariga aktörer se över och ändra byggnadsnormer, handböcker och anvisningar i syfte att påverka utförandet av byggnader i energisystemet.

A19. Dimensionering för klimatförändring

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
MTO	Privat och/eller statlig nivå	Privat nivå

Vissa klimatrelaterade problem kan förebyggas genom uppdatering av projekteringsanvisningar och handböcker för anläggningar, drift- och underhållsanvisningar m.m. samt uppdatering av vägledning, föreskrifter. Detta bör främst ske genom branschorganisationer, men även vissa myndigheter bör se över sina vägledningar, föreskrifter och allmänna råd kopplat till den ändrade hotbilden kopplat till klimatförändringen.

A20. Regionala klimatscenarier

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
FoU	Statlig nivå	Statlig, kommunal och privat nivå

Energianläggningarnas livscyklar är 30–70 år, ibland uppemot 100 år. Detta innebär att det är viktigt att anläggningarna uppförs på mark som klarar de påfrestningar som det förändrade klimatet medför och att anläggningarna i övrigt klarar de ändrade väderförutsättningarna. En samlad bedömning över riskområden bör därför göras avseende främst ras/skred, erosion, höga flöden och höga havsvattennivåer (temperatur- och nederbördsscenarioer finns på länsbasis). Även

den framtida maximala vindstyrkan bör undersökas närmare. Ju större regional prägel denna kartläggning kan ges, desto bättre bedömningar kommer aktörerna att kunna göras avseende bland annat energianläggningars utsatthet.

A21. Forskningsöversikter

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
FoU	Statlig nivå	Statlig, kommunal och privat nivå

Många svenska universitet och högskolor, branschvis forskningsorgan, FOI m.fl. bedriver klimatanpassningsforskning med mer eller mindre bäring på energisystemet. Denna forskning finansieras av näringsliv, kommuner, myndigheter, direkt från regeringen, forskningsstiftelser m.fl. Det verkar saknas en helhetsbild över vilken kunskap och forskning som finns tillgänglig avseende klimatförändringens effekter på energisektorn och förevarande projekt har inte haft möjlighet att skapa denna översikt. Dessutom sker relevant internationell forskning och den svenska forskningen fortgår. Likaledes saknas en tydlig kunskapsbild över vilka exempel på lösningar som leder till bättre robusthet. En inventering och sammanställning över dessa områden bör därför göras.

A22. Omvärldsbevakning

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
FoU	Statlig nivå	Statlig, kommunal och privat nivå

En nationell koordineringsgrupp för insamling, analys och spridning av tvärsektoriell omvärldsinformation om väder- och klimatrelaterade hot i förhållande till en framtida trygg energiförsörjning bör inrättas. Informationen ska spridas till organisationer inom energisektorn genom till exempel nyhetsbrev. En sådan grupp ska också ha ett nära samarbete etableringen av en plattform med expertkompetens på nationell nivå (se förslag A5).

Grupp B, Önskvärda åtgärder som inte har direkt koppling till klimatanpassning

B2. Tvärsektoriellt arbete

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå (Länsstyrelser)	Statlig, kommunal och privat nivå

För att utveckla det förebyggande arbetet är det viktigt att det finns ett kontinuerligt tvärsektoriellt arbete över energisystemets gränser som skapar en helhetssyn på klimatrelaterade hot där viktiga beroendeförhållanden förtydligas. Det är viktigt att i risk- och beredskapsarbetet arbeta efter ett tvärsektoriellt synsätt. Befintliga tvärsektoriella plattformar på regional nivå bör ytterligare nyttjas så att aktörerna kan informeras, inspireras och samverka med avsikt att bredda det förebyggande arbetet mot klimatförändringens effekter.

B3. Regionala nätverk

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå (centrala myndigheter och länsstyrelser)	Statlig, kommunal och privat nivå

Regionala nätverk bör nyttjas för kunskapsutbyte, information och utbildning när det gäller den regionala försörjningstryggheten i energiförsörjningen. De regionala nätverken bör bland annat ta fram och förmedla scenarier där regionala klimatrelaterade hot sätts i fokus.

B7. Strategi för prioritering

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå	Statlig, kommunal och privat nivå

Det kan uppstå behov av prioriteringar avseende t.ex. energileveranser och av reparations- och räddningsinsatser mellan anläggningar på olika systemnivåer mellan olika energislag. En strategi (grundsyn) för prioritering avseende dels olika användarkategorier, dels prioritering av räddningsinsatser vid t.ex. översvämningar (jämför elnätstation viktig för kommunala försörjningen kontra regionnät- eller stamnätstation viktig för större geografiska områden).

B13. Trygga bränsleförsörjningen

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
A	Statlig nivå (centrala myndigheter)	Privat nivå

I dag finns inga krav avseende säkerställning av bränsleleveranser eller beredskapslagring av andra bränslen än oljeprodukter. Det bör därför övervägas om det finns behov av vägledning, allmänna råd och eventuellt föreskrifter och andra bestämmelser att el- och värmeproducenter planerar och vidtar nödvändiga åtgärder för att säkerställa bränsleförsörjningen till anläggningarna kopplat till bland annat klimatrelaterade hot.

B17. Ansvar för förebyggande åtgärder

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
A	Statlig nivå	Statlig nivå

Ansvars-, närhets- och likhetsprincipen är tre grundläggande principer i den svenska krishantering. I syfte att klargöra ansvarsfrågan när det gäller de förebyggande åtgärderna kopplat till klimatförändringen bör en utredning/analys göras som beaktar klimatförändringens karaktär (sannolikheter, osäkerheter m.m.) och händelser/begrepp som terrorangrepp, jordskalv, force majeure, kontrollansvar m.m. i förhållande till de grundläggande principerna för krishantering.

B18. Utredda lagstiftningar

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
A	Statlig nivå	Statlig nivå

Gränsdragningen och eventuell den överlappningen mellan lagarna; *Lag (2003:778) om skydd mot olyckor* och *Lag (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser* behöver utredas med fokus på väder- och klimatrelaterade händelser. I synnerhet då en händelse (enligt SOU 2007:60) under vissa omständigheter inledningsvis faller under den ena lagstiftningen och därefter kräver att aktörerna tillämpar den andra lagen. Lagen om skydd mot olyckor täcker inte långsamma förändringar eller förebyggande arbete. Även eventuella kopplingar och beröringspunkter till plan- och bygglagstiftningen bör belysas i utredningsarbetet.

Grupp C, Åtgärder som har lagts åt sidan

C4. Klimat- och energiplaner

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
I	Statlig nivå	Kommunal nivå

Genom att utveckla och/eller komplettera de kommunala energiplanerna, vilket regleras i *Lag (1977:439) om kommunal energiplanering*, med att även beakta klimatförändringens effekter på energiförsörjningen, bidrar detta till att på lång sikt minska klimatförändringens negativa påverkan på energisystemet. Lagen i sig behöver troligen inte ändras utan det handlar i stället om att utveckla eller komplettera befintliga vägledningar, information m.m. till kommunerna så att klimatförändringsaspekterna tas om hand i de klimat- och energiplaner som de ändå ska ta fram.

C9. Bidrag för att identifiera riskområden

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
E	Statlig nivå (Riksdagen och regeringen)	Kommunal nivå

Införande av ekonomiskt stöd för att stimulera kommuner att identifiera markområden som är riskutsatta till följd av klimatförändringen. Informationen ger kommunerna ett relevant beslutsunderlag vid bygglovsärenden, tillståndskrav för anläggningars utförande samt för tillstånd eller avslag för planerad anläggning i områden som är identifierade som riskområden.

C10. Bidrag för klimatanpassningsåtgärder

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
E	Statlig nivå (Riksdagen och regeringen)	Statlig, kommunal och privat nivå

Införa ekonomiska bidrag för klimatanpassningsåtgärder i syfte att påskynda olika praktiska åtgärder. Bestämmelserna för sådana bidrag bör omfatta vad bidraget kan sökas för; vilka åtgärder som krävs; vilka händelser som avses; vilka anläggningstyper som omfattas, m.m. Denna information kan också vara vägledande för andra aktörer inom energisektorn.

C11. Bilda skadefond

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
E	Statlig och privat nivå	Statlig, kommunal och privat nivå

Etablera en särskild skadefond för hantering av skador vid katastrofer som normalt inte täcks av försäkringar utan faller under *force majeure*. En sådan skadefond kan utformas på olika sätt, antingen:

- inom de olika energisektorerna utan inblandning av offentlig sektor, eller
- genom att en fond skapas gemensamt av offentlig sektor (staten) och marknadens aktörer

C12. Ändra principer för nätavgifter

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
E	Statlig nivå (centrala myndigheter)	Privat nivå

Principerna avseende nätavgifternas utformning, inklusive det som ligger utanför det så kallade kontrollansvaret, skulle kunna ändras så att hänsyn även tas för åtgärder som syftar till att hantera effekterna av extrema väderhändelser.

C16. Förändringar i vattenregleringen

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
A	Statlig nivå	Statlig och privat nivå

Anpassning av vattendomar för att kunna hantera ökade vattenflöden som kan bli en följd av ökade nederbörds mängder. För att bedöma behovet av en sådan anpassning behöver en inventering och en sammanställning göras avseende vattenregleringsmöjligheter och vattenregleringens inverkan på möjligheterna att reglera plötsliga flöden i vattendrag av olika storlekar. Därefter kan slutsatser dras om det finns behov av att förändra regelverket.

C23. Utreda behovet av GIS-program

Kat.	Åtgärden initieras av	Engageras/påverkas av åtgärden
FoU	Statlig nivå	Kommunal nivå

Behovet och nyttan av en generell GIS-baserad programvara för att underlätta kommuners konsekvensanalyser av lokala/regionala klimatscenarier bör utredas.

Sammanställning av åtgärdsförslagen

Tabellen nedan redovisar en sammanställning över samtliga åtgärdsförslag som har hanterats inom projektet.

Tabell 9. Sammanställning av åtgärdsförslag

Nr	Åtgärdsförslag	Kat.	Initieras på följande nivå/-er	Nivå som påverkas vid genomförande av åtgärden		
				Statlig	Kommunal	Privat
A1	Beredskapsplanering	I	Statlig, kommunal och privat	X	X	X
A5	Expertkompetens	I	Statlig	X	X	X
A6	Nationell samordning	I	Statlig	X	X	X
A8	Metodik för genomgång av energianläggningar	I	Statlig	X	X	
A14	Byggnaders placering	A	Statlig	X	X	
A15	Byggnaders utförande	A	Statlig och/eller privat		X	X
A19	Dimensionering av klimatförändring	MTO	Privat och statlig			X
A20	Regionala klimatscenarier	FoU	Statlig	X	X	X
A21	Forskningsöversikter	FoU	Statlig	X	X	X
A22	Strategisk omvärldsbevakning	FoU	Statlig	X	X	X

Nr	Åtgärdsförslag	Kat.	Initieras på följande nivå/-er	Nivå som påverkas vid genomförande av åtgärden		
				Statlig	Kommunal	Privat
B2	Tvarsektoriellt arbete	I	Statlig	X	X	X
B3	Regionala nätverk	I	Statlig	X	X	X
B7	Strategi för prioritering	I	Statlig	X	X	X
B13	Trygga bränsleförsörjningen	A	Statlig			X
B17	Ansvar för förebyggande åtgärder	A	Statlig	X		
B18	Utreda lagstiftningar	A	Statlig	X		
C4	Klimat- och energiplaner	I	Statlig		X	
C9	Bidrag för att identifiera riskområden	E	Statlig		X	
C10	Bidrag för klimatanpassnings-åtgärder	E	Statlig	X	X	X
C11	Bilda skadefond	E	Statlig och/eller privat			X
C12	Ändra principer för nätavgifter	E	Statlig			X
C16	Förändringar i vattenreglering	A	Statlig	X		X
C23	Utreda behovet av GIS-program	FoU	Statlig		X	



Vårt mål – en smartare energianvändning

Energimyndigheten är en statlig myndighet som arbetar för ett tryggt, miljövänligt och effektivt energisystem. Genom internationellt samarbete och engagemang kan vi bidra till att nå klimatmålen.

Myndigheten finansierar forskning och utveckling av ny energiteknik. Vi går aktivt in med stöd till affärsidéer och innovationer som kan leda till nya företag.

Vi visar också svenska hushåll och företag vägen till en smartare energianvändning.

Alla rapporter från Energimyndigheten finns tillgängliga på myndighetens webbplats www.energimyndigheten.se

